РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ЗАВОД ЗА УНАПРЕЂИВАЊЕ ОБРАЗОВАЊА И ВАСПИТАЊА

ОПЕРАТЕР МАШИНСКЕ ОБРАДЕ РЕЗАЊЕМ

Приручник за полазнике обуке

Република Србија
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР 1
УВОД 2
1. ПРИМЕНА МЕРА БЕЗБЕДНОСТИ НА РАДУ И ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ 3
1.1. Прописи из области здравља и безбедности на раду 3
1.2. Мере из области здравља и безбедности на раду 3
1.3. Мере заштите при раду са различитим алатом и прибором, опремом 4
1.4. Лична заштитна средства, важност и примена 4
1.5. Извори опасности и њихова отклањања 5
1.6. Најчешћи узроци несрећних случајева у машинској радионици 6
1.7. Прва помоћ на радном месту 7
1.8. Превенција и заштита од пожара 8
1.9. Загађивање околине и мере заштите 9
2. УЛОГА И ЗНАЧАЈ ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ 10
2.1.Сстандарди и њихова примена у машинству 10
2.2. Просторни приказ, изгледи, пројицирање 13
2.3. Пресеци, котирање, толеранција мера, облика и положаја 16
2.4. Међународни систем јединица (si) 56
2.5. Мерила, мерење и контролисање 57
2.6. Означавање материјала 79
2.7. Техничко-технолошка документација 80
2.8.Координатни системи, одређивање координата тачака у апсолутном и инкрементaлном координатном систему 81
3. СТРУГАЊЕ 83
3.1 Основне карактеристике струга, алата и прибора 83
3.2. Обрада спољашњих цилиндричних и чеоних површина 91
3.3. Пресеци, котирање, толеранција мера, облика и положаја 95
3.4. Обрада спољашњих конусних површина 96
3.5. Забушавање и бушење 98
3.6. Оштрење стругарских ножева и бургија 101
3.7. Поступак финог стругања спољашњих цилиндричних површина 101
3.8. Поступак одсецања 101
3.9. Поступак стругања између шиљака 101
3.10. Поступак израде метричког спољашњег навоја стругањем 104
3.11. Поступак израде метричког унутрашњег навоја стругарским ножем 108
3.12. Поступак стругања унутрашњих цилиндричних површина 109
3.13. Обрада линетом 110
3.14. Поступак стругања унутрашњих жљебова и поступак обраде унутрашњих чеоних површина 112
3.15. Израда радних предмета 113
3.16. Основне карактеристике cnc струга 113
3.17. Основни елементи програмирања 114
3.18. Ручно померање 115
3.19. Подешавање алата 115
3.20. Учитавање програма 115
3.21. Корекција програма 115
4. ГЛОДАЊЕ 117
4.1. Основне карактеристике глодалице, алата и прибора 117

4.2. Постављање алата и обратка 121
4.3. Поступак глодања равних површина 122
4.4. Поступак глодања равних површина под углом 123
4.5. Глодање отвора 124
4.6. Глодање жљебова 126
4.7. Примена простог подеоног апарата 126
4.8. Израда радних предмета 127
4.9. Основне карактеристике cnc глодалица 127
4.10. Основни елементи програмирања 127
4.11. Ручно померање 128
4.12. Учитавање програма 130
4.13. Корекција програма 130
4.14. Израда радних предмета на cnc глодалици 130
5. БРУШЕЊЕ 131
5.1. Карактеристике брусилица, алата и прибора за брушење 131
5.2. Обрада равних површина 140
5.3. Брушење спољашњих цилиндричних површина 143
5.4. Брушење спољашњих чеоних површина 151
5.5. Оштрење алата брушењем 152
5.6. Израда радних предмета 152
5.7. Обрада на cnc брусилицама 152
5.8. Израда радних предмета 155
ЛИТЕРАТУРА: 157

ПРЕДГОВОР

ДРАГИ БУДУЋИ ОПЕРАТЕРИ МАШИНСКЕ ОБРАДЕ РЕЗАЊЕМ,

Пред вама се налази Приручник о квалификацији и занимању оператера машинске обраде резањем, стручњака који управљају машинама за обраду метала и других материјала, користећи различите технике резања. Оператери машинске обраде резањем кључни су за производњу прецизних делова који се користе у различитим индустријама, од аутомобилске и ваздухопловне до медицинске и енергетске.

Овај Приручник намењен је како почетницима који тек улазе у свет машинске обрад, тако и искусним оператерима који желе да унапреде своја знања и вештине у овој области.

У њему ћете пронаћи детаљне информације о различитим аспектима рада оператера машинске обраде резањем, укључујући:

- Машине: Врсте машина за обраду резањем (струг, глодалице, бушилице), њихове карактеристике и примену;
- Алате: Врсте алата за резање, њихова својства и примена, избор алата за одређени материјал и операцију;
- Материјале: Врсте материјала који се обрађују, њихова својства и примена, припрему материјала за обраду;
- Технике: Технике резања, параметри резања (брзина резања, дубина резања), оптимализација процеса обраде;
- Програмирање: Основе програмирања ЦНЦ машина, израду програма за управљање, коришћење програмских језика;
- Безбедност, здравље и заштита на раду.

Посебна пажња посвећена је практичним примерима и саветима, како бисте могли што боље да разумете и примените стечено знање. Уз теоријски део, Приручник садржи и бројне илустрације, фотографије и шеме које ће вам помоћи да визуализујете процес рада и лакше усвојите потребне вештине.

Верујемо да ће вам овај Приручник бити користан извор информација и практичан водич у вашем развоју као оператера машинске обраде резањем.

ЖЕЛИМО ВАМ ПУНО УСПЕХА У УЧЕЊУ И РАДУ, КАО И ДА КРОЗ СВОЈЕ ПРОФЕСИОНАЛНО ДЕЛОВАЊЕ ДОПРИНЕСЕТЕ РАЗВОЈУ И НАПРЕТКУ ИНДУСТРИЈЕ.

Срећно на вашем путу!

УВОД

Приручник за полазнике обуке „Оператер машинске обраде резањем” је развијен као део подршке наставницима/реализаторима и полазницима за успешну реализацију и савладавање обуке. Кроз наведене садржаје полазници ће стећи и унапредити знања, вештине и ставове неопходне за практично и конструктивно решавање проблема и суочавање са изазовима у свакодневном животу и раду, као и знања и вештине неопходне за обављање послова оператера машинске обраде резањем.

Приручник има за циљ да олакша полазницима достизање одређених знања, вештина и ставова обухваћених програмом обуке, а који су у складу са стандардом квалификације. Такође, омогућава полазницима да континуирано проверавају своја знања, као и да се припреме за полагање испита. Поред наведеног, Приручник пружа додатна знања и информације које имају за циљ да подстакну полазнике на размишљање и додатно истраживање садржаја из ове области.

По завршетку обуке полазник ће бити у стању да примењује стечена знања у пракси.

Приручник је конципиран као упутство за реализацију модула и по својој основној структури (исходима на чију реализацију упућује) компатибилан је са Програмом обуке Оператер машинске обраде резањем.

Приручник је подељен у неколико тематских целина. Свака целина је јасно означена, са одвојеним насловима, поднасловима и сажецима на крају, што омогућава лакше сналажење у садржају. Приручник, такође, садржи и многе примере задатака са решењима, као и додатне вежбе које полазници обуке могу користити за проверу знања.

1. ПРИМЕНА МЕРА БЕЗБЕДНОСТИ НА РАДУ И ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Безбедност и здравље на раду јесте обезбеђивање таквих услова на раду којима се, у највећој могућој мери, смањују повреде на раду, професионална обољења и обољења у вези са радом и који претежно стварају претпоставку за пуно физичко, психичко и социјално благостање запослених. Безбедност и заштита здравља на раду једно је од основних права сваког човека, јер једино безбедан рад, здрава и безбедна радна средина омогућавају продуктиван рад и живот.

1.1. ПРОПИСИ ИЗ ОБЛАСТИ ЗДРАВЉА И БЕЗБЕДНОСТИ НА РАДУ

Прописи се израђују ради регулисања права, обавеза и одговорности запосленог и послодавца по питању безбедности и здравља на раду.

Неки од прописа су:

- Закон о безбедности и здрављу на раду („Службени гласник РС”, бр. 101/05, 91/151 и 113/17 – др. закон),
- Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад на радном месту,
- Правилник о евиденцијама у области безбедности и здравља на раду,
- Правилник о начину и поступку процене ризика на радном месту и у радној околини,
- Правилник о начину пружања прве помоћи,
- Правилник о обезбеђивању ознака за безбедност и здравље на раду,
- Правилник о поступку прегледа и испитивања опреме за рад и испитивања услова радне околине,
- Правилник о поступку утврђивања испуњености прописаних услова у области безбедности и здравља на раду,
- Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при коришћењу опреме за рад,
- Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при коришћењу средстава за личну заштиту на раду,
- Правилник о превентивним мерама за рад младих,
- Правилник о садржају и начину издавања обрасца извештаја о повреди на раду, професионалном обољењу и обољењу у вези са радом,
- Стратегија безбедности и здравља на раду у Републици Србији за период од 2018. до 2022. године, са акционим планом.

1.2. МЕРЕ ИЗ ОБЛАСТИ ЗДРАВЉА И БЕЗБЕДНОСТИ НА РАДУ

Превентивне мере јесу све мере које се предузимају или чије се предузимање планира на свим нивоима рада код послодавца, ради спречавања повређивања или оштећења здравља запослених. Превенција јесте процес обезбеђивања мера на радном месту и у радној околини код послодавца у циљу спречавања или смањења ризика на раду.

Заштитне мере и безбедносне праксе су од суштинског значаја за заштиту здравља и безбедности радника. Важно је да се компаније ускладе са законодавством и правилима земље у погледу безбедности на раду. Гарантовање безбедности је од суштинског значаја јер помаже у спречавању акцидената и повреда на радном месту и води ка бољој

продуктивности. У циљу гарантовања безбедности на раду потребно је пружити безбедно радно окружење и обезбедити потребну заштитну опрему.

1.3. МЕРЕ ЗАШТИТЕ ПРИ РАДУ СА РАЗЛИЧИТИМ АЛАТОМ И ПРИБОРОМ, ОПРЕМОМ

Опрема за рад су машине, уређаји, постројења, инсталације, алат и сл. који се користе у процесу рада. При мерењу и контроли радног комада постоје опасности од резног алата и од врха обртног шиљка. Овакве интервенције врше се само при искљученом погону. При мерењу нож треба скинути или га максимално померити у страну заједно са носачем. Треба пазити на правилан положај руку при вађењу калибра за мерење. Приликом турпијања не сме се турпијати врхом турпије јер постоји опасност од захвата шапа стезача. Оператер мора стајати са десне стране у односу на предмет обраде. Дршка турпије мора се држати левом руком, а врх десном, јер је тада најмања опасност од захватања рукава. Саонице алата потребно је померити уназад, а нож алата треба да буде скинут или заштићен навлаком.

При брушењу отвора брусним платном прети опасност од повређивања. Уколико се платно обмота око прста, повреда је неизбежна. За безбедан рад користити обло дрво око кога је обавијено брусно платно. За полирање облих делова брусно платно треба поставити на погодну дрвену плочицу или на посебан држач брусних платна.

За безбедан рад потребно је користити следеће заштитне уређаје на машини:

Заштитни оклоп стезне главе. Заштитни оклоп је причвршћен на покретном постољу које преко брега делује на полугу електричног контакт-прекидача. У затвореном положају брег не делује на полугу прекидача. Када је заштитни оклоп подигнут, заобљење брега делује на полугу прекидача који искључује погон. То је добра заштита од постављања руку у зону обраде и смањује опасности које могу настати услед заборављања кључа у отворима стезне главе, као и захвата делова из стезача који могу да штрче.

Заштита водећег и вучног вретена струга заштитним оклопом. Помоћни алати могу бити изузетно опасни ако се из неких разлога нађу на машини приликом њеног укључивања. Алате треба чувати у ормару за алат или на помоћном постољу. Алат се не сме никада оставити на стругу или иза њега.

Тракаста, резана и кидана струготина. Најчешћи је извор повреда. Обрада појединих челика, обојених метала и њихових легура праћена је разлетањем струготине. Температура на врху алата креће се до 800°C, што може довести до нежељених опекотина. Струготина обавијена око стезне главе или вретена има непредвидиво кретање при раду машине и у том случају су повреде неминовне како за оператере тако и за особе у непосредној близини. Најмање што се у том случају може учинити су штитници за лице или заштитне наочаре.

1.4. ЛИЧНА ЗАШТИТНА СРЕДСТВА, ВАЖНОСТ И ПРИМЕНА

Послодавац је дужан да запосленима да на употребу средства за рад, односно средства и опрему за личну заштиту на раду на којима су примењене прописане мере за безбедност и здравље на раду и да обезбеди контролу њихове употребе у складу са наменом. Он може да запосленима да на коришћење опрему за рад и средство, опрему за личну заштиту на раду, само ако су усаглашени са прописаним техничким захтевима, ако је њихова усаглашеност оцењена према прописаном поступку, ако су означени у складу са прописима и ако их прате прописане исправе о усаглашености и друга прописана документација.

Запослен је дужан да примењује прописане мере за безбедан и здрав рад, да наменски користи средства за рад и опасне материје, да користи прописана средстава и опрему за личну заштиту на раду и да са њима пажљиво рукује да не би угрозио своју безбедност и здравље, као и безбедност и здравље других лица. Запослени је дужан да пре почетка рада прегледа своје радно место, укључујући и средства за рад која користи, као и средства и опрему за личну заштиту на раду, и да у случају уочених недостатака извести послодавца или друго овлашћено лице.

Лична заштитна средства су: радно одело, прописана обућа за рад у радионици, штитници за лице или заштитне наочаре, штитник за руку.

1.5. ИЗВОРИ ОПАСНОСТИ И ЊИХОВА ОТКЛАЊАЊА

Управљање сигурношћу значи индетификовати у организацији изворе могућих опасности и ризика по здравље, проценити потенцијалне учинке тих ризика и планирати адекватне мере и активности за њихово смањивање и/или елиминисање. Даље то значи дефинисане планове применити, контролисати њихове ефекте и стално побољшавати постојећа решења. Изналажење ефикасних начина управљања укупном сигурношћу практично и није могуће без квалитетног система управљања квалитетом. Анализа ризика ће показати шта је потребно урадити на пољу превентиве (отклањања тих опасности и ризика и/или њиховог смањивања), на пољу заштите запослених (ако се они не могу уклонити или смањити). У процесу управљања сигурношћу одмах се намећу средства и опрема за заштиту, као и потреба мерења и праћења појединих штетности.

За управљање сигурношћу потребно је:

- оспособити запослене,
- укључити медицину рада око праћења здравља,
- успоставити систем контроле над сваком фазом рада.

Тешке повреде на раду и оштећења здравља настају из два основна разлога:

- непрописно урађена радна околина,
- непоштовање одређених прописа и мера заштите на раду од стране самих извршиоца на машинама (оператера).

Према томе, несреће на раду нису несреће које се не могу предвидети, већ се дешавају услед присуства опасности везаних за непрописно понашање извршиоца и начина производње који носи веће или мање ризике од повреда.

Најчешћи узроци тешких и лакших повреда које су **последица лоше планираног и организованог радног простора** су:

- недовољан радни простор око машине,
- лоше планиран технолошки процес,
- незаштићеност машине,
- неисправан алат и опрема,
- лоша инсталација.

Најчешћи узроци повреда који су последица **људског фактора** су:

- непознавање процеса рада,
- телесни и други недостаци,

- лоше навике,
- премореност,
- свесно излагање у циљу доказивања посебних способности.

1.6. НАЈЧЕШЋИ УЗРОЦИ НЕСРЕЋНИХ СЛУЧАЈЕВА У МАШИНСКОЈ РАДИОНИЦИ

Све повреде уопште, па и повреде радника на радним местима веома ретко настају под дејством једног фактора. Узроци повреда се не збрајају, већ се множе тако да један фактор потенцира други и резултира повредом. С друге стране, ако се избегне дејство једног од битних фактора, повреда се неће догодити. Веома је честа испреплетаност различитих фактора и њихово узајамно дејство тако да је тешко дефинисати прави узрок нежељених исхода, па ипак скоро увек постоји један доминантан узрок повреде. у металопрерађивачкој индустрији оне су врло честе и тешке.

За стругове се сматра да су машине „које могу све" у производном смислу. На жалост, и повреде при раду на струговима иду у прилог оваквој тврдњи тако да је присутно од лакших и безазлених, до повреда са смртним исходом. Статистика каже да у 26% случајева долази до повреде главе (најчешће очи), у 49% случајева страдају руке од лакших посекотина до тешких прелома костију. Повреде грудног коша, ногу и осталих делова јављају се у 25% случајева. Нерационалан и нестручан начин рада је узрок повреда на струговима у 36% случајева, недостатак или неисправност заштитних средстава у 15% случајева, недостатак заштитних направа у 20% случајева, непоштовање одредби прописа заштите у 15% случајева.

Највећи број повреда дешава се на универзалним струговима са ручним управљањем, док је упола мање повреда на полуаутоматским. Најчешћи извори повреда на струговима за обраду метала су:

- нус - продукти обраде, струготина, расхладна течност,
- водеће и вучно вретено, преносници кретања, шипкасти материјал који штрчи из стезне главе,
- обрада помоћним алатима: брусно платно, турпија, стругач,
- предмети остављени на стезној глави или у њој приликом укључивања машине,
- неисправан, неподесан и непричвршћен алат, недовољно причвршћен предмет обраде,
- одржавање и поправка машине за време рада машине,
- рад нестручних и необучених лица,
- недовољно растојање између машина,
- непостојање погодног простора за материјал и предмете који се обрађују,
- лични проблеми и одећа.

Велику опасност представљају делови који имају обртно кретање. У овом случају постоје и индиректне опасности:

- чишћење струготине компримованим ваздухом може бити веома опасно,
- не треба дозволити да се струготина нагомила око машине,
- за уклањање тракасте струготине искључиво користити куку са штитником за руку, а за ламеларну погодну четку.

Конструктивна решења додатних елемената струга за заштиту од струготине; Штитник се састоји од преграде постављене помоћу једноставног механизма на супорту. Може се скидати и померати сходно потребама обраде. Он је ефикасна заштита од

разлетања струготине у простор испред и иза струга. Овакав вид заштите је посебно погодан за полуаутоматске и аутоматске стругове. Спречавање укључивања струга, уколико штитник није у затвореном положају, врши се преко прекидача који делује на део после обртања око осе. Отвор на вертикалном штитнику у тачки ослањања дозвољава укључивање погона при поправкама или подешавању струга.

1.7. ПРВА ПОМОЋ НА РАДНОМ МЕСТУ

У случају несреће и повреде на раду потребно је имати јасан план корака које ћете предузети:

Сачувајте прибраност

Уколико сте јако узнемирени, потребно је да застанете на тренутак. Успорите и умирите дисање и сетите се поступака које је потребно применити.

Процените да ли је место несреће безбедно и отклоните постојеће опасности

Утврдите да ли постоји опасност која може угрозити вас или остале присутне на месту несреће (механичка опасност, изливање опасне течности или испуштање гаса, опасност од експлозије, пожара, рушења, затрпавања, од опасног дејства електричне струје и сл.). Уколико је потребно, обавестите специјализоване службе да отклоне извор опасности. Ангажујте некога од присутних да вам у томе помогне.

Процените да ли је некоме озбиљно угрожен живот

За сваког повређеног утврдите:

- Да ли је свестан?
- Да ли му је дисајни пут проходан?
- Да ли дише?
- Да ли видљиво јако крвари?
- Да ли сме да се помера?

Пружите неопходне мере прве помоћи најугроженијима

Хитно пружање помоћи потребно је код особа са срчаним застојем, особа без свести, особа којима је угрожено дисање и особама које јако крваре.

Обавестите надлежне хитне службе (службу хитне медицинске помоћи, полицију)

Шта треба да саопштите хитној служби:

- ко зове (представити се), одакле зовете и са ког броја телефона,
- где се несрећа догодила (дати што прецизнију локацију),
- шта се десило (да ли има повређених, да ли прети нека опасност од избијања пожара или др.),
- колико има повређених лица и да ли је неко у животној опасности.

Останите уз повређене и брините о њима до доласка хитних служби.

Заустављање крварења. Ако особа јако крвари учините следеће:

- помозите јој да легне,
- извршите директан притисак на рану, преко газе у заштитним рукавицама,
- поставите компресивни завој,
- поставите особу у положај аутотрансфузије.

Након тога:

- контролишите да ли крв пробија завој, тј. да ли је крварење заустављено,
- проверите да ли је угрожена циркулација испод места превијања,
- пратите дисање и пулс повређене особе.

Компресивни завој се користи у првој помоћи за заустављање јаких крварења. Поставља се на следећи начин:

- преко ране поставите стерилну газу,
- преко газе поставите неразвијену ролну завоја тачно изнад места крварења (завој или други одговарајући материјал),
- довољно притискајући постављени завој, превијте рану.

Овако постављен завој директно врши притисак на повређени крвни суд у рани, па ће крварење бити заустављено. Ако крв пробије све слојеве компресивног завоја и појави се на површини, притисак се може појачати још једним завојем. Није препоручљиво да компресивни завој стоји дуже време (оптимално је 2 до 3 сата). Компресивни завој се никада не поставља на врат.

1.8. ПРЕВЕНЦИЈА И ЗАШТИТА ОД ПОЖАРА

Основ заштите од пожара је превенција – техничка, организациона и нормативна. Заштита од пожара представља скуп активности чији је циљ смањење ризика настанка пожара, односно брзо и квалитетно гашење пожара, ако до истог дође. Област заштите од пожара регулисана је Законом о заштити од пожара којим се уређују и следећа питања:

- систем заштите од пожара,
- права и обавезе субјеката,
- планирање и организовање заштите од пожара,
- организације ватрогасне службе,
- надзор над спровођењем овог закона,
- друга питања од значаја за систем заштите од пожара: опште превентивне мере заштите од пожара, казнене одредбе – казне за неспровођење организације и превентивних мера заштите од пожара итд,
- основне обавезе правних лица у области заштите од пожара своде се на одговарајућу организацију заштите од пожара и опште акте које правно лице мора да има.

Сви субјекти су дужни да организују спровођење превентивних мера заштите од пожара са потребним бројем лица стручно оспособљених за спровођење мера заштите од пожара и да обезбеде адекватну опрему и уређаје за гашење пожара.

Према Закону о заштити од пожара потребно је да се именује лице које је стручно оспособљено за спровођење заштите од пожара.

У правним лицима воде се евиденције о свим средствима, опреми, уређајима, њиховом испитивању, сервисирању и контроли, као и свим радовима везаним за организацију и спровођење превентивних мера, и то о:

- категоризацији објекта, делатности и земљишта које правно лице користи – обавља,
- организацији и превентивним мерама заштите које правно лице треба да спроводи, у складу са Законом и подзаконским актима,
- извршеној основној обуци запослених из области заштите од пожара и провери знања,

- извршеном сервисирању – контролном испитивању апарата за гашење пожара, хидраната и осталих средстава и опреме,
- испитивању стабилне инсталације и уређаја за откривање, дојаву и гашење пожара, детекцију запаљивих пара, гасова и прашина,
- испитивању противпаничног и нужног осветљења,
- испитивању електроинсталација, машинских инсталација, громобранских инсталација, система комуникације и везе, дизел агрегата, лифтовских постројења.

Право је запосленог да буде упознат. Запослени су дужни да се упознају са свим опасностима од избијања пожара, да присуствују основној обуци из заштите од пожара, да спроводе мере заштите од пожара, а у случају пожара да приступе гашењу пожара.

Надзор над спровођењем мера заштите од пожара врши МУП преко инспектора. Инспекцијски надзор може бити: основни, редовни, ванредни и контролни.

1.9. ЗАГАЂИВАЊЕ ОКОЛИНЕ И МЕРЕ ЗАШТИТЕ

Загађење животне средине јесте уношење загађујућих материја или енергије у животну средину, изазвано људском делатношћу или природним процесима које има или може имати штетне последице на квалитет животне средине и здравље људи. **Загађење ваздуха** је уношење штетних природних и синтетичких материја у атмосферу као директна или индиректна последица човекових делатности. Загађивачи могу бити чврстог, течног или гасовитог агрегатног стања. Загађен ваздух на различите начине утиче на живи свет: утиче на здравље људи и других живих организама, на климатске промене, промене у воденим токовима, земљишту.

Главни узрочници загађивања ваздуха са опадајућим значењем су: саобраћај, производња електричне струје, индустрија, шумски и пољопривредни пожари и спаљивање.

Најоштрија дефиниција **загађивања вода** могла би бити да је то свака човекова активност која умањује употребљивост воде као ресурса. Овде, међутим, треба напоменути да је загађеност дате природне воде директно условљена њеном будућом наменом.

Загађење вода може настати због чврстог отпада, комуналног отпада и интерног отпада, медицинског отпада. У индустрији настаје чврсти, комунални и интерни отпад. Чврсти отпад је сваки неупотребљиви предмет или материјал који власник одложи, намерава да одложи или је приморан да одложи у складу са једном од категорија према утврђеној класификацији отпада. Комунални отпад је чврсти отпад који настаје у урбаним срединама и у највећем обиму га чини тзв. резиденцијални и комерцијални отпад. Интерни отпад је сваки отпадни материјал који настаје у индустријском процесу, а који по својим особинама не утиче штетно на животну средину и здравље људи, односно не садржи опасне карактеристике.

Од индустрије потиче и **загађивање земљишта** отпадним материјама које смо већ навели да загађују воду.

Мере заштите животне средине. Заштита животне средине обухвата мере за смањење количине отпадног материјала било ког порекла, контроле воде, смањење штетних испусних гасова из индустријских постројења и промета, контролу квалитета прехрамбених производа, забране производње једињења која разграђују озонски омотач или негативно контаминирају постојеће екосистеме.

2. УЛОГА И ЗНАЧАЈ ТЕХНИЧКО – ТЕХНОЛОШКЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ

Техничко -технолошка документација се односи на скуп писаних материјала који описују техничке и технолошке аспекте неког производа, система или процеса. Ова врста документације игра кључну улогу у инжењерским и техничким областима, омогућавајући људима да разумеју, имплементирају, одржавају или побољшавају одређени производ или систем.

2.1. СТАНДАРДИ И ЊИХОВА ПРИМЕНА У МАШИНСТВУ

Техничка документација у подручју машинства игра кључну улогу у свим фазама развоја, производње и одржавања машина. Ова документација представља међусобно логички повезан скуп информација о конструкцији, функционалности, материјалима, сигурносним стандардима и осталим релевантним спецификацијама, које могу бити приказане у текстовном или сликовном облику. Без адекватне техничке документације, процеси производње постају неорганизовани и подложни грешкама које могу резултирати лошим квалитетом производа или чак сигурносним ризицима.

2.1.1. СТАНДАРДИЗАЦИЈА

На почетку развоја машинске технике, машински делови конструисани су и произвођени појединачно, за одређене машине. Пошто је уочено да се велики број машинских делова уграђује у скоро све машине, повећањем броја разноликих машина јавила се потреба да се, свођењем на одређене облике и мере, смањи разноликост тих делова. Тако се почело са израдом јединствених прописа којима су тачно предвиђени материјал од кога су израђени делови, облици и мере делова са истом функцијом, начин испитивања квалитета итд.

Утврђивање ових прописа назива се стандардизација, а сами прописи – стандарди.

Стандардизацијом је омогућена масовна производња великог броја истих делова (лежишта, вијци, подлошке итд.) на аутоматским машинама, чиме је повећана економичност, продуктивност, рентабилност и целисходност поделе рада. Овим је, такође, омогућена производња разноликих делова независно једно од другог на разним местима и у разним фабрикама, а њихово склапање у нову целину независно је од места производње.

Појавом стандардизације конструктору је олакшан рад, јер је упућен на избор већ готових делова и њихово уклапање у целину. На овај начин конструктору остаје више времена за креативан рад.

Стандардизацијом је олакшана набавка и смештај делова тачно одређених мера, облика и квалитета. Својим теоријским и практично испитаним прописима стандарди уводе у производњу ред и техничку дисциплинованост и стварају велике могућности за брз развој машинске технике.

Законом о стандардизацији уређује се јединствен систем стандардизације производа и услуга у Републици Србији. Закон обухвата доношење и примењивање стандарда и прописа, мера за обезбеђивање техничке конструкционе сигурности, квалитет производа, услуга и надзор над њиховим спровођењем.

Стандард је документ који утврђује надлежни стручни орган за стандардизацију. Садржи: техничко – технолошке захтеве, услове и правила којима се дефинишу производи, радне поступке и процесе у производњи производа, поступке, начине и

методе испитивања производа, једнообразне термине, дефиниције, симболе, ознаке, знакове, кодове, шифре, величине и јединице.

Стандарди могу бити:

- интерни,
- национални,
- регионални,
- међународни.

Интерни стандарди су стандарди који важе у оквиру једног предузећа.

Национални стандарди су стандарди који важе само у једној држави, нпр. SRPS (Српски стандарди), ASA (САД), итд.

Регионални стандарди су стандарди који важе у државама појединих региона, нпр. EN (Европске норме).

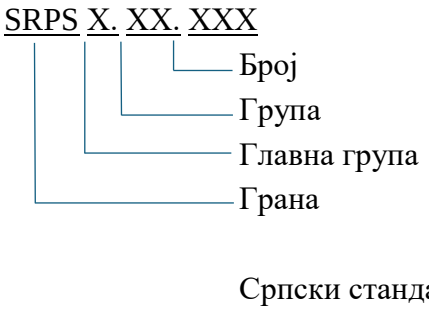
Међународни стандарди су стандарди који важе у целом свету. Међународна организација за стандардизацију (ISO) је специјализована организација чији је задатак да унапређује стандардизацију у свету са циљем да се олакша међународна размена добара, услуга и да се путем стандардизације развије узајамна сарадња у области интелектуалних, технолошких и привредних активности. ISO је основана 1947. године, а Србија је члан ISO – а од 1950. године.

Класификација и означавање српских стандарда SRPS. A.A0.004. Стандардизација има велики значај за техничко цртање. Њом је прописан начин приказивања облика предмета, означавање материјала, обележавање стандардних величина, котирање и др. Једном речју, стандардима групе SRPS A.A0 са називом ЦРТЕЖИ У МАШИНСТВУ одређени су облици техничке документације.

Целокупна материја коју обухватају Српски стандард подељена је на **гране**. Сви стандарди једне гране разврстани су **на главне групе**. Стандарди главне групе раздвајају се на **групе**.

Означавање српских стандарда. Стандарди се означавају ознаком састављеном из скраћенице SRPS и ознаке која садржи два велика слова латинице и четири бројке.

Тих шест знакова групишу се иза скраћенице SRPS на начин приказан на слици 1.



Слика 1. - Означавање српских стандарда

Иза првог слова у ознаци ставља се тачка, као и иза ознаке за групу. Гране се означавају великим словима латинице. Машинство је обухваћено углавном следећим гранама:

А – Основни и општи стандарди,

С – Металургија и технологија прераде метала,

К – Индустрија алата и прибора,

L – Индустрија мерних и других апарата и прецизне механике,

M - Машиноградња и металска индустрија.

Електротехника је обухваћена граном N, грађевинарство граном U итд.

Главне групе се, такође, означавају великим словима латинице. Групе се означавају бројевима од 0 до 9, а број стандарда бројевима од 001 до 999.

2.1.2. ВРСТЕ ТЕХНИЧКИХ ЦРТЕЖА (SRPS M.A0.0121)

Да би се извршила подела цртежа, треба поћи од SRPS-ом предвиђених критеријума, а то су: **начин приказивања, садржина цртежа, намена и начин израде цртежа.**

ПОДЕЛА ЦРТЕЖА ПРЕМА НАЧИНУ ПРИКАЗИВАЊА:

- **ортогонални цртеж** приказује предмет гледан (пројициран) из правца управних на равни пројицирања. Свака пројекција приказује две димензије предмета,
- **аксонометријски цртеж** приказује „просторни" изглед предмета једном сликом.

ПОДЕЛА ЦРТЕЖА ПРЕМА САДРЖИНИ:

- **цртеж склопа** приказује из чега чега се састоји једна сложена целина. При том приказује у каквом су међусобном односу елеметни склопа (делови),
- **цртеж детаља** приказује облик, мере, материјал и квалитет обрађених површи само једног детаља.

ПОДЕЛА ЦРТЕЖА ПРЕМА НАМЕНИ:

Српски стандард SRPS представља врста цртежа, а овде ће бити поменуто неколико најважнијих.

- **пројектни цртеж** приказује облик објекта у основним цртама и са најважнијим прорачунима. На основу њега израђују се цртежи за извођење објекта,
- **монтажни цртеж** приказује начин монтирања сложене целине. На њему су дате габаритне мере, међусобна растојања и прикључне мере,
- **радионички цртеж** приказује један део са свим елементима потребним за израду у радионици,
- **ситуациони цртеж** приказује међусобни положај машина и положај машина у односу на зграде,
- **шематски цртеж** упрошћено приказује један детаљ или склоп, користећи усвојене симболе. Шематски се, на пример, приказује рад алатних машина, возила итд.
- **патентни цртеж** приказује идеју или суштину функционисања неког проналаска и служи као прилог уз пријаву проналаска.

ПОДЕЛА ЦРТЕЖА ПРЕМА НАЧИНУ ИЗРАДЕ:

- **оригинал** је цртеж урађен словом или тушем на паусу – када се жели умножавање копирањем или на чврстој белој хартији – ако служи у комерцијалне или репродуктивне сврхе,
- **копија** се добија умножавањем са оригинала жељени број пута,
- **скица** је цртеж урађен слободном руком, али уз примену правила техничког цртања.

Питања за теоријску проверу знања

1. Шта је стандардизација, а шта су стандарди?
2. Од каквог је значаја стандардизација за техничко цртање?
3. Како утиче стандардизација на поделу рада и техничку кооперацију између произвођача?
4. Какву ознаку носе стандарди наше земље и какав статус имају?
5. У чему се разликују ортогонални и аксонометријски цртежи?
6. Шта дефинише цртеж детаља, а шта цртеж склопа?
7. Каква је разлика између цртежа склопа и монтажног склопа?
8. Шта показује ситуациони цртеж?

2.2. ПРОСТОРНИ ПРИКАЗ, ИЗГЛЕДИ, ПРОЈИЦИРАЊЕ

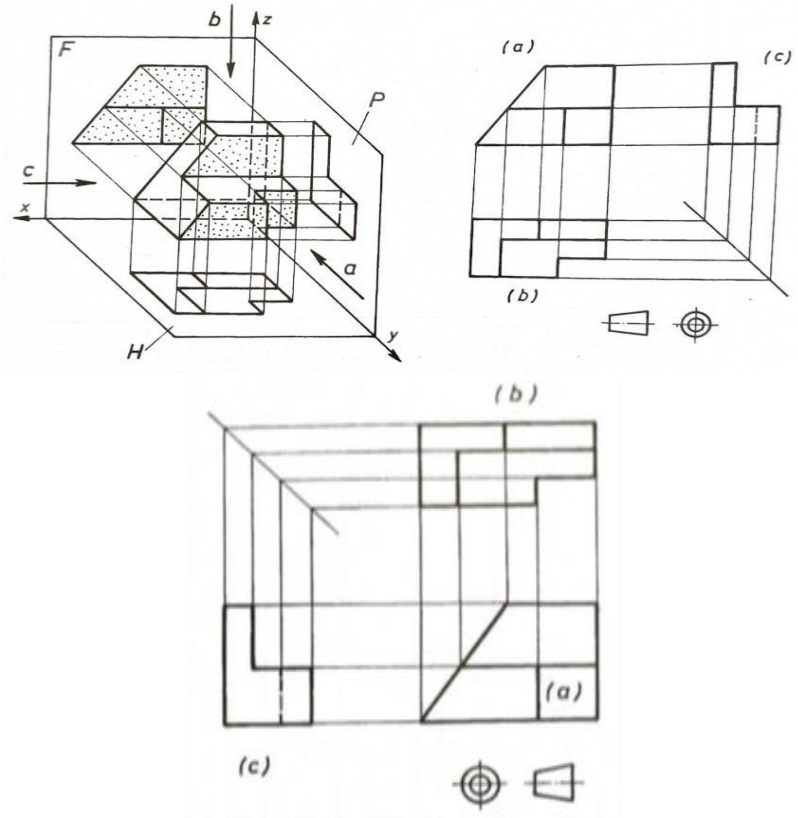
Комбиновањем различитих геометријских тела, њиховим равним пресецима и међусобним продорима добијају се предмети различитих облика. Ови облици се приказују пројекцијама добијеним пројицирањем из различитих праваца и смерова.

2.2.1. ПРАВОУГЛО (ОРТОГОНАЛНО) ПРОЈИЦИРАЊЕ, ПОГЛЕДИ, ИЗГЛЕДИ И ЊИХОВ РАСПОРЕД

Према SRPS A.A0.110 пројекцијски зраци се називају **погледима**, а пројекције **изгледима**.

Пројицирање се врши на три међусобно нормалне равни (нпр. под и два суседна зида у просторији): фронталница (F), хоризонталница (H) и профилница (P).

Пројицирање на три равни је приказано на слици 2.

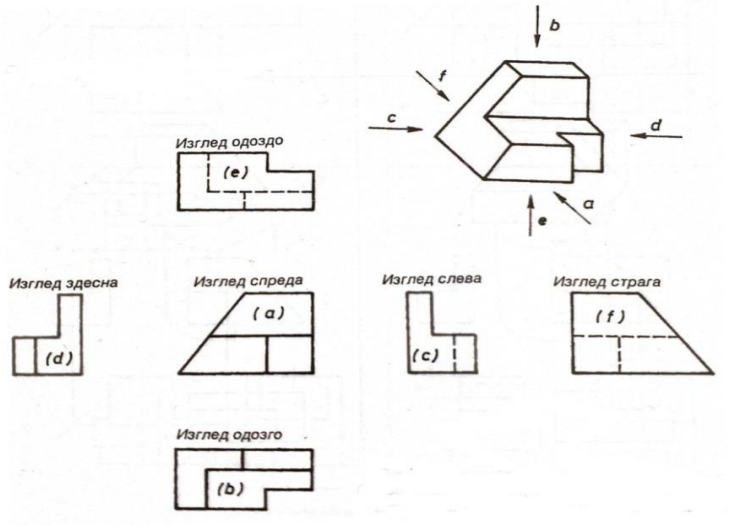


Слика 2. - Пројицирање, европски распоред изгледа, амерички распоред изгледа

Погледом спреда добија се изглед (a) на фронталници, погледом одозго добија се изглед (b) на хоризонталници, а погледом са леве стране добија се изглед (c) на профилници.

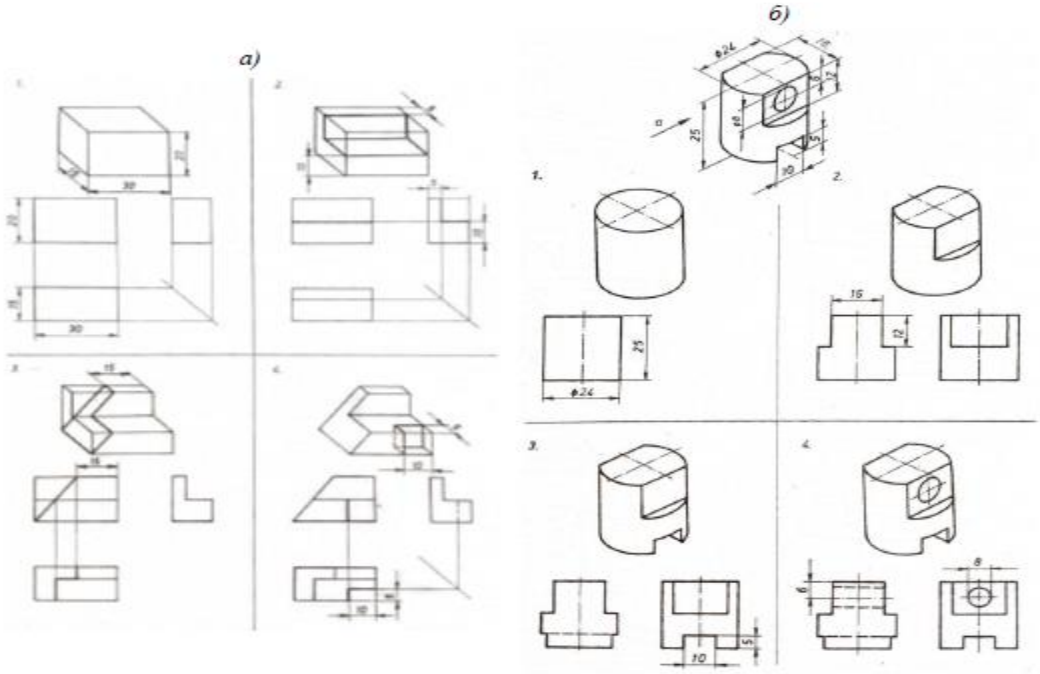
Распоред изгледа на овој слици означава се симболом датим испод цртежа у виду изгледа зарубљеног конуса.

Осим изгледа спреда, одозго и с лева, по потреби се цртају и изгледи с десна (d), одоздо (e) и страга (f) (Слика 3).



Слика 3. - Пројицирање модела на шест пројекцијских равни

Пројицирање модела и предмета се не изводи поступно. Модели на слици 4. се обликују из призме, а модели на слици 5. се добијају обликовањем облице. У оба случаја иде се „трагом" поступка израде.

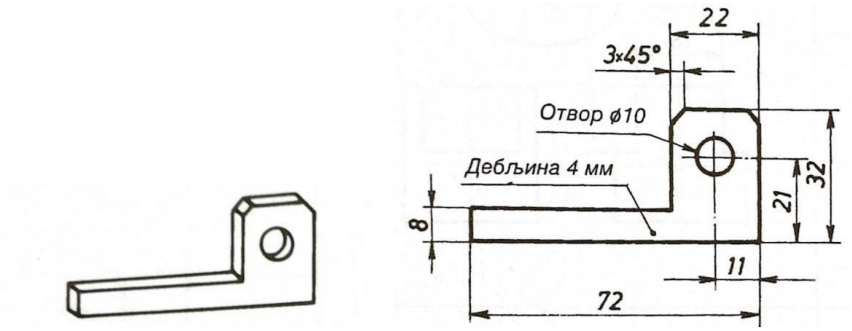


Слика 4. - Поступак цртања изгледа

2.2.2. ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА ИЗГЛЕДА

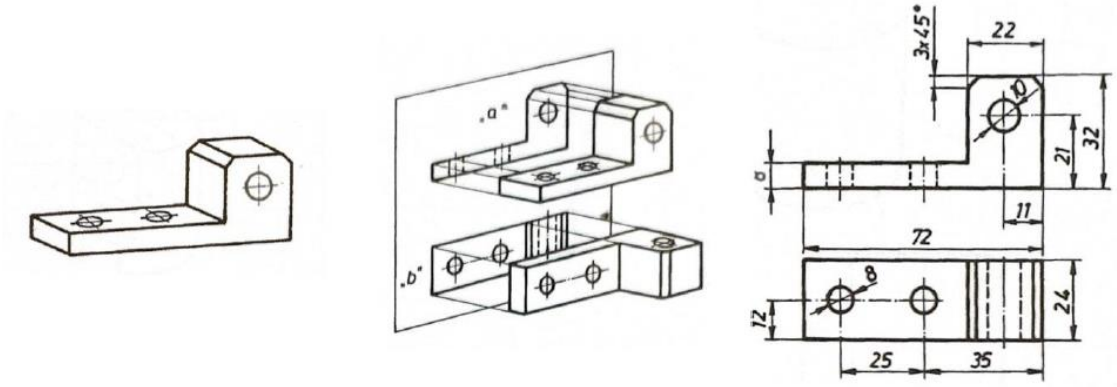
Највећи број предмета се може приказати у максимално три изгледа. За велику већину предмета довољан и потребан је приказ једног или два изгледа. На сликама 5, 6 и 7. приказани су слични предмети где је за један предмет довољан један изглед, за други два, док су за трећи потребна три изгледа.

Предмет на слици 5. израђен је од лима дебљине 4 mm. Он је у потпуности дефинисан са једним изгледом на ком је назначена дебљина лима и отвор Ф10. Да је у питању рупа са једне стране дубине, на пример 2 mm, требало би написати цилиндрично удубљење Ф10 дубине 2 mm.



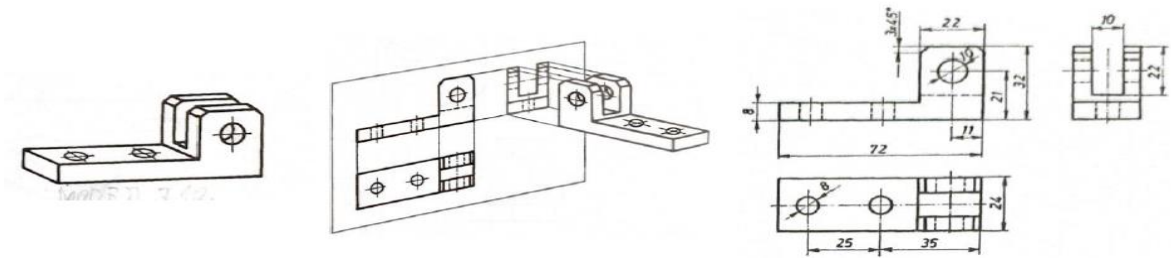
Слика 5. - Пример када је довољан један изглед за дефинисање предмета

Предмет на слици 6. израђен је од плоче дебљине нпр. 24 mm са два отвора као на слици Ф8, који фронтално изгледа исто као и предмет од лима, потребно је приказати и поглед одозго да се види положај отвора.



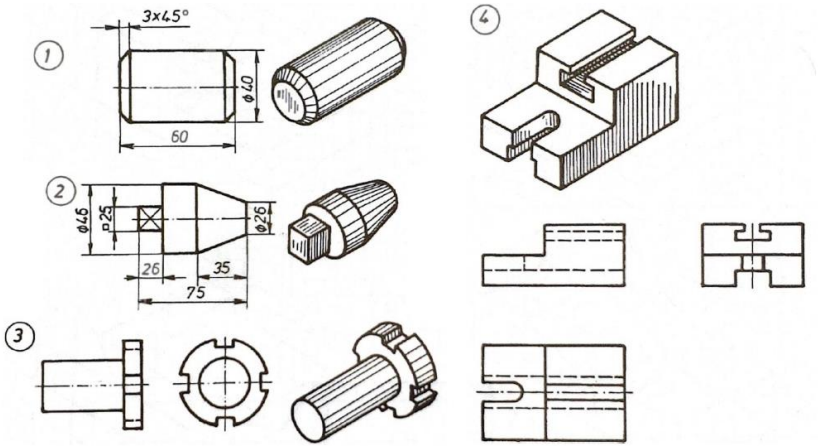
Слика 6. - Пример када су довољна два изгледа за дефинисање предмета

Уколико се на предмету са слике 6. изради жлеб са горње стране, тада се морају приказати сва три изгледа да би он био у потпуности дефинисан, као што је приказано на слици 7.



Слика 7. - Пример када су потребна три изгледа за дефинисање предмета

На слици 8. приказани су предмети приказани са довољним бројем изгледа са коришћењем симбола „Ф” за кружни и „□” за квадратни попречни пресек ради поједностављења цртежа и смањења броја потребних изгледа.



Слика 8. - Примери предмета и довољан број изгледа за њихово приказивање

Питања за теоријску проверу знања

1. На који начин се врши пројицирање?
2. Која је разлика између изгледа и погледа?

2.3. ПРЕСЕЦИ, КОТИРАЊЕ, ТОЛЕРАНЦИЈА МЕРА, ОБЛИКА И ПОЛОЖАЈА

Предмет (склоп) може да се направи (склопи) само ако је одређен не само обликовно већ и димензионо што се постиже котирањем.

2.3.1. КОТИРАЊЕ (SRPS A. A0.114)

Котирање је уношење бројне вредности величина предмета (склопа) у цртеж.

Основна начела котирања: Правилно котириран цртеж искључује сваку потребу било каквог рачунања кота при коришћењу цртежа у производњи или при изради технолошке документације. Сви подаци о димензијама предмета морају бити приказани потпуно и недвосмислено. Свака мера се на цртежу котира само једном. Кота се смешта у ону пројекцију (изглед) у којој је дотични део најјасније приказан.

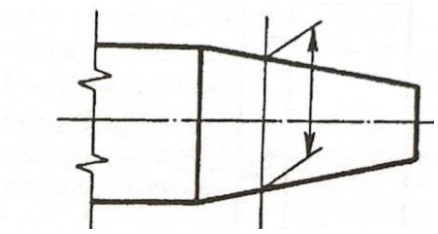
На истом цртежу све мере се дају у истим јединицама (милиметрима, нпр.), али се те јединице не пишу. У циљу избегавање могуће забуне, може се претежно коришћена јединица назначити, на цртежу у виду напомене. Ако се код неких кота користи нека друга јединица, онда се та јединица напише после дате бројчане вредности.

Слика 9. - Елементи котирања

Елементи котирања су: помоћна котна линија, котна линија, показна линија, котни завршетак – стрелица или коса црта, почетна тачка и котни број – вредност (Слика 9).

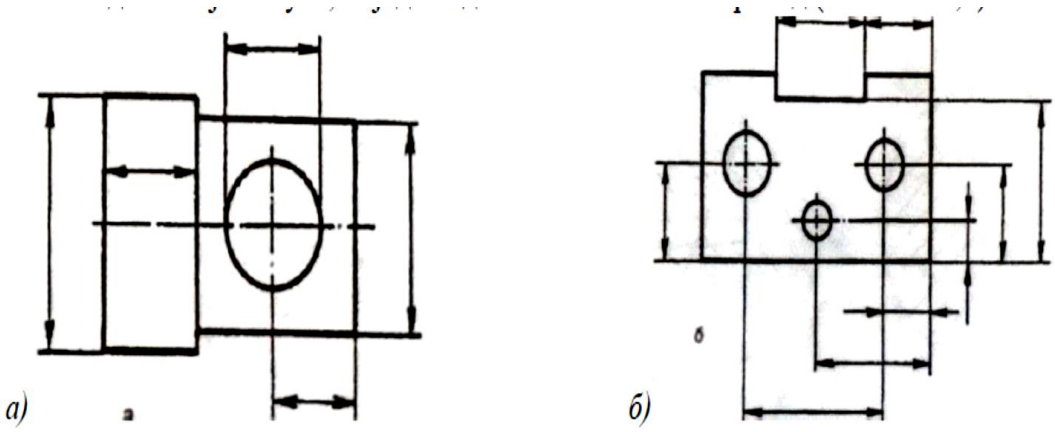
Све котне линије и помоћне котне линије цртају се пуном танком линијом (према SRPS A.A0.110).

Помоћне котне линије ограничавају котну линију и прелазе је за 1 - 3 mm и цртају се управно на котирану **дужину или растојање** (Слика 9). или косо, али међусобно паралелно (Слика 10).



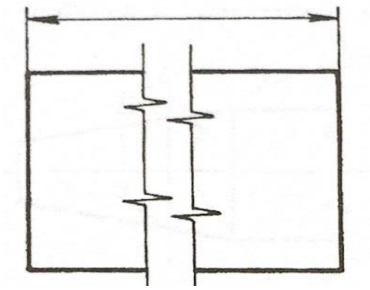
Слика 10. - Косе помоћне котне линије

У начелу, помоћне котне линије и котне линије не треба да пресецају друге линије, осим ако је то неизбежно (Слика 11. а). Пресеци котних линија са помоћним котним линијама морају се избегавати. Када то није могуће, ниједна од њих не сме имати прекид (Слика 11.б).



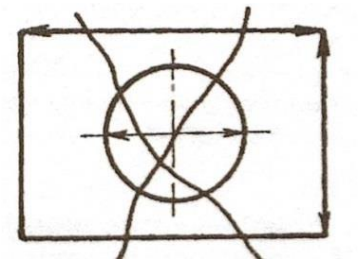
Слика 11. - Цртање котних и помоћних котних линија

Котна линија црта се непрекинута и када она представља дужину дела са скраћењем (Слика 12).



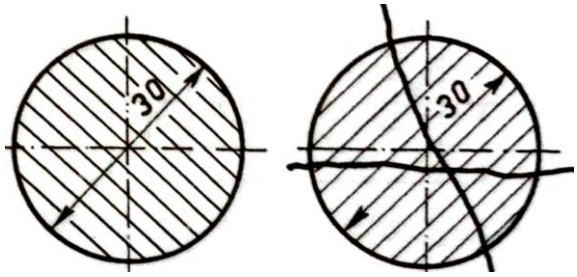
Слика 12. - Котирање скраћеног дела

Осне и контурне линије не смеју се користити као котне линије (Слика 13), али се могу користити као помоћне котне линије.



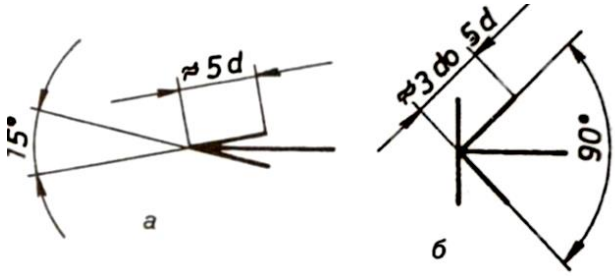
Слика 13. - Неправилан избор котних линија

Котна линија не сме се цртати у правцу шрафуре, већ треба да сече линију шрафуре (Слика 14). На месту где се уписује број, треба оставити празно место тако да никакве линије не пресецају котни број.



Слика 14. - Котирање на пресеку

Котне линије морају имати јасно означене котне завршетке, и то стрелицом, косом цртом или по потреби почетном тачком.

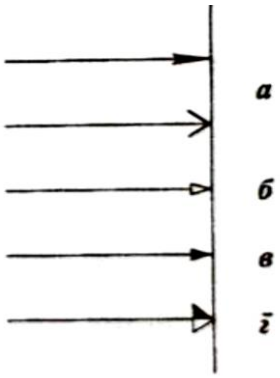


Слика 15. - Котни завршеци-стрелице

Стрелица се обликује двема цртама спојеним под углом од 15°, за котирање мера предмета и њихових међусобних односа (Слика 15. а) или под 90°, за означавање нивоа (Слика 15. б).

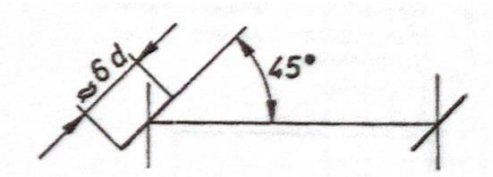
Стрелица према свом облику може бити (Слика 16):

- отворена,
- затворена,
- затворена и испуњена,
- затворена и до пола испуњена.



Слика 16. - Облици стрелица

Коса црта као котни завршетак црта се као што је приказано на слици 17.

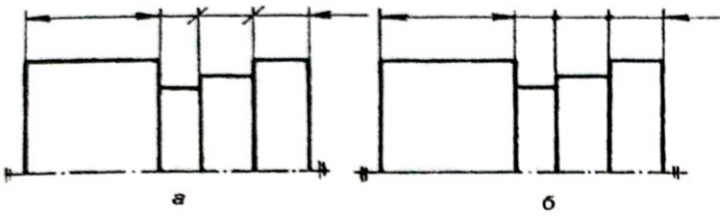


Слика 17. - Котни завршеци - коса црта

Почетна тачка црта се у облику круга пречника око 3 mm (Слика 18).

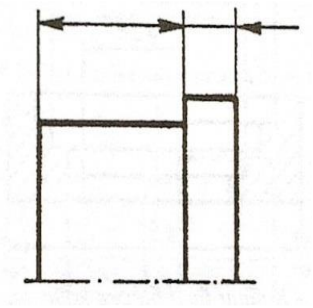
Слика 18. - Почетна тачка

На једном цртежу користи се само један облик стрелице. На месту где је за контуру стрелица простор мали, ставља се коса црта или тачка (Слика 19).



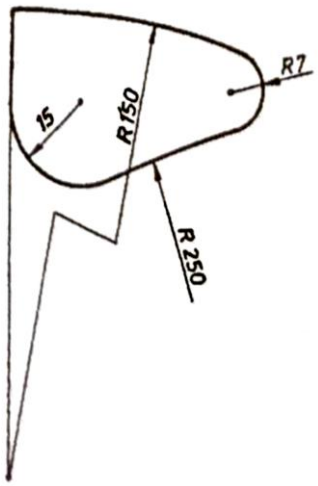
Слика 19. - Замена стрелице косом цртом или тачком

Када на цртежу има довољно места, врх стрелице се поставља унутар граница котне линије, а ако нема довољно места, стрелице се могу поставити изван предвиђених граница котних линија (Слика 20).



Слика 20. - Положај стрелице на котној линији

При котирању полупречника користи се само стрелица као котни завршетак чији је врх на луку (Слика 21).



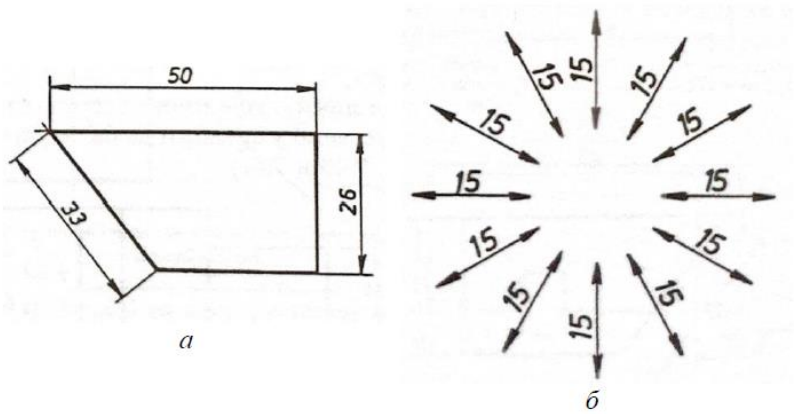
Слика 21. - Котирање полупречника

Врх стрелице може бити са удубљене или са испупчене стране лука (или његове лучне помоћне котне линије), зависно где је погодније сместити стрелицу и котни број.

Означавање вредности кота на цртежу: Вредности кота на цртежу означавају се котним бројевима величине која омогућује потпуну читљивост на оригиналном цртежу и на копијама. Котни број мора бити уписан тако да га не пресецају никакве линије на цртежу.

Котни број уписује се у складу са једном од следеће две методе. На једном цртежу користи се само једна метода.

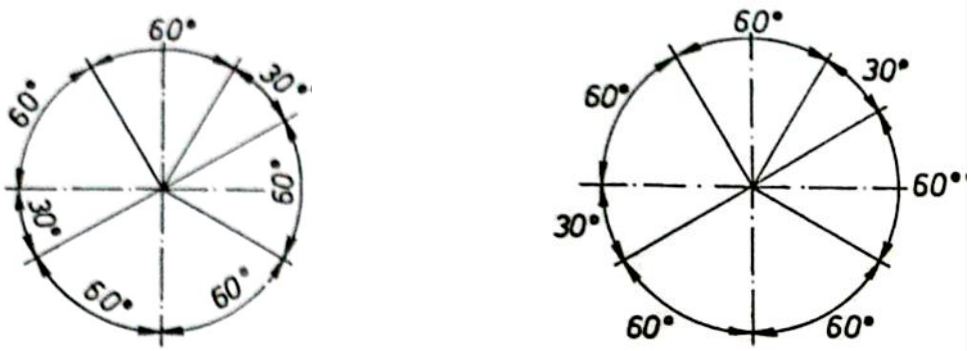
Прва метода. Котни бројеви се уписују паралелно са својим котним линијама, првенствено у средини и изнад котне линије (Слика 22. а). Од овога се може направити изузетак у случају када се користи котирање координатама.



Слика 22. - Положај котних бројева

Котни бројеви уписују се искључиво тако да се могу читати одоздо или са десне стране цртежа. На котним линијама у косом положају котни бројеви морају бити постављени као што је показано на слици 22. б.

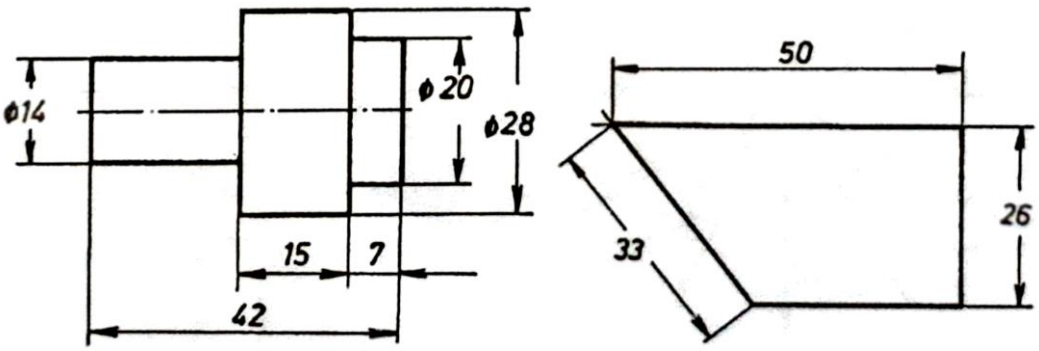
Котни бројеви за углове уписују се као што је то показано на слици 23.



а) б)

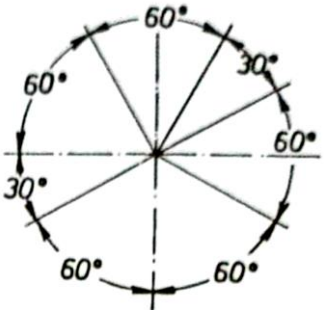
Слика 23. - Котни бројеви за углове

Друга метода. Котни бројеви уписују се тако да се могу читати одоздо. Котне линије које нису водоравне прекинуте су првенствено у средини да би се уписао котни број (Слика 24).

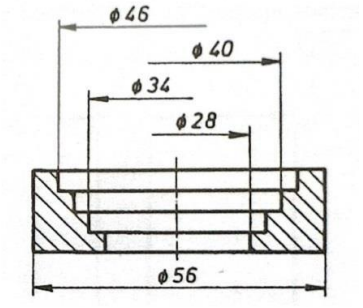


Слика 24. - Положај котних бројева - друга метода

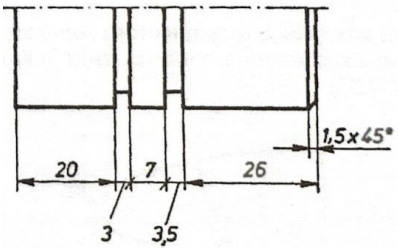
Котни бројеви углова оријентишу се као на слици 25. Одређивање места за котне бројеве често захтева прилагођавање различитим приликама (Слика 26, 27, 28).



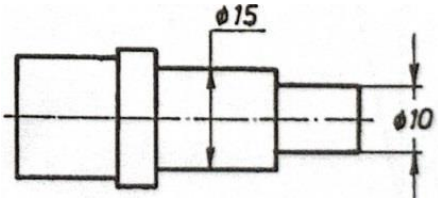
Слика 25. - Котни бројеви за углове-друга метода



Слика 26. - Котни број ближе котном завршетку

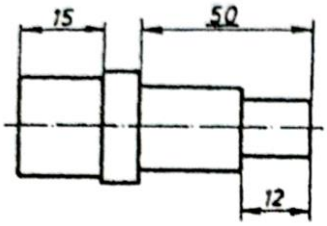


Слика 27. - Котни бројеви на ограниченом простору



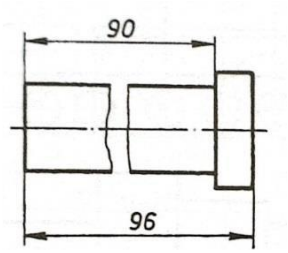
Слика 28. - Котни број на водоравном продужетку котне линије

Котни број чија размера не одговара нацртаној дужини подвлачи се равном дебелом цртом (Слика 29).



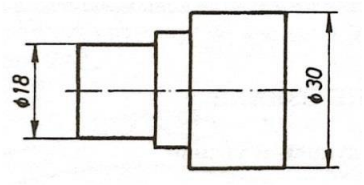
Слика 29. - Котни број који није у размери цртежа

Котни бројеви који нису у складу са размером цртежа настају при накнадним изменама у току рада или због измене настале у току производње (Слика 30).

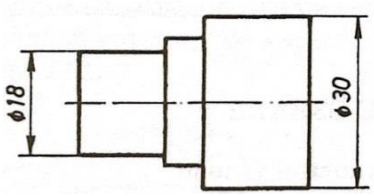


Слика 30. - Котирање дела са скраћењем

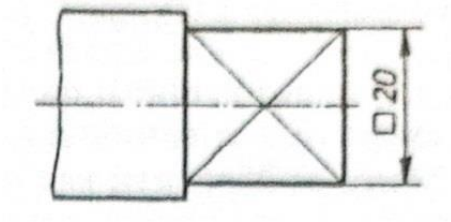
У циљу једноставнијег означавања и јаснијег тумачења цртежа користе се симболи уз котни број, и то: Ø - пречник, R – полупречник, □ – квадрат, SR – полупречник кугле и SØ - пречник кугле. Одговарајуће ознаке остављају се испред котног броја (Слике 31, 32, 33 и 34).



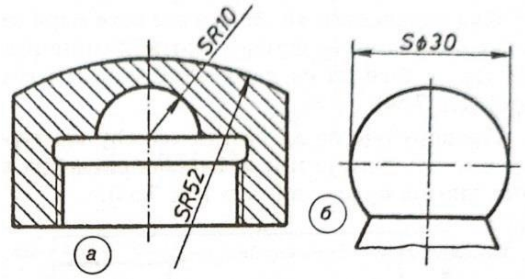
Слика 31. - Ознака пречника



Слика 32. - Ознака полупречника

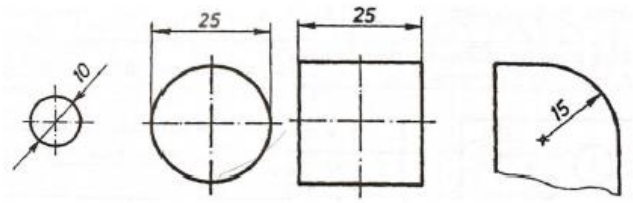


Слика 33. - Ознака квадратног попречног пресека



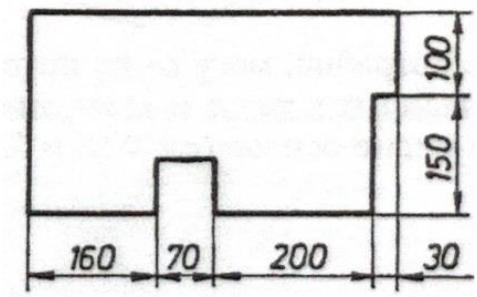
Слика 34. - Ознака пречника (а) и полупречника (б) кугле

Када је облик предмета јасно приказан, ознака за пречник, полупречник и квадрат могу се изоставити (Слика 35).



Слика 35. - Изостављање ознака за пречник, полупречник и квадрат

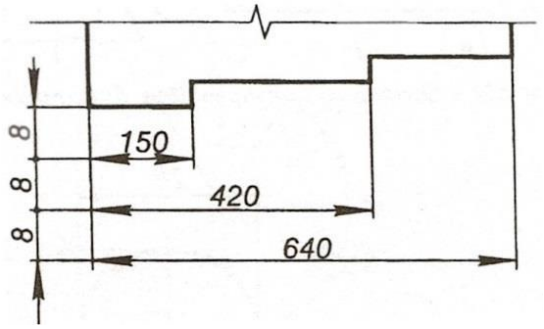
Котирање с обзиром на конструкцијске захтеве. Ланчано котирање примењује се у случају када су за функцију битна међусобна растојања појединих елемената и где не постоји опасност од угрожавања функције предмета када се саберу толеранције појединих кота (Слика 36).



Слика 36. - Ланчано котирање

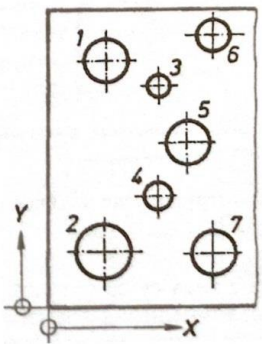
Котирање у односу на заједничку мерну основу. Овај начин котирања користи се када неколико кота истог смера има заједнички почетак – мерну основу. Може се изводити као паралелно котирање и као котирање преклапањем котних линија (где се све котне линије преклапају на једној линији).

Код паралелног котирања све коте мере се од једне – заједничке основе. Котне линије распоређују се тако да се лако може уписати котни број. Препоручује се да размак између контуре и прве котне линије и између свих следећих котних линија буде око 8 mm (Слика 37).



Слика 37. - Паралелно котирање

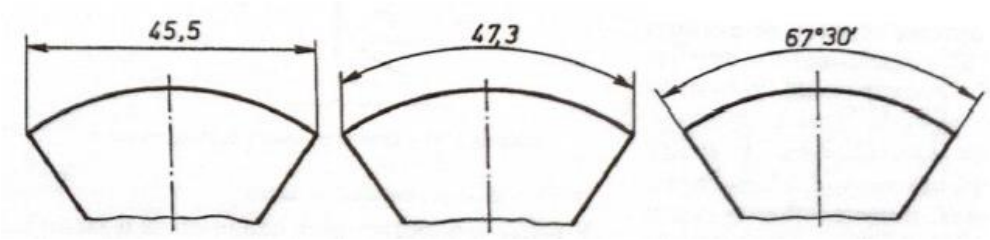
Котирање координата. Изводи се помоћу табеле котних бројева, као што је то приказано на слици 38.



	X	Y	ϕ
1	10	45	8
2	10	10	10
3	20	40	4
4	20	20	5
5	25	30	8,5
6	30	50	6
7	30	10	8

Слика 38. - Котирање координатама

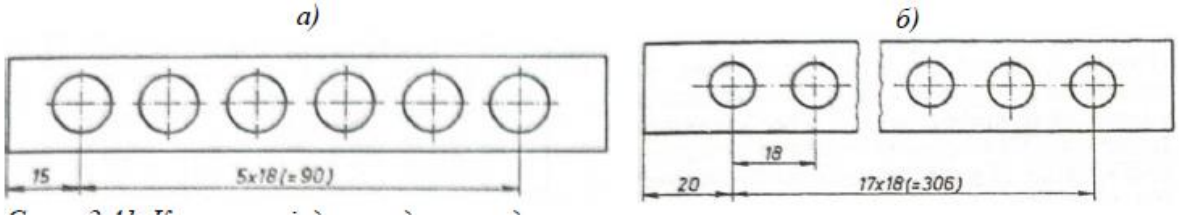
Посебне ознаке. Тетиве, лукови и углови котирају се како је то приказано на слици 39. Средиште лука (лучне котне линије) налази се у пресеку кракова котираног угла.



Слика 39. - Котирање дужине тетива и лукова и углова

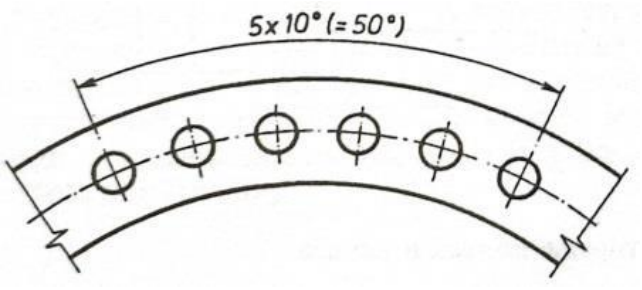
Када средиште лука падне ван оквира цртежа, котна линија полупречника црта се изломљена или прекинута, зависно од тога да ли је потребно или не одредити средиште.

Једнако удаљени детаљи. Линијски размаци котирају се као што је приказано на слици 40. а. Уколико постоји могућност забуне с обзиром на дужину и број размака, један размак се котира као што је то приказано на слици 40. б.



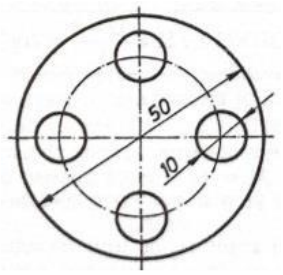
Слика 40. - Котирање једнако удаљених детаља

Угловни размаци отвора или других елемената истог облика котирају се као што је приказано на слици 41.



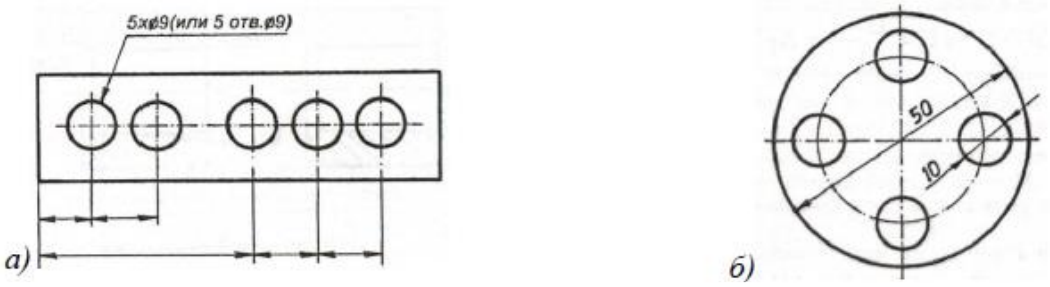
Слика 41. - Котирање једнаких угловних размака

Угловни размаци могу се изоставити ако је њихова величина очигледна из цртежа (Слика 42).



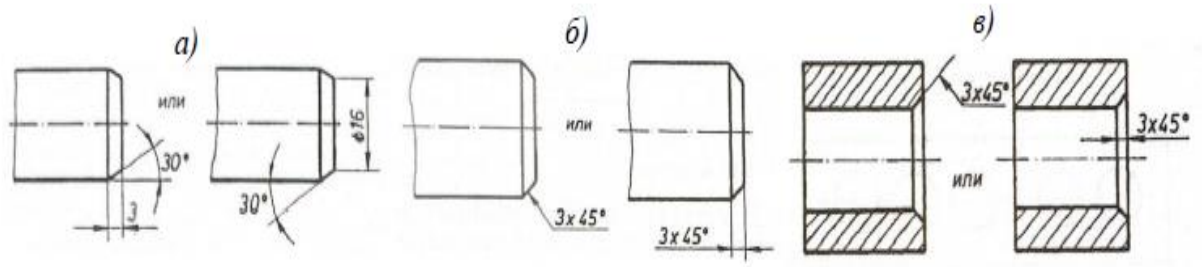
Слика 42. - Изостављање угловних размака

Понављање детаља. Ако је могуће одредити број елемената исте величине и облика тако да избегнете понављање истог котног броја, котирање се врши као на слици 43.



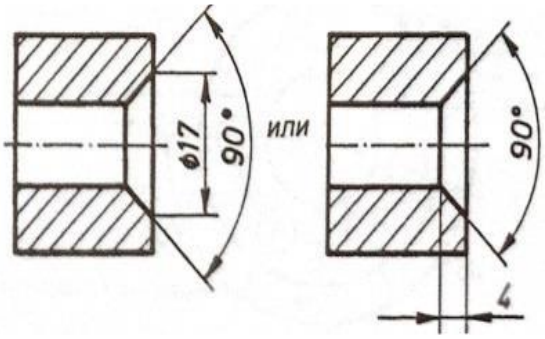
Слика 43. - Понављање детаља исте величине

Закошење и упуштење. Закошења се котирају како је приказано на слици 44. а. Када је угао закошења 45°, тада се приказ поједностављује (Слика 44. б и в).



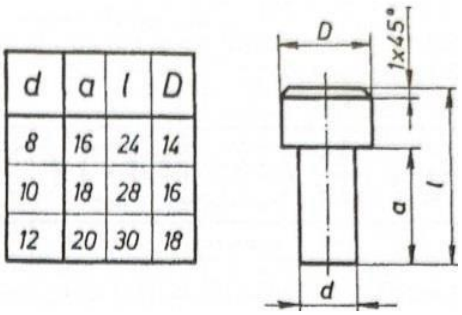
Слика 44. - Котирање закошења

Упуштења се котирају уцртавањем пречника и угла упуштења или дубине и угла упуштења (Слика 45). За разлику од закошења, где је реч о „обарању" ивица под 45°, овде је реч о већим дубинама закошења под углом који може бити различит од 45° (нпр. 60° или 120°).



Слика 45. - Котирање упуштања

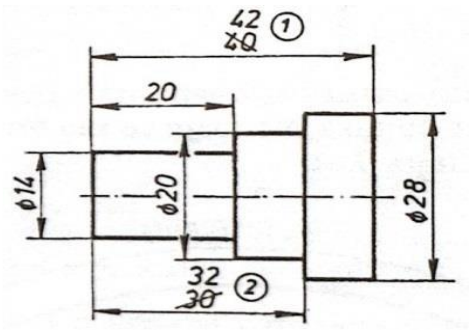
Табеларно котирање. Предмети који се израђују у истом облику и више различитих величина котирају се као на слици 46.



d	a	l	D
8	16	24	14
10	18	28	16
12	20	30	18

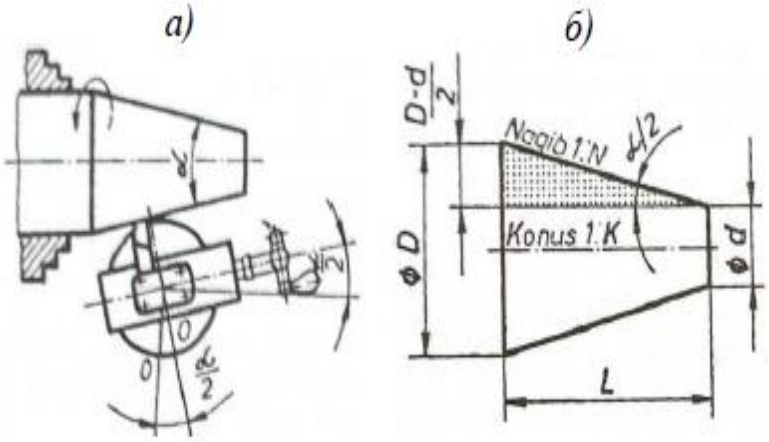
Слика 46. - Табеларно котирање

Измене и исправке. Овај поступак може да врши само надлежно лице. Врши се на оригиналу, и то тако да се прецртани број може прочитати. Поред извршене исправке ставља се њен редни број и уноси се у заглавље у рубрику „измене" (Слика 47).



Слика 47. - Измена кота

Котирање конуса и нагиба. На слици 48. а. приказан је начин израде конуса на стругу и карактеристичне мере конуса.



Слика 48. - Конус, начин израде и карактеристичне мере

Из осенченог троугла следи да је: $\frac{D-d}{2L} = 2tg\left(\frac{\alpha}{2}\right)$

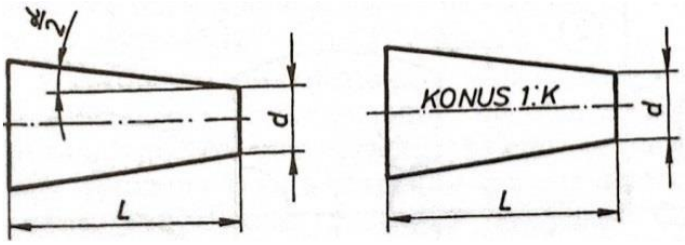
Ако се означи да је $\frac{L}{D-d} = K$ K, где је K део дужине конуса на коме је D - d = 1, добије се:

КОНУС 1: $K = \frac{D-d}{2L} = 2tg\left(\frac{\alpha}{2}\right)$

Пример: КОНУС 1

Угао α/2 је угао између осе конуса и његове изводнице и користи се при изради конуса на стругу. То је угао закретања супорта (Слика 48. б).

Конус се котира тако да корисник цртежа не треба ништа да израчунава. На слици 49. дате су две најчешће варијанте котирања. У другој, металостругар као корисник цртежа, треба да има табелу из које може да на основу датих података за одређени конус прочита величину угла α/2, који му је при изради конуса потребан. Због тога је у предности прва комбинација.

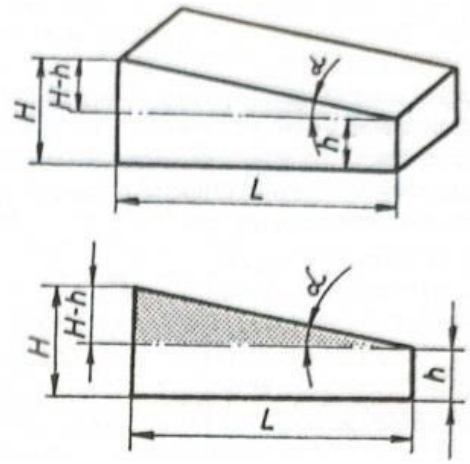


Слика 49. - Котирање конуса

На слици 50. приказан је клин са карактеристичним мерама. Једна страна је нагнута према наспрамној страни под неким нагибом, односно под углом α. Из осенченог троугла следи да је: $\frac{H-h}{L}=tg(\alpha)$. Ако се означи $\frac{L}{H-h}=N$, где је N део дужине клина на коме је H-h = 1, добија се:

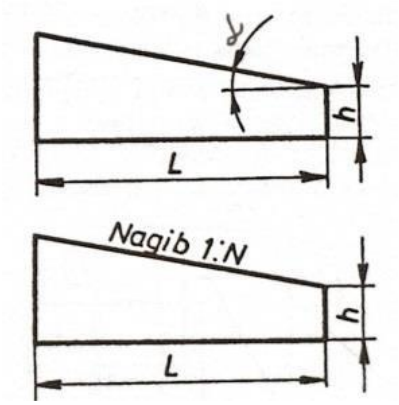
НАГИБ:N= $\frac{H-h}{L}=tg(\alpha)$

Пример: НАГИБ 1:



Слика 50. - Клин са карактеристичним мерама

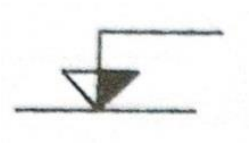
Клин се котира на начин који зависи од одређене прилике, при чему се настоји да нема потребе за додатним израчунавањима било ког податка. На слици 51. показане су две од више могућности.



Слика 51. - Котирање клина (два начина)

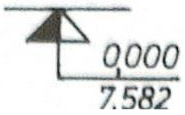
Означавање нивоа. Ниво се изражава одговарајућим јединицама на основу претходно одређеног нултог (полазног) нивоа.

Ниво на вертикалним пројекцијама и пресецима. Одређени нулти ниво на вертикалним пројекцијама и пресецима означава се затвореном стрелицом са шиљком под углом од 90°. Стрелица додирује у једној тачки водоравну линију, а половина стрелице је зацрњена и спојена с водоравном показном линијом помоћу кратке танке линије (Слика 52).



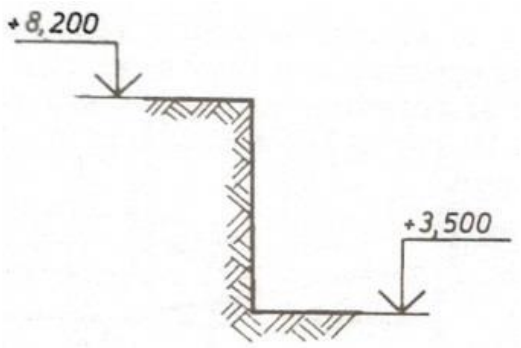
Слика 52. - Стрелица за означавање нивоа

Ако је потребно приказати ознаку висине изнад основног – нултог нивоа, симбол нултог нивоа допуњава се тако да садржи 0,000 одмах изнад и стварну ознаку висине одмах испод водоравне показне линије (Слика 53).



Слика 53. - Означавање нултог нивоа

Следећи ниво на вертикалним пројекцијама и пресецима приказује се стрелицом чији врх под углом од 90° додирује одговарајући ниво, а спојен је кратком танком вертикалном линијом која се спаја под правим углом са водоравном показном линијом изнад које се налази одговарајућа кота нивоа (Слика 54).



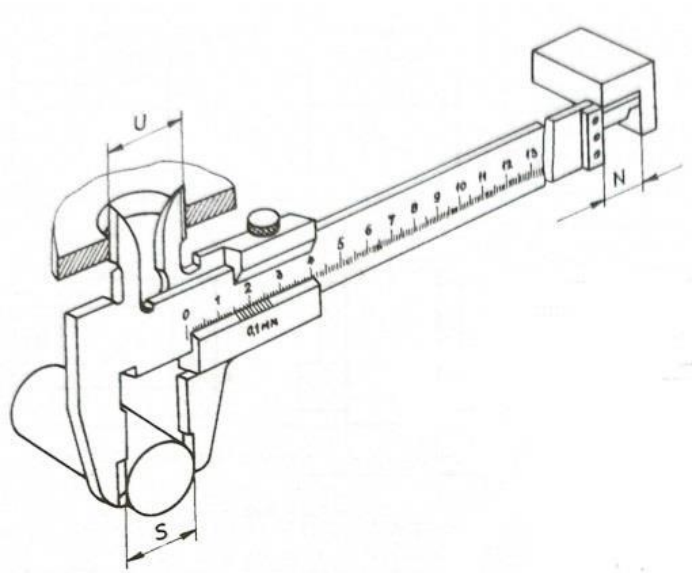
Слика 54. - Означавање нивоа

2.3.2. ТОЛЕРАНЦИЈЕ ДУЖИНА И УГЛОВА (SRPS M.A0.081)

Облик машинског дела, његове мере и тачност израде зависе од његове намене, односно од његове функције. Ове и друге функционалне карактеристике машинских делова (тврдоћа површина, жилавост и др.) одређује конструктор и прописује их техничком документацијом.

Када је реч о мерама машинског дела, треба разјаснити неке основне појмове који су од значаја за даље разматрање.

С обзиром на однос мерних површина мерила за дужинске мере и предмета који се мери, мере могу бити спољашње, унутрашње и неодређене (Слика 55).



Слика 55. - Спољашња (S), унутрашња (U) и неодређена (N) мера

Спољашња мера (S) је мера која се очитава на мерилу чије мерне површи обухватају мерни предмет споља (додирне површи су изван мерне дужине).

Унутрашња мера (U) је мера која се очитава на мерилу чије су мерне површи при мерењу обухваћене површима предмета који се мери.

Неодређена мера (N) је мера која се не може искључиво сврстати ни у једну од описаних мера, већ се посматра или као једна или као друга, што зависи од одређеног случаја.

У техничкој пракси познато је да се мере не могу сврстати идеално тачно, нити је то потребно. Заправо, машински делови могу да врше своју функцију и са оствареним мерама постигнутим у извесним границама одступања од одређене полазне – **називне мере**.

Највећа дозвољена **– гранична одступања** прописује конструктор и саопштава их у техничкој документацији на начин који је стандардом прописан. Мере код којих су одређене ова одступања зову се **толерисане мере**.

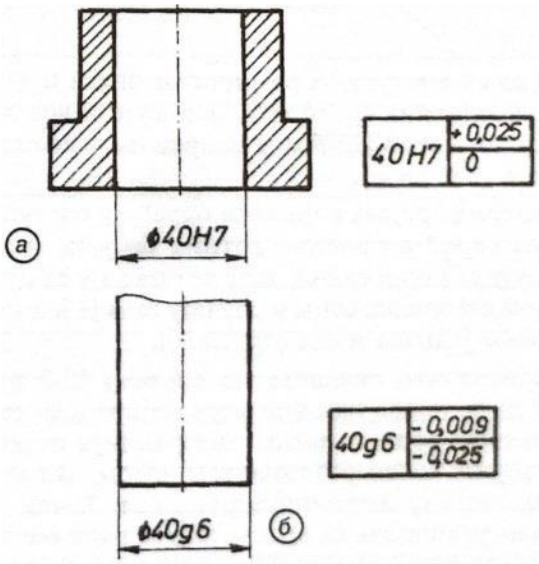
Карактеристични представник спољашњих мера је пречник осовине, односно било ког пуног цилиндричног дела. У терминологији се користи заједнички – општи назив **„осовина”**. Све величине које се односе на спољашње мере означавају се малим словима латинице.

Карактеристични представних унутрашњих мера је пречник цилиндричног отвора (или рупе), за који се користи заједнички назив **„рупа”**. Величине које се односе на унутрашње мере означавају се великим словима латинице.

Толерисане мере на цртежу се могу котирати помоћу симбола или бројним вредностима одступања. На пример, ознака Ø40H7 (Слика 56. а) односи се на отвор

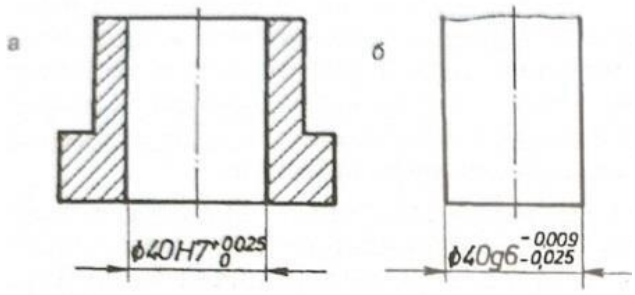
називног пречника 40 mm која се обрађује у квалитету IT7 са положајем толеранцијског поља H.

Ознака Ø40g6 (Слика 56. б) односи се на осовину називног пречника 40 mm, који се обрађује у квалитету IT6 са положајем толеранцијског поља g.



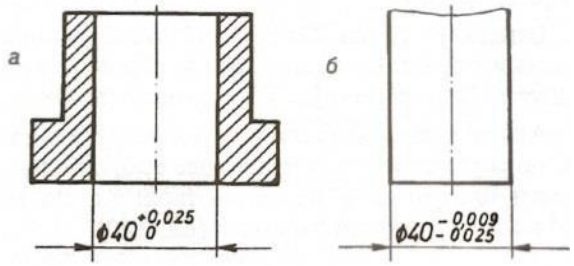
Слика 56. - Котирање клина (два начина)

Понекад се иза ознаке толеранције симболима наводи одговарајућа називна одступања (Слика 57). На пример, Ø40H7(+0,0250), при чему су наведени горње и доње називно одступање за квалитет IT7 и положај толеранцијског поља H за рупу Ø40.



Слика 57. - Употпуњено котирање толеранцијских мера

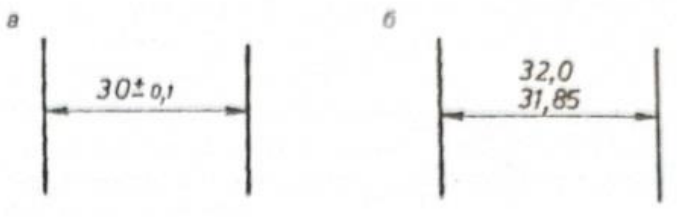
При котирању толерисаних мера бројчаним вредностима (Слика 58) одступања се дају у истим јединицама као и називна мера. Горње гранично одступање уписује се изнад доњег граничног одступања и за осовину и за рупу.



Слика 58. - Котирање толеранцијских мера бројчаним вредностима

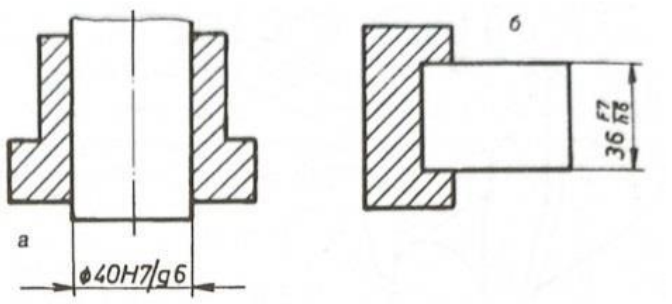
Ако су одступања различитог знака и једнаких апсолутних вредности, исписује се вредност одступања само једном (Слика 59. а).

Висина бројева којима се одређују одступања узима се 0,7 од висине котних бројева,. Ако се уписују оба одступања, тада се она дају са истим бројем децимала, осим у случају када је једно одступање једнако нули (Слика 59 б).



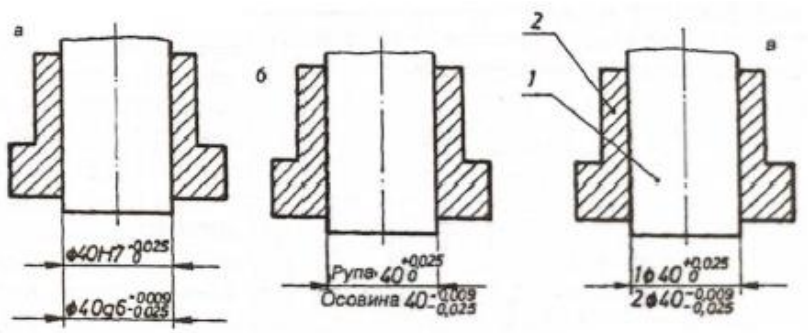
Слика 59. - Котирање толеранцијских мера

Означавање склопова по систему ISO предвиђа да се после називне мере најпре наведе толеранција рупе, а затим толеранције осовине, раздвојене косом разломачком цртом, ако се ради о систему заједничке рупе (Слика 60. а) или правом разломачком цртом, ако се ради о систему заједничке осовине (Слика 60. б).



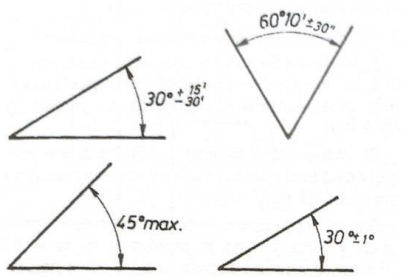
Слика 60. - Котирање налегања

За налегања се често користи и проширена ознака са наведеним бројчаним вредностима одступања (Слика 61. а). Ради упрошћења може се користити само једна котна линија као што је приказано на слици 61. б и 60 в.



Слика 61. - Проширено котирање толеранцијских мера код налегања машинских делова

Котирање углова који су толерисани врши се на исти начин као и толеранција дужине. Примери приказивања толеранција углова дати су на слици 62.



Слика 62. - Котирање углова који су толерисани

2.3.3. ТОЛЕРАНЦИЈЕ ОБЛИКА И ПОЛОЖАЈА (SRPS ISO 5458 и 5459)

Да би поједини машински делови били употребљиви, не смеју да одступају од жељеног облика, одређеног положаја или, пак, од правилности обртања. Овакав захтев конструктор саопштава одређеним симболима.

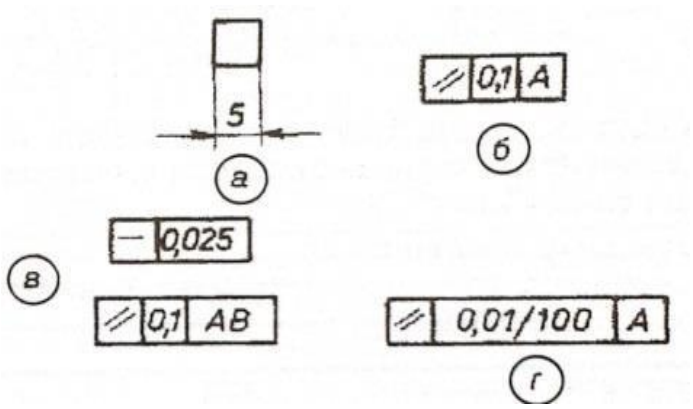
Састав ознаке толеранције. Ознака толеранције састоји се из симбола одступања, вредности толеранција и словног знака полазног елемента.

Табела 1. - Врсте одступања

Врсте одступања			Симболи
Одступање облика	Неправост (одступање од праве)		—
	Неправост (одступање од равни)		▱
	Некружност (одступање од круга)		○
	Нецилиндричност (одступање од цилиндра)		⌭
	Одступање од било које линије - профила		⌒
	Одступање од било које површине		⌓
Одступање положаја	Непаралелност		//
	Неподударност		◎
	Неподударност	Ма ког угла	∠
		Угла од 90° (управност)	⊥
Одтупање правилности обртања	Радијално бацање		↗●
	Аксијално бацање		

Словне ознаке полазних елемената су велика слова латинице. Симболи за поједина одступања дати су у табели 1. Вредности толеранција одређује конструктор, а изражавају се у милиметрима.

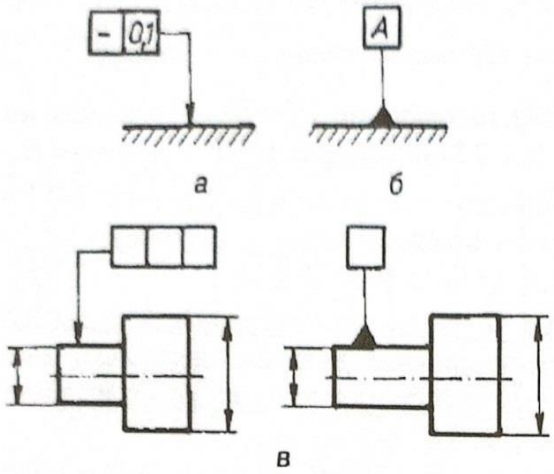
Начини уписивања ознака толеранција. Ознака толеранције уписује се у квадратни оквир (Слика 63. а). Пример: Толеранција паралелности 0,1 у односу на полазни елемент А уписује се према слици 63. б. Ако је за уписивање вредности толеранције, односно словних знакова, недовољан квадрат, користи се правоугаоник састављен из више квадрата (Слика 63. в).



Слика 63. - Начин уписивања ознаке толеранције

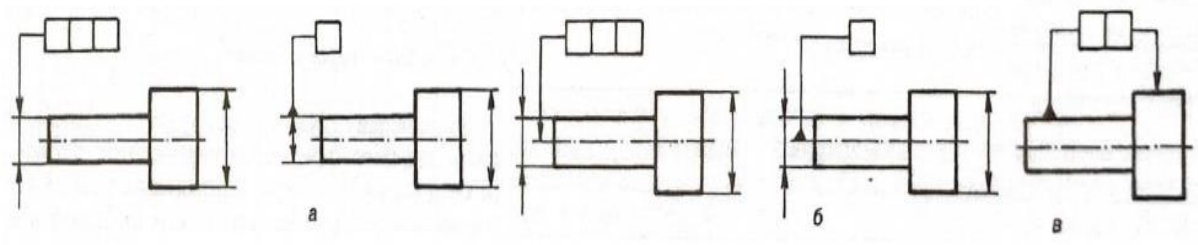
За одређену дужину подручја толерисаног елемента, после вредности толеранције, дописује се дужина подручја. Ознака на слици 63. г значи: толеранција паралелности на дужини L = 100 mm износи 0,01 mm.

Означавање елемената. Толерисани елемент означава се према слици 64. а, а полазни елемент према слици 64. б. Ако је толерисани, односно полазни елемент површ, означава се према слици 64. в.



Слика 64. - Означавање елемената

Међутим, ако је толерисани, односно полазни елемент оса котиране површине, означава се као на слици 65. а. Оса двеју или више површи узета као пролазни, односно толерисани елемент, означава се као на слици 65. б. Када су полазни и толерисани елемент у непосредној близини, означава се као на слици 65. в.



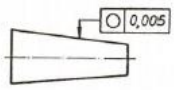
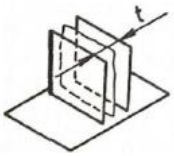
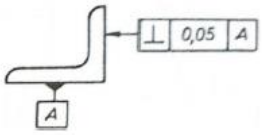
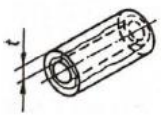
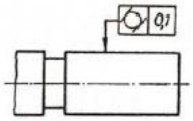
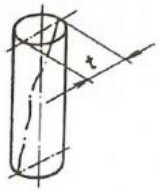
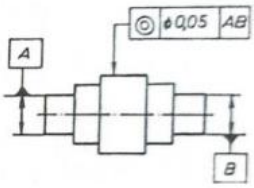
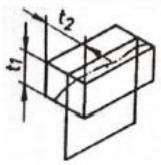
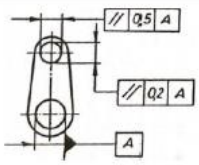
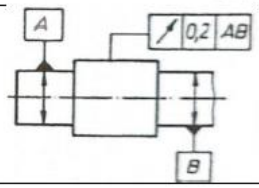
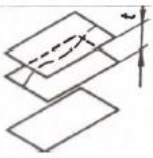
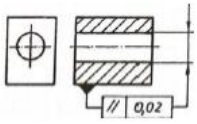
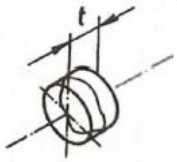
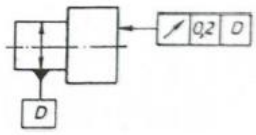
Слика 65. - Оса као полазни, односно толерисани елемент

У табели 2. дати су примери означавања који се најчешће срећу у пракси.

Наведени примери имају следеће значење:

- контура било ког попречног пресека треба да буде између двеју концентричних кружница чије се вредности полупречника разликују за 0,005 mm,
- толерисана површ треба да лежи између двеју саосних облица чији су омотачи међусобно удаљени 0,1 mm,
- А) толерисана оса горњег отвора треба да лежи у квадрату чија је основа t_1 X t_2 = 0,2 X 0,5 mm^2, а висина паралелна са осом доњег отвора,
- Б) толерисана оса отвора треба да лежи између двеју паралелних површи које су на растојању 0,02 mm, а паралелне су са означавањем површи,
- толерисана оса средње облице треба да лежи у облици чија је оса заједничка са осом облица А и В, а пречник јој је 0,05 mm,
- при обртању око заједничке осе облика А и В контура било ког попречног пресека средње облице треба да лежи између двеју саосних облица чији су омотачи удаљени 0,2 mm,
- при обртању око осе предмета свака тачка означене чеоне површи треба да лежи између двеју равни, међусобно удаљених 0,2 mm и управних на осу обртања.

Табела 2. - Примери означавања и њихово тумачење

р б	1	Сим бол	Толеранцијска зона	Пример означавања	р б	1	Сим бол	Толеранцијска зона	Пример означавања
1	Кружност	○			4	Управност	⊥		
2	Цилиндричност	⌭			5	Концентричност	◎		
3	Паралелност	//			6	Радијално бацање	↗		
					7	Аксијално бацање			

2.3.4. ТОЛЕРАНЦИЈЕ ДУЖИНСКИХ МЕРА БЕЗ НАЗНАКЕ ОДСТУПАЊА (SRPS ISO 2768)

Ако се називна мера на техничким цртежима дате без ознаке толеранције, онда се примењују толеранције мера у зависности од подручја називних мера.

Дозвољена одступања за дужинске мере дата су у табели 3. за четири степена тачности који пружају могућност да се узимају у обзир различити радионички услови.

Табела 3. - Подручје називних мера (све мере су у mm)

Степен тачности	0,5 до 3	Изнад 3 до 6	Изнад 6 до 30	Изнад 30 до 120	Изнад 120 до 315	Изнад 315 до 1000	Изнад 1000 до 2000	Изнад 2000 до 4000	Изнад 4000 до 8000	Изнад 8000 до 12000	Изнад 12000 до 16000	Изнад 16000 до 20000
Фини	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	–	–	–	–
Средњи	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4	±5	±6
Груби	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8
Врло груби	–	±0,5	±1	±1,5	±2	±3	±4	±6	±8	±10	±12	±12
Напомена: по међународном стандарду ISO 2768-1973 нису обухваћена подручја називних мера изнад 20000 mm и није обухваћен врло груби квалитет												

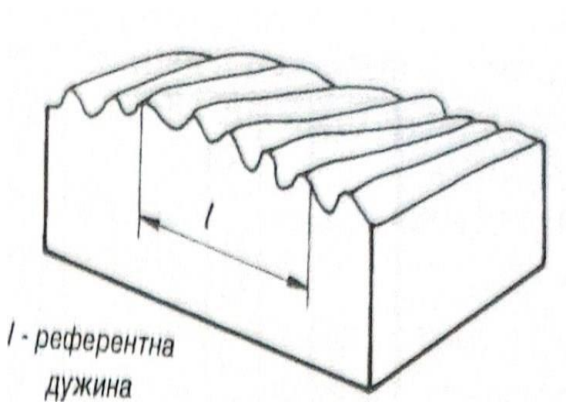
2.3.5. ОЗНАЧАВАЊЕ СТАЊА ПОВРШИ (SRPS M.A0.065)

При обради машинског дела не могу се избећи неравнине које настају услед чупања честица алатом, као ни трагови на зидовима алата за ковање итд. Међутим, из разних разлога тражи се да поједине површи буду мање или више глатке. Неки од тих разлога су следећи:

- смањење трења код клизних површи,
- естетско обликовање (украсни делови),
- спречавање појава концентрације напона, нарочито код делова који раде под наизменичним оптерећењем, великог интензитета и велике учесталости.

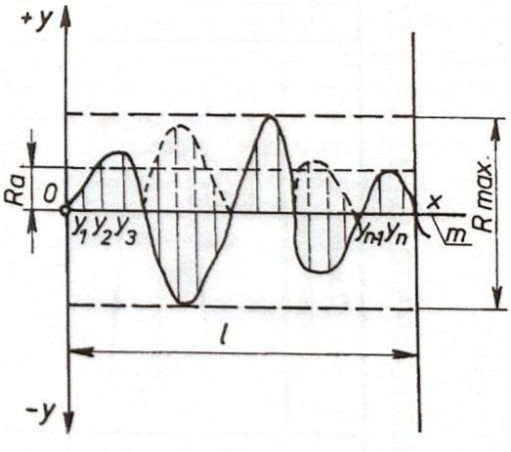
У начелу важи правило: квалитет обраде повећава се само дотле док део не постане употребљив, тј. док се не постигне неопходан квалитет обрађене површи за правилну функцију дела. Свака даља обрада економски је неприхватљива.

Ако се обрађена обрађена површ посматра под микроскопом веома увећана, видеће се „бразде” – микрогеометријске неправилности неправилности у односу на геометријски неправилну равну површ (Слика 66).



Слика 66. - Храпавост обрађених површина (увећано)

За посматрање и мерење храпавости користи се тзв. Ефективни профил (Слика 67) на дужини 1 (SRPS A.A1.030).



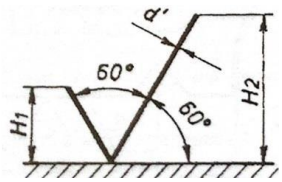
Слика 67. - Ефективни профил

Средња аритметичка вредност одстојања свих тачака ефективног профила од средње линије m може се приближно израчунати по обрасцу: $\mathbf{R}\approx\Sigma(\boldsymbol{y})\boldsymbol{ni}=\mathbf{1}\boldsymbol{n}[\boldsymbol{\mu m}]$ и представља средње одступање профила. Ова вреност се најчешће користи као параметар за одређивање квалитета површи (класе храпавости). Осим ове вредности, као допунски параметар може се користити и највећа висина неравнина Rmax. Постоје и други параметри (видети SRPS M.AI.020). На основу вредности Rn површинска храпавост машинских делова разврстана је према SRPS M.AI.026 у 12 класа (Табела 4). Вредности Ra дате су у микрометрима.

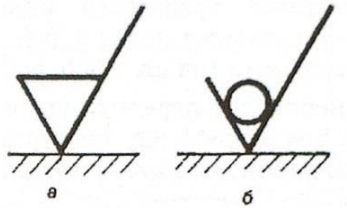
Табела 4. - Класе површинске храпавости

Табела 2.4		Табела 2.5						
Ra_{max} [Pm]	Број класе површинске храпавости	Висина H1	5	7	10	14	20	28
0,025	N1	Висина H2	10	14	20	28	40	56
0,050	N2	Дербљина линије за ознаку (d')	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
0,1	N3	Висина ознака и великих слова h	3,5	5	7	10	14	20
0,2	N4	Конструктор, знајући функцију дела који конструише, прописује степен храпавости појединих површи и то саопштава коришћењем погодних, стандардом усвојених ознака. Те ознаке састоје се из кукица и вредности које дефинишу главни критеријм храпавости. Основни облик кукице приказан је на слици 2.70, где су означене њене означене мере. Вредности тих мера дати су у табели 2.5. Ако је реч о површи која се обрађује скидањем струготине, квалитет храпавости означава се коришћењем затворене кукице (сл. 2.71а).						
0,4	N5							
0,8	N6							
1,6	N7							
3,2	N8							
6,3	N9							
12,5	N10							
25	N11							
50	N12							

За означавање квалитета храпавости површи обрађене без скидања струготине користи се отворена кукица са додатком кружића (Слика 69. б). Исте кукице користе се и за означавање захтева да дата површ треба да буде остављена у стању које је настало у претходном процесу без обзира на начин обраде. У овом случају кукици се не додаје никаква ознака.

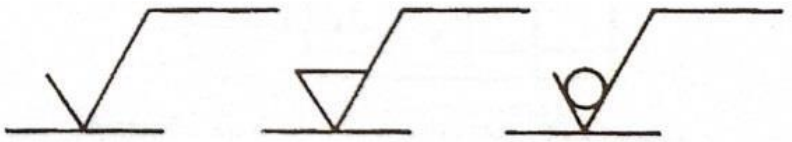


Слика 68. - Основни облик кукице



Слика 69. - Кукице

Када треба означити специјалне карактеристике површи, дужем краку било ког облика кукице додаје се наставак чија дужина зависи од дужине речи која се уписује изнад њега (Слика 70).

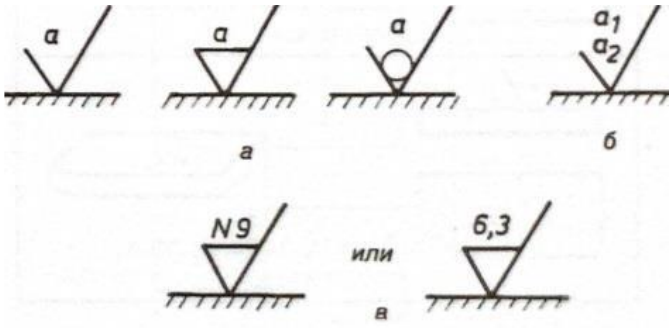


Слика 70. - Кукице са наставком

За исписивање ознаке уз кукице (слова и бројеви) користе се називне висине 3,5 до 20 mm, дате у табели 4. За слова – индексе треба користити мању називну меру од оне којом се испитују слова и бројеви у знаку.

Без обзира на начин обраде највећа допуштена вредност храпавости R_a означава се као на слици 70. а.

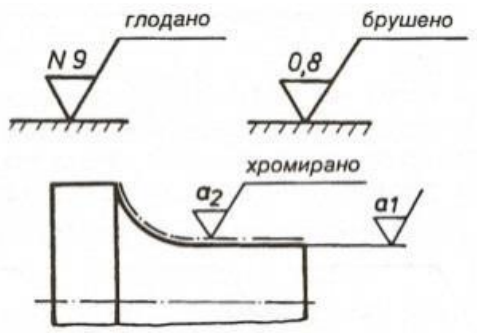
Ако је неопходно прописати највећу и најмању граничну вредност главног критеријума вредности R_a, ове вредности треба приказати као на слици 70. б, где је a_1 највећа, а a_2 најмања вредност. Оне вредности дају се непосредно вредношћу R_a или бројем степена површинске храпавости од H_1 до H_{12} (Слика 70. в).



Слика 71. - Означавање квалитета храпавости површи

Када се из функционалних разлога захтева да се површинска храпавост оствари одређеном методом обраде, ову методу треба означити изнад продужетка (наставка) као на слици 72. а.

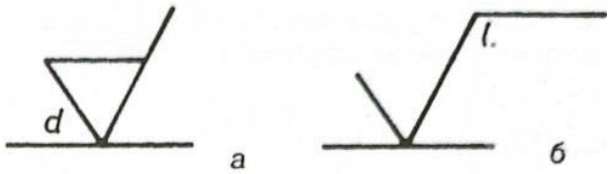
Ознаке које се тичу одређеног поступка или превлаке пишу се, као и у претходном случају, на продужетку. Ако другачије није назначено, бројна вредност храпавости односи се на површинску храпавост после одређеног поступка или превлачења (Слика 72. б, вредност а). Ако је неопходно одредити површинску храпавост и пре одређеног поступка или превлачења, то се означава као на слици 72. в, вредност а.



Слика 72. - Означавање посебних обележја површинске храпавости

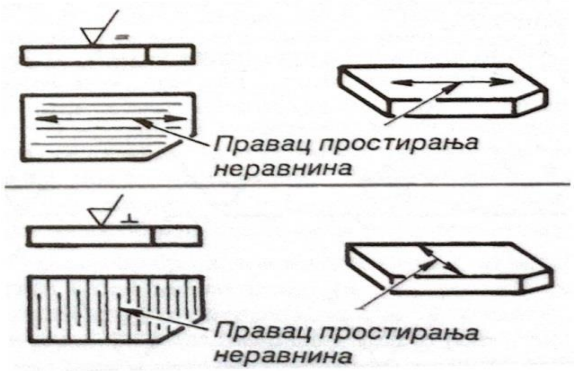
Вредност додатака за машинску обраду означава се са леве стране кукице и изражава се у милиметрима (Слика 73. а).

Референтна дужина l означава се у горњем десном углу кукице (Слика 73. б).



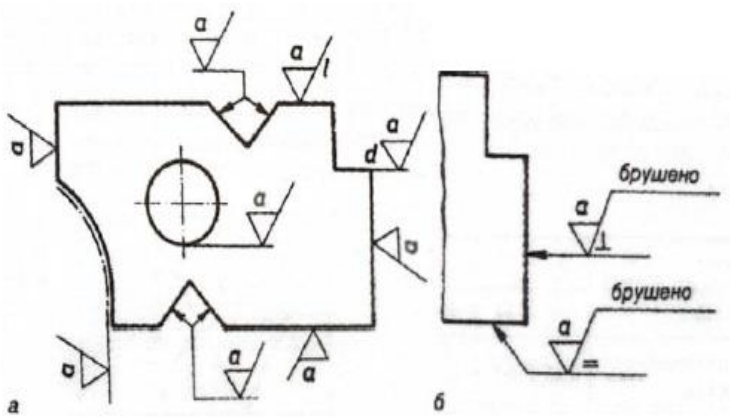
Слика 73. - Означавање вредности додатка за машинску обраду и референтну дужину

Правац простирања неравнина прописује се одређеним знацима (Слика 74). На Слици су показана само два најчешће коришћена правца. Остали случајеви дати су детаљније у стандарду SRPS M.A0.065.



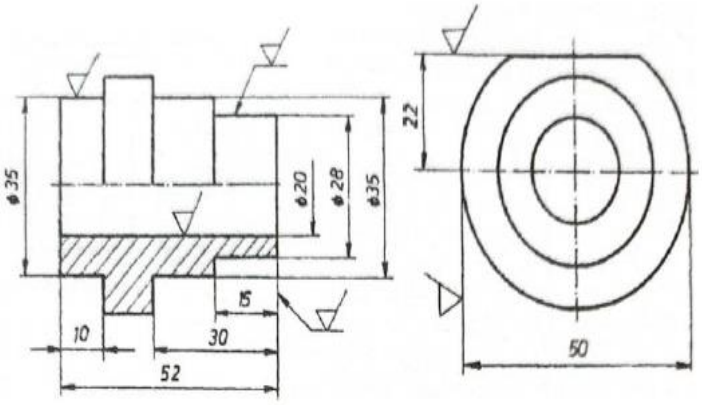
Слика 74. - Означавање правца простирања неравнина

Означавање на цртежима. Знаци и додатне ознаке у знаку за површинску храпавост који се уписује у цртеж, треба да буду оријентисани (ради лакшег читања) исто као вредности при котирању. Ако је неопходно, знак може бити доведен у везу са површи, на коју се односи, помоћу водеће линије која се завршава стрелицом. Знак или стрелица треба врхом да иду са спољне стране материјала дела, било до линије која представља површ, било до њеног продужетка (Слика 75 а).



Слика 75. - Положај кукице у односу на положај површи

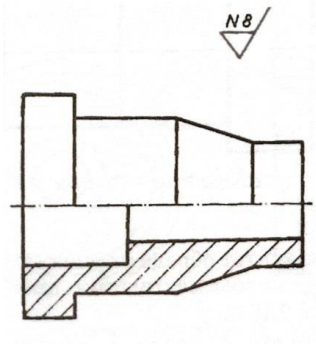
Уколико кукица има наставак са неком текстуалном ознаком, онда се кукица доводи у везу са одређеном површи показном линијом (Слика 75. б).



Слика 76. - Пример означавања површинске храпавости

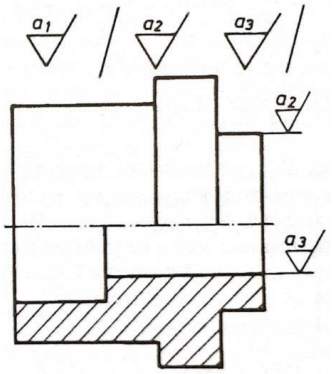
Знаци за површинску обраду користе се само једном за дату површ,и ако је могуће на изгледу (пројекцији) у коме је та површ котирана (Слика76).

На цртежу дела чије све површи треба да имају исту храпавост, ознака се не ставља непосредно везана за поједине површи, већ се прописује увећана заједничка ознака која се поставља близу изгледа предмета на који се ознака односи (Слика 77) или у десном горњем углу цртежа.



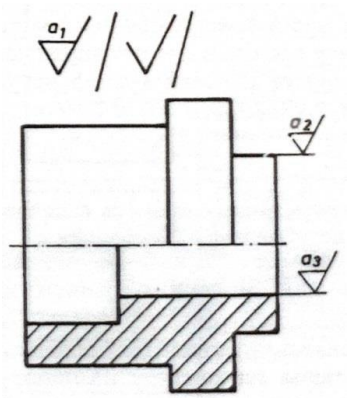
Слика 77. - Заједничка ознака

Ако се захтева иста храпавост на већини површи извесног дела, она се прописује увећаним збирним знаком, а иза њега се између две косе црте прописује степен храпавости који се односи на другу површ (Слика 78).



Слика 78. - Збирна ознака

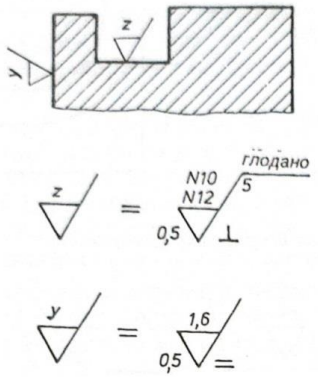
Уместо да се између косих црта уписује више знакова, може се уписати само знак у виду отворене кукице без бројне вредности, што упозорава да ознаке појединих квалитета треба потражити на цртежу (Слика 79).



Слика 79. - Упрошћено означавање

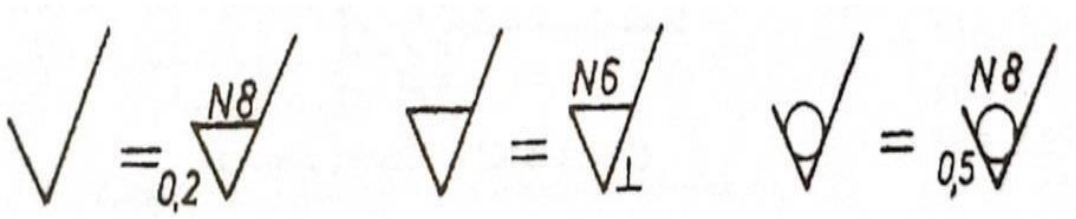
При означавању површинске храпавости на сложеним деловима, нарочито када се понављају сложенији прописи (ознаке) или ако је простор за уношење ознака ограничен,

може се извршити поједностављење (Слика 80), под условом да се да објашњење у близини цртежа или у простору намењеном општим напоменама.



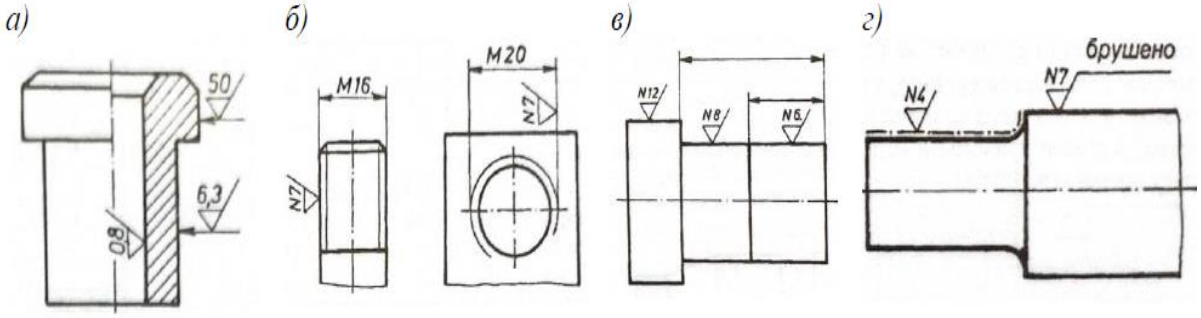
Слика 80. - Упрошћено приказивање

Слична поједностављења могу да се изврше и код делова код којих се на великом броју површи захтева иста храпавост. На одговарајућим површинама може се употребити један од знакова приказаних на слици 81.



Слика 81. - Поједностављивање приказивања

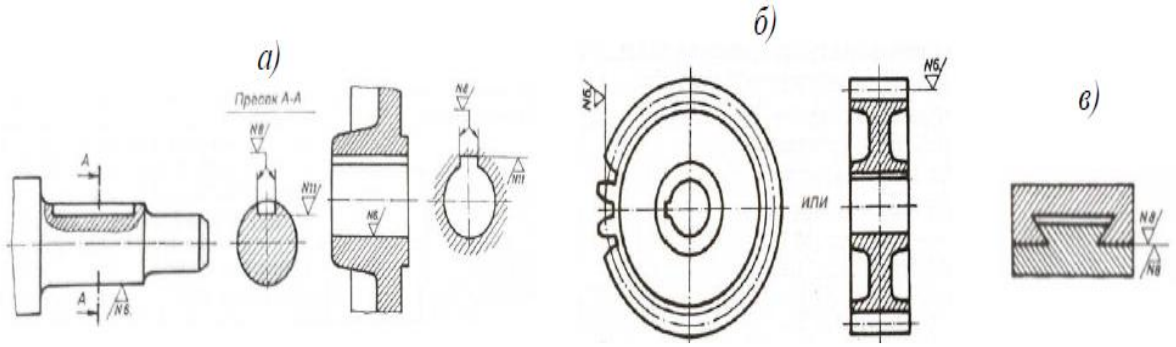
Неколико практичних примера означавања



Слика 82. - Примери

Квалитет обраде површи не означава се на површима које настају обарањем ивица (Слика 82. а). При означавању квалитета обраде навоја кукица се ставља на контуру називног пречника (Слика 82. б). Ако се квалитет обраде на једном месту мења, онда се место промене означава линијом А и котира се (слика 82. в). Квалитет обраде сложене површи са заобљеним прелазима означава се као на слици 82. г.

Означавање квалитета на належућих површина вратила и главчине, као и површина жлебова за клин, врши се као на слици 83. а.



Слика 83. - Примери

Означавање квалитета обраде зубаца зупчаника у пресеку и изгледу врши се као на слици 83. б. Када се означава квалитет обраде належућих површи, било да су исти или различити квалитети, кукица се ставља на заједничку контурну линију или на помоћну линију која је наставак заједничке контуре (Слика 83 в).

2.3.6. ПРЕСЕЦИ МАШИНСКИХ ДЕЛОВА (SRPS A.A0.110)

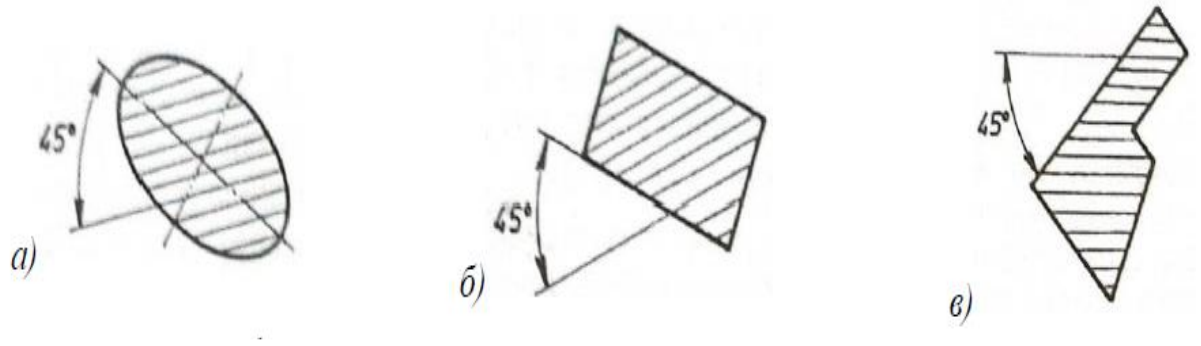
У техничкој пракси често се сусрећу машински делови који имају удубљења, рупе, отворе и шупљине у којима се „скривају" и сложени облици. Да би се нацртали такви (заклоњени) облици, требало би користити испрекидане линије (облике E или F). Код једноставнијих облика то не би изазвало тешкоће, али ако би се приказивали сложенији облици, тада би цртеж са мноштвом испрекиданих линија често бивао нејасан. У таквим случајевима користи се поступак који доприноси појашњењу цртежа. Објаснићe се начин на који се то изводи.

Предмет се „сече" на погодном месту и на погодан начин. Одсечени део, ближи посматрачу, „одбаци се" да би се „откриле" заклоњене ивице, а преостали део пројицира на уобичајени начин.

Да би се пресек означио, користи се шрафура која симболички означава траг тестере који би настао савременим сечењем предмета.

Шрафирање пресека. У складу са SRPS M.A0.060 за шрафирање пресека различитих врста материјала користе се шрафуре приказане у табели 5.

У машинству се најчешће цртају пресеци метала и њихових легура. Густина шрафуре обично треба да буде од 1 до 4 mm, што зависи од површина шрафираног пресека, а црта се обично под углом од 45° у односу на контуре или осе симетрија (Слика 84). За цртање шрафуре користи се линија B.

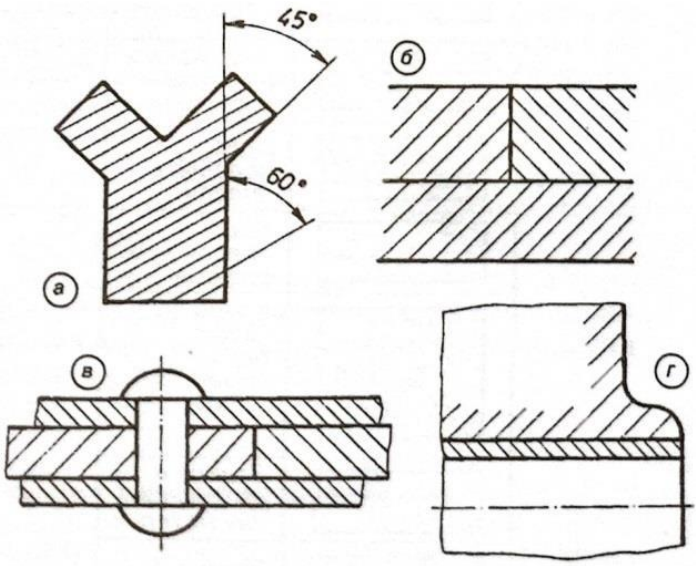


Слика 84. - Угао шрафуре пресека

Табела 5. - Врсте шрафура

Материјал	Метали	Изолациони и заптивни материјал	Дрво-попречни пресек	Дрво пресек дуж влакна	Цигла, бетон, камен, шамот	Стакло и други прозрачни материјали	Земља, тло	Течност
Симбол								

Да би се избегло поклапање праваца контуре и шрафуре, мења се правац шрафуре – црта се под углом од 30° или 60° (Слика 85. а). Суседни елемнти пресека шрафирају се у супротним правцима.

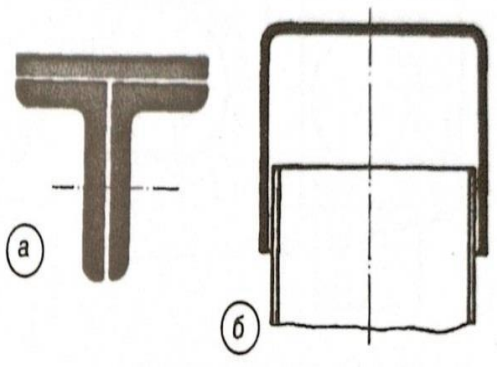


Слика 85. - Промена угла шрафуре и шрафирања сложеног пресека

Када се додирује већи број површи у пресеку, може се догодити да шрафура два суседна елемента има исти правац. У том случају шрафуре се фазно помере (Слика 85. б) или се цртају са различитом густином (Слика 85. в).

Уколико су површине велике, шрафура се може ограничити на зону уз контуру површи која се шрафира (Слика 85. г).

Уске површи металних профила и лимова у пресеку се не шрафирају, већ се зацрне тушем или графитом (Слика 86). У том случају, између елемената сложеног пресека оставља се уска празнина ширине најмање 0,7 mm.

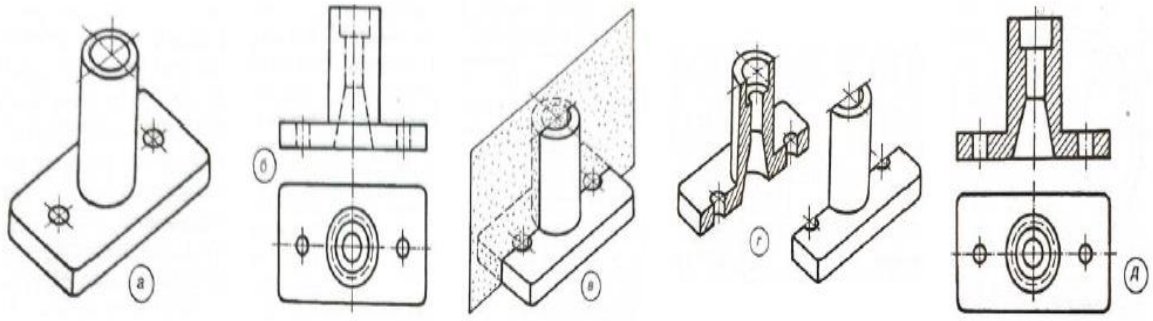


Слика 86. - Пресеци лимова и уских профила

Врсте пресека

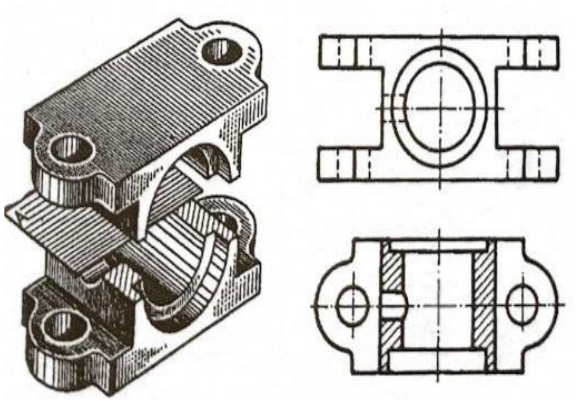
Пун, симетричан пресек примењује се код делова који имају бар једну раван симетрије.

Пресек који се добије помоћу пресечене равни паралелне са фронталницом, црта се у изгледу „а” и зове се **фронтални пресек** (Слика 87).

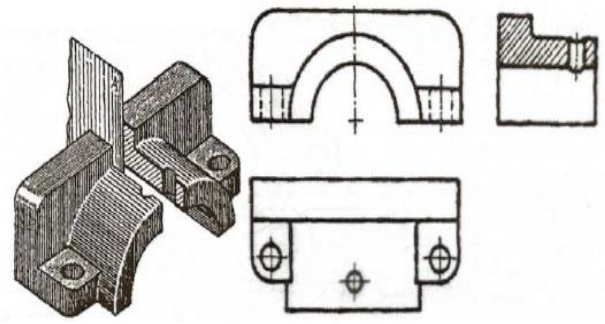


Слика 87. - Пун, симетричан, фронтални пресек

Према томе, пресек може да буде и **водораван** – у изгледу „б” (Слика 88) и профилан – у изгледу „с” (Слика 89).

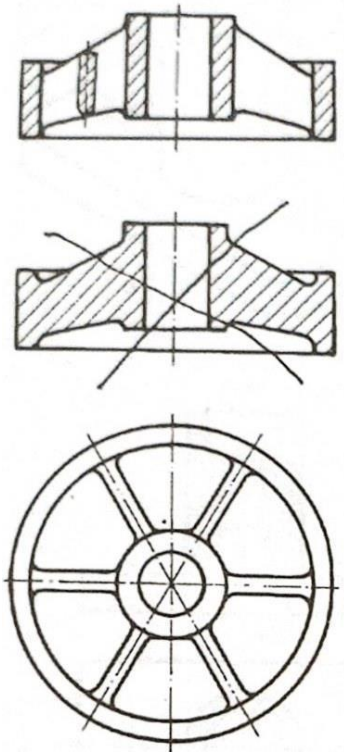


Слика 88. - Пун, симетричан водораван пресек



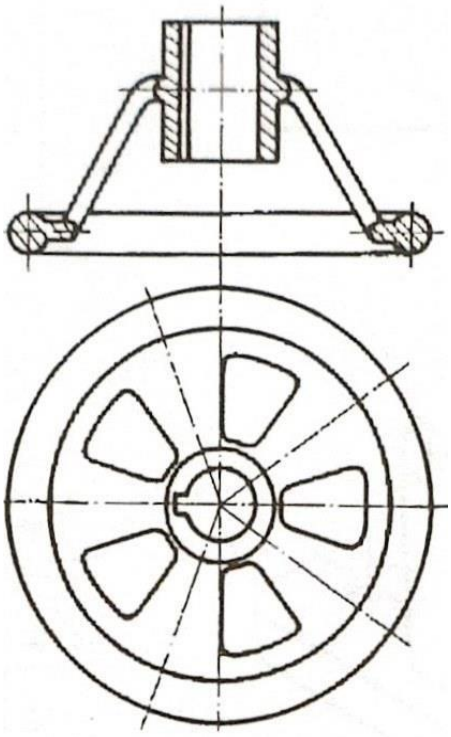
Слика 89. - Пун, симетричан, профилан пресек

Код цртања точкова са ребрима и паоцима у пресеку, иако раван пресека иде кроз ребро или паок, уздужни пресек ребра и паока се не шрафира (Слика 90 и 91).



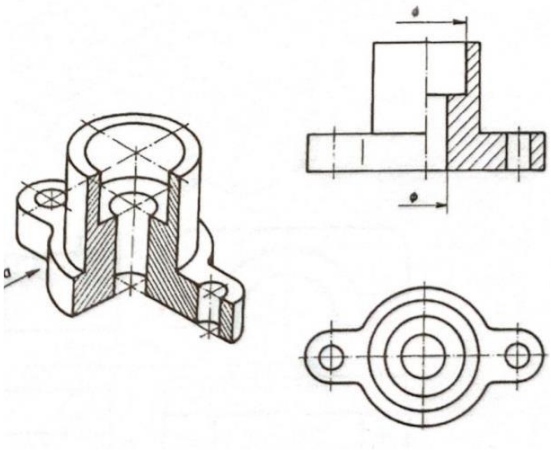
Слика 90. - Точак са ребром у пресеку

На слици 91. дато је ојачање конструкције ребра. Иако је раван пресека прошла кроз то ребро, оно у пресеку није шрафирано, што важи као правило.



Слика 91. - Точак са паоком у пресеку

Полупресек се примењује код делова који имају бар две, међусобно управне, равни симетрије (Слика 92). Настаје исецањем четвртине дела и пројицирањем преосталог дела на уобичајен начин.

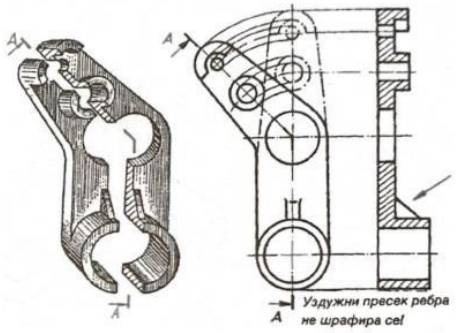


Слика 92. - Полупресек

Половина слике, која се црта у пресеку, црта се десно од осе симетрије или испод ње. На половини слике која приказује спољашњи изглед не цртају се заклоњене контуре (испрекидане линије).

Котирање унутрашњег пречника врши се помоћу котне линије са стрелицом на страни пресека. На граници између спољашњег изгледа и пресека не црта се пуна линија јер је овде замишљени, а не стварни пресек. Осна линија је линија разграничења пресека и изгледа.

Заокренути пресек: Када су заклоњени облици поређани на предмету тако да се не могу „открити" (пресећи) једном пресеченом равни, тј. када су поређани у два правца који захтевају туп угао, сечење се врши двема равнима (Слика 93).

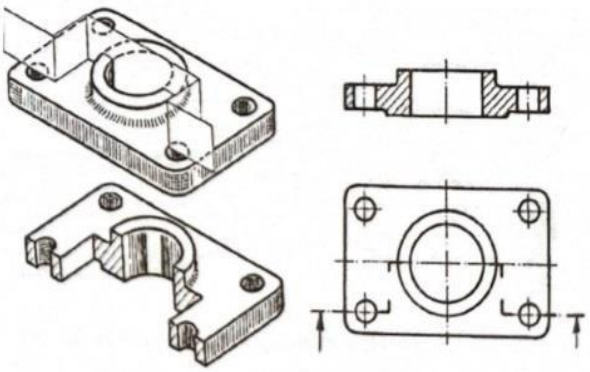


Слика 93. - Заокренути пресек

Једна од равни заокреће се око осе (пресека двеју пресечених равни), док не дође у правац оне друге. Тако се овај пресек своди на пун пресек. Равни пресека означавају се линијом G са задебљањем на месту стрелица и на месту промене правца сечења.

Пресек са више паралелних равни. – Ако су детаљи предмета, које треба показати у пресеку, тако поређани да се једном равни не могу пресећи, нити се то може учинити као на претходном примеру, користи се пресек са две или више паралелних равни (Слика

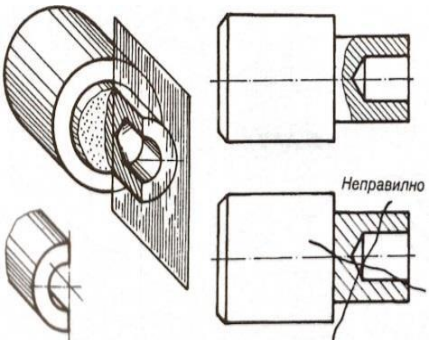
94). Предмет се поставља тако да су равни пресека паралелне са пројекцијском равни на коју се предмет пројицира. Овај пресек неки аутори називају степенасти пресек.



Слика 94. - Пресек са више паралелних равни

С обзиром на то да је ово замишљени пресек, места промена правца сечења не пројицирају се као линије, већ се пресек своди на пун пресек.

Делимични пресек. Некад је потребно показати у пресеку само поједине детаље предмета. Тада се црта делимичан пресек (Слика 95). Пресек се ограничава линијом типа С или D.

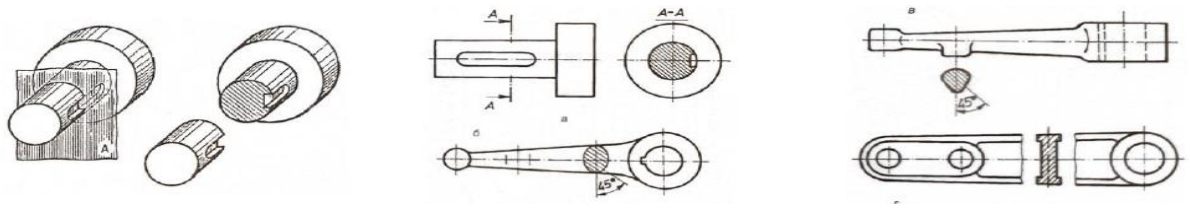


Слика 95. - Делимичан пресек

Узастопни местимични попречни пресек. Када је потребно показати попречни профил предета, то се постиже на следећи начин. Предмет се пресече помоћу попречне пресечне равни, а добијени пресек обрне се за 900 да би се довео у раван цртежа. Сам пресек може да се нацрта ван места пресека у назначеном правцу (Слика 96), на самом месту пресека (Слика 96. б), испод места пресека (96. в) и на месту прекида (Слика 96. г). Ако је то захтев, пресек се може нацртати и на било ком месту на цртежу, али је при том потребно означити место пресека и његову ознаку великим словима латинице.

Када се пресек црта на самом месту пресека, тада се контура пресека црта пуном танком линијом (В). У осталим случајевима црта се пуном дебелом линијом (А).

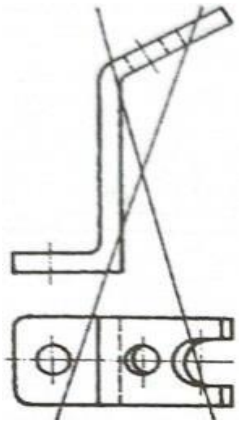
Примена овог пресека нарочито је значајна за цртање делова који се уздужио не секу. То су вијци (завртњи), осовине, осовинице, расцепке, клинови и чивије.



Слика 96. - Попречни пресек

2.3.7. ПОСЕБНИ И ДЕЛИМИЧНИ ИЗГЛЕДИ

Понекад поједини делови предмета при пројицирању стоје косо у односу на пројекцијске равни, па се пројицирају изобличено (Слика 97).

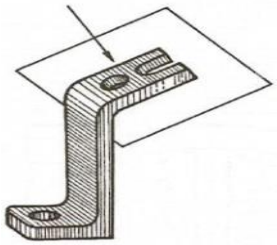


Слика 97. - Изобличен изглед

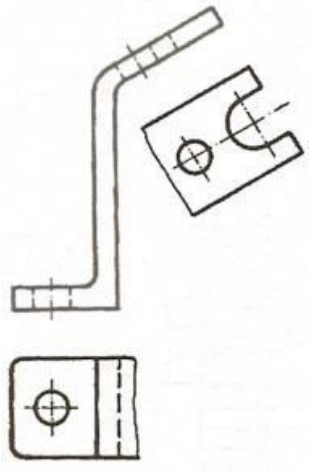
Цртање таквих, иначе бескорисних изгледа је врло тешко. У том случају користи се **допунска пројекцијска раван**, паралелна са косим делом предмета (Слика 98. а). Правоугла пројекција косог дела на ту раван је без изобличења и зове се **посебни изглед**. Црта се лако и јасна је (Слика 98. б и Слика 99).

Да би се добили изгледи појединих делова тела без изобличења (најчешће прирубнице цевних инсталација), оне се пројицирају **погледима управним на њих**. Тако добијени посебни изгледи цртају се испред или иза пројекцијских делова тела и означавају се великим словима латинице којим је означен одговарајући поглед.

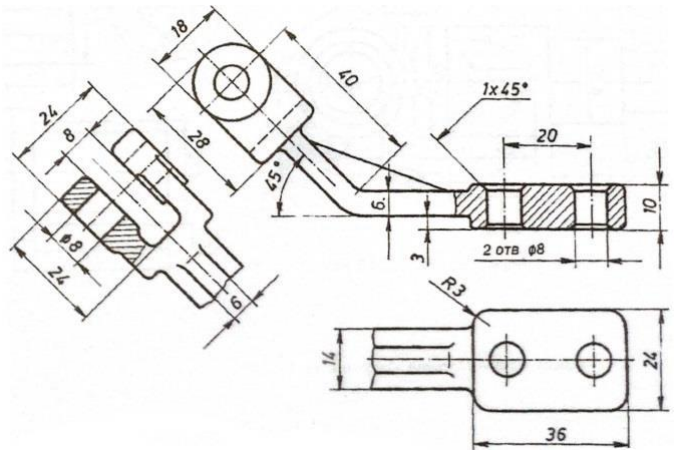
С обзиром на симетричност прирубница и сличних елемената (каишници, зупчаници и др.), њихови облици и распоред отвора могу се показати цртањем тзв. **делимичних изгледа**. На њима се на половини изгледа види распоред елемената, а по потреби и контура пројицираног детаља.



Слика 98. а - Посебни изглед



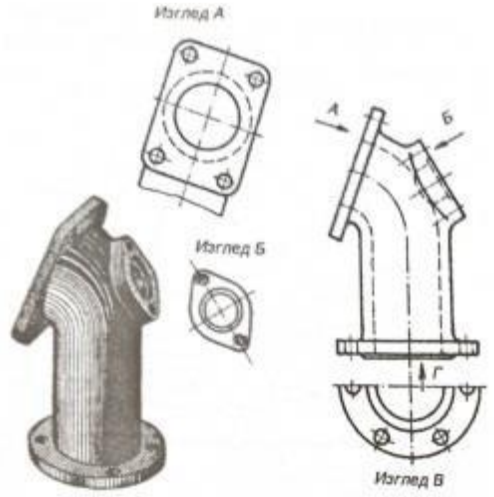
Слика 98. б - Избор допунске пројекцијске равни



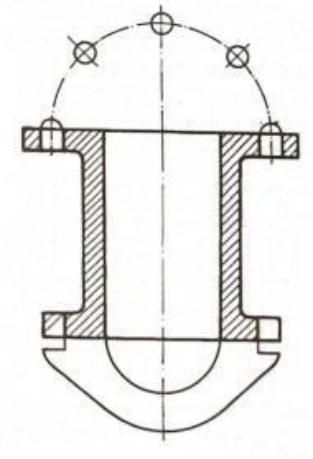
Слика 99. - Посебан и делимичан изглед предмета

2.3.8. ПРЕКИДИ И СКРАЋЕЊА

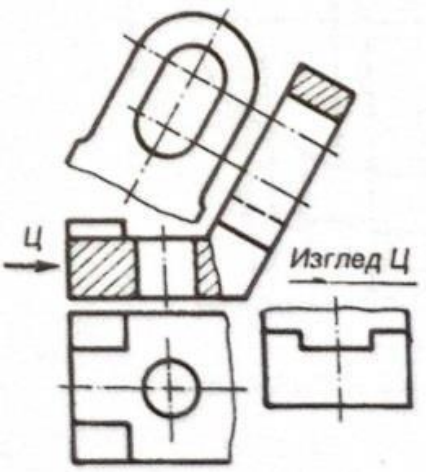
Када је на предмету занимљив само један детаљ, тада се на погодном месту изглед прекида и ограничава линијом С или D (Слика 100,101 и 102).



Слика 100. - Посебан изглед прирубница цеви

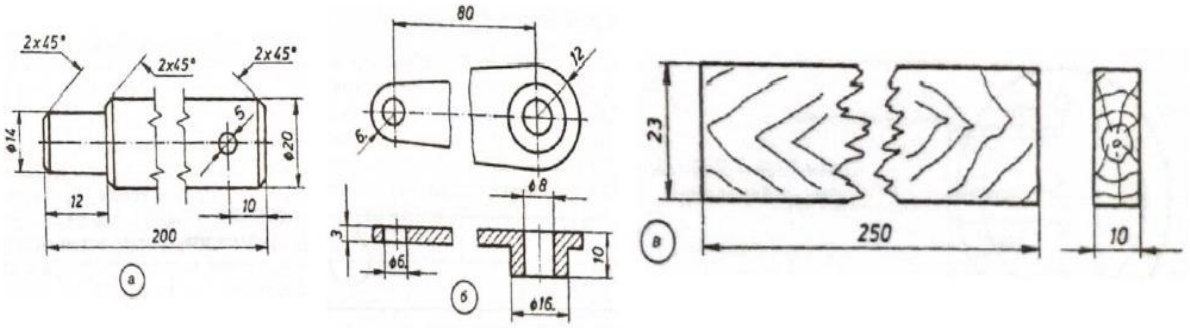


Слика 101. - Делимични изглед



Слика 102. - Пример посебног изгледа

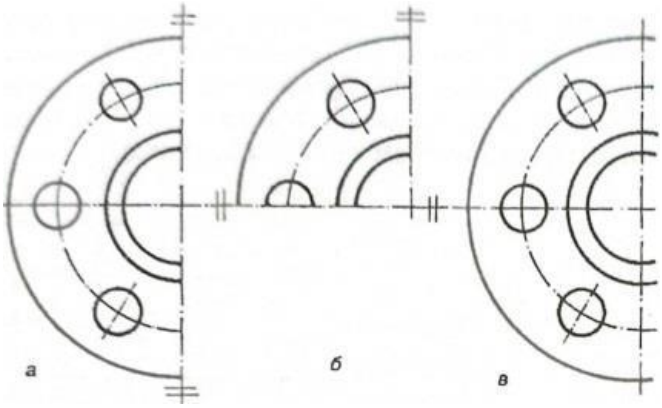
Предмети веће дужине са једноличним обликом не цртају се целом дужином, већ се користи тзв. **скраћење**. Предмет се прекида близу крајева једноличног дела, средњи део се избаци, а крајеви примакну. На тај начин штеди се у простору. На слици 103. приказани су примери скраћења: а) вратило, б) машински део са нагибом и в) дрвена летва. Места скраћења ограничавају се линијом типа С или типа D.



Слика 103. - Скраћења

2.3.9. ОСТАЛА ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЉАЊА ДЕЛОВА И ЊИХОВИХ ДЕТАЉА (SRPS A.A0.110)

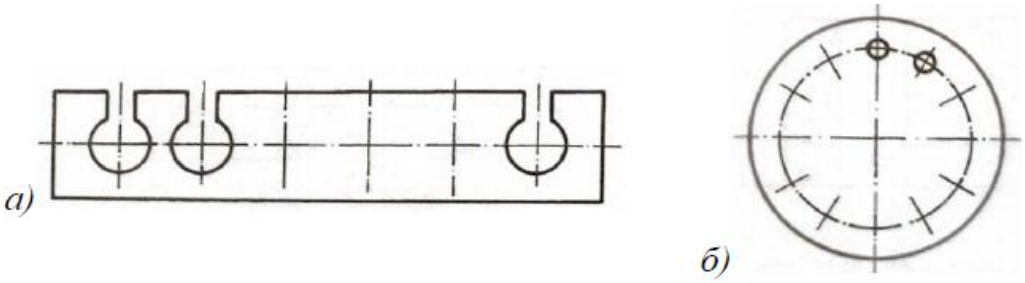
Симетрички делови. Ради уштеде времена и простора делови се цртају као половина или четвртина целине (Слика 104).



Слика 104. - Половине, односно четвртине изгледа симетричких делова

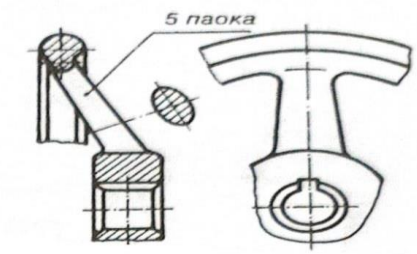
Симетричност се означава тако што се на крајевима симетрале нацртају по две кратке паралелне линије под правим углом у односу на симетралу (Слика 104. а и 104. б). Ако се линије које приказују предмет извуку мало изнад симетрале (Слика 104. в), кратке паралелне линије могу се изоставити.

Детаљи који се понављају. Представљање детаља који се понављају може се упростити на начин приказан на сликама 105. а и 105. б. У овим случајевима број и врста детаља који се понављају одређује се димензионисањем.



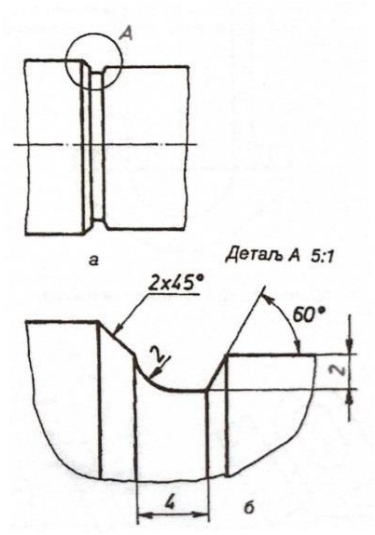
Слика 105. - Детаљи који се понављају

Точкови са паоцима могу се цртати и упрошћено као на слици 106. С обзиром на симетричност и назначен положај и број паока, цртеж је потпуно јасан.



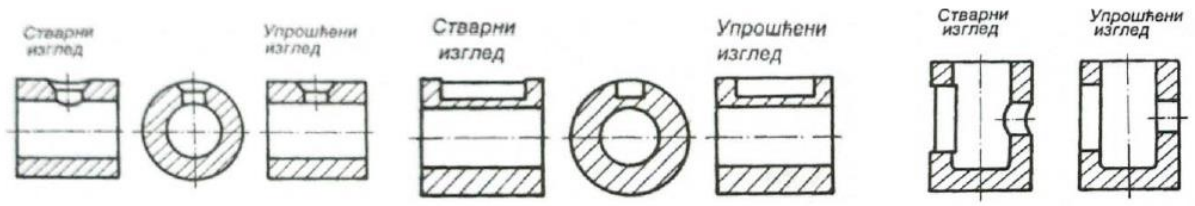
Слика 106. - Упрошћено цртање точка с паоцима

Недовољно јасни детаљи делова: У случајевима када је размера тако мала да детаљ неког дела не може да се прикаже или котира, тај детаљ се уоквири танком линијом (типа В) и означи великим словом (Слика 107. а), а затим се црта у стандардној већој размери која се уз увећани детаљ означава (Слика 107. б).



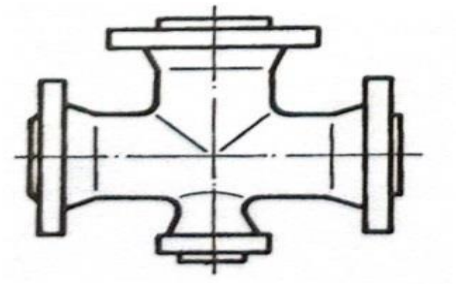
Слика 107. - Детаљи делова

Правоугли и цилиндрични отвори и жљебови за клин: У циљу поједностављења ствари изгледи благо наглашених линија отвора и жлебова могу се нацртати упрошћено, као што је то доказано на слици 108. а да се тиме не изгуби у јасноћи цртежа.

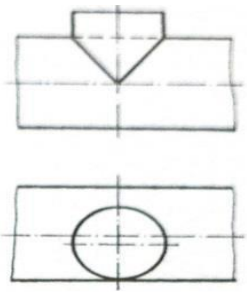


Слика 108. - Упрошћења

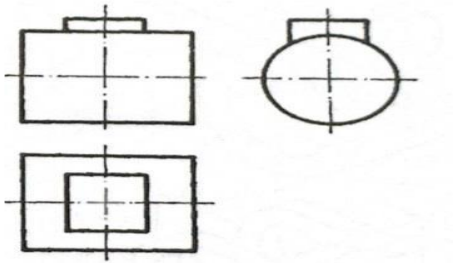
Линије благих прелаза код цевних елемената цртају се као на слици 109, а упрошћено цртање линије продора цевних елемената црта се као на слици 110. Линије продора правоугаоне призме кроз облицу не цртају се, али само у случају када линија продора није изричито наглашена (Слика 111). Ако упрошћење умањује разумљивост цртежа, тада се оно не примењује.



Слика 109. - Линије благих прелаза

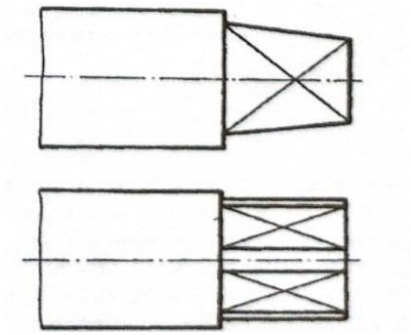


Слика 110. - Линије продора



Слика 111. - Изостављање линије продора

Да би се избегло цртање допунског изгледа или пресека, призматични или сужавајући завршеци осовина означавају се дијагоналама нацртаним танким линијама (тип B), као што се то види на слици 112.



Слика – 112. Завршеци осовина

Питања за теоријску проверу знања

1. Која је основна сврха котирања?
2. Шта подразумевају основна начела котирања?
3. Који су основни елементи котирања?
4. Како се означавају вредности кота на цртежу?
5. Како се могу поделити дужинске мере?
6. Које врсте пресека постоје?
7. Шта спада у посебне и делимичне изгледе

2.4. МЕЂУНАРОДНИ СИСТЕМ ЈЕДИНИЦА (SI)

Међународни систем јединица (SI систем) најшире је коришћени систем јединица. То је најчешћи систем за свакодневну трговину у свету и скоро је универзално коришћен у науци. SI систем се састоји од седам **основних јединица**, заједно са скупом префикса. Седам SI основних јединица су: килограм, метар, секунд, ампер, келвин, мол и кандела (Табела 6).

Табела 6. - Основне физичке величине и њихове јединице

Физичка величина	Ознака величине	Јединица	Ознака јединице
Дужина	l, b, d, r, h, *s*...	метар	*m*
Маса	m	Килограм	*kg*
Време	t	Секунда	*s*
Јачина електричне струје	I	Ампер	*A*
Термодинамичка температура	T	Келвин	*K*
Јачина светлости	J	Кандела	*cd*
Количина супстанције	n	мол	*mol*

SI такође дефинише и одређени број SI префикса (предметака) који се користе уз јединице (Табела 7). Они се комбинују са било којим именом јединице да би се добили умношци. На пример, префикс кило означава умножак од хиљаду тако да километар износи 1000 m, килограм 1000 грама итд. Префикси никад нису спојени тако да је милионити део килограма милиграм, а не „микрокилограм”.

Табела 7. - Префикси (предметци)

Предметак који се ставља испред јединице	Ознака предметка	Чинилац којим се множи јединица
Тера	T	10^{12}
Гига	G	10^{9}
Мега	M	10^{6}
Кило	k	10^{3}
Хекто	h	10^{2}
Дека	da	10^{1}
Деци	d	10^{-1}
Центи	c	10^{-2}
Мили	m	10^{-3}
Микро	μ	10^{-6}
Нано	n	10^{-9}
Пико	p	10^{-12}
Фемто	f	10^{-15}
ато	a	10^{-18}

SI изведене јединице су део јединица SI система мера, а изведене су од седам основних SI јединица. У табели 8. приказане су изведене јединице SI система које имају велику примену у области технике.

Табела 8. - SI изведене јединице

Физичка величина	Ознака величине	Јединица	Ознака јединице	Изражено у основним и другим јединицама
Површина	S, A, P….	Квадратни метар	m^2	
Запремина	V	Кубни метар	m^3	
Густина	ρ	Килограм по кубном метру	$\frac{kg}{m^3}$	
Сила	F	Њутн	N	$\frac{kgm}{s^2}$
Брзина	v	Метар по секунди	$\frac{m}{s}$	
Рад и енергија	A; E	Џул	J	Nm
Снага	P	Ват	W	$\frac{J}{s}$
Притисак	p	Паскал	Pa	$\frac{N}{m^2}$
Количина топлоте	Q	Џул	J	
Специфична топлота	q	Џул по килограму и Келвину	$\frac{J}{kgK}$	
Термичка проводност	λ	Ват по метру и Келвину	$\frac{W}{mK}$	
Коефицијент прелаза топлоте	k	Ват по квадратном метру и Келвину	$\frac{W}{m^2K}$	
Константа зрачења	C	Ват по квадратном метру и (Келвину)^4	$\frac{W}{m^2K^4}$	

2.5. МЕРИЛА, МЕРЕЊЕ И КОНТРОЛИСАЊЕ

Мерење је одређивање апсолутне вредности неке величине која се очитава директно на мерилу. Контролисање је упоређивање једне величине са другом величином исте врсте како би се установило одступање мерне величине од утврђене величине.

2.5.1. МЕРЕЊЕ, КОНТРОЛИСАЊЕ И ТОЛЕРИСАЊЕ ДУЖИНСКИХ МЕРА

Методе мерења су конвенционални начини мерења и контролисања који се одвијају по одговарајућем поступку коришћењем одговарајућих средстава рада и заштите. Методе мерења могу бити основне и компаративне, а према начину добијања резултата директне, индиректне и комбиноване.

Апсолутно мерење је када се са скале мерила непосредно чита величина мерног дела.

Упоредно мерење је када се мерна величина дела упоређује са граничним мерилом.

Директно мерење је када се на скали мерила утврди и очита мерна величина.

Индиректно мерење је ако се мерна величина одреди на основу мерења друге величине дела.

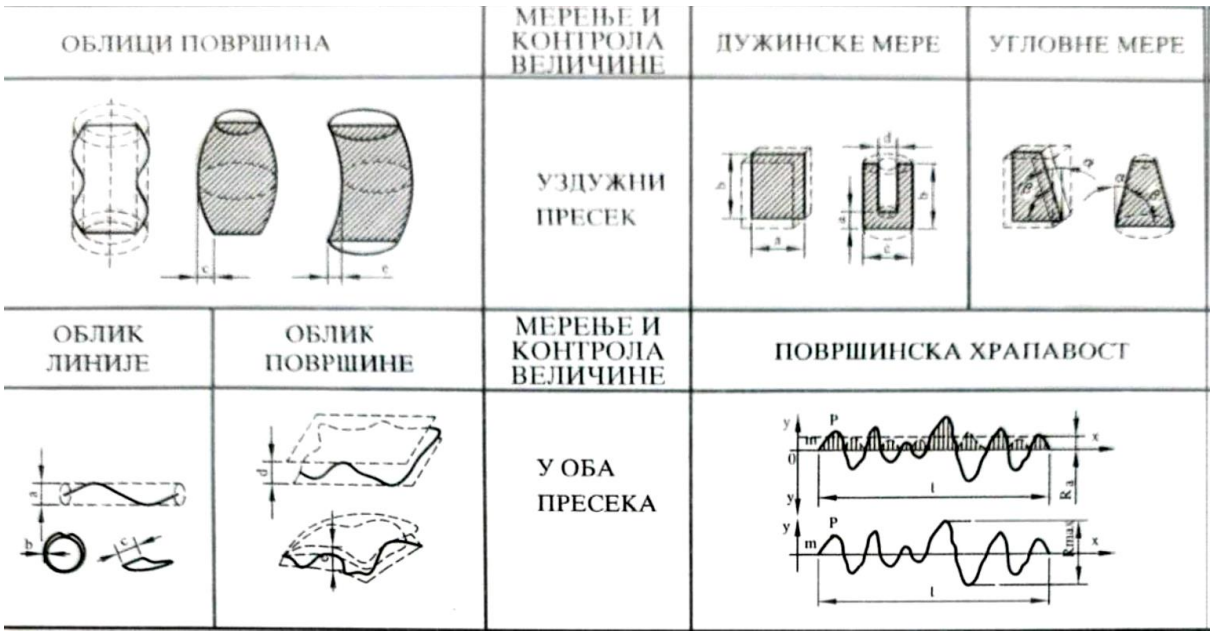
Комплексно мерење се користи за истовремено одређивање више мерних величина на истом делу.

О мерењу и контролисању се у производњи брине посебна служба управљања квалитетом производње. Коришћењем савремених метода мерења, обрадни процес се одвија рационално.

Правовременим откривањем грешака спречава се појава шкарта и пласирају се производи по захтевима наручиоца, а у складу са међународним нормама и СРПС стандардом. Значај метрологије огледа се у јединственом приступу методама мерења и контролисања квалитета производа применом система мера по препоруци ISO 9000 и СРПС-а.

Мерна средства се разврставају по називу, контитету, квалитету и намени.

При изради машинских делова треба водити рачуна о облику дела, геометрији и квалитету које прописује СРПС М.А 1.240. Током израде и на крају процеса врше се мерења и контрола дужинских мера, мера углова, положаја, облика и храпавости обрађених површина, као што је приказано на слици 113.



Слика 113. - Мерење и контрола дужинских мера, мера углова, положаја, облика и храпавости обрађених површина

Мерила се морају чувати увек на истом месту и одржавати у исправном стању, не могу поправљати у току употребе, већ се то обавља у специјализованим установама.

Мерење и контролисање при обради делова и готових производа у машинству заснива се на основу техничке метрологије. Међународним системом мера године 1870. усвојена је мера за дужину метар као четрдесетомилионити део Земљиног меридијана. Еталон се налази у Међународном институту за мере у Севру, у Паризу. Метар је у виду штапа попречног пресека у облику слова Х, где растојање од прве до последње црте представља дужину од једног метра (1 m).

Као јединица мере за дужину у машинству усвојена је величина од један милиметар (1 mm). Ова величина је хиљадити део метра. Мање мере од милиметра су 1/10 mm; 1/100 mm; 1/1000 mm. Величина 1/1000 mm назива се микрометар и означава се једном 1 μm. Подела метра и милиметра на мање јединице извршена је по универзалној децималној класификацији. Овај декадни систем усвојен је и код нас.

У машинству се користи и као јединица дужине 1” или 1 in (1 цол; 1 инч). Цол има и мање мере добијене дељењем са 2: 1/2”, 1/4”, 1/8”, 1/16”, 1/32”, 1/64”, 1/128”. Однос цол-милиметар је: 1”= 25,4 mm. Свака физичка јединица има своју мерну јединицу. Мерном јединицом се изражава вредност задане и измерене величине. Та изражена бројна вредност једнака је 1. Мерне јединице могу бити основне или изведене. Скуп основних и изведених јединица је систем мерних јединица. Код нас се користи међународни систем јединица такозвани SI, што је детаљно приказано у поглављу 2.4. Међународни систем јединица (SI).

Физичке величине и одговарајуће мерне јединице имају своје називе, ознаке, величине и децималне делове.

Мерење и контролисање мора се вршити при избору припремака као улазна контрола, за време обраде као процесна контрола и после обраде као завршна контрола. Циљ улазне контроле је провера квалитета, облика и мера припремка. Лице које врши обраду мора познавати основне принципе мерења и да као „самоконтролор" изводи мерење за време обраде и тиме гарантовати квалитет својих производа. Завршна контрола може бити као контрола облика, квалитета елемената и функционалности делова, подсклопова и склопова пре уградње у готов производ. Завршна контрола функционалности склопова и машине као целине изводи се после монтаже на сваком производу и машини у условима експлоатације. Контролом се проверава да ли мера одговара задатој вредности. Мерењем се на скали инструмената очитава стварна вредност мерене величине.

Грешка квалитета производа је одступање вредности мерене величине од називне вредности. Грешка се може појавити због неодговарајућег квалитета материјала дела, неисправности средстава рада и мерила и као грешка извршиоца при обради мерења. У пракси је немогуће израдити два дела која ће имати потпуно исте мере. Идентичност се не може постићи због непрецизности машина, алата, прибора и мерних инструмената, недовољне стручне оспособљености извршиоца, утицаја радне средине и др. Захтевати велику тачност израде тамо где то и није потребно било би економски неоправдано, јер би поскупело производњу. Зато се на цртежу прописују називне мере са дозвољеним одступањима у границама толеранције. Одступања могу бити позитивна и негативна, што зависи од облика, димензија и функционалности дела. Мора се разликовати грешка квалитета обраде од грешке методе мерења и квалитета мерила.

Грешка мерења је несагласност, разлика између резултата мерења и мерне величине. Може бити случајна и систематска. Случајне грешке мерења јављају се због нестручног руковања или употребе неодговарајућег или неисправног мерила и у неповољним условима мерења. Могу се елеминисати одговорним коришћењем метода и средстава рада и мерењем више пута да би се користила средња вредност мерне величине. Систематске грешке могу се јавити због грешака у мерилу (похабаност и зазори), па се мерило мора заменити.

Да се не би јавиле личне грешке, потребно је водити рачуна о следећем: мерење треба изводити када се потпуно упозна мерило и поступак мерења, као и начин очитавања и евидентирање величине као резултат мерења, мери се и одговорајуће мерило са потребним опсегом и прецизношћу мерења, мери се по одређеном поступку уз познавање карактеристика мерила и дела у условима микроклиме, мери се пажљиво, систематски, уз евиденцију најмање три очитања да би се усвојила средња вредност мерне величине. Пре мерења треба очистити део и мерило, проверити исправност, не подешавати га и не поправљати га. После мерења мерило се очисти и остави на одговарајућем месту.

2.5.2. МЕРЕЊЕ И КОНТРОЛИСАЊЕ ДУЖИНЕ ЈЕДНОСТРУКИМ И ВИШЕСТРУКИМ МЕРИЛИМА

Свака направа која се користи за мерење и контролисање може се назвати мерилом. То је материјализовано средство са дефинисаном мерном величином којом се изражава мера при употреби. Мерила могу бити према принципу дејства механичка, хидрауличка, пнеуматска, електрична и оптичка. Према врсти мерне величине могу бити за мерење и контролисање мерне дужине, углова, положаја, облика и квалитета обрађених површина.

Мерила за мерење дужине имају скалу са ознакама величина и посебне елементе за регистровање вредности мерне величине. Скала има цртице различите дужине, чије се међурастојање назива подељак. Величина подељка представља јединицу мере мерила.

Вредност подељка је величина између две ознаке, црте на скали мерила. Изражава се јединицом наведеном на скали без обзира на величину која се мери. Број подељака представља подручје мерења. Величина очитавања производ је вредности подељка на скали и броја подељака од нултог положаја скале. Максимална вредност подељака представља опсег мерења. Опсег одговара мерењу физичких величина које могу да се очитају на скали инструмента.

Дужине, као задате величине, захтеване прецизности мера, могу се мерити и контролисати, а у зависности од могућности очитавања мерене величине, једноструким и вишеструким мерилима.

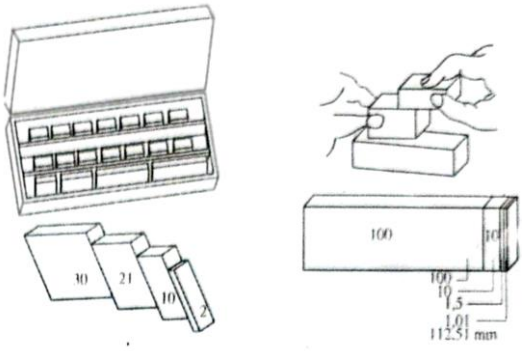
Једнострука мерила користе се за мерење и контролисање дужине само једне мерне вредности. Од једноструких мерила у пракси се користи следеће: **гранична мерила, толеранцијска мерила, мерила за зазоре и за заобљења.**

Вишеструка мерила користе се за мерење различитих вредности дужина, и то у одређеном мерном подручју и опсегу мерења са одговарајућом тачношћу очитања мерене величине. Вишеструким мерилом мере се и контролишу мерне величине истих јединица у конструкцијском мерном подручју мерила. Ту спадају **мерила са цртама (мерна летва, мерни лењир, мерна трака), шестари за мерење и мерила са нонијусом (помично мерило, дубиномер, висиномер, микрометарско мерило).**

Мерење и контролисање једноструким мерилима

Гранична мерила служе за упоређивање одређене дужине мере дела са унапред утврђеном мером на мерилу. Имају облик плочице израђене од легираног челика отпорног на хабање и на температуру, са фином завршном обрадом. Раде се као гарнитура плочица различитог броја комада. Плочице имају утиснуте називне величине и користе се као гарнитура еталона. Имају фино обрађену површину тако да се могу додиром и повлачењем спојити у слог за контролу одређене мере.

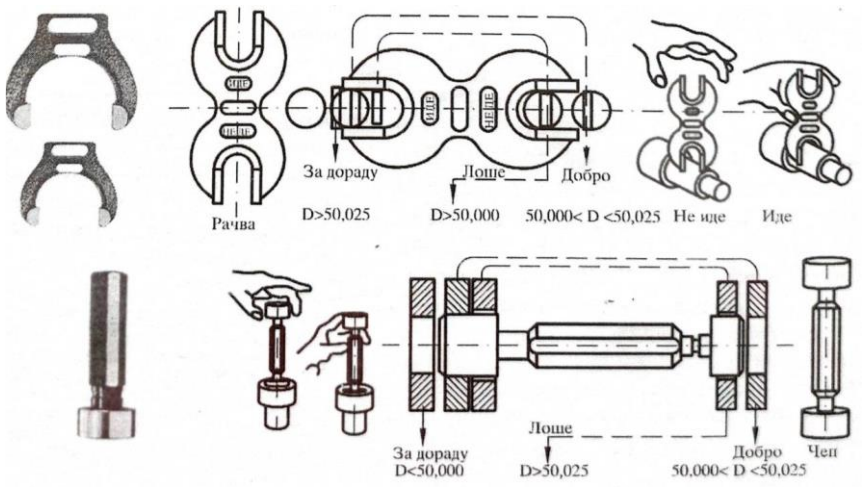
На слици 114. приказани су гарнитура и слог еталона за величину мере дужине 63 mm и слог величине мере 112,51 mm.



Слика 114. - Слогови за контролу дужинских мера

Толеранцијска мерила користе се у серијској и масовној производњи за контролу спољашњих и унутрашњих дужинских мера. Служе за контролу одређене дужине мере дела. На контролном мерилу унапред су утврђене мере у границама толеранције. Свака страна контролника урађена је на одговарајућу граничну меру.

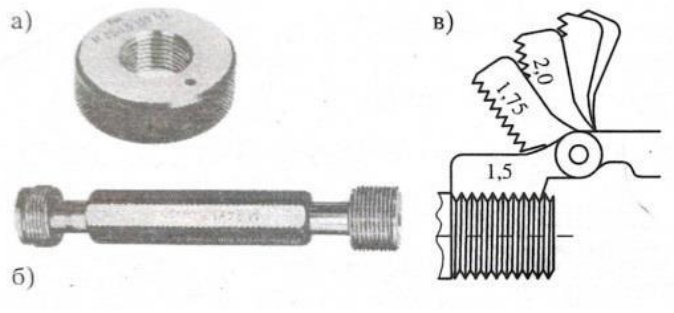
Према SRPS-у К.Т1.010 мерила (Слика 115) могу бити за контролу спољашњих мера у облику једностраних и двостраних рачви и за контролу унутрашњих мера, као једнострани и двострани чепови.



Слика 115. - Рачве и чепови за контролу толеранцијских мера

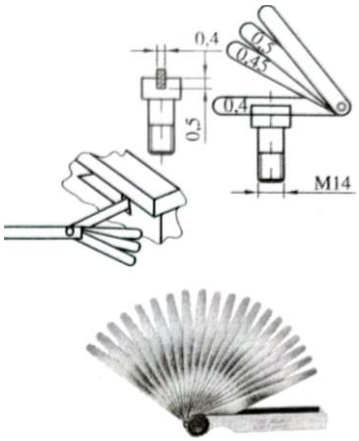
Потребно је знати називе, врсте, карактеристике и намену толеранцијских мерила. Код контролног чепа страна „иде" урађена је тако да је њена доња гранична мера 50 mm, а страна „не иде" има горњу меру 50,025 mm. Код контролне рачве страна „иде" урађена је на 50 mm, т.ј. на горњу граничну меру, а страна „не иде" на 49,075 mm, тј. на доњу граничну меру. Контролни чепови могу бити кружног, квадратног и правоугаоног попречног пресека. Користе се у зависности од облика отвора.

За контролу називне мере навоја завртња и навртке користе се контролници у виду навртке, (Слика 116.а) и чепа (Слика 116.б). Корак навоја контролише се контролницима у виду листића са одређеним профилом и кораком навоја, као на слици 117. Називне мере означене су на мерилима.



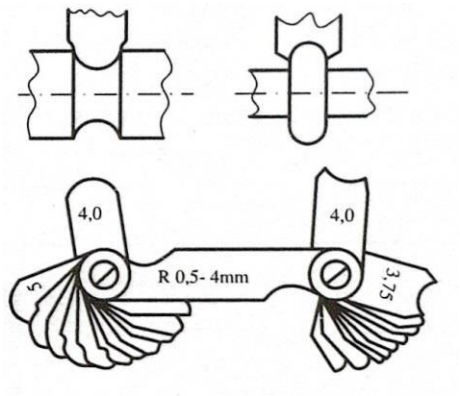
Слика 116. - Контролници за навој

Мерила за зазоре служе са мерење и контролу међусобних растојања елемената склопа. Користе се као сет контролних трака – листића за одређени опсег мерења. Тако, нпр. гарнитура од 10 листића има одређене називне величине од 0,05 до 1 mm са разликом дебљине 0,1 mm и 0,05 mm. На слици 117. приказана је гарнитура, као и начин контроле зазора.



Слика 117. - Контролници за зазор

Мерила за заобљења користе се као сет листића у гарнитури са једне стране за конвексне, а са друге за конкавне површине. Контрола конвексне и конкавне површине може се вршити и шаблонима као на слици 118.



Слика 118. - Контролници за заобљења

2.5.3. МЕРЕЊЕ И КОНТРОЛИСАЊЕ ВИШЕСТРУКИМ МЕРИЛИМА

Од вишеструких мерила, најчешће се у пракси користе размерници, шестари, помична и микрометарска мерила.

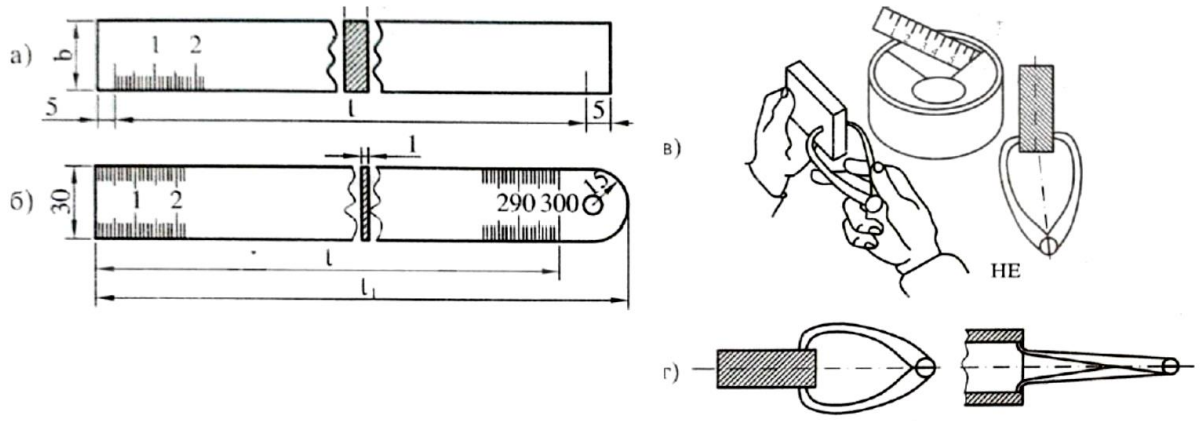
Размерници – мерила са цртама јесу мерила у виду мерне летве, мерног лењира и мерне траке. На телу имају декларисан број црта које представљају мерно подручје мерила.

Мерне летве (Слика 119.а) употребљавају се за брзо очитавање мерене дужине и при оцртавању. Израђују се са називном дужином (∫) од 1000, 1500 и 2000 mm, ширине (b) 6,30 и 40 mm, а дебљине (б) 6 и 8 mm. Цртице на скали урађене су на растојању од краја по 5 mm. Црте су дебљине 0,08 mm. Грешка мерења је 1 mm.

Мерни лењири (Слика 119.б) користи се тамо где није потребна велика прецизност у очитавању мерне дужине. Израђују се са називним дужинама (∫) 300, 400 и 500 mm, а дебљине (б) 1 mm. Користе се при оцртавању.

Мерне траке (Слика 119.в) употребљавају се за брзо очитавање мерне дужине при контроли у складиштима материјала и браварским и лимарским радовима. Израђују се у облику савијене траке у кутији са називним дужинама (∫) од 1000 и 2000 mm, ширине (b) 10 или 16 mm, а дебљине (б) 0,1 или 0,15 mm. Могу бити називне дужине од 5000 mm.

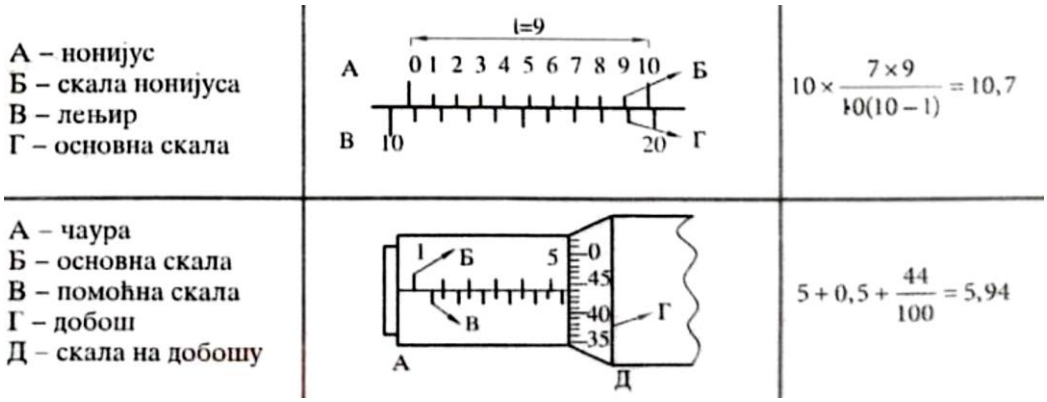
Шестари за мерење и контролисање (Слика 119. г) употребљавају се при контроли отковака, одливака и полупроизвода. При обради стругањем користе се за контролу пречника отвора, осовине и вратила. Израђују се у облику личног мерила са крацима, посебно за контролу спољашњих и за контролу унутрашњих мера.



Слика 119. - Вишеструка мерила

2.5.4. МЕРЕЊЕ И КОНТРОЛИСАЊЕ МЕРИЛИМА СА НОНИЈУСОМ

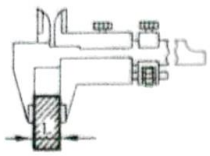
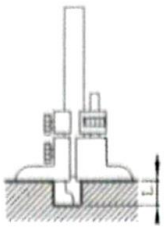
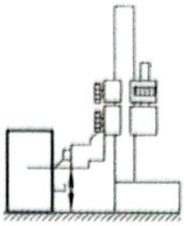
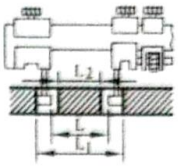
Мерила могу имати основну и помоћну скалу, које морају обезбедити прецизност мерила са грешком у довољним границама. На слици 120. приказане су основна скала са линеарном поделом и нонијусом на кљунастом мерилу и основна скала са скалом на добошу у микрометарског метра, ознаке, као и очитавање величине мера и област примене мерила.



Слика 120. - Мерила са нонијусом

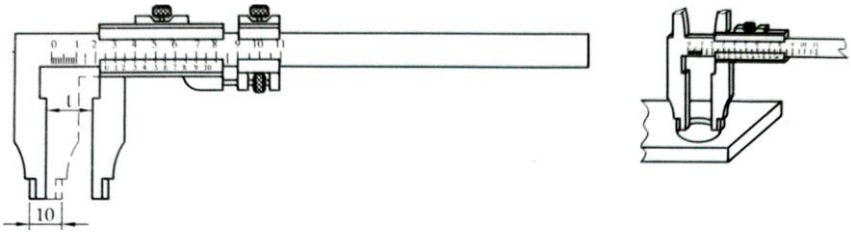
Мерила са нонијусом су стандардизована по SRPS-у К.Т2.040. у пракси се најчешће користе за мерење дужине са прецизношћу очитавања у милиметрима и мањих делова милиметра. Мерила имају лењир и покретни део са кљуновима. На лењиру има основну скалу са вредностима подељка од 0,5 mm и 1 mm. Покретни део мерила нонијус има скалу са 10,20 или од 50 подељака. Ако скала на нонијусу од 10 подељака има дужину од 9 mm, па је прецизност очитавања мерилом 0,1 mm. Ако скала на нонијусу са 20 подељака има дужину од 19 mm, размак између подељака је 0,95 mm, па је прецизност очитавања мерилом 0,05 mm. Ако је скала на нонијусу са педесет подељака дужине 49

mm, размак између подељака је 0,98 mm, па је прецизност очитавања мерилом 0,02 mm. Мерила могу имати обичну скалу, скалу са сатом и скалу са дигиталним очитавањем. Мере су изражене у милиметрима и цолима. Помична мерила са нонијусом израђују се као помично мерило са кљуновима, помично мерило са кљуновима и шиљцима, универзално помично мерило, дубиномер, затим као висиномери и мерило за мерење растојања. На слици 121. приказана су мерења дужине, дубине, висине и растојања кљунастим мерилима.

	КЉУНАСТО ДУЖИНСКО МЕРИЛО	КЉУНАСТО ДУБИНСКО МЕРИЛО	КЉУНАСТО ВИСИНСКО МЕРИЛО	КЉУНАСТО МЕРИЛО ЗА РАСТОЈАЊА
ШЕМА				
СИМБОЛ				
СТАНД.	JUS K.T2.040;050;051;052	JUS K.T2.060		
ДИЈАПА-ЗОН	0 ... 1000 mm	10 ... 400 mm	300 ... 700 mm	100 ... 300 mm
ОЧИТ. ВР. ПОДЕОКА	0,1;... 0,05 mm; (0,2 mm) (1/128"; 1/16")	0,05 mm	0,02 mm	0,02 mm

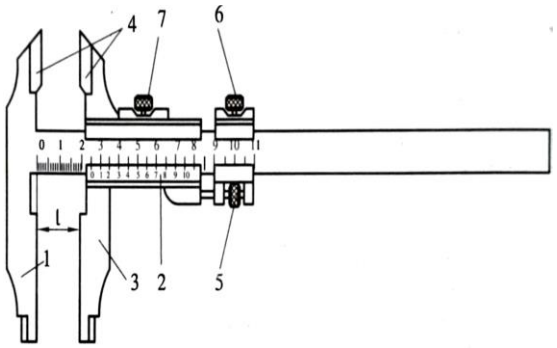
Слика 121. - Мерења дужине, дубине, висине и растојања кљунастим мерилима

Помично мерило са кљуновима (Слика 122) служи за мерење спољашњих и унутрашњих мера. По конструкцији ширина кљуна је 10 mm. Могу се мерити унутрашње мере само величина већих од 10 mm. Измерена величина је једнака очитаној величини, увећаној за 10 mm.



Слика 122. - Помично мерило са кљуновима

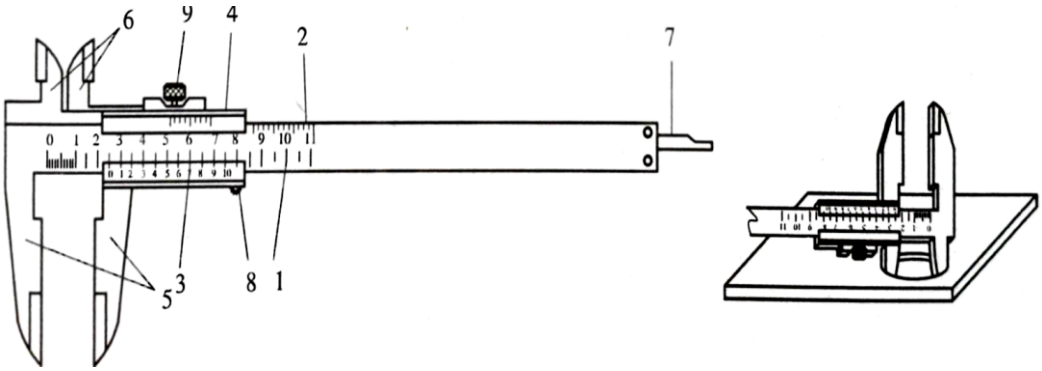
Помично мерило са кљуновима и шиљцима (Слика 123) служи за мерење спољашњих и унутрашњих мера. Састоји се из лењира са милиметарском поделом (1), нонијуса са милиметарском поделом (2), кљуновима за мерење спољашњих и унутрашњих мерила (4), механизам за фино подешавање (5), завртања (6), за учвршћивања механизама за фино подешавање и завртања (7) за учвршћивање положаја покретног дела који се користи при очитавању мере.



Слика 123. - Помично мерило са кљуновима и шиљцима

Универзално помично мерило (Слика 124) користи се за мерење спољашњих мера кљуновима, унутрашњих мера шиљцима и дубина наставком на задњој страни мерила.

На лењиру постоји милиметарска подела (1) и цоловна подела (2). Нонијус има милиметарску поделу (3) и цоловну поделу (4), као и кљунове (5) за мерење спољашњих и мерење унутрашњих мера. На задњој страни налази се наставак за мерење дубинских мера (7) на доњој повлакач (8), а на горњој вијак (9) за фиксирање покретног дела мерила.

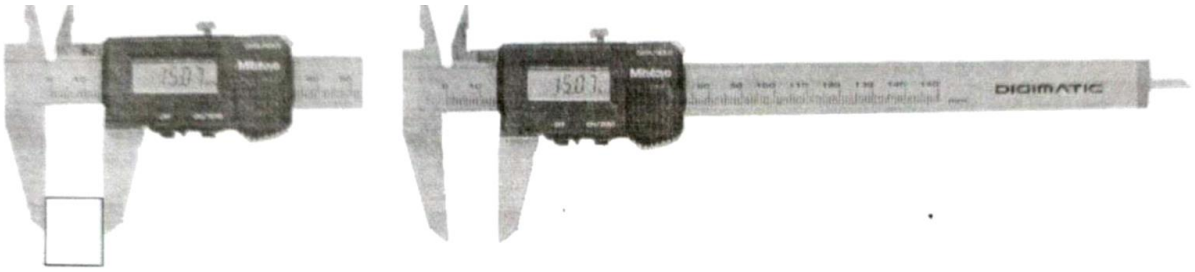


Слика 124. - Универзално помично мерило

Помично мерило са сатом (Слика 125) има кружну скалу са казаљкама која показује вредност мерне величине. Има облик универзалног мерила са уређеним озубљењем за померање клизача са сатним механизмом. Мерни опсег је до 150 mm. Вредност подељака на основној скали може бити 0,02, 0,05 или 0,1 mm. За један круг на мерном сату казаљка показује вредност 10 mm. На слици 125. је приказана очитана величина од 15,5 mm.

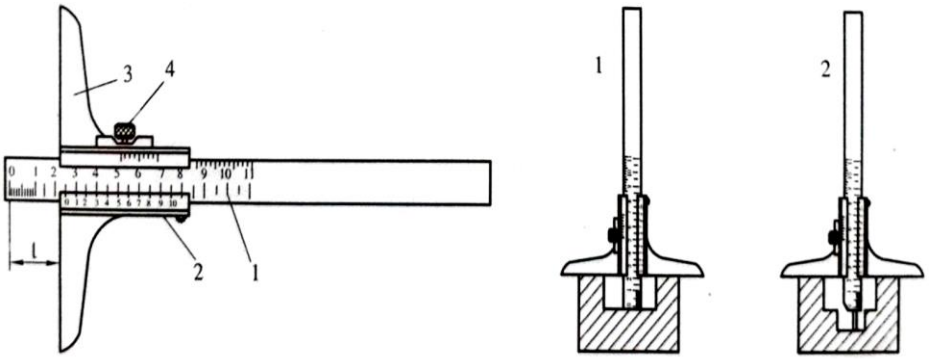
Слика 125. - Помично мерило са сатом

Дигитално помично мерило (Слика 126) представља универзално помично мерило са дигитроном уместо нонијуса. Прецизност мерења је 0,01 mm. На слици 126 је показана вредност мерне величине на дисплеју, и то 20,96 mm.



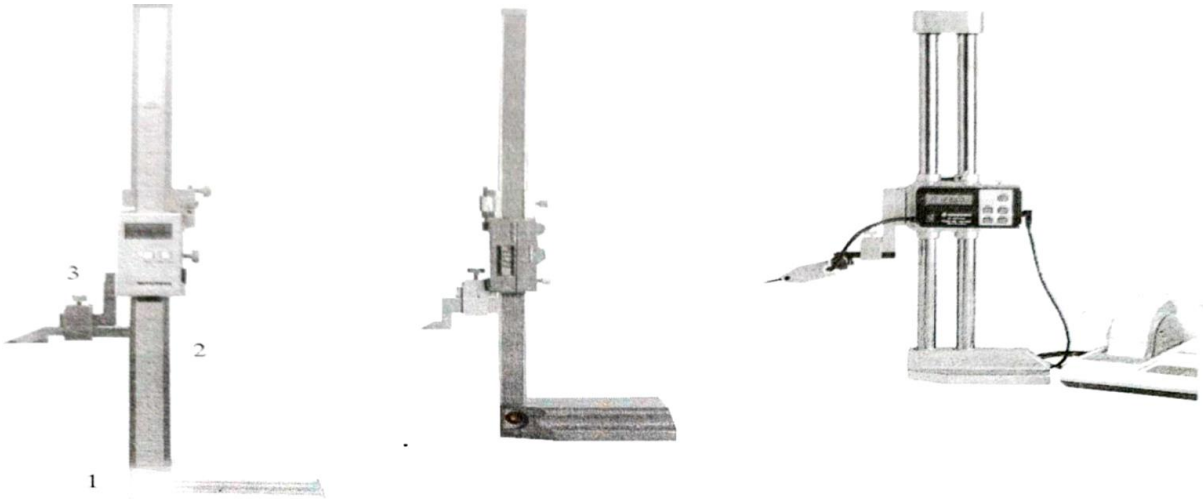
Слика 126. - Дигитално помично мерило

Дубиномер (Слика 127) служи за мерење дубинских мера. Састоји се из лењира са милиметарском поделом (1), нонијуса са милиметарском поделом (2), кљунова за ослањање при мерењу (3) и завртања (4). За учвршћивање нонијуса да би се очитала величина мере.



Слика 127. - Дубиномер

Висиномер (Слика 128) се користи при контролисању висинских положаја и растојања. Има постоље (1) и лењир (2) са основном скалом и поделом у милиметрима. По лењиру се помера клизач (3) са нонијусом чија је прецизност мерења 0,02 mm или 0,05 mm. Нонијус носи клизач (4), који је у нултом положају раван са осом постоља. Висиномер се користи и при оцртавању.



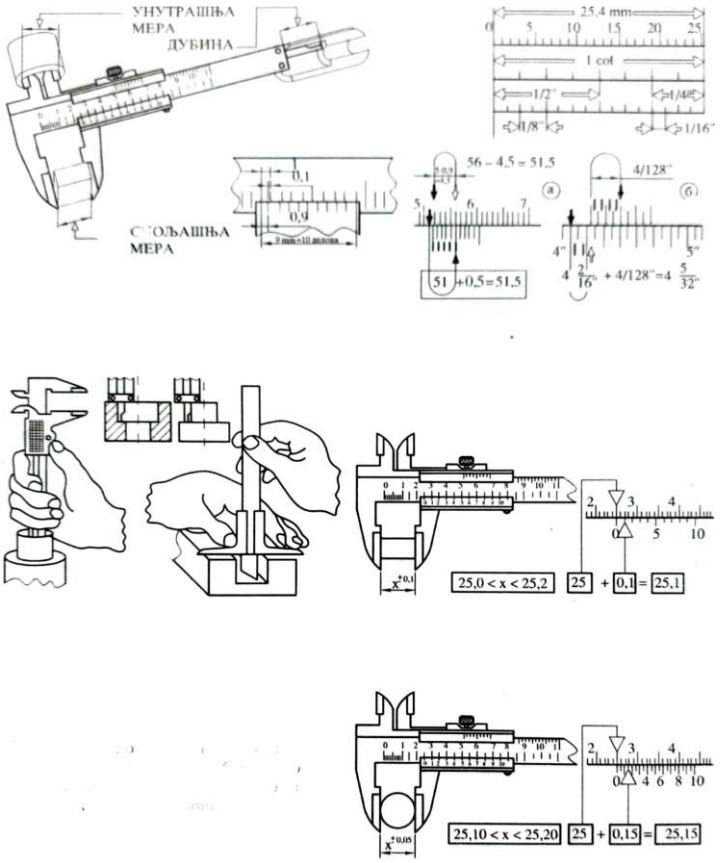
Слика 128. - Висиномер

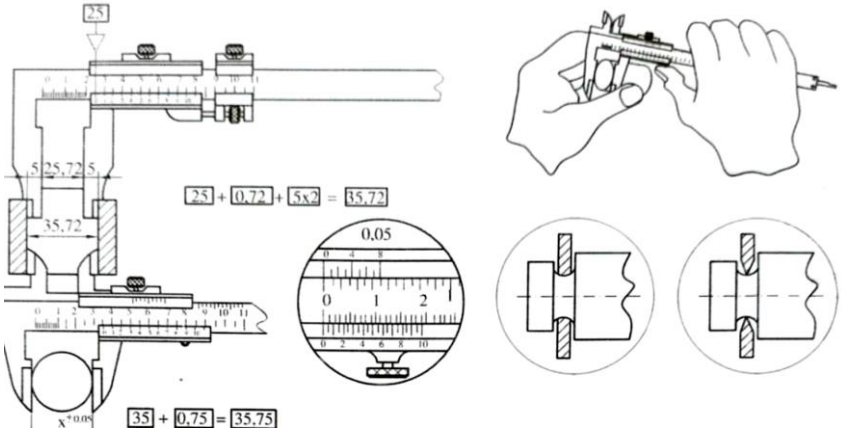
Руковање помичним универзалним мерилом

На слици 129. приказан је поступак руковања универзалним помичним мерилом. Пошто се припреми радно место, очисте се припремљени делови – модели за мерење дужине, ширине, висине и дубине. Мерило којим се мери неки део мора имати температуру средине (200° C). Врше се три независна очитавања мерене величине.

Поступак при мерењу помичним мерилом иде следећим током:

- отвори се помично мерило и преконтролише да ли има све делове и да ли су сви исправни. Обрише се прашина и затвори мерило. Мерило је исправно ако се површиине кљунова и површине шиљака додирују, а нула на скали нонијуса поклапа са нулом на скали лењира,
- притисне се кочница кажипрстом десне руке и отвори се мерило више од дужине која се мери. Левом руком постави се део између кљунова мерила,
- мерило се затим, полако затвори да кљунови обухвате део. Отпусти се кочница и покретни део – клизач мерила са нонијусом се приближи непомичном делу,
- нормалним погледом на скалу мерила очита се мерна величина. Провери се поново положај нула на скали лењира и скали нонијуса. Очита се ∫=40 mm,
- потом се притисне кочница, отворило мерило и ослободи део. После тога могу се измерити остале величине спољашњих мера. На другом моделу могу се измерити спољашња и унутрашња мера и дубина,
- помично мерило се обрише, затвори и одложи са кутијом и моделима.





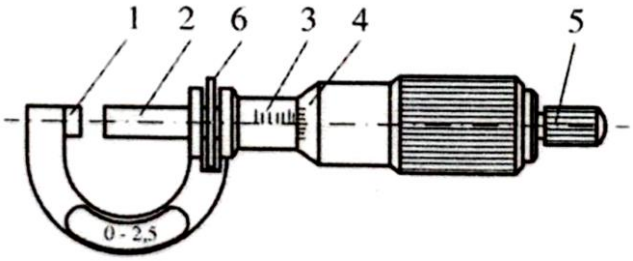
Слика 129. - Поступак при мерењу помичним мерилом

2.5.5. МЕРЕЊЕ И КОНТРОЛИСАЊЕ МИКРОМЕТАРСКИМ МЕРИЛИМА

Микрометар (1 μm) је величина дужинске мере од 0,001 mm, па се мерила за мерење прецизности 0,001 називају микрометарским мерилима. Микрометарска мерила (микрометри) користе се за мерење дужинских спољашњих и унутрашњих мера и дубина, за мерење растојања, дебљине лима, навоја, зупчаника и посебне намене.

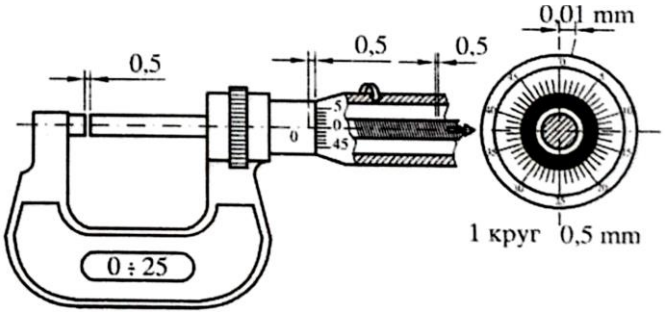
Микрометарско мерило, приказано на слици 130. састоји се из тела у облику потковице. На телу се налази ознака опсега мерења: 0 - 25 mm. Лево је постављен ослонац (1), а десно је урађен жлеб за постављање кочнице (6). Са десне стране се наставља чаура. На спољној страни чауре урађена је линеарна скала (3), са поделом у милиметрима. Кроз чауру пролази покретно вретено (2) који има на средњем делу метрички навој величине корака од 0,5 mm. Чаура је еластична и наврткoм се подешава ход навојног вретена кроз њу.

На крају вретена налази се конусна спојница са окретним добошем (4), који је спојен завртњем са вретеном. Добош има уграђен механизам са еластичном спојницом – скаквцем (5). Користи се за фино подешавање положаја вретена при мерењу врло малом силом да се не оштете мерене површине.



Слика 130. - Микрометарско мерило

На конусном делу добоша угравирана је кружна скала на педесет подељака. Корак навоја на вретену је 0,5 mm, а то значи да је вредност подељка 0,01 mm, што представља прецизност мерила (Слика 131).

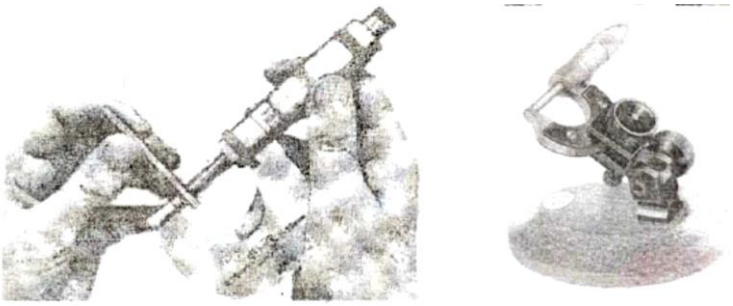


Слика 131. - Скала микрометарског мерила

Окретањем добоша удесно, помоћу навоја вретено се помера ка ослонцу. Када вретено додирне ослонац, предњи конусни део добоша се поклопи са нултом линијом основне скале. Тада се поклапа и нулта линија скале на конусном делу добоша.

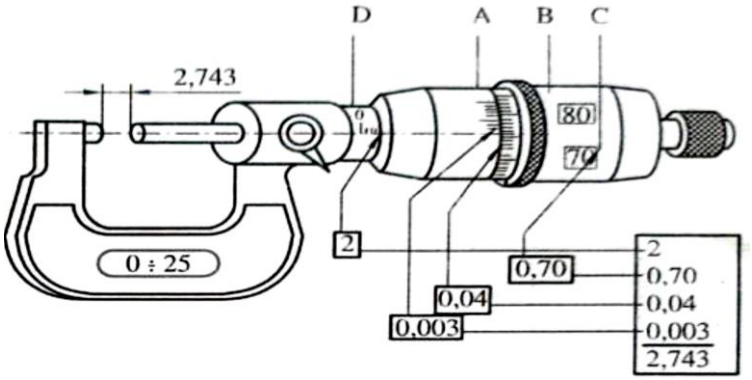
У зависности од величине размака између ослонца и вретена дефинише се опсег мерења. Према опсегу мерења, који је исписан на плочици на телу мерила, микрометарска мерила за мерење спољашњих мера могу бити за мерење дужине 0 - 25 mm и за веће дужине – до 300 mm, са разликом по 25 mm.

Руковање микрометром. Део који се мери и мерило којим се мери морају имати температуру радне средине од 20°C. Припремите радно место. Упознајте карактеристике и поступак руковања микрометарским мерилом. Обришите делове – моделе за мерење дужине, ширине и висине. Одговарајуће мерило обришите и преконтролишите његову исправност. Лаганим окретањем добоша удесно проверите да ли се поклапају нула на основној скали и нула на добошу.



Слика 132. - Руковање микрометарским мерилом

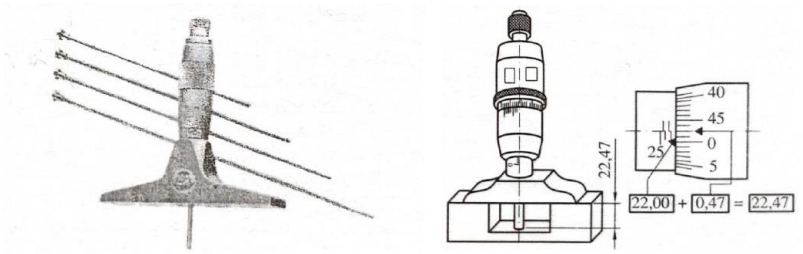
Мерење се изводи тако што се мерило узме у десну руку, а обрадак у леву и постави између ослонца и вретена мерила, као на слици 132. Када се ради о контроли у серијској производњи, мерило се поставља на сталак.



Слика 133. - Микрометарско мерило са двоструком чауром

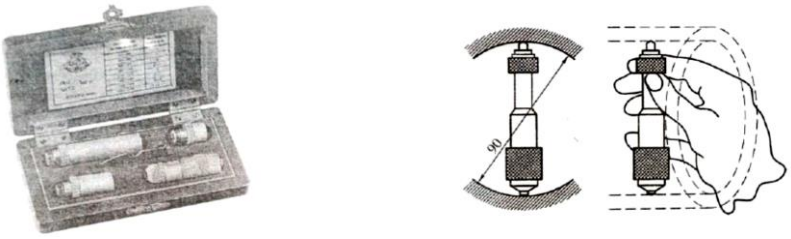
Микрометарско мерило може бити конструисано са двоструком чауром, као на слици 133. Мерило, осим нормалне скале са нонијусом, има и дигиталну скалу, па се могу очитати мерене величине изражене у микронима.

Микрометарско мерило за мерење дубине приказано је на слици 134. Вретено пролази кроз ослонац до дубине рупе изнас које је мерило ослоњено. Мера се очитава са основне скале у милиметрима и са добоша у 0,01 mm.



Слика 134. - Микрометарско мерило за мерење и контролу дубине

Микрометри за мерење величине унутрашњих мера имају на оба краја пипке којима се ослањају на мерену величину. На слици 135. приказана је гарнитура мерила и начин мерења микрометром за унутрашње мере.



Слика 135. - Микрометарско мерило за мерење унутрашњих мера

Микрометарска мерила чувају се у кутији и пре и после мерења морају се обрисати. Проверите да ли се у затвореном положају поклапа нула са кружне скале са нулом на основној скали. Ако се нуле се поклапају, мерило се не сме поправљати. После мерења и очитавања мерене величине проверите још једном да ли сте то пажљиво и добро урадили. По завршеном мерењу очистите мерило и са кутијом га одложите на одређено место.

2.5.6. МЕРЕЊЕ, КОНТРОЛИСАЊЕ И ТОЛЕРИСАЊЕ УГЛОВА

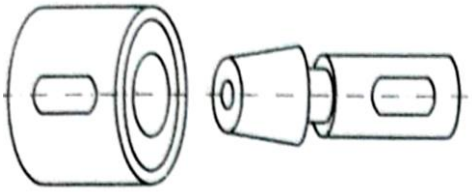
Дефиниција величине угла заснива се на положају неке праве линије или равни дела према основној хоризонталној или вертикалној равни. Као јединица за мерење величине угла усвојен је један степен (1°), који представља 360 - и део круга. Мање јединице су угаони минут и угаони секунд.

У машиноградњи се изводе мерења и контролисање спољашњих и унутрашњих углова у равни. Угао у равни представља нагнуту линију или површину према унапред утврђеном правцу. Јединица мере угла је радијан (rad). Дефинисан је као угао у равни између два полупречника у кругу, који образују лук дужине једнаке дужини полупречника. За мерење угла у равни дозвољена је употреба и јединице мере степен (°). Однос између јединица радијан - степен дат је изразом:

1 rad = 180°/π=57°17'44“. За мерење углова користе се либеле и једнострука и вишеструка мерила.

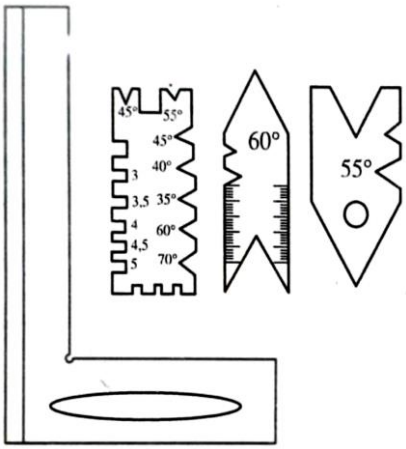
Једнострука мерила за углове: Једноструким мерилом контролише се величина само једног угла. Ова мерила користе се као толеранцијска мерила за углове и конусе и као гранична мерила за углове и нагибе.

Толеранцијска мерила служе за мерење и контролисање величина конуса. За контролу унутрашњег конуса, у рупи и отвору, користе се конусни чепови, а за контролу спољашњег конуса конусне чауре, као на слици 136.



Слика 136. - Конусна чаура и конусни чеп

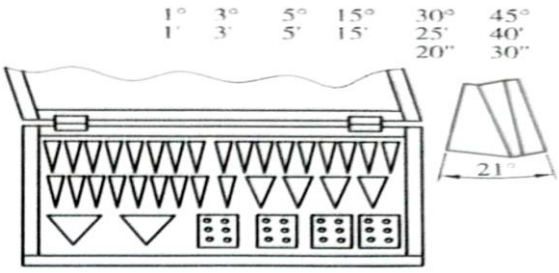
Као гранична мерила за углове користе се угаоници за контролу углова 30°, 45°, 60° и 90° и шаблони. Угаоници различитих врста са и без наслона приказани су на слици 137.



Слика 137. - Угаоници

Угаоници се користе при контроли положаја елемената заварених конструкција и при уградњи делова монтажних конструкција. При ручној обради турпијањем служе за контролу углова. При оштрењу секача, бургија, стругарских ножева и другог алата користе се контролни шаблони.

Гарнитуру граничних мерила угла у равни чини комплет у виду плочица приказаних на слици 138.

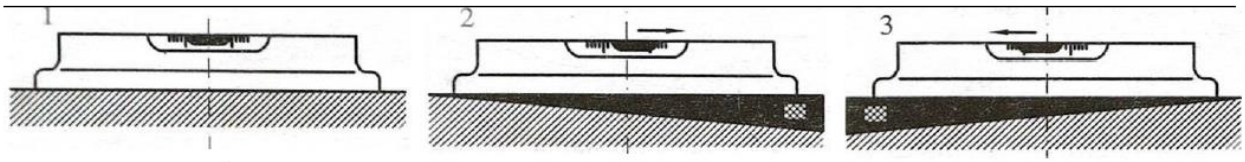


Слика 138. - Гарнитура граничних мерила

Једна од гранитура се састоји од четрнаест мерила одређене величине угла. Величина угла може се контролисати једном плочицом или слогом плочица.

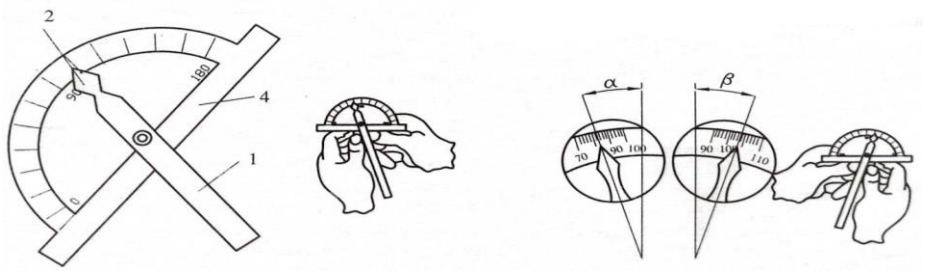
Вишеструка мерила за углове: Вишеструким мерилима мере се и контролишу величине углова, нагиби и конуси у мерном опсегу одговарајућег мерила. Као вишеструка мерила за мерење и контролисање углова користе се либеле, угломери (обични, механички, универзални и оптички) и тригонометријска мерила.

Либеле се користе за мерење и контролу положаја елемената, делова и уређаја машина и то њихове хоризонталности и вертикалности. У пракси се користе за контролу равности површина, и то: браварска, оквирна, либела са микрометарским завртњем, оптичка и др. Свака либела има тело са фино обрађеним паралелним површинама. У тело је уграђена цевчица испуњена течношћу са интерним гасом у виду мехура. Цевчица је мало искривљена, па мехур задржава увек исти облик и највиши положај у цеви. Либела може имати две управно постављене цевчице са мехурима за истовремену контролу уздужног и попречног положаја површине. Ако је контролисана раван хоризонтална (1), мехур се налази у средишњем положају. Због малог набига либеле десно (2) или лево (3) мехур се помера и региструје величину одступања паралелности површине, као што је приказано на слици 139. Подељци на скали либеле, лево и десно од нулте линије, представљају величину нагиба на један метар дужине изражене у милиметрима. Прецизност либеле означена је бројчано. Нпр. ако је ознака на либели 0,02, онда је величина нагиба 0,02 mm на дужини од 1 m (1000 mm). Ако се мехур помери, нпр. за 3 подељка, онда величина нагиба износи 0,08 mm (пише се 0,08/1000). Пре употребе потребно је извршити контролу нултог положаја и вредности подељка либеле.



Слика 139. - Либела

Механички угломер (Слика 140) користи се за мерење и контролисање углова величине од 0° до 180° са тачношћу до 1°. Угломер има покретни корак (1), чији је врх урађен у облику казаљке (2) да би се тачније очитале величине у степенима са подеоне скале (3). Површина, која се контролише или мери, поставља се између носача подеоне скале (4) и подеоног крака. После мерења крак се закочи завртањем и очита се мерна величина. На слици 140. је приказана величина угла α од 74° и угао β од 100°.



Слика 140. - Механички угломер

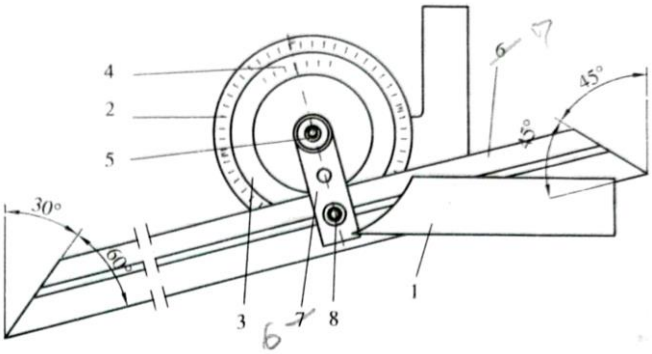
Универзални угломер (Слика 141) користи се за мерење углова степена од 0° до 360°. Тачност очитавања мерене величине је у минутима. Угломер се састоји од непокретног крака (1), који представља целину са телом у облику кружног тока (2). Обим плоче подељен је на 360°, подељака, тако да четвртина круга представља од 0° до 90°. На

кружној плочи се налази покретни диск (3) на коме је урезана или за њега и причвршћена скала нонијуса (4). Покретни диск (3) се помоћу затварања (5) притеже са нонијусом у одговарајући положај у односу на диск (2).Он (3) се налази у чврстој вези са носачем (6) и покретним лењиром са жлебом (7), који се може учврстити завртњем (8). Крајеви лењира су закошени под углом од 45°, односно 60°. Лењир се заједно са покретним диском (3) може окретати у круг за 360° у односу на непокретни лењир (1).

Нонијус угломера има нулти положај, леви и десни део скале. При очитавању углова лево од нуле основне скале треба користити леви део скале нонијуса, а при очитавању углова десно од нуле основне скале користи се десни део скале нонијуса.

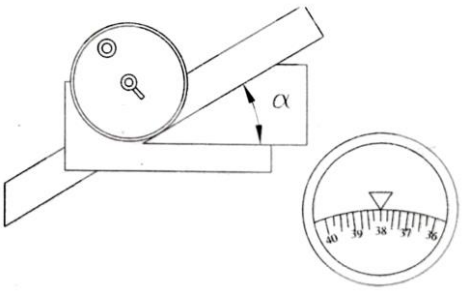
Лева и десна скала нонијуса добијене су на тај начин што је 23° основне скале подељено на 12 подељака скале нонијуса (23/12), што значи да је сваки подељак скале на нонијусу мањи за 1/12 од 2° на основној скали. Величина јдног подељка скале на нонијусу 1/12° = 5' минута. Тачност мерења универзалним угломером је 5' (минута).

При мерењу и очитавању величине угла треба водити рачуна са које се стране угао мери од 0° или од 90°. Ако је угао од 0° према 90° тј. слева удесно, онда се најпре очитају цели степени на основној скали, рачунајући од нулте црте на нонијусу.



Слика 141. - Универзални угломер

Оптички угломер (Слика 142) је универзални угломер са уграђеном лупом на обртној плочи за очитавање мерене величине угла. Омогућава контролисање и мерење углова од 0° до 360°. Мерење и контролисање величине угла изводи се закретањем покретног крака по скали са прецизношћу са 2,5' (минута). У пракси се користи и комбиновани угломер.



Слика 142. - Оптички угломер

У пракси се контролишу и мере спољашњи и унутрашњи углови у равни. Угао у равни представља површину нагнуту према унапред утврђеном правцу. Величина углова се контролише угаоницама, либелама и шаблонима, а мери угломерима. Универзални

угломер користи се за мерење углова од 0° до 360°, са прецизношћу очитања мерене величине у степенима и минутама.

2.5.7. МЕРЕЊЕ, КОНТРОЛИСАЊЕ И ТОЛЕРИСАЊЕ ОБЛИКА И ПОЛОЖАЈА

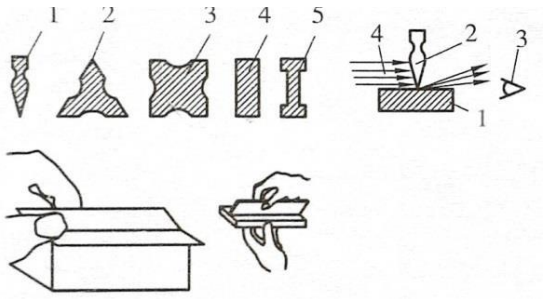
За мерење и контролисање геометријског облика, положаја и квалитета површине обратка користе се контролни лењири и компаратори. На слици 143. приказани су графички симболи означавања геометријских толеранција. Словно су означене на основу којих се означава толеранција положаја.

Толеранција и симболи	Примери примене и објашњења	
Правост	0,03	Оса цилиндричног завртња мора лежати унутар цилиндра пречника $r = 0{,}03$ mm.
Равност	0,05	Толерисана површина мора лежати између две паралелне равни растојања $t = 0{,}05$ mm.
Кружност	0,02	Обимна линија сваког попречног пресека мора лежати у кружном прстену $t = 0{,}02$ mm.
Цилиндричност	0,05	Толерисана површина мора лежати између два коаксијална цилиндра радијалног растојања $t = 0{,}05$ mm.
Паралелност	Ø0,1 A; A	Толерисана оса мора лежати унутар цилиндра пречника $t = 0{,}1$ mm који је паралелан са референтном осом.
	0,01	Толерисана површина мора лежати између две равни растојања $t = 0{,}01$ mm паралелне са референтном површином.
Управност	A; 0,05 A	Толерисана оса мора лежати између две равни међусобног паралелног растојања $t = 0{,}08$ mm управне на референтну површину и правац стрелице.
Нагиб (угао нагиба)	A; 0,1 A; 60°	Оса рупе мора лежати између две међусобно паралелне равни растојања $t = 0{,}08$ mm нагнуте под углом од 60° у односу на референтну површину.

Слика 143. - Графички симболи означавања геометријских толеранција

Бројним вредностима приказана је величина толеранцијског поља за дато одступање у милиметрима. На слици је приказано означавање равности са величином одступања и толеранцијским пољем (t). Дозвољена грешка равности је 0,05 mm. Обрађена површина може одступати у границама толеранције од идеалне равни. Толеранција равности је простор између две паралелне равни у коме се налази обрађена и контролисана површина.

Квалитет обраде на цртежу се представља кукицом са додатним ознакама. Равност површине контролише се лењирима (3), правоугаоним (4) и у облику пресека I (Слика 144).

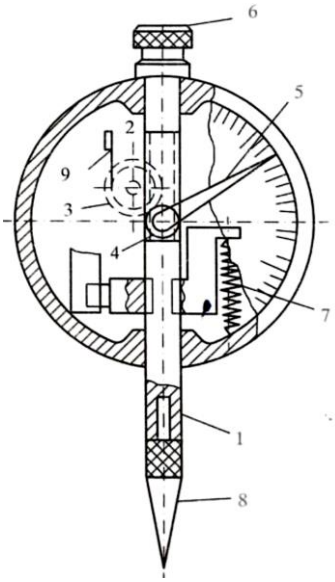


Слика 144. - Лењири за контролу равности површине

Контрола се обавља тако што се на површину обратка (1) ослони ножасти лењир (2) и посматрају се облик и величина светлосног процепа између површине дела и лењира у равни испитане површине (3). На основу облика и величине светлосних зрака (4) може се уочити грешка, али се величина не може исказати бројчано. При контроли се упоређује одступање стварног профила од идеално праве линије. Да би се установила равност површине, контрола се више пута понавља по контролним линијама као што је приказано на слици 144. Ако лењир належе по целој површини, види се уједначен склоп светлости и површина је равна, ако ивица лењира належе у једну тачку, површина је испупчена, а ако површина належе на две тачке, удубљена је. Површина је неравна ако належе на више тачака.

Компаратори се користе за контролу грешака, одступања у облику и површини делова. Погодни су за примену у серијској и масовној производњи. Израђују се као механички, оптички, електрични, хидраулични, пнеуматски и други.

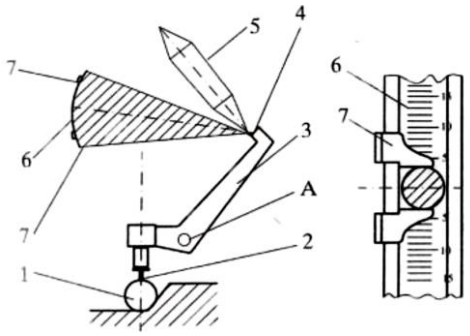
Механички компаратор приказан је на слици 145. Кретање мерног пипка преноси се на казаљку механичким путем. Носач пипка (1) са пужним преносником (2) и зупчаником (3), преко зупчаника (4), покреће казаљку (5). Дугметом (6) доводи се пипак (8) у одговарајући положај. Деловањем силе опруге (9) регулише се померање носача пипка, који преко механизма помоћу казаљке показује одступање величина на основној скали од 0,01 mm. Опруга (7) механизам враћа у првобитни положај.



Слика 145. - Механички компаратор

Компаратор за мерење одступања на спољашњим површинама поставља се на уређај за ношење који може бити у виду стабилног сталка или покретног држача са магнетним постољем.

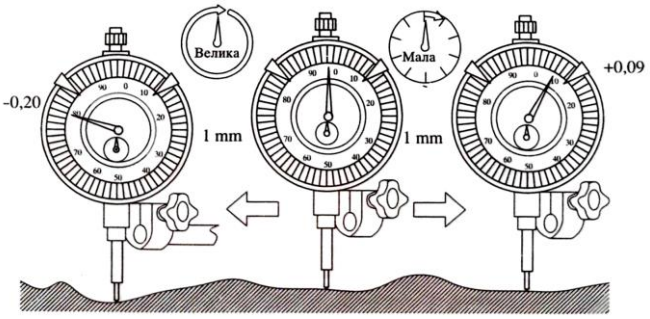
Оптички компаратор (Слика 146) састоји се из двокраке полуге (3), која је окретна око тачке С. На краћем краку полуге налази се носач мерног пипка (2), а на дужем краку огледало (4). Сноп светлости сијалице (5) усмери се помоћу сочива на огледало и рефлектује у виду светлосне тачке са хоризонталном цртом на скалу (6). Величина подељка на скали је 1 μm. Мерни пипак постави се на површину обратка, а светлосна тачка усмери у нулти положај скале. Померањем пипка по површини обртка повећава се или смањује светлосна тачка на скали. Подешавањем положаја граничника према величини светлосне тачке на скали региструје се величина одступања равности површине.



Слика 146. - Оптички компаратор

Контрола равности површине механичним компаратором приказана је на слици 147. На плочу се постави обрадак и пипком компаратора се тангира површина плоче. Онда се подеси положај компаратора по висини, а казаљка се постави у нулти положај опкретањем основне скале до полапања нуле са великом казаљком.

Померањем обратка удесно до краја очита се са скале копаратора величиина одступања равности за - 0,20 mm. Померањем обратка у леву страну очита се одступање за + 0,09 mm. Може се закључити да је укупна неравност површине 0,29 mm у контролисаном уздужном правцу. Затим се део окрене за 90º и контролише равност површине попречно и по дијагоналама обратка.

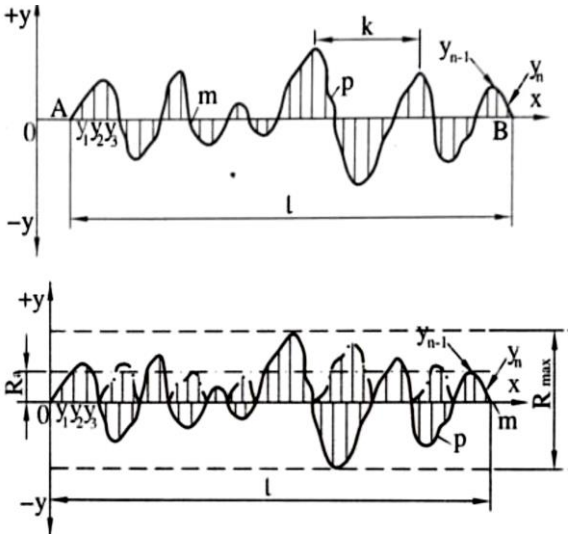


Слика 147. - Пример контроле површине компаратором

При контроли водити рачуна о следећем: Припремите радно место и модел за контролу како би се задовољиле захтеване мере и постигао квалитет обраде. Потом проконтролисати и поставити компаратор на држач и сталак, проверити исправност кретања пипка и казаљке компаратора. За контролу цилиндричних делова треба припремити носаче са шиљцима или призму. При контроли равности површине са више канала Т подизање и поновно спуштање мерног пипка изводи се полако и без удара. Повремено се проверава рад компаратора, али се компаратор не поправља. За време рада очитајте мерену величину пажљиво са скале инструмента више пута. Мера се очитава нормалним погледом на скалу мерила.

2.5.8. МЕРЕЊЕ, КОНТРОЛИСАЊЕ И ТОЛЕРИСАЊЕ ХРАПАВОСТИ ПОВРШИНЕ

Квалитет обрађене површине утиче на тачност и толеранције мера, отпорност на хабање и корозију, бољу везу елемената у склопу и друго. Обрађена површина има извесне неравнине настале током резања. У пресеку дела на површини дужине (l) могу се дефинисати микрогеометријске неравнине по принципу средње линије (M) са карактеристичним параметрима.



Слика 148. - Основни параметри храпавости површине

Основни параметри храпавости површине приказани су на слици 148, и то:

l - референтна дужина, дужина одсечка профила за одређивање храпавости приказана растојањем тачака (А и В),

k - корак неравнине, средњи размак између два профила,

m - средња линија профила, линија која сече све профиле,

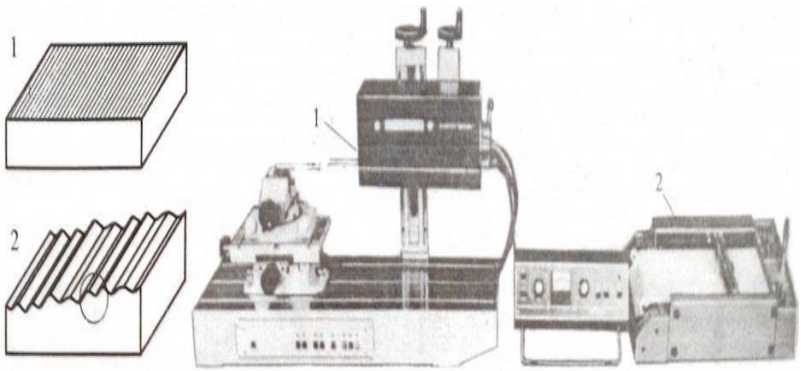
p - ефективни профили, пресек површине,

Rmax - висина неравнине, висина од најниже до највише тачке профила,

Rz – средња висина за 10 тачака, разлика између средње вредности 5 најнижих и 5 највиших тачака профила у границама референтне дужине.

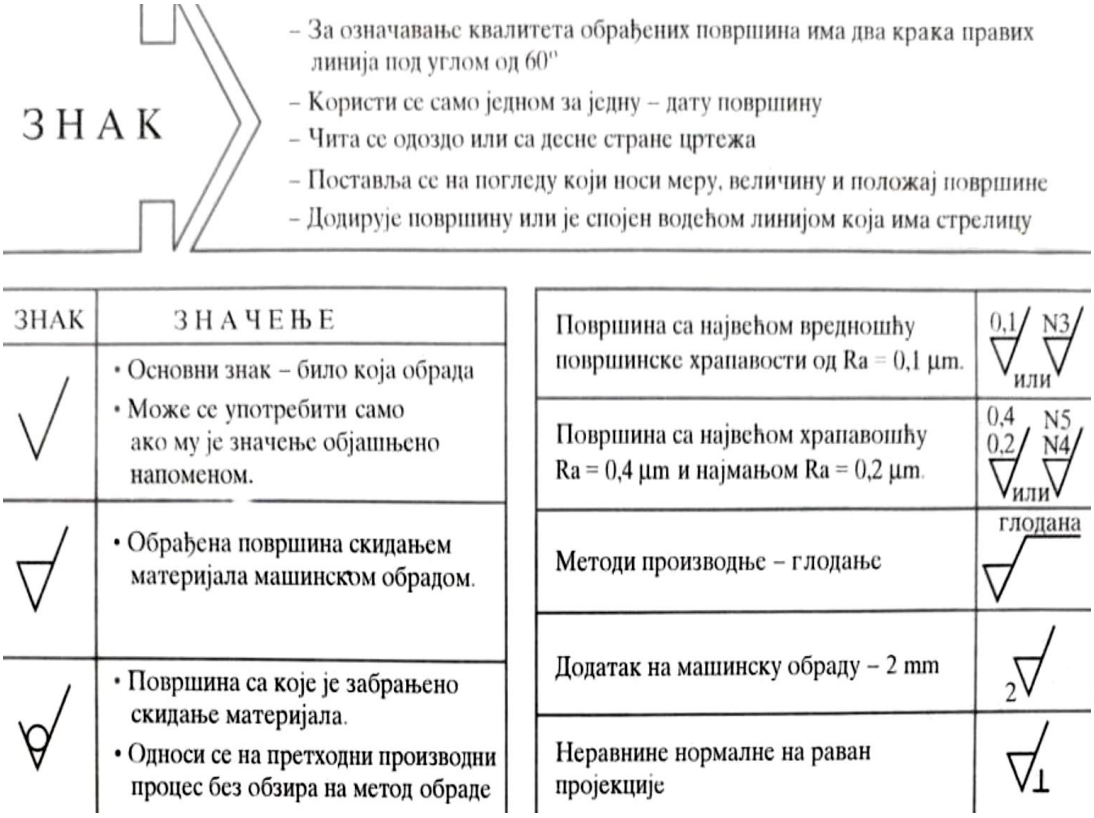
Средње одступање профила (Ra) од средње линије представља вредност одстојања свих тачака од средње линије (m).

На слици 149. приказана је храпавост обрађене површине, настала дејством резног алата при рендисању, која је мерена електронским мерачем. Кретање игле мерача (1) преноси се на писач (2), који исписује дијаграм храпавости. На Y - оси су приказани облици профила увећани до 100000 пута, а на X - оси корак храпавости увећан до 200 пута. Ако се систем укључи на монитор, вредност храпавости (Ra) се очитава директно на екрану.



Слика 149. - Основни параметри храпавости површине

Храпавост обрађене површине (Ra), према SRPS M.A.102, изражава се у микрометрима (μm) са 15 класом финоће. На техничкој и технолошкој документацији показује се посебним ознакама, кукицама као што је приказано на слици 150.



Слика 150. - Ознаке квалитета обрађене површине у техничко-технолошкој документацији

2.5.9. ЧУВАЊЕ И ОДРЖАВАЊЕ МЕРА И ЗАШТИТЕ ТОКОМ МЕРЕЊА

При мерењу и контролисању води се рачуна да се употреби само исправно и право мерило, као и да се користи правилно. Мерила се морају стално контролисати и премазивати уљем да не би кородирала. Морају се чувати од влаге и прашине у кутијама и на одређеном месту. Сви мерни и контролни инструменти са прибором за оцртавање и обележавање могу се чувати у посебној фиоци. Ако мерило има своју кутију, после употребе мора се очистити крпом и вратити у кутију. Кретање нонијуса по лењиру код помичног мерила сме да подешава само стручно лице. У лабораторијама за техничку контролу производи свако мерило има картицу карактеристика, са евиденцијом о употреби и техничкој исправности. На слици 151. приказан је формулар картице мерила.

При чишћењу и одржавању мерила морају се знати назив, делови, карактеристика и начини руковања и очитавања мерених величина. Тачност мерила је максимална разлика између стварне мере величине која се мери и величине мере измерене тим мерилом. Осетљивост мерила изражена је односом величине померања нонијуса по скали мерила и промене мерене величине. Тачност очитавања најмањи је део бројне вредности величине која се може регистровати при мерењу. На скали на лењиру са милиметарском поделом тачност очитавања величине је 0,5mm, у кљунастих мерила 0,1 mm, 0,05 mm и 0,02 mm. Мерни опсег је максимална величина која се може измерити. Мерно подручје означава разлику између најмање и највеће величине која се може мерилом измерити.

Користи се за контролу Тип Део	Контролни картон за мерни алат Назив			Инвентарски број Цртеж Време контроле		
Израђено Достављено	По налогу бр.	Фабрика Радионица		Примљено у складиште Датум		
Где се налази						
Последњи датум контроле						
	Контролисан			Издат		
Број контролисаних комада	Стање на контроли	Датум	Потпис	Датум	Број контроле	Потпис

Слика 151. - Формулар картице мерила

Питања за теоријску проверу знања

1. Шта је мерење?
2. Шта су једнострука, а шта вишеструка мерила?
3. За шта служе толеранцијска мерила?
4. На који начин се контролишу облици и међусобни положаји машинских делова?

2.6. ОЗНАЧАВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА

Најчешће коришћени материјали у машинству су:

- метални материјали (гвожђе, алуминијум, бакар, никл, цинк, хром...) и легуре метала (челик, месинг, бронза, силумин...),
- керамички материјали,
- композитни материјали.

Легура је смеша два или више елемената од којих је барем један метал. Легура има особине метала, али оне могу бити знатно различите од особина чистих компонената из који се легура састоји. Особине легура се могу променити односно побољшати механичком (ваљање, ковање...) или термичком (каљење, жарење, отпуштање...) обрадом.

2.6.1. ЧЕЛИК И ЛИВЕНО ГВОЖЂЕ

Челик је легура гвожђа и угљеника са 0,01 до 2,14 % C. Да би се побољшале особине челика за одређену намену могу се додати и други легирајући елементи. Челик је легура повољна за обраду јер се може резати, лити, деформисати, заваривати, ваљати, а уз то је веома чврст и има веома широку примену у машинству.

Означавање челика и челичног лива је је било прописано стандардом „JUS C.B0.002” из 1986.

Нова стандардизација означавања челика је усаглашена са ознакама по европским стандардима, а то су: „**SRPS EN 10027-1:2003**” и „**SRPS EN 10027-2:2003**”. У употреби су још увек и стари и нови начин означавања.

Ливена гвожђа су легуре гвожђа и угљеника са садржајем од 2,14 до 4,0 % C. Постоји више врста ливеног гвожђа (сиви лив, бели лив, нодуларни лив).

2.7. ТЕХНИЧКО - ТЕХНОЛОШКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

Техничка и радна документација чине кључни део процеса пројектовања, производње и одржавања у разним индустријама. Ова врста документације пружа детаљне информације, смернице и упутства како би се осигурала јасност, прецизност и ефикасности у свим фазама пројекта. Кључни аспекти техничке и радне документације:

Технички цртежи приказују прецизне информације о облику, димензијама, толеранцијама и другим карактеристикама делова или производа. Служе као комуникацијско средство између дизајнера, инжењера и производних тимова.

Технолошки поступци детаљно описују кораке и процесе производње, укључујући материјале, алате, машине и параметре. Пружају смернице за постизање жељених резултата на учинковит и сигуран начин.

Операцијски лист је документ који дефинише редослед свих операција и захвата с обзиром на захтеве на цртежу, потребне стезне, резне и мерне алате за поједину операцију израде, припремно - завршно, помоћно и главно време обраде. Операциони лист се најчешће даје у облику формулара. Пример је дат на табели 9.

ОПЕРАЦИОНИ ЛИСТ		**Ознака дела:**		**Склоп:**		**Производња:**		**Предузеће:**	
Редни бр. операција	**Назив операције**	**Стезни и помоћни алат**		**Резни алат**		**Мерни алат**		**Време у сатима по комаду**	
		Назив	**Ознака**	**Назив**	**Ознака**	**Назив**	**Ознака**	**Припрема**	**Обрада**
						Лист број:		**Листова:**	

Табела 9. - Операциони лист

Каталози садрже информације о производима, деловима или услугама које фирма нуди. Могу укључивати техничке спецификације, слике, цене и друге релевантне детаље.

Радни налог је основни документ везан за конкретне, прецизно одређене активности, конкретног извршиоца, опис послова и обим трошкова производње (Табела 10). Трошкови налога произилазе из предвиђеног задатка, а приказаног у виду елемента израде или услуга.

Планови за рад садрже стратегије и смернице за спровођење одређеног пројекта, процеса или задатка. Могу укључивати распоред рада, алокацију ресурса, финансијске процене и друге важне информације.

Структура техничких упутстава дефинише организацију и садржај техничких упутстава за производе или системе. Укључује информације о припреми простора,

сигурности, алатима и материјалима, означавању позиција, инсталацији, употреби, одржавању и упутства за кориснике.

ФАБРИКА		**РАДНИ НАЛОГ**		**Број:**		**Лист:**			
Погон: Наручилац:				**Листова:**				**Време у сатима по комаду**	
				Назив	**Ознака**	**Назив**	**Ознака**	**Припрема**	**Обрада**
Место:	Улица и број:								
Назив производа									
Назив машине:	Тип машине:	Број машине:							
Извршилац:	Рок:	Планирано време (h):	Планирани застој (h):						
Ком:	Назив документације	Број документа	Износ сати	Вредност материјала					
			машинска	ручна					
						Лист број:		**Листова:**	

Табела 10. - Радни налог

Питања за теоријску проверу знања

1. Шта спада у техничко-технолошку документацију?
2. Шта се дефинише у операционом листу?
3. Који су елементи радног налога?

2.8. КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ, ОДРЕЂИВАЊЕ КООРДИНАТА ТАЧАКА У АПСОЛУТНОМ И ИНКРЕМЕНТАЛНОМ КООРДИНАТНОМ СИСТЕМУ

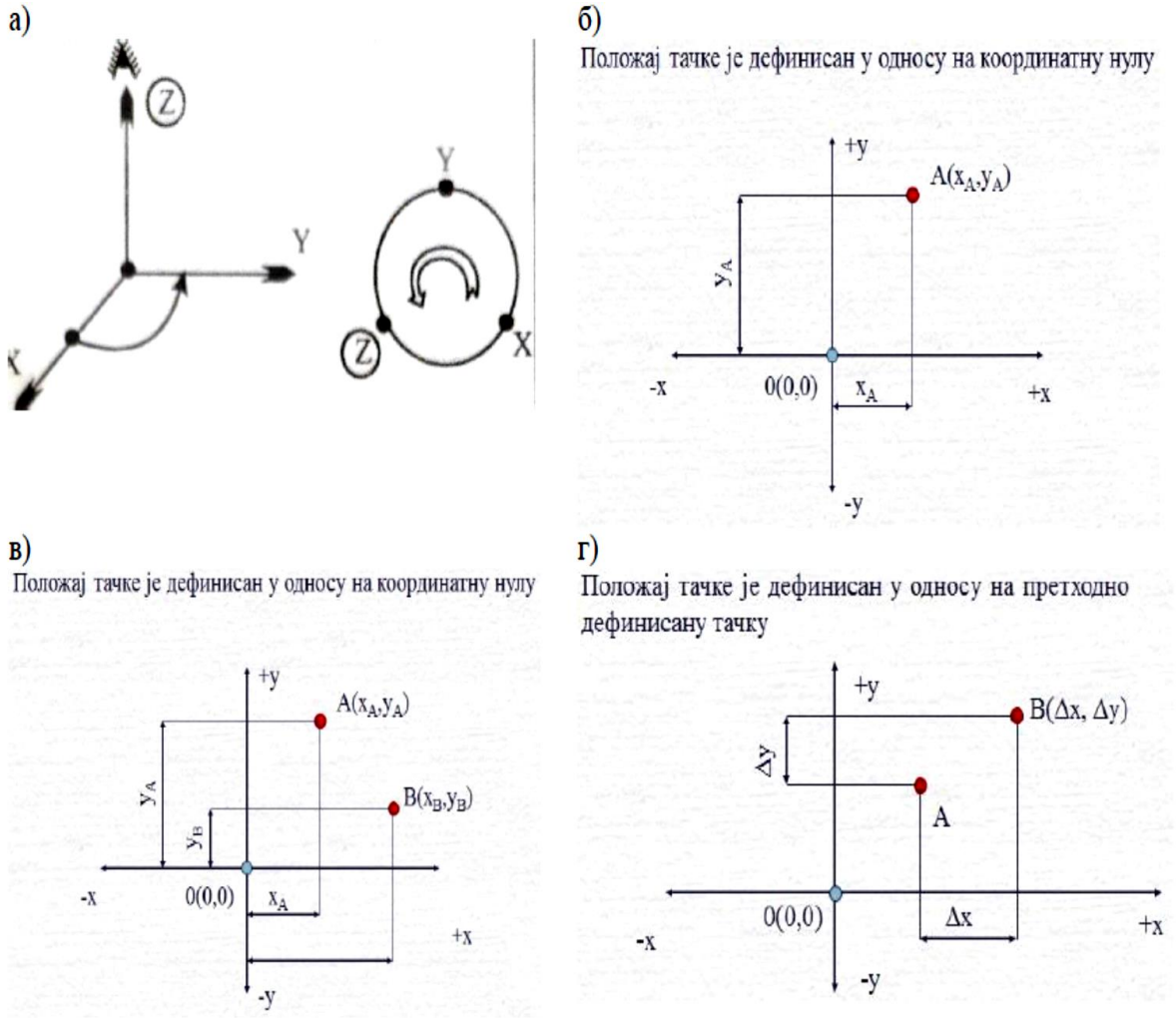
Добро познавање координатних система је неопходно при машинској обради на CNC машинама. Код CNC машина, координатни систем поставља произвођач, углавном се користи правоугли координатни систем, позитивно оријентисан.

Ако се усвоји абецедни ред оса просторног система X,Y и Z и ако се узме у обзир позитиван математички смер супротан казаљкама на сату, онда се може рећи следеће:

- Ако за било коју осу, на пример Z осу, усвојимо да има смер навише и ако гледамо у врх те осе, онда ће наредна по абецедном реду X оса морати према Y оси да се окреће у назначеном смеру ка на слици 152. а - супротном од смера казаљке на сату.

На слици 152. б, в и г приказано је како се међусобно односе апсолутни и инкрементални координатни систем.

Машина има свој апсолутни координатни систем где радни сто и алат стоје у нултом положају. На сликама је то координатни почетак. Да би се одрадио неки захват, алат се мора довести у почетни положај за извођење захвата (тачка А). Сада је тачка А почетак инкременталног координатног система у односу на коју се дефинишу остали геометријски параметри резања. Тачка В најчешће означава крај захвата, што значи да се алат мора довести из тачке А до тачке В по одређеном закону да би се извео тражени захват.



Слика 152. - Апсолутни и инкрементални координатни систем

Питања за теоријску проверу знања

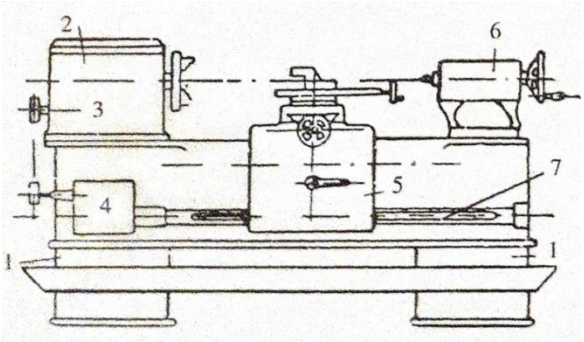
1. Која је разлика између апсолутног и инкременталног координатног система?

3. СТРУГАЊЕ

3.1 ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СТРУГАА И ПРИБОРА

Према конструкцији и намени стругови могу бити паралелни (обични и универзални), са револверском главом, чеони, вертикални, копирни и др. Према начину руковања могу бити са ручним и механичким помоћним кретањем и са аутоматским и програмираним кретањем обратка и алата. Према начину управљања могу бити са ручним командама и програмирани – CNC стругови са нумеричком управљачком јединицом у виду компјутера.

Паралелни струг или струг са шиљцима приказан је на слици 153.

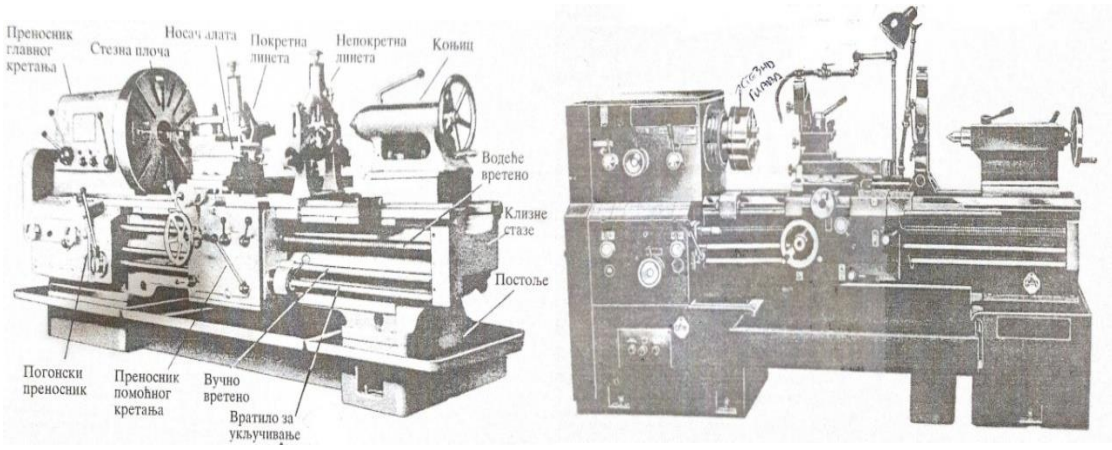


Слика 153. - Паралелни струг

Струг се користи се у појединачној производњи за обраду свих врста материјала и израду делова одређеног пречника и дужине. Главни делови струга су:

- постоље (1),
- глава струга (2),
- преносник за главно кретање (3),
- преносник за помоћно кретање (4),
- носач алата (5),
- носач шиљка – задњег ослонца (6),
- вучно вретено (7).

Обичан струг има вучно вретено за механички помак алата при попречном и уздужном кретању током обраде.



Слика 154. - Универзални струг

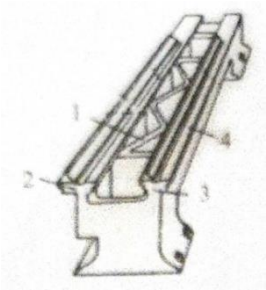
Универзални струг има водеће вучно вретено, па је могућа израда навоја. Додатни уређаји омогућују израду конуса, профила, кугли, као и копирно стругање.

На слици 154. приказан је паралелни универзални струг са основним уређајима и деловима.

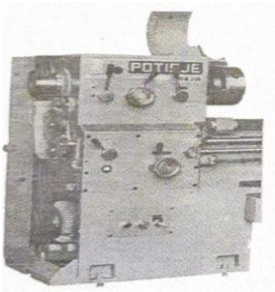
Постоље је основни део струга (Слика 155) и израђује се ливењем. Садржи профилне стабилизаторе (1) који смањују вибрације током рада. Они повезују уздужне стране (2) и ослонце у виду кућишта (3). Са горње стране се налазе вођице (4) по којима се креће носач алата.

Кућиште (Слика 156) у доњем делу има уграђен преносник за помоћна кретања носача алата, а у горњем делу преносник за главно кретање.

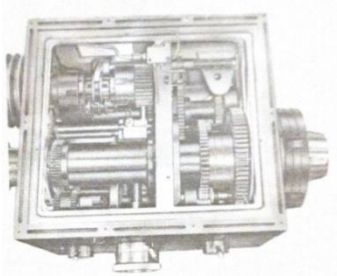
Глава струга (Слика 157) садржи вретениште са зупчаницима којима се преноси обртно кретање са помоћног вретена на главно вретено. На помоћном вретену је уграђена спојница за укључивање и кочница за заустављање.



Слика 155. - Постоље

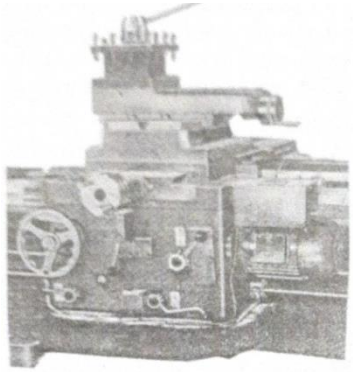


Слика 156. - Кућиште

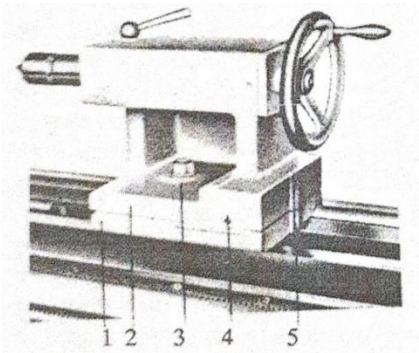


Слика 157. - Глава струга

Преносник за помоћно кретање носача алата се налази у кутији са зупчастим преносником. Помоћу добоша и ручица врши се избор бројева обртаја и величина помака - корака. Избор и промена броја обртаја и величина помака се регулишу према постављеним таблицама док машина није укључена. **Носач алата** (Слика 158) омогућује помоћна кретања алата. Постављен је на клизне стазе струга. Има уздужни и попречни клизач са обичним или измењивим држачем алата. Са предње стране налазе се ручице и добош за регулисање ручног или механичког помака носача алата, уздужно или попречно, укључивањем озубљене летве или навојног или вучног вретена. Носач алата може имати сопствени погонски мотор и обичан или измењив држач алата.



Слика 158. - Носач алата

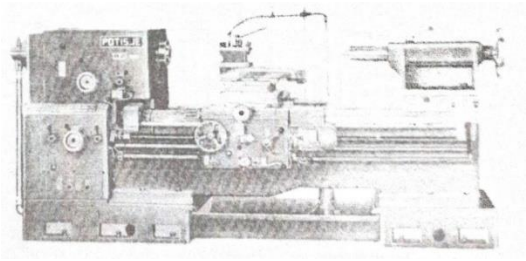


Слика 159. - Задњи ослонац обратка - носач шиљка

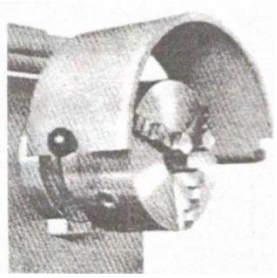
Задњи ослонац обратка - носач шиљка (Слика 159) омогућује стезање обратка веће дужине помоћу шиљака. Постављен је на клизне стазе (1) подесивим постољем (2) и причвршћен завртњем (3). Шиљак се може померити из осе радног вретена помоћу завртња (4) до 12 mm према скали (5). Обрадак се притеже ручно. Положај се регулише ручицом са задње стране ослонца.

Електроопрема се налази у касети поред машине, са склопком за укључивање струје и прекидачем за укључивање пумпе за расхладно средство.

Савремени универзални струг (Слика 160) има уграђено главно вретено са хидрауличном стезном главом (Слика 161) помоћу које се брзо и ефикасно изводи стезање обратка. Стезна глава може имати штитник. Кућиште је херметички затворено и има систем за подмазивање и контролник нивоа уља. Пре укључивања мора се проверити ниво уља у глави на контролном стаклу. Поклопац не сме бити отворен док машина ради.



Слика 160. - Универзални струг са хидрауличном стезном главом



Слика 161. - Хидраулична стезна глава

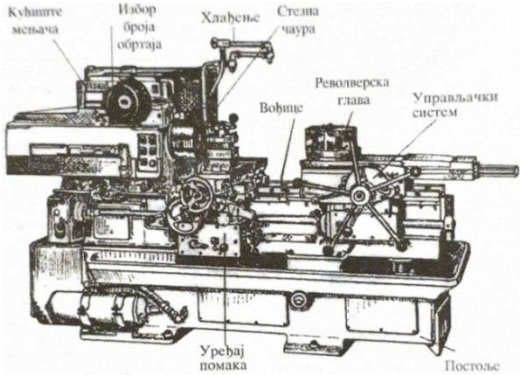
У кућишту се налазе главно вратило и помоћна вратила, спојница и кочница са системом зупчаника за избор броја обртаја главног вретена.

Струг се не сме искључити променом смера обртања вретена. Пре почетка рада треба укључити струг да ради до десет минута спорим окретањем вретена како би се извршило подмазивање преносника помоћу пумпе и разводника уља. За то време обришу се и подмажу клизне стазе, укључи помоћно кретање да носач алата у неколико пролаза изврши подмазивање клизних стаза. Затим треба проверити и подесити положај граничника, поставити или скинути линету. Мора се проверити исправност расхладног средства. После заустављања мотора треба поставити обрадак и алат.

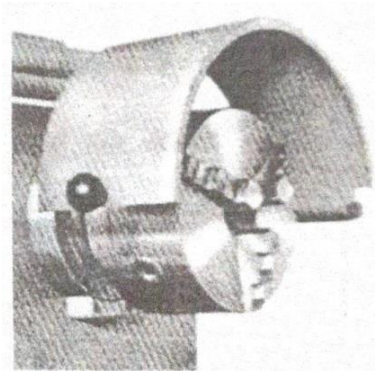
После стезања обратка кључ, алат, прибор, подметачи и др. се одлажу и припреме се штитник за лице, кука за уклањање струготине, метлица, лопатица и четка за чишћење.

Револвер струг (Слика 162) је намењен за израду делова од шипкастог материјала у серијској производњи. Носач алата се креће по постољу струга са држачем алата. Држач са више алата може бити постављен у хоризонталан или вертикалан положај. Измена положаја алата се врши ручно. Помоћно кретање се изводи ручно и механички. Струг има уздужни и попречни носач алата. На слици 163. је носач са шест алата за израду чауре стругањем. Припремљена шипка се провуче кроз радно вретено до граничника и стегне стезном чауром. Обрада чауре се одвија по захватима забушивањем, бушењем, проширивањем, развртањем, израдом жлеба за излаз урезника и израдом навоја. Алат се симултано окреће изменом положаја и уздужно креће ручним или механичким померањем носача да би се урадила обрада. Одсецање чауре на меру изводи се посебним ножем који се поставља на попречни носач алата. После контроле се понавља циклус обраде.

Чеони струг (Слика 164) се користи у серијској производњи за обраду прстенова, плоча отковa и других делова пречника до 1000 mm и мале тежине. Има високу стезну плочу на коју је постављен обрадак у виду поклопца. На дводелном постољу налазе се носачи алата за уздужну и попречну обраду.

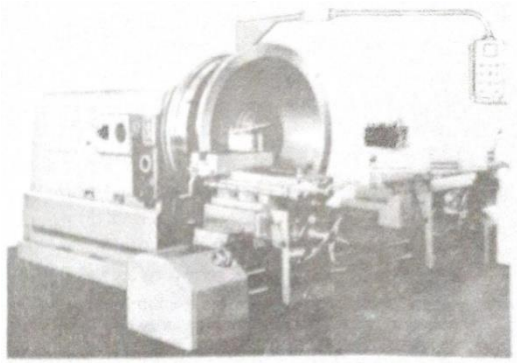


Слика 162. – Револвер - струг

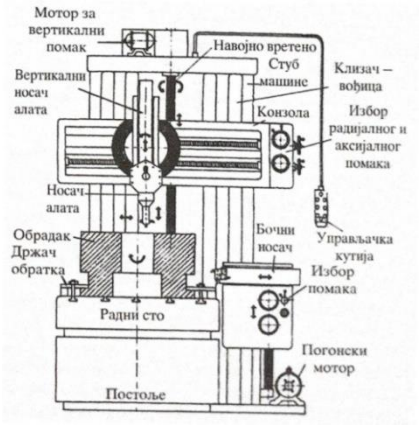


Слика 163. – Револвер - глава, носач алата

Вертикални струг (Слика 165) се користи за обраду делова великих пречника и тежине. Могу се обрађивати делови пречника до 15000 mm.



Слика 164. - Чеони струг

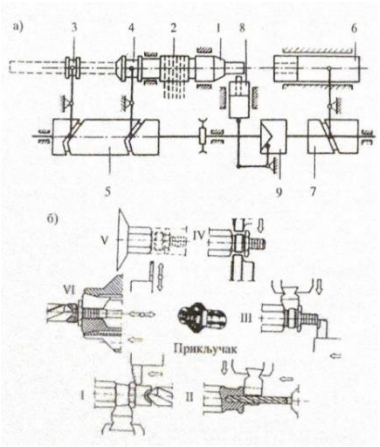


Слика 165. - Вертикални струг

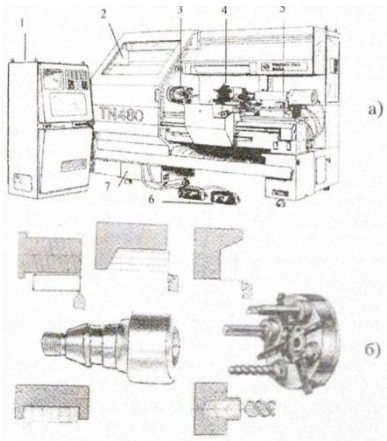
Радни сто је постављен на вертикално вратило у равни пода. У постољу се налази погонски мотор и уређај за главно кретање са променљивим бројем обртаја. На столу је учвршћен обрадак за обраду отвора. Носач алата може имати један или више ножева, креће се по конзоли хоризонтално и са конзолом по стубовима вертикално. За време обраде користе се и брзоизменљиви држачи алата тако да измена алата омогућава да се изврше све потребне операције.

Аутоматски струг (Слика 166) се користи у великосеријској производњи. Припремци се аутоматски уводе кроз отвор на радном вратилу из посебног магацина смештеног на машини. Стругови могу бити са једним или са више радних вретена. На слици је шематски приказан принцип рада једновретеног аутомата. Шипкасти материјал се увуче у радно вратило (1), које се окреће одређеним бројем обртаја помоћу преносника (2). Материјал се провлакачем (3) помери до граничника и стегне повлачењем чауре

стезачем (4) који је покренут преко добоша (5). Носач алата (6) изводи праволинијско помоћно кретање преко механизама и обртног добоша (7). Променом смера добоша мења се радни и повратни ход алата. Попречни носач алата (8) добија помоћно радно и повратно кретање преко добоша (9), а онда изврши одсецање обрађеног обратка.



Слика 166. - Аутоматски струг



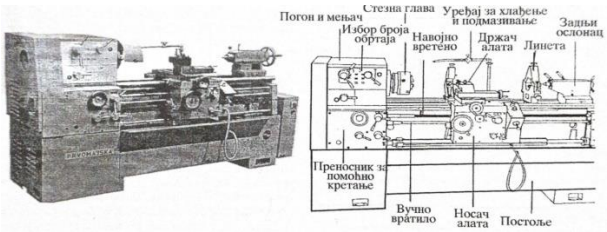
Слика 167. - Програмирани струг

Програмирани струг (Слика 167) се користи у серијској и масовној производњи. Управљачка јединица (1) има компјутер, монитор и компоненте за унос информација са информационих система, што омогућује да се обави припрема, програмирање, симулирање и корекција програма. Припремак се постави у стезну главу (3) и стегне. Алат са тврдим плочицама се постави по редоследу захвата у стезну главу (4). Дужи припремци се могу стегнути хидрауличним стезачем (5), затим се провери исправност расхладног средства и рад хидрауличне пумпе у кућишту (7), затвори радни простор штитником (2) и укључи машина ручном или ножном командом (6).

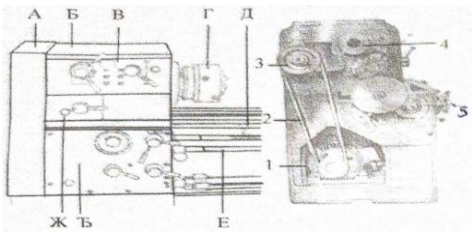
На слици 167. б приказан је циклус обраде пробног модела по операцијама.

3.1.1. КИНЕМАТИКА УНИВЕРЗАЛНОГ СТРУГА

Универзални струг (Слика 168) се користи за израду делова кружног попречног пресека.



Слика 168. - Универзални струг



Слика 169. - Глава универзалног струга

Глава универзалног струга (Слика 169). Ако се са главе струга скине бочни поклопац (А). Само кад машина није укључена, види се бочни преносник. Снага се преноси са електромотора (1) преко каиша (2) на помоћно вратило (3). У глави струга налази се уграђено вретениште (Б). Системом зупчаника обртно кретање се преноси на главно вретено (4) и стезна глава (Г) изводи главно обртно кретање. На бочном преноснику су постављена четири измењива зупчаника (5) за помоћна кретања носача

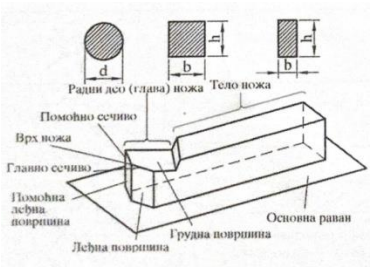
алата. Она се остварују померањем носача алата уздужним и попречним клизачем, помоћу водећег вретена (Д), вучног вретена (Е) и зупчасте летве.

У глави струга се налази систем зупчаника за избор броја обртаја главног вретена. Укључивање се врши спојницом. Промена смера се изводи заустављањем вретена кочницом и поновним укључивањем. Пре укључивања машине мора се проверити ниво уља за подмазивање система у глави струга на контролном стаклу (Ж). На глави струга су приказане ручице са одговарајућим таблицама за избор броја обртаја обратка (В) и за избор величине помака носача алата (Ђ).

АЛАТ ЗА ОБРАДУ СТРУГАЊЕМ

Машински нож је основни алат за обраду материјала стругањем и рендисањем. За обраду стругањем користе се и забушивачи, развртачи, спиралне бургије, бургије за навој и др. Стругарски ножеви су дефинисани по JUS K:C1.001/54. Карактеристике стругарског ножа су: назив, врста, облик, основна намена, материјал од кога је урађен, геометрија и ознака квалитета.

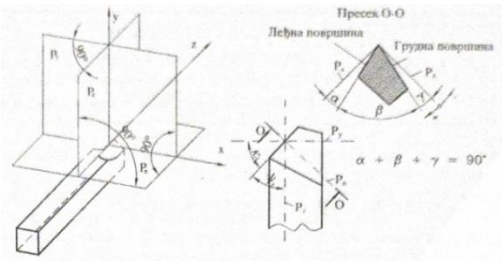
Сви ножеви имају општи назив стругарски нож – леви или десни. Нож окренут ка посматрачу са сечивом нагоре десно назива се десни. Ако је сечиво у лево назива се леви нож. На слици 170. приказани су основни елементи ножа.



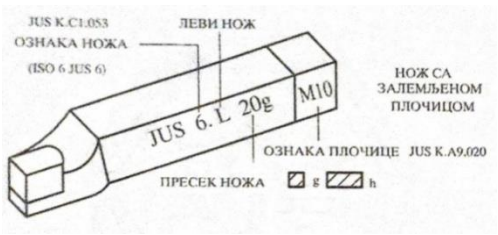
Слика 170. - Основни елементи ножа

Слика 171. - Стругарски ножеви

Стругарски ножеви (Слика 171) могу бити једноделни и са оштрицом од тврдог метала. Користе се за спољашњу и унутрашњу обраду. Геометрија врха оштрице ножа приказана је на слици 172. Стругарски ножеви су израђени су од високолегираних алатних челика. На слици 173. приказани су различити облици и ознаке ножева, а на слици 174. углови сечива стругарског ножа.

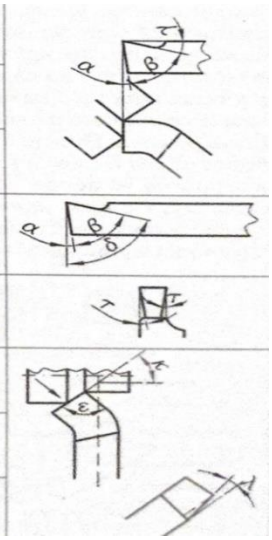


Слика 172. - Геометрија врха оштрице ножа



Слика 173. - Различити облици и ознаке ножева

ЛЕЂНИ УГАО	α	Угао АЛФА је између леђне површине оштрице и нормале на осу обратка.
УГАО КЛИНА	β	Угао БЕТА је између грудне и леђне површине оштрице ножа.
ГРУДНИ УГАО	γ	Угао ГАМА је између грудне површине оштрице и хоризонталне равни ножа.
УГАО РЕЗАЊА	δ	Угао ДЕЛТА је између грудне површине оштрице и нормале на осу обратка.
БОЧНИ УГАО	τ	Угао ТАУ је између пресека бочне површине главе и уздужне осе тела.
УГАО ВРХА	ε	Угао ЕПСИЛОН је између главног и споредног сечива оштрице ножа.
НАГИБНИ УГАО	λ	Угао ЛАМБДА је између сечива и основне површине ножа.
НАПАДНИ УГАО	χ	Угао КАПА је између главног сечива и нормале на осу тела ножа. То је угао положаја осе ножа према оси обратка.



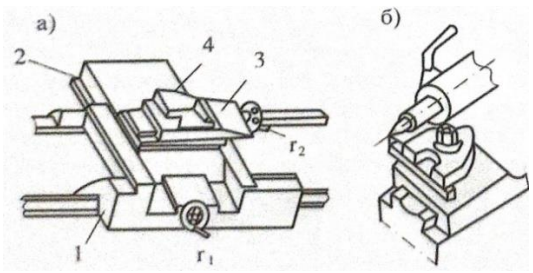
Слика 174. - Углови сечива стругарског ножа

3.1.2. ПРИБОР ЗА СТЕЗАЊЕ И ПРИДРЖАВАЊЕ АЛАТА

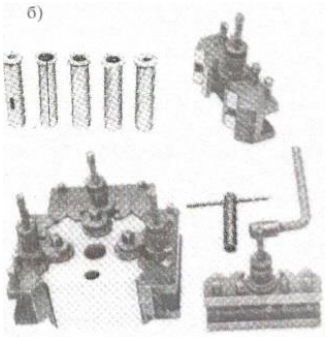
Задатак прибора за стезање је да обезбеди правилан положај обратка и алата, правилну употребу и рад машине, правилно руковање обратком и алатом при обради, да гарантује сигуран рад како не би дошло до оштећења обратка и делова машине, замора и повреде на раду.

Носач алата има уздужни, попречни и обртни клизач. На обртном клизачу се налази држач алата који може бити конструисан за директно постављање алата или за постављање посебно конструисаног стезача са алатом. Носач алата може имати стезну главу за више држача алата. За стезање и придржавање алата за спољашњу обраду користе се класични и брзо измењиви држачи алата. За стезање и придржавање алата за унутрашњу обраду користе се посебни држачи као главе за стругарске ножеве.

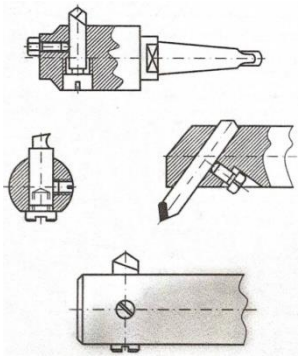
Држачи алата могу бити непокретни, окретни и брзо измењиви. На слици 175. а приказан је носач алата са једностраним држачем стругарског ножа за спољашњу попречну и уздужну обраду.



Слика 175. - Носач алата са једностраним држачем стругарског ножа за спољашњу попречну и уздужну обраду



Слика 176. – Обртни држач за четири ножа

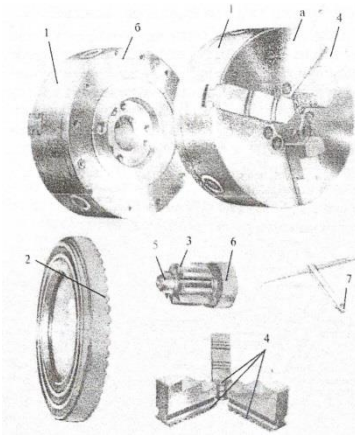


Слика 177. - Држачи ножева за унутрашњу обраду

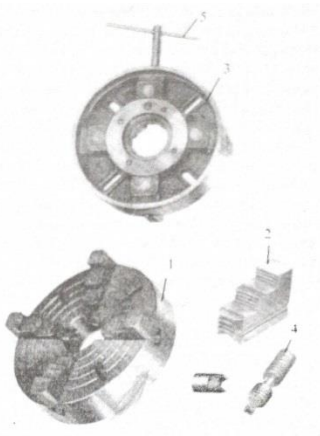
На слици 176. приказан је обртни држач за четири ножа. На слици 177. приказани су држачи ножева за унутрашњу обраду. Разликују се обични трнови, стезне чауре и главе. Користе се за обраду отвора проширивањем и за обраду конуса и навоја у отвору.

3.1.3. ПРИБОР ЗА СТЕЗАЊЕ И ПРИДРЖАВАЊЕ ОБРАТКА

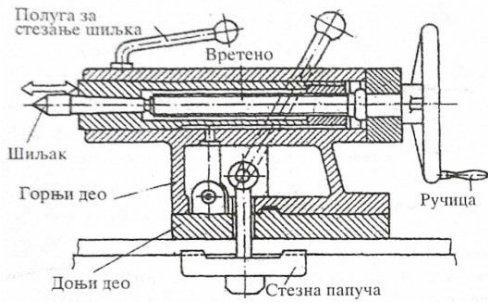
За локацију, стезање и придржавање обратка користе се стезне главе и плоче, еластичне чауре, шиљци и окретачи, линете, трнови и др.



Слика 178. - Стезне главе



Слика 179. - Стезна плоча



Слика 180. - Носач шиљка – задњи ослонац

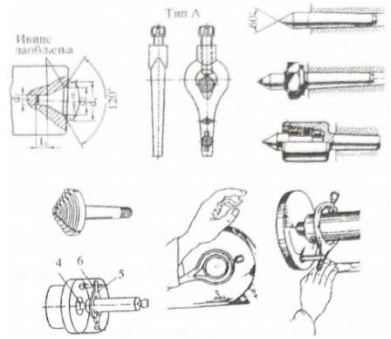
Стезне главе (Слика 178) се постављају на радно вретено помоћу навоја или завртњева. Могу бити са две чељусти за стезање пљоснатих делова, са три чељусти за стезање делова кружног пресека и са четири чељусти за стезање квадратних профилних и тежих округлих делова. Стезање се врши ручно, пнеуматски или хидраулично. Стезна глава има са предње стране (а) кућиште (1) са жлебовима Т, где се постављају чељусти (4). Са задње стране (б) налази се прирубница са навојем да се глава постави на главно вретено. У кућишту је тањирасти зупчаник (2). На обиму кућишта су три отвора у која се постављају конусни зупчаници (3). Они се ослањају рукавцем (5) у лежиште. На другом крају (6) је четворострана рупа у коју се поставља кључ (7) при стезању и отпуштању обратка. Тањирасти зупчаник има са једне стране озубљење да се спрегне и окреће конусним зупчаницима (3). Са друге стране је спирални жлеб у коме се налазе зуби чељусти за стезање.

Стезна плоча (Слика 179) се назива и планском плочом. На слици је приказана плоча са четири жлеба Т у коју се постављају чељусти (2) за стезање обратка. Плоча има и четири елипсаста отвора (3) у која се могу поставити завртњи тако да се стезним шапама изврши стезање обратка. Обрадак се постави, центрира и стегне завртњима (4) помоћу кључа (5). Свака чељуст плоче се помера посебно тако да се могу стезати и несиметрични и плочасти обрадци.

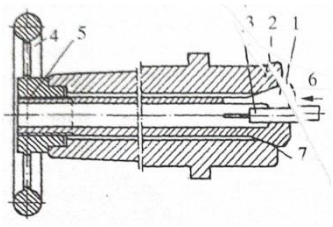
Носач шиљка – задњи ослонац (Слика 180) се користи за ослањање делова при обради делова стезањем између шиљака. Постављен је на клизним стазама струга. У телу се налази покретна конусна чаура као држач шиљка. Чаура се помоћу навојног вретена, окретањем точка помера по оси ка обратку. Увлачењем вретена у кућиште ослобађа се шиљак или држач алата. Дужина кретања вретена је до 140 mm. После избора положаја носач се фиксира помоћу полуге за клизне стазе струга стезном папучом. Држач се

осигура полугом за стезање како се не би померао шиљак при стругању и алат за време бушења.

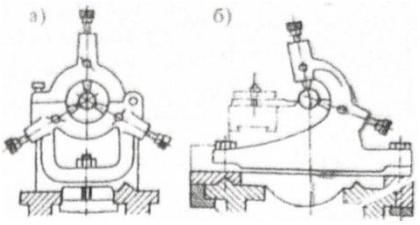
Стезни шиљци и окретачи (Слика 181) се користе при обради стругањем обратка по целој дужини.



Слика 181 - Стезни шиљци и окретачи



Слика 182. - Стезна чаура



Слика 183. - Линете

Ако припремак има четири до десет пута већу дужину од пречника, обрађује се са обе чеоне стране. Забушивачем се ураде средишња гнезда за ослањање, а затим се обрађује стезањем шиљцима. Шиљци могу бити обични и обртни.

Стезна чаура (Слика 182) се користи при обради шипкастих припремака. Еластична чаура (1) се постави у радно вретено (2) са припремком (3). Обртањем точка (4) преко навојне чауре (5) еластична чаура се увлачи у радно вретено и стегне припремак. За стезање цеви и мањих делова са цилиндричним или конусним отвором користе се трнови са наврткoм и еластичном чауром.

Линете (Слика 183) су стандардни прибор за придржавање дугих обрадака који се подупру да се не би кривио током стругања. Линете могу бити непокретне и покретне. Ако се обрада врши на дужини обратка између стезне главе и линете, користи се непокретна линета. Ако се обрада врши по целој дужини обратка, користи се покретна линета.

3.2. ОБРАДА СПОЉАШЊИХ ЦИЛИНДРИЧНИХ И ЧЕОНИХ ПОВРШИНА

У поступку обраде спољашњих површина припремак се прво обради попречно, а затим цилиндрично степенасто, конусно и профилно. Затим се врши нарецкивање и нарезивање навоја и одсецање – резање обратка. На слици 184. прикаказани су поступци обраде спољашњих површина стругањем.

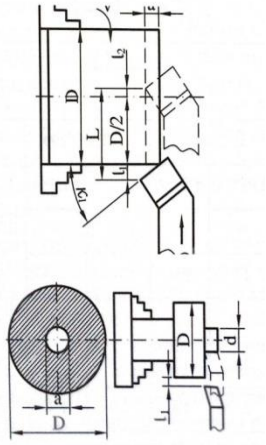
Слика 184. - Поступци обраде спољашњих површина стругањем

3.2.1. ПОСТУПАК ОБРАДЕ СПОЉАШЊЕ ЧЕОНЕ ПОВРШИНЕ СТРУГАЊЕМ

Обрада спољашњих чеоних површине стругањем може бити груба и фина. Изводи се попречним радијалним стругањем (Слика 185).

При попречном чеоном стругању делови се стежу у самоцентрирајућу стезну главу. Припремак се обрађује равно, степенасто, профилно и конусно. Може се извршити и усецање жлебова и спирала. Попречним стругањем изводи се поравнавање припремка са чеоне стране.Чеоном обрадом и са друге стране обрадак се доводи на задату меру и завршни облик. Попречним стругањем се из шипкастог материјала могу урадити припремци одсецањем.

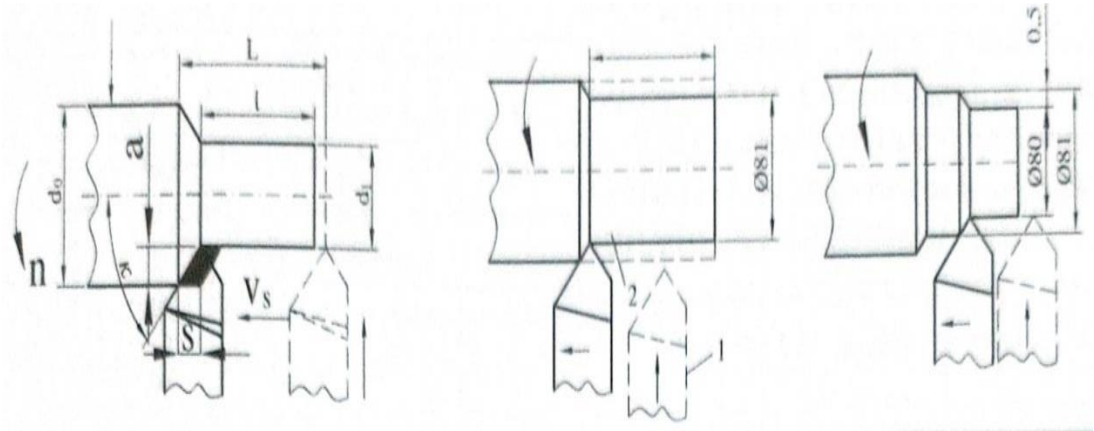
Обрадак пречника (D) врши главно обртно кретање. Нож врши праволинијско кретање L=l1+d/2+l2 (mm). То је збир позиционог кретања (l1), помоћног кретања (d/2) и излазног кретања (l2). Нож изводи и кретање враћањем у полазни положај. При степенастој обради нож врши помоћно кретање до пречника обратка (d).



Слика 185. - Попречно радијално струга

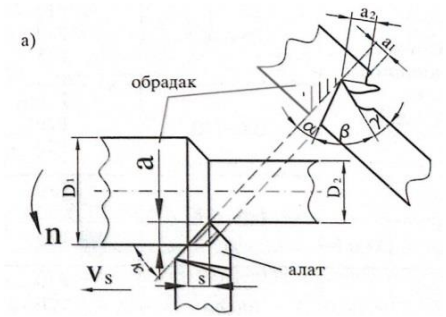
3.2.2. ПОСТУПАК ОБРАДЕ СПОЉАШЊИХ ЦИЛИНДРИЧНИХ РАВНИХ ПОВРШИНА СТРУГАЊЕМ

Обрада спољашње цилиндричне равне и степенасте површине изводи се уздужним стругањем, грубом и фином обрадом. Поступак уздужног стругања цилиндричне површине приказан је на слици 186.

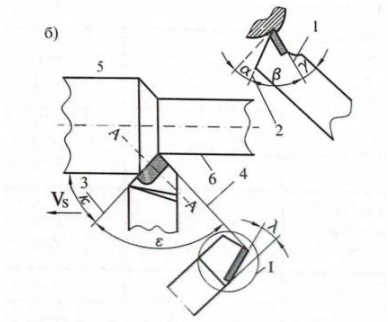


Слика 186. - Обрада спољашње цилиндричне равне и степенасте површине

Припремак врши главно обртно кретање бројем обртаја (n). Нож врши помоћна праволинијска кретања – попречно и уздужно померањем носача ручно или механички. Дубина резања (a) и величина помака (s) се усвајају. Дужина хода ножа (L) дефинише се прилазом ножа, дужином обрађене површине и излазом ножа. Окретањем ручице добоша регулише се дужина хода ножа L). При томе пречник припремка се обради на величину обратка (d0). Дубина резања a = (dp-d0)/2(mm).



Слика 187. - Нож од брзорезног челика



Слика 188. - Нож са плочицом од тврдог метала

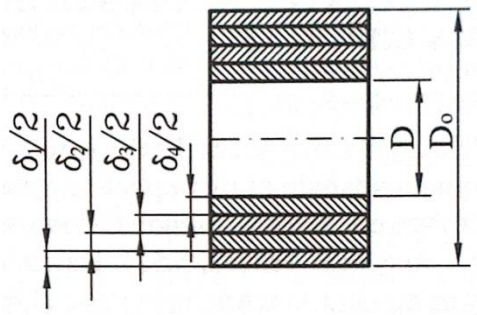
Алат за уздужно стругање чине стругарски ножеви од брзорезног челика и са залемљеном и измењивом плочицом од тврдог метала. На слици 187. приказан је прав нож од брзорезног челика, а на слици 188. нож са залемљеном плочицом од тврдог метала у контакту са обратком.

Елементи режима обраде алатом са тврдом плочицом бирају се према табели 11.

Табела 11. - Елементи режима обраде алатом са тврдом плочицом

Материјал обратка		Врста алата Т.М.	Корак s [mm/o]				
Врста	Чврстоћа, тврдоћа		0,1	0,2	0,2	0,8	1,6
			Брзина резања [m/min]				
Угљенични челици σ_m [kN/cm²]	<50	P10 P20 P30	275	250 180	225 160 105	190 135 90	110 75
	50–60	P10 P20 P30	270	240 160	200 135 90	170 110 75	95 65
	60–70	P10 P20 P30	250	225 135	190 110 75	160 95 65	80 55
	70–85	P10 P20 P30	225	190 110	150 90 60	120 75 50	55 40
	85–100	P10 P20 P30	190	160 95	125 75 50	100 60 40	50 30
Легирани челици σ_m [kN/cm²]	70–85	P10 P20 P30	225	190 110	150 90 60	120 70 50	55 40
	85–100	P10 P20 P30	170	135 80	105 65 45	85 50 35	40 27
	100–140	P10 P20 P30	105	85 50	65 40 27	55 35 23	27 18
	140–180	P10 P20 P30	65	55 30	45 25 17	35 22 14	
Челични лив σ_m [kN/cm²]	30–50	P10 P20 P30	170	145 85	120 70 50	110 60 40	50 35
	50–70	P10 P20 P30	135	110 65	95 55 40	80 50 30	40 27
	>70	P10 P20 P30	90	75 45	65 40 25	55 30 22	27 15
Сиви лив тврдоће HB	200 200–250 250–400	K20 K10 K10	110 65 35	100 60 33	90 55 31	85 50 28	75 45 25
Бакар Месинг Бронза	80–100	K20 K20 K20	425 1 350 630	342 1 290 497	288 1 050 420	225 900 355	795 320

Додаци за обраду се прописују за грубу и фину обраду стругањем и за накнадну обраду брушењем и глачањем. Величина додатака за стругање зависи од квалитета обраде и начина израде припремка који може бити ливен, ваљан или вучен.



Слика 189. - Положај додатака за стругање цилиндричних спољашњих површина

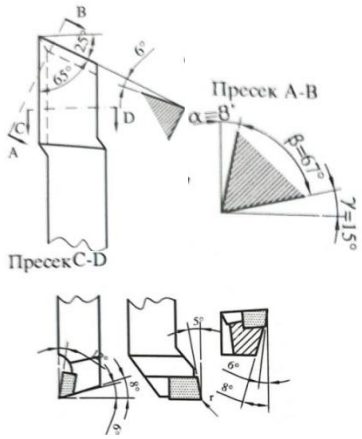
На слици 189. приказан је припремак пречника D0, обратка D и положај додатака за стругање цилиндричних спољашњих површина: за грубо (δ1), фино (δ2), за брушење (δ3) и за полирање (δ4), који се усвајају из табеле 12.

Табела 12. - Додаци за обраду стругањем

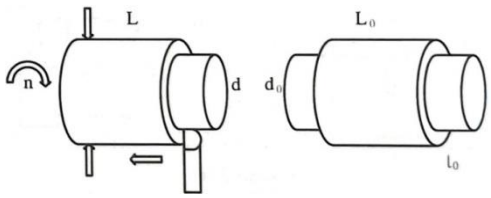
Захват	D [mm]	L [mm]						
		до 100	100–250	250–400	400–630	630–1 000	1 000–1 600	1 600–2 500
Грубо стругање δ_1 [mm]	до 18	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	–	–
	18–50	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	–
	50–120	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
	120–260	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	7,0	8,0
Фино стругање δ [mm]	до 18	0,75	1,0	1,25	–	–	–	–
	18–50	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	–
	50–120	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1
	120–260	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2

3.3. ПРЕСЕЦИ, КОТИРАЊЕ, ТОЛЕРАНЦИЈА МЕРА, ОБЛИКА И ПОЛОЖАЈА

Спољашње цилиндричне степенасте површине се обрађују правим десним ножем са плочицом од тврдог метала или од брзорезног челика (Слика 190). Технолошки поступак уздужног степенастог стругања може се објаснити обрадом тела окретача урезника на универзалном стругу.



Слика 190. - Прав десни нож за обраду степенастих површина



Слика 191. - Технолошки поступак уздужног степенастог стругања

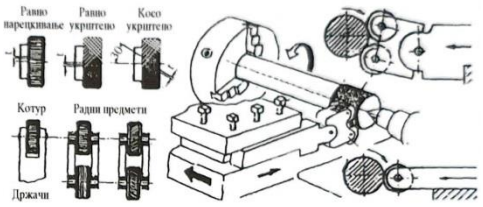
Поступак обраде за обрадак d = 30 mm и L = 40 mm (Слика 191): Преконтролисати пречник и дужину обратка. Поставити обрадак и нож у одговарајући положај. Обрадити део уздужно у више пролаза цилиндричном степенастом обрадом. Изводи се у најмање

три пролаза да би се остварила задата мера. Мера се контролише универзалним помичним мерилом.

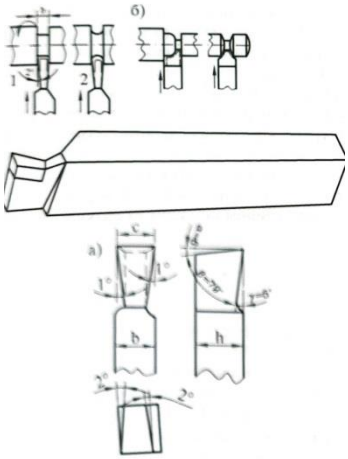
Поступци обраде на стругу нарецкивањем

Нарецкивањем се обрађују спољашње цилиндричне и конусне површине при изради рукохвата, чаура, поклопаца са навојем, наврткі и др. да би се омогућило ручно подешавање положаја елемента у склопу. Као алат се користе ваљци са отвором за постављање у држач. Ваљак по обиму има оштрице у виду правих, уздужних или попречних и косих или укрштених рецки (жлебове). Обрада се врши утискивањем да би се добили жлебови и рецке по обиму обратка.

На слици 192. приказани су ваљци са држачима и поступак обраде нарецкивањем. Држач ваљка се постави у носач алата уместо ножа, испод осе обратка. Обрада се врши притискивањем ваљком по површини обратка. Обрадак и ваљак се обрћу малим бројем обртаја. Једним ваљком се раде паралелни жлебови. За укрштене жлебове се користе два ваљка уграђена у држач са покретним зглобом.



Слика 192. - Ваљци за нарецкивање



Слика 193. - Нож за стругање жљебова

Поступак обраде спољашњих профилних површина жљебова стругањем и усецањем

Усецањем се израђују жлебови различитих профила и облика на спољашњим и унутрашњим површинама обратка. Усецањем се израђују жлебови тако што се стругарски нож одговарајућег профила оштрице са бочним угловима постави нормално на осу обратка и попречним помаком уреже профил задате дубине. За израду жлебова на спољашњим површинама усецањем користи се прав нож приказан на слици 193.

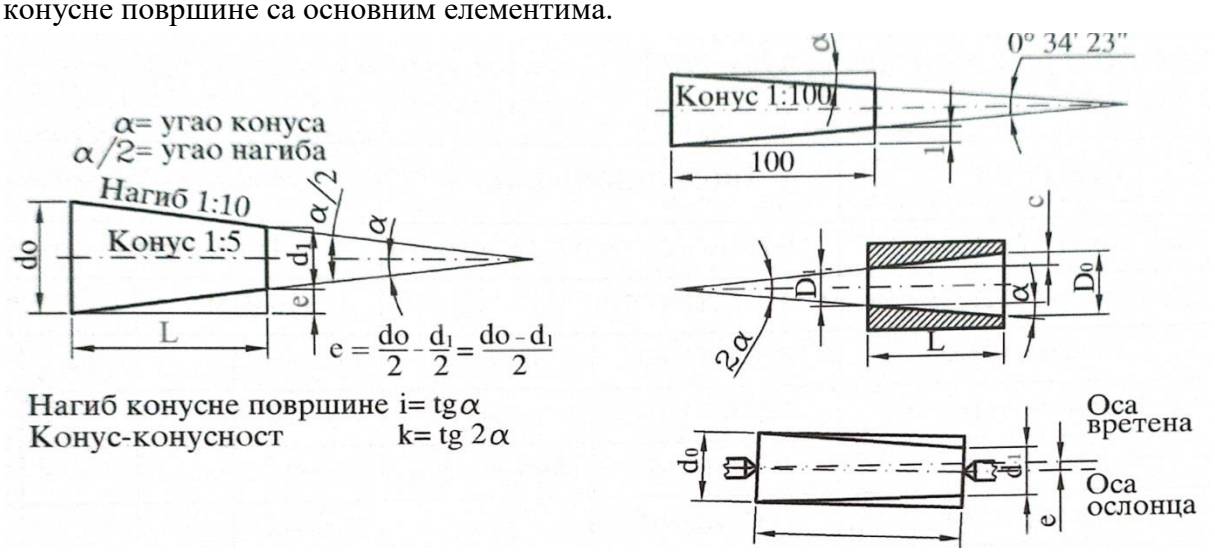
3.4. ОБРАДА СПОЉАШЊИХ КОНУСНИХ ПОВРШИНА

Спољашње и унутрашње површине под углом (конусне површине) обрађују се стругањем профилним ножем, заокретањем носача алата, померањем шиљка задњег ослонца из осе обратка помоћу копирног уређаја и шаблона. Током обраде површина под углом (конуса) треба водити рачуна о следећем:

- припремак поставити већим пречником конуса ка глави и добро учврстити,
- већи пречник конуса обратка изузетно окренути ка задњем ослонцу,
- ако се обрада конуса врши на телу обратка, треба га стегнути у шиљке,

- носач алата померити напред и закренути клизач удесно,
- скинути шиљак из чауре задњег ослонца да не би дошло до повреде,
- окренутим клизачем улево може доћи до повреде на раду.

При обради спољашњих површина под углом води се рачуна о величини нагиба и конуса. Стандардне величине углова конуса и нагиба приказане су у табели 13. Нагиб 1:10 значи да је обрађена површина глодањем на дужини од 10 mm, нижа од необрађене површине за 1 mm. При обради стругањем цилиндричне површине под углом (α), формира се конусна површина са углом (2α). На слици 194. приказане су спољашње конусне површине са основним елементима.



Слика 194. - Нож за стругање жљебова

Конус	Угао конуса 2	Угао нагиба	Означавање
1:200	0° 17′ 13″	0° 8′ 37″	1:200
1:100	0° 34′ 23″	0° 17′ 12″	1:100
1:50	1° 8′ 45″	0° 34′ 23″	1:50
1:30	1° 54′ 35″	0° 57′ 18″	1:30
1:20	2° 51′ 51″	1° 25′ 56″	1:20
1:15	3° 49′ 6″	1° 54′ 33″	1:15
1:10	5° 43′ 29″	2° 51′ 45″	1:10
1:8	7° 9′ 10″	3° 34′ 35″	1:8
1:5	11° 25′ 16″	5° 42′ 38″	1:5
1:3	18° 55′ 30″	9° 27′ 45″	1:3
1:1,866	30°	15°	30°
1:1,207	45°	22° 30′	45°
1:0,866	60°	30°	60°
1:0,652	75°	37° 30′	75°
1:0,500	90°	45°	90°
1:0,289	120°	60°	120°

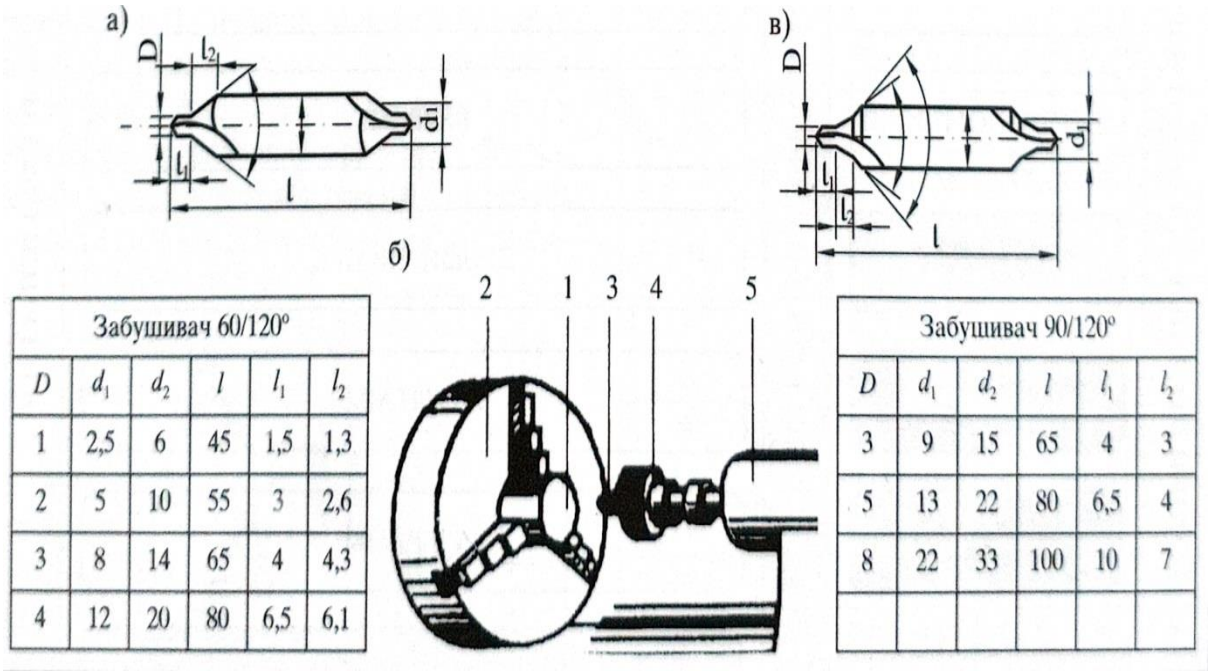
Табела 13. - Стандардне величине углова конуса и нагиба

3.5. ЗАБУШАВАЊЕ И БУШЕЊЕ

Припремак се обради попречно и забуши забушивачем. Рупе и отвори пречника до 10 mm се буше директно спиралном бургијом. Ивица рупе и ивице отвора са обе стране се упусте бургијом већег пречника или упуштачем. Отвори већег пречника проширују се после бушења бургијом већег пречника или проширивачем и фино обраде на меру у границама толеранције развртачем. У рупи и отвору могу се урадити жлебови и навој. При обради рупе и отвора на стругу припремак изводи главно обртно кретање. Алат са конусном дршком се поставља у задњи ослонац, а са цилиндричном дршком стегне у држач који се постави у задњи ослонац. Окретањем точка на задњем ослонцу ручно алат изводи помоћно праволинијско кретање и врши се обрада. Позиционим кретањем алат се пре обраде доводи у контакт са обратком, а после обраде врати у полазни положај. Окретањем точка чаура се увуче у тело и ослободи се алат.

Поступци забушивања при обради на стругу

Забушивањем се раде гнезда за вођење бургије при бушењу и за подупирање обратка шиљцима при стругању. На слици 195. је забушивач (а), као и облици забушивача (б) и сам поступак израде гнезда на стругу забушивањем (в). Припремак (1) се стегне у стезној глави струга (2). Изврши се чеона обрада стругарским ножем са тврдом плочицом ISO202GP20. Забушивач (3) 2/60˚ JUSK.D.061 се постави у стезну главу бургије (4) JUSK.G3.310. Стезна глава са конусном дршком постави се у задњи ослонац (5) и изврши се забушивање ручним помаком забушивача. Забушивачи са врхом оштрице α = 60˚ имају пречнике d = 0,75 до 5 mm, а са врхом оштрице α = 90˚ имају пречнике d = 3до 8 mm. Обрада се изводи брзином резања v = 12 до 25 m/ min и помаком s = 0,01 до 0,08 mm/˚.



Забушивач 60/120°					
D	d_1	d_2	l	l_1	l_2
1	2,5	6	45	1,5	1,3
2	5	10	55	3	2,6
3	8	14	65	4	4,3
4	12	20	80	6,5	6,1

Забушивач 90/120°					
D	d_1	d_2	l	l_1	l_2
3	9	15	65	4	3
5	13	22	80	6,5	4
8	22	33	100	10	7

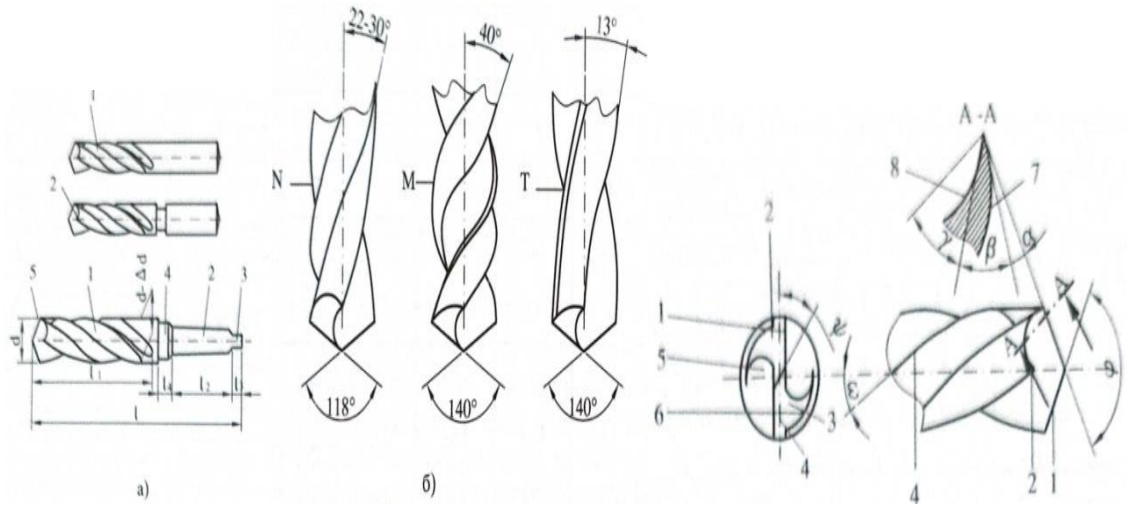
Слика 195. - Приказ поступка забушивања са карактеристикама алата

Поступак израде рупа и отвора бушењем на стругу

Забушивачима и бургијама раде се рупе и отвори захтеване називне мере и дубине. Спиралне бургије JUSK.D.001 се израђују од брзорезног алатног челика и са плочицом

од тврдог метала. На слици 196. приказана је спирална бургија са основним елементима. Бургија има тело са врхом за резање и спиралним жлебовима за одвођење струготине. Дршка служи за учвршћивање бургије у стезној глави. Између тела које је каљено и дршке која је „мекша" налази се врат бургије са уписаном ознаком произвођача и називним пречником бургије. На врху дршке су ушице за ослањање бургије у држачу и за скидање бургије која има конусну дршку. Елементи бургије су пречник (d) и дужина (l), а дужина тела (l_1) и дужина дршке (l_2) стандардних су величина.

На слици 196. б приказани су облици спирала бургија и величине углова врха оштрица. Величине угла спирале (ε) и угла врха бургије (φ) зависе од намене бургије. За бушење челика нормалне тврдоће бургије имају ознаку (N), за бушење отвора у меким материјалима ознаку (M), а за тврде материјале ознаку (T). Ознака се користи при избору бургије.



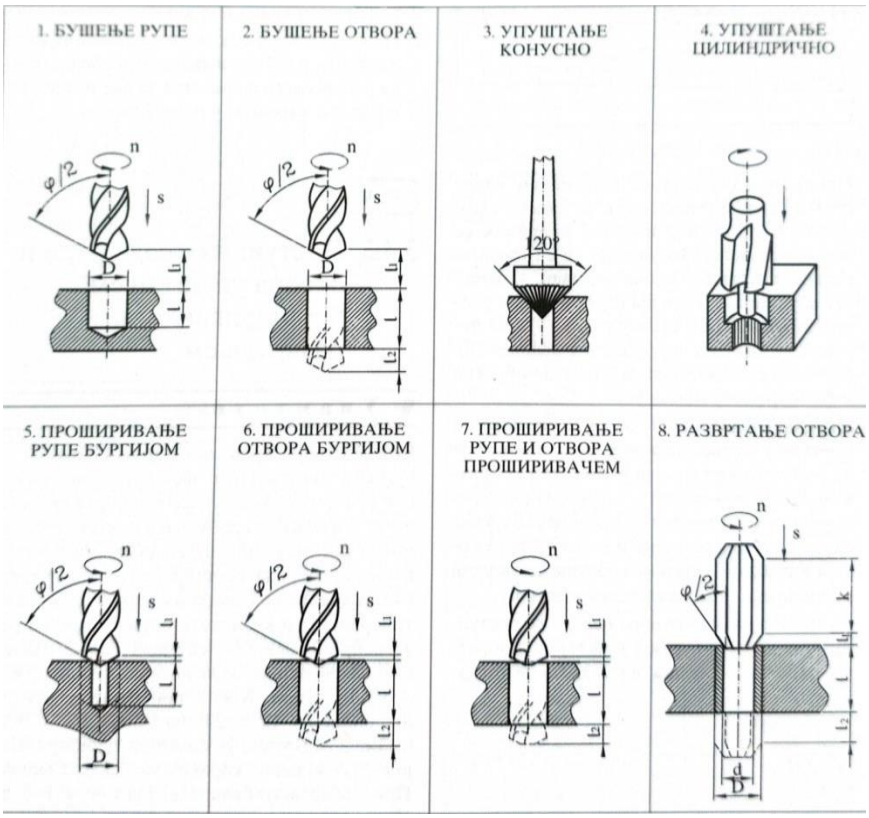
Слика 196. - Спиралне бургије

На слици 196. в приказани су геометрија врха бургије са два главна сечива (1) и једним попречним сечивом (2). При бушењу попречно сечиво језгром (3) врши сабијање, а главна сечива изводе резање материјала. Рубови спирале (4) воде бургију кроз материјал обратка. Струготину расхладно средство одводи у жлебове (5). Преко залеђа (6) врши се хлађење и подмазивање бургије, струготине и обратка.

Пре бушења се одабере бургија одређеног пречника, угла спирале и врха оштрице, а у зависности од пречника отвора и врсте материјала обратка. Бургија са цилиндричном дршком (1) се постави у стезну главу (2). Ова глава са бургијом се постави у конус чауре навојног вретена у ослонац (3), као на слици 196. г.а. Бургија са конусном дршком (1) постави се у конус чауре вретена (3) као на слици 196. г.б. Бургије и стезне главе са малим конусом постављају се конусну чауру (4), па са чауром у конус чауре навојног вретена као на слици 196. г.в.

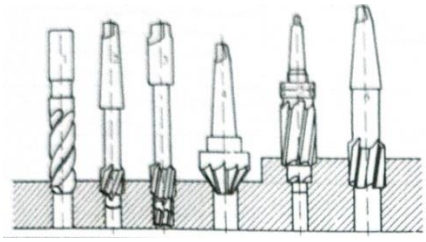
Поступци обраде рупе и отвора упуштањем, проширивањем и развртањем

Припремак се прво обради са чеоне стране, забуши и потом избуши. Упусти се рупа, а отвор са обе стране бургијом већег пречника или упуштачем. Рупа и отвор се обраде проширивањем и развртањем на завршну меру у границама толеранције. У рупу и отвор се може урезати навој урезницима ручно и машински (Слика 197).

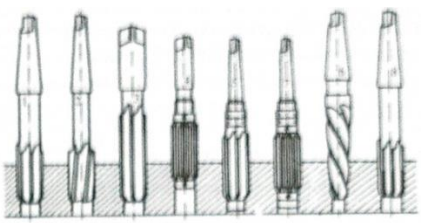


Слика 197. - Поступци обраде рупе и отвора упуштањем, проширивањем и развртањем

Алат за обраду упуштањем и проширивањем приказан је на слици 198. По конструкцији и намени упуштачи могу бити спирални са ваљкастом дршком, са вођицом, вратни упуштачи, конусни упуштачи, насадни упуштачи и упуштачи са плочицом од тврдог метала. Алат за завршну обраду развртањем приказан је на слици 199. По конструкцији и намени развртачи могу бити кратки са правим зубима, кратки са спиралним зубима, ручни са правим дугим зубима, ручни подесиви, машински са подесивим ножевима, машински са подесивим жлебовима, конусни спирални и са плочицом од тврдог метала.



Слика 198. - Алат за обраду упуштањем и проширивањем



Слика 199. - Алат за завршну обраду

3.6. ОШТРЕЊЕ СТРУГАРСКИХ НОЖЕВА И БУРГИЈА

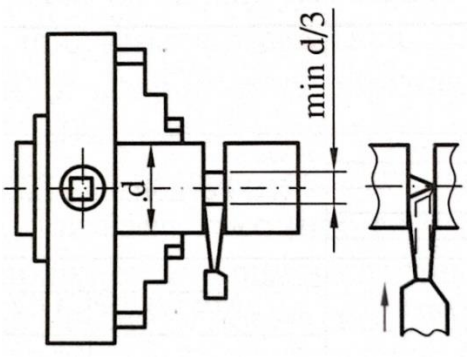
Поступак оштрења детаљније је описан у поглављу 5, пошто се обрада врши равним чеоним брушењем. Напомена: могу се оштрити само алати од брзорезног челика

3.7. ПОСТУПАК ФИНОГ СТРУГАЊА СПОЉАШЊИХ ЦИЛИНДРИЧНИХ ПОВРШИНА

Поступак се изводи на истој машини, истим прибором и истим алатом као и груба обрада. Разлика је у радним режимима обраде, броју обртаја, дубини резања и кораку.

3.8. ПОСТУПАК ОДСЕЦАЊА

Одсецање материјала, обратка и готових делова при обради стругањем изводи се стругарским ножем са закошеним врхом оштрице. Врши се ручним помичним попречним кретањем алата до осе обратка. Обрадак се при одсецању придржава руком, са рукавицом да не би при одвајању оштетио врх оштрице стругарског ножа.



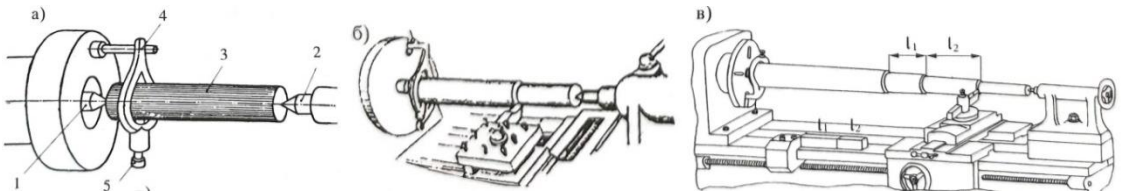
Слика 200. - Одсецање

Одсецањем се од шипкастог материјала добијају припремци одређене дужине. Изводи се и при одвајању обрадака по завршеној обради припремка у стезној глави струга (Слика 200). При обради дужих делова користи се линета и поред ње се врши одсецање. Припремци великог пречника секу се помоћу два ножа. Прво се уреже жлеб до ½ пречника ширим ножем, а затим се повећа број обртаја и изврши одсецање ужим ножем.

За одсецање се користе универзални струг, револвер струг и стругови за обраду крајева, усецање и одсецање делова у серијској производњи. На машини се подеси број обртаја. Блокира се уздужно помоћно кретање, ограничи се помоћно попречно кретање алата у зависности од величине пречника обратка. Делови мањег пречника одсецају се једним ножем, а делови већег пречника коришћењем два ножа. Жлеб се уреже до ½ пречника ширим ножем, затим се ужим ножем изврши одсецање.

3.9. ПОСТУПАК СТРУГАЊА ИЗМЕЂУ ШИЉАКА

У радно вретено је постављен стабилни шиљак (1). У задњи ослонац је постављен обртни шиљак (2). Обрадак (3) је постављен у окретач (4). Центрира се и стегне завртњем (5) као на слици 201. а. Окретач се налази на обрађеном делу обратка (Слика 201. б).



Слика 201. - Стругање између шиљака

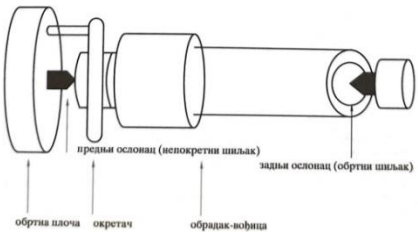
Одређивање поступка и елемената режима цилиндричне степенасте обраде стругањем вођице (Слика 202).

Потребно је вођицу обрадити грубом и фином обрадом стругањем цилиндричних равних и степенастих површина. Материјал је округли хладно вучени челик Č 1590, пречника d=18mm, чврстоће σ_m = 700 N/mm^2. Вођица се може урадити из шипкастог материјала а да се после обраде изврши резање.

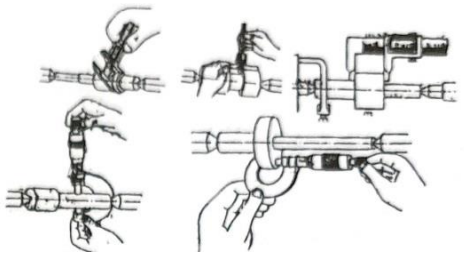
Режим обраде: Користити стругарске ножеве са плочицом од тврдог метала са ознаком P 20. Из табеле се усваја за фину обраду брзина резања v_{tp}= 110 m/min, а помак a= 0,25 mm/˚. Број обртаја може се израчунати из обрасца n_{tp}= 300v/d = 600˚/min.

Поступак подразумева:

- од челичне шипке дебљине d =18 mm одрезати тестером припремак дужине L = 85 mm,
- припремак стегнути на дужину L = 50 mm,
- попречно фино обрадити чеону страну,
- поставити стезну главу са забушивачем d = 4 mm у конусну чауру задњег ослонца,
- забушивањем урадити гнездо за подупирач са углом α = 60˚ на дубину l = 8 mm,
- обрадак цилиндрично фино обрадити од d = 18 mm на d = 16 mm и L = 45 mm, Степенасто фино обрадити од d = 16 mm на d = 10 mm и L = 10 mm,
- обрадак стегнути на дужину L = 50 mm,
- попречно фино обрадити чеону страну на дужину обратка L = 80 mm,
- забушивањем урадити гнездо за шиљак,
- обрадак стегнути између шиљака са провлакачем на степенасто обрађеном делу,
- обрадити цилиндрично фино степенасто од d = 18 mm на d = 10 mm и L = 48 mm,
- обрадити конусе 2/45˚ и 1/45˚, жлеб R = 2 mm и нарезати метрички навој M,
- О извршити контролу мера, облика и положаја, средити радно место и средства за рад.



Слика 202. - Шема постављања обратка



Слика 203. - Алат за завршну обраду

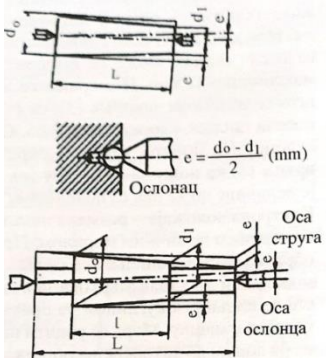
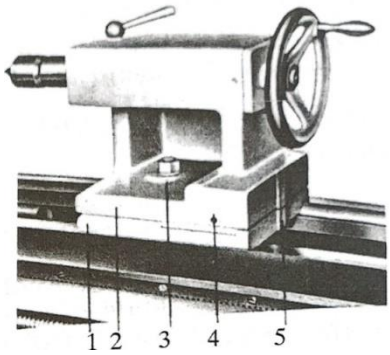
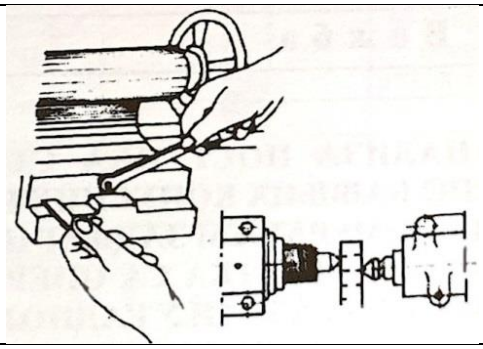
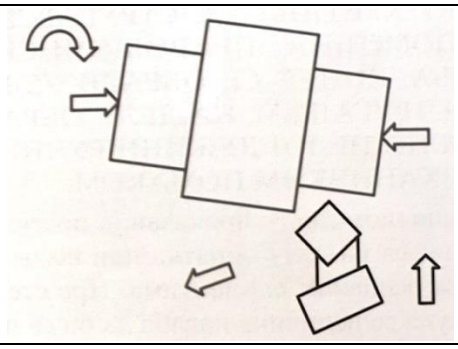
Контрола се мора спроводити пре обраде, у току обраде и после обраде. Контрола димензија током грубе обраде врши се кљунастим мерилом. После фине обраде контролу извршити микрометарским мерилом, као на слици 203.

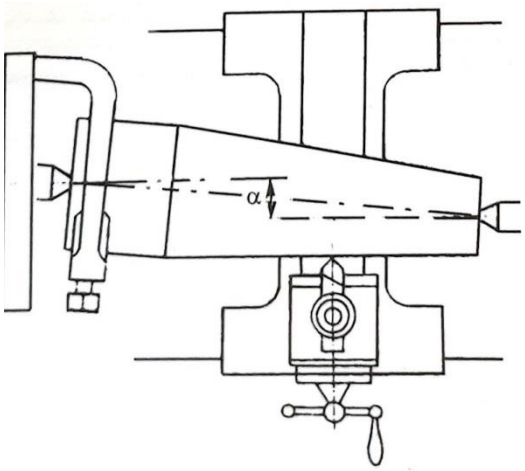
Поступак обраде стругањем спољашњих површина под углом померањем шиљка из осе обратка

При обради спољашњих конусних површина помери се носач шиљка на задњем ослонцу из осе обрадка до 12 mm. Обрадак се стегне између шиљака. На задњем ослонцу шиљак може бити лоптаст. Обрадак врши главно обртно кретање, а стругарски нож помоћна праволинијска кретања. Конус се обради уздужним стругањем на делу обратка или по целој дужини ручним или механичким помаком.

На операционом листу (Слика 204) приказан је поступак израде конуса на делу обратка или по целој дужини са основним елементима.

3. СТРУГАЊЕ		**ОПЕРАЦИОНИ ЛИСТ**		**Ручица окретача урезника**			
Универзални струг ПА 30		Материјал: Č 1730 Ø42 L = 105 mm		Груба и фина обрада			
СРЕДСТВА ЗА РАД И ЗАШТИТУ				РЕЖИМ		ВРЕМЕ	
1.	Помично мерило	ЈУС К.Т2.050	штитник	v (m/min)		t_p	
2.	Нож за чеону обраду	ЈУС К.Ц1.050	рукавице	n (o/min)		t_k	
3.	Нож за степенасту обраду	ЈУС К.Ц1.053	метална кука	a (mm)		t_d	
4.	Нож за обраду конуса	ЈУС К.Ц1.011		s (mm/o)		t_o	
5.	Угломер за контролу конуса						

Елементи поступка обраде			Носач задњег ослонца
Припрема за обраду конуса			Кинематика стругања конуса

Поступак обраде		-Упознати цртеж обратка; -Анализирати припремак; -Урадити гнезда за шиљке; -На основу положаја конуса и задатих величина мера одредити величину ексцентритета; -Подесити положај шиљка померањем носача шиљка напред према скали на клизачу носача шиљка; -Скинути стезну главу и поставити шиљак у радно вретено; -Проверити положаје шиљака; -Поставити обрадак у окретач; -Стегнути обрадак између шиљака; -Подмазати гнезда, радити пажљиво.	Важне напомене:

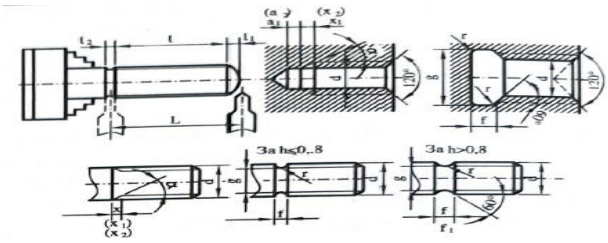
Слика 204. - Операциони лист

3.10. ПОСТУПАК ИЗРАДЕ МЕТРИЧКОГ СПОЉАШЊЕГ НАВОЈА СТРУГАЊЕМ

Навој је дефинисан обликом профила и основним мерама. Главни елементи навоја су: номинални – називни пречник спољашњег навоја (d) и унутрашњег навоја (D), корак навоја (p) и угао профила навоја (α). Теоријски постоји више разноврсних навоја. Према прописима ISO у пракси се користе навоји са мерама у метарском систему јединица мера. Метрички навој има профил једнакостраног троугла, са углом α = 60˚. Корак (P) се изражава у милиметрима, а декларише као нормалан крупни и посебан ситни корак. Машински навој се може урадити на бушилици, стругу, глодалици или брусилици. На стругу се навој може урадити помоћу машинских урезника и нарезница и помоћу стругарских ножева. Облик врха оштрице стругарског ножа одговара облику профила навоја. Према облику профила израђују се троугласти, квадратни, трапезни, коси и обли навоји.

Припрема за израду метричког навоја

Прво се обради тело завртња и отвор за навој цилиндрично на називну меру. После тога се раде конуси за почетак и жлеб за излаз навоја (Слика 205).

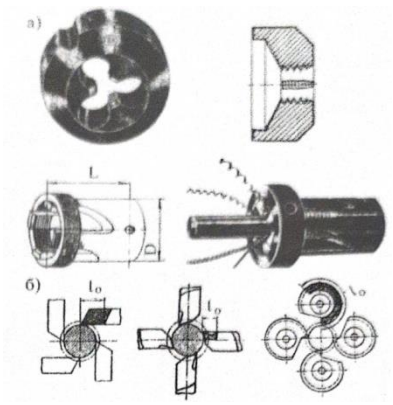


Слика 205. - Припрема обратка зарезање навоја

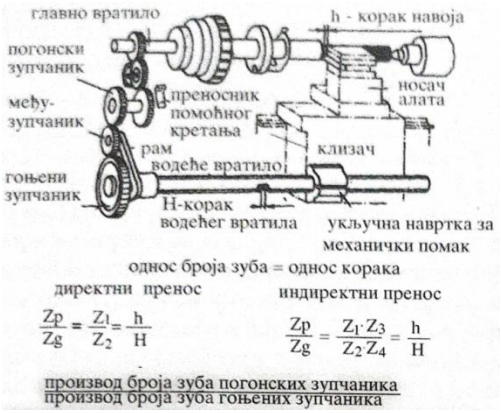
Поступци израде метричког навоја нарезницом

Навој се урезује у рупи и отвору урезником, а нарезује нарезницом на телу завртња. Навој на телу завртња се изводи машинским нарезницама (Слика 206).

Машинске нарезнице могу бити звонасте или цевасте. Нарезнице имају три или четири оштрице за резање навоја и жлебове за одвођење струготине. Постављају се у носач тако да се види називна мера нарезнице. За нарезивање навоја служе главе са више ножева. Главе имају измењиве ножеве са одговарајућим врхом оштрице за захтевани навој. Ножеви се постављају тако да се добије одговарајући корак навоја. Могу се подешавати за израду навоја различитог пречника тела завртња, али са истим кораком. После израде навоја одређене дужине глава се отвори померањем ножева и ослободи завртањ.



Слика 206. - Машинске нарезнице



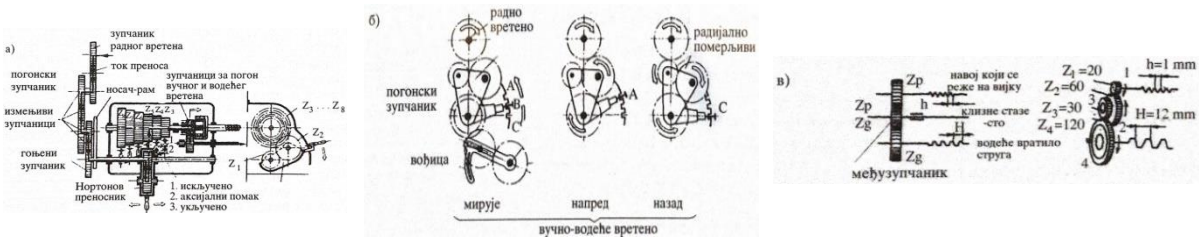
Слика 207. - Преносни однос при резању навоја стругарским ножем

Поступак израде метричког спољашњег навоја стругарским ножем

Док обрадак изврши један обртај, алат се мора померити уздужно за величину корака навоја. Пре обраде се подеси број обртаја главног вретена и одговарајући број обртаја водећег вретена. Водеће вретено може имати корак навоја величине H = 6,8 или 12 mm. Бројеви обртаја радног водећег вретена су у одређеном преносном односу (Слика 207).

Преносни однос (i) дефинисан је односом величине корака навоја завртња и величине корака навоја водећег вратила струга (i = h/H). Преносни однос (i) остварује се зупчастим преносником између главног и водећег вретена. Однос између броја зубаца погонских зупчаника и броја зубаца гоњених зупчаника одговара преносном односу корака навоја завртња и корака навоја водећег вратила струга (Zp/Zg = h/H).

Преносник за помоћно кретање носача алата, Нортонов преносник приказан је на слици 208.

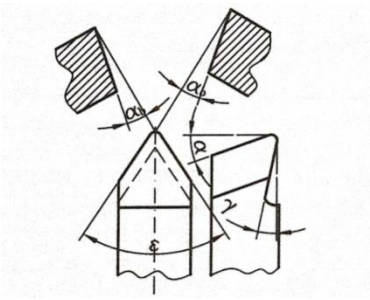


Слика 208. - Нортонов преносн

Шематски је приказана промена смера кретања стругарског ножа (б) при резању навоја. Посебно је дат сет од четири измењива зупчаника (в) на левој бочној страни преносника.

Поступак нарезивања метричког навоја

На слици 209. приказан је стругарски нож за израду спољашњег метричког навоја са основним угловима оштрице. Обрадак се стегне у стезној глави и по потреби подупре шиљком. Нож се постави у брзо измењиви држач и подеси у осу нормално, на осу обратка. Ограничи се дужина помоћног кретања подешавањем положаја граничника за помоћно кретање носача алата.



Слика 209. - Машинске нарезнице стругарским ножем

Слика 210. - Преносни однос при резању навоја

На слици 210. приказано је кућиште са командним ручицама за помак и укључна дводелна навртка за механичко помоћно кретање носача алата.

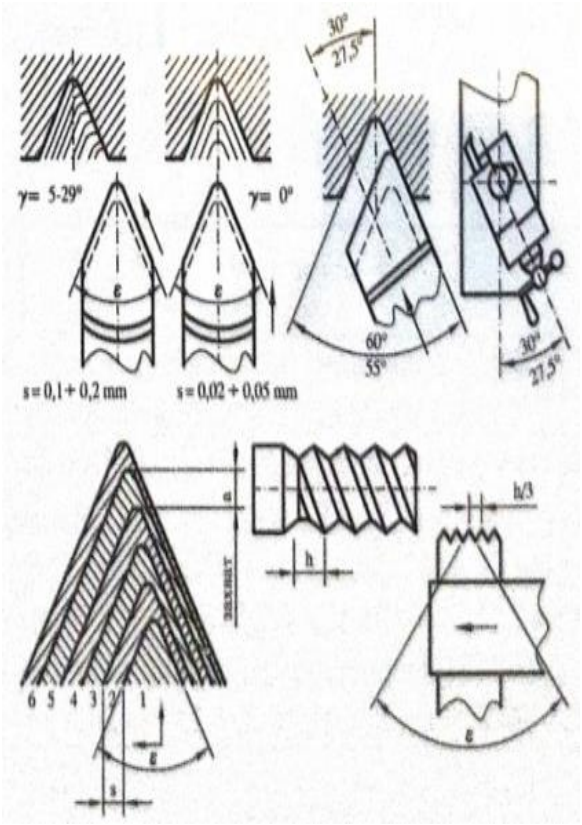
Нарезивање навоја се изводи по следећем поступку. После избора преносног односа укључи се машина и тангира обрадак врхом оштрице ножа. Скала на мерном добошу за попречни помак постави се у нулти положај да би се тачно одредила дубина резања. Изврши се пробно резање малим захватом, аутоматским помоћним кретањем ножа. Провери се величина корака навоја и настави са обрадом. Резање се изводи грубом и фином обрадом попречним и косим захватима. Навој се нареже одређеним бројем пролаза у зависности од материјала обратка, корака и захтеваног квалитета обраде. Број пролаза се одређује према табели 14.

Табела 14. - Број пролаза

Корак	**Угљенични челици**			**SL, CuZn, CuSn**			**Легирани челици**		
	Грубо, косо и попречно стругање		Фино стругање	Грубо, косо и попречно стругање		Фино стругање	Грубо, косо и попречно стругање		Фино стругање
0.75		3	3		3	3		7	5
1.00		3	3		3	3		7	5
1.25		4	3		4	3		9	5
1.50		4	3		4	3		9	5

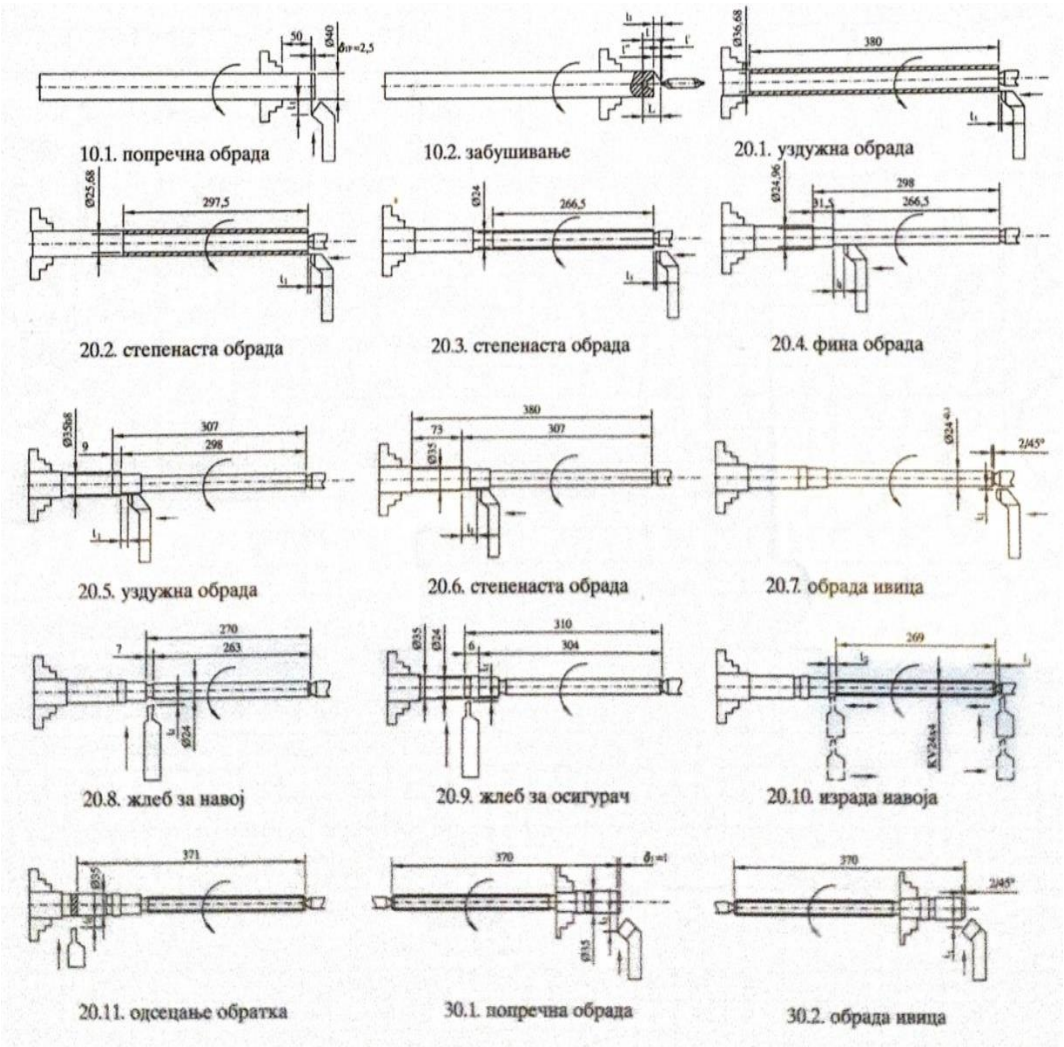
1.75		5	3		5	3		10	6
2.00		6	3		6	3		10	6
2.50	6		3		6	3		10	6
3.00	6		3	6		3	10	10	6
3.50	7		4	6		3	10		6
4.00	7		4	6		3	11		7
4.50	7		4	6		4	11		7
5.00	8		4	6		4	11		7
5.50	8		4	6		4	12		8
6.00	9		4	6		4	12		8

У зависности од захтеваног квалитета навоја први захвати се раде једном оштрицом ножа грубо, а затим се формира навој фином обрадом (Слика 211). Помоћно кретање ножа изводи се механички. При излазу, када нож дође до жлеба, треба га одмакнути од обратка. Треба променити смер окретања навојног вретена и вратити нож до граничника у полазни положај аутоматским помаком. Потом нож треба приближити обратку за дубину захвата, променити смер и наставити обраду. После одређеног броја пролаза нож се враћа у почетни положај, машина зауставља и преконтролише профил и квалитет обраде навоја.



Слика 211. - Захват ножа при изради навоја

На слици 212. приказан је поступак израде навојног вретена.



Слика 212. - Графички приказ поступака израде навојног вретена

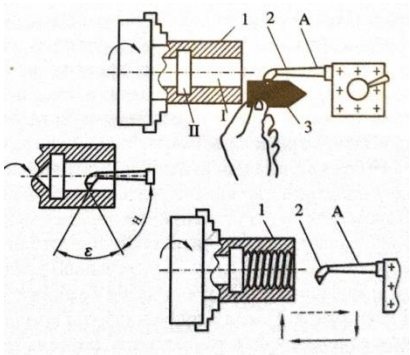
3.11. ПОСТУПАК ИЗРАДЕ МЕТРИЧКОГ УНУТРАШЊЕГ НАВОЈА СТРУГАРСКИМ НОЖЕМ

На слици 213. приказан је нож и поступак израде унутрашњег метричког навоја.

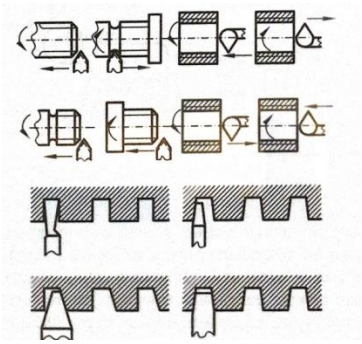
Користе се криви ножеви од брзорезног челика за израду навоја и ножеви са измењивим плочицама од тврдог метала. При избору ножа обавезно се проверава угао врха оштрице. Урезивање се изводи на следећи начин:

- припремак (1) се стегне у стезној глави и уради се отвор (I),
- профилним ножем се уради жлеб (II),
- нож за израду унутрашњег навоја (2) постави се у држач алата и подеси нормално на површину и осу обратка помоћу шаблона (3),
- према кораку навоја одабере се број обртаја обратка и водећег вретена,
- нож врши уздужно помоћно кретање механички,
- при излазу нож треба пажљиво удаљити од површине обратка да би се слободно вратио, променом смера обртања водећег вретена, у почетни положај,
- машина се заустави и преконтролише се корак навоја,

- нож се приближи за дубину резања, укључи се механички помак и настави фином обрадом у више пролаза.



Слика 213. - Нож и поступак израде унутрашњег метричког навоја



Слика 214. - Преносни однос при резању навоја стругарским ножем

На слици 213. приказана је обрада десног (а), левог (б) и трапезног навоја (в). При изради трапезног навоја могу се користити два или више профилних ножева.

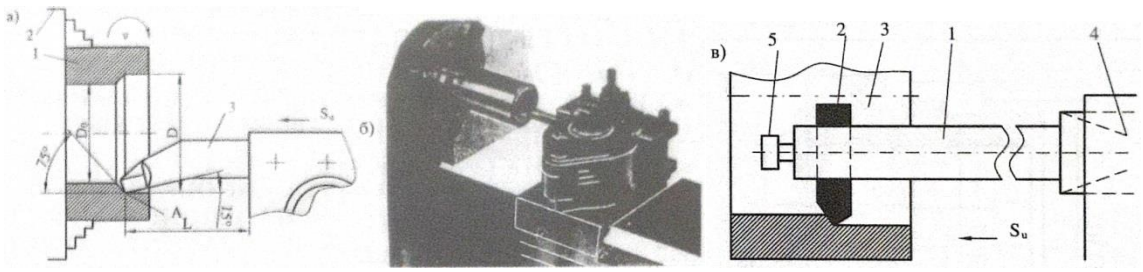
Квадратним ножем се изводи груба обрада, трапезним фина обрада. Ножеви могу да обрађују навој посебно или истовремено. За израду квадратног, трапезног и облог навоја на навојним вратилима користе се посебне главе са више ножева.

3.12. ПОСТУПАК СТРУГАЊА УНУТРАШЊИХ ЦИЛИНДРИЧНИХ ПОВРШИНА

За обраду рупе и отвора користе се стандардни стругарски ножеви. Избор стругарског ножа зависи од пречника отвора, врсте обраде и захтеваног квалитета обраде. Разликују се ножеви за унутрашњу уздужну обраду рупе, чеону обраду рупе, за унутрашњу уздужну обраду отвора, за унутрашњу израду жлебова и урезивање навоја. За обраду отвора великог пречника и дубине користе се посебни ножеви постављени у држач и са држачем стегнути у носач алата.

Поступак стругања унутрашњих цилиндричних равних и степенастих површина

Стругањем унутрашњих цилиндричних равних и степенастих површина може се извести груба и фина обрада рупе и отвора. Обрада се изводи унутрашњим цилиндричним стругањем унутрашњих површина равно, степенасто, профилно, усецањем жлебова и урезивањем навоја. Обрадак може имати мали или велики пречник рупе или отвора, мале дужине у виду прстена или велике дужине у виду чауре. Обрада се може изводити окретањем обратка у оба смера. Поступак стругања унутрашње цилиндричне површине приказан је на слици 215 а.



Слика 215. - Стругање унутрашњих цилиндричних равних и степенастих површина

Обрадак (1) постављен је у стезну главу (2). Нож (3) је постављен у стандардни држач за четири ножа. Врши главно обртно кретање са ½ броја обртаја у односу на спољашње стругање. Алат врши помоћно праволинијско кретање.

При финој завршној обради користи се нож са измењивом плочицом (Слика 215. б).

При унутрашњој обради отвора на деловима веће дужине и пречника (Слика 215. в) користе се ножеви од брзорезног челика учвршћени завртњем у посебно конструисан држач. Тело држача ножа је округлог пресека са отвором за постављање ножа. Дршка ножа је квадратног пресека да се што боље учврсти у држачу на носачу алата.

У носач (1) се постави нож (2) и подеси тако да се слободно креће радијално и аксијално по отвору (3) за време стругања. Нож је са предње стране учвршћен завртњем (5). Дршком ножа се подеси положај и учврсти завртњима у држачу (4) на носачу алата. При постављању ножа води се рачуна о смеру оштрице и смеру окретања обратка. Унутрашња цилиндрична површина може се обрадити равно и степенасто.

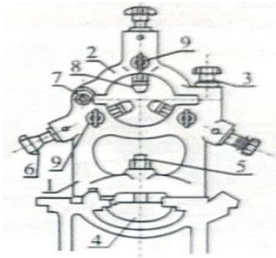
3.13. ОБРАДА ЛИНЕТОМ

При обради савитљивих (еластичних) обрадака настају знатне деформације под притиском ножа и тежине самог обратка. Постоји општи принцип да се за стругање цилиндричних површина између шиљака, чија је дужина десет до дванаест пута већа од њиховог пречника морају употребљавати линете (подупирачи). Линете могу бити покретне и непокретне.

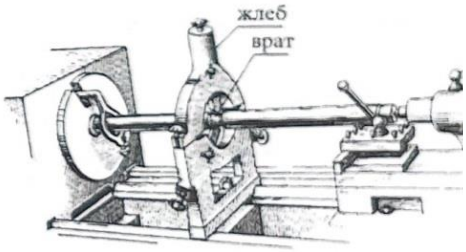
Примена непокретне линете

Непокретна линета (Слика 216) постављена је на унутрашњим вођицама постоља и учвршћена за постоље шапе (4) и вијка (5). Та телу (1) линете учвршћен је зглобно њен горњи део (2) и притегнут вијком (3). Да би се поставио обрадак, одврне се вијак (3) и подигне горњи део линете (2). Унутар линете налазе се три подесива подупирача који придржавају обрадак. Два подупирача (7) усађена су у тело линете, а трећи подупирач (8) је у њеном горњем делу. Положај подупирача може се регулисати у радијалном правцу окретањем вијка (6), пошто је претходно ослобођен вијак за фиксирање (9). Уместо подупирача (7) и (8) понекад се употребљавају подупирача са точкићима.

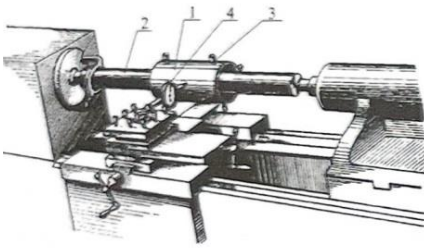
Пре постављања обратка у линету треба прецизним стругањем урадити жлеб (врат) којим ће се обрадак ослањати на подупираче (Слика 217).



Слика 216. - Непокретна линета



Слика 217. - Примена непокретне линете



Слика 218. - Ослањање линете на чауру навучену на обрадак

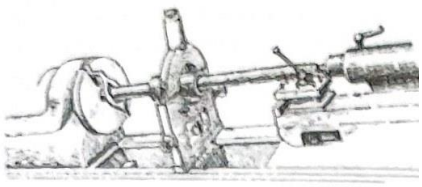
У случају хладно вученог материјала (припремак) није потребно радити жлеб. Ако је обрадак изузетно танак и дугача,к може се урадити више жлебова, с тим што се линета пребацује из једног жлеба у други при обради стругањем. Стругање ваљака у линети изводи се на тај начин што се прво обради део обратка са десне стране, затим се ослободи обрадак из стезног прибора и линете, обрне за 180˚, учврсти, а потом се приступи обради преосталог дела.

Када није могуће стругање жлеба на месту испод подупирача, на обрадак (2) се навуче чаура (1) (Слика 218). Ова чаура се обично причврсти са осам вијака (3), по четири са сваке стране. Положај чауре и обратка треба да је такав да се њихове осе поклапају са осом шиљака струга. Положај чауре проверава се помоћу компаратора (4) при лаганом обртању. Пошто се регулише положај чауре, може се ставити обрадак заједно са чауром у непокретну линету (Слика 219).

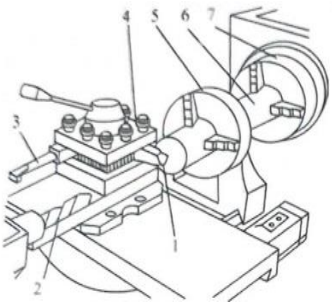
Обрадак се учврсти између шиљака и обради се његова десна страна. Затим се отвори линета, скине обрадак и учврсти чаура на већ обрађеној површини. Обрадак се обрне за 180˚. Проверава се коаксијалност чауре и после стављања линете и учвршћивања ваљака обрађује се преостали део обратка.

Чеона обрада, бушење и унутрашња обрада на универзалном стругу применом непокретне линете врши се слично као и уздужно стругање. На слици 220. приказана је чеона обрада применом линете.

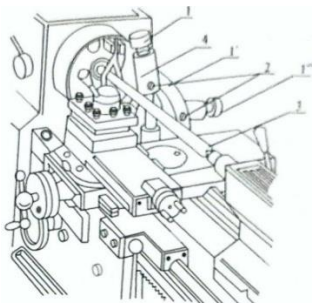
Обрадак (6) је постављен у непокретну линету (5) која има подупираче уграђене са бочне стране. Обрада се одвија тако што се прво изводи чеоно стругање ножем (1), затим се приступа бушењу спиралном бургијом (2) и на крају врши унутрашње стругање ножем (3).



Слика 219. - Поступак обраде применом линете и чауре



Слика 220. - Чеона обрада применом линете



Слика 221. - Примена покретне линете

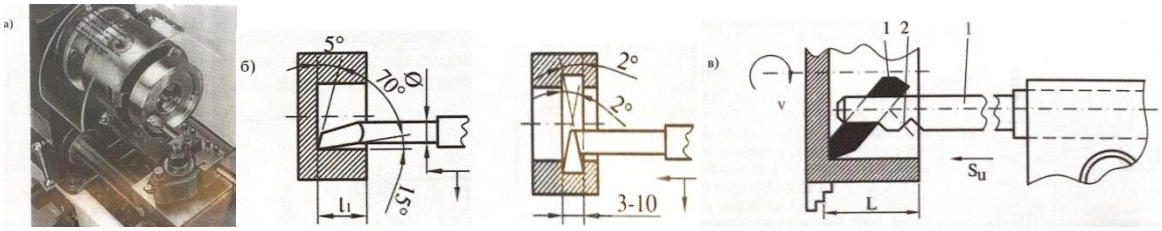
Примена покретне линете

Када се изводи обрада дугачких и танких обрадака по целој дужини без премештања линете, примењује се покретна линета (Слика 221).

Поступак је сличан претходном, с тим што се покретна линета учврсти на носач алата и током обраде креће заједно са носачем алата. Линета се (1) поставља на носач алата наспрам ножа (4) тако да подупирачи (2) не дозвољавају савијање обратка (3) који је стегнут између шиљака и обрће се помоћу окретача. И код ове линете подупирачи се подешавају преко вијака (1) истим поступком као код непокретне линете.

3.14. ПОСТУПАК СТРУГАЊА УНУТРАШЊИХ ЖЉЕБОВА И ПОСТУПАК ОБРАДЕ УНУТРАШЊИХ ЧЕОНИХ ПОВРШИНА

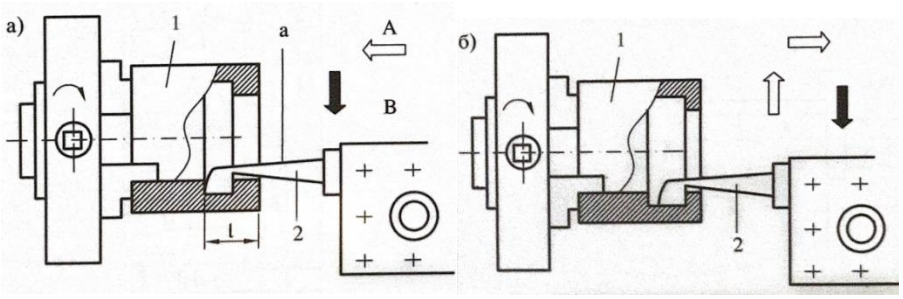
Обрада стругањем унутрашњих чеоних и профилних површина и жлебова може бити груба и фина. Изводи се попречним радијалним стругањем. После бушења рупе и проширивања попречним стругањем изврши се поравнавање рупе са чеоне стране. Рупа се обради равно, степенасто и профилно. Усецањем жлебова и конусном обрадом ивице рупа се доведе на задату меру и завршни облик.



Слика 222. - Стругање унутрашњих чеоних и профилних површина и жлебова

За обраду рупе уздужним и попречним стругањем користе се једноделни стругарски ножеви са посебно обликованим оштрицама (1 и 2) као на слици 222. а. Уздужна цилиндрична и чеона попречна обрада дна рупе може се извршити ножем постављеним у држач као на слици 222. б. Нож (1) је постављен под углом и завртњем (2) учвршћен на држачу који је стегнут у носач алата (3). Тело ножа је одређеног пречника и дужине, што омогућава уздужну и попречну обраду рупе (5) на одређени пречник (дубину) (l). За фину завршну обраду рупа користи се нож са измењивом плочицом као на слици 222. в. Помоћна кретања се изводе ручно коришћењем мерних добоша са скалама за одређивање величине захвата и дужине помоћног кретања. Посебно треба водити рачуна о кретању ножа при улазу и излазу из отвора.

Поступак стругања унутрашњих жлебова приказан је на слици 223. а.

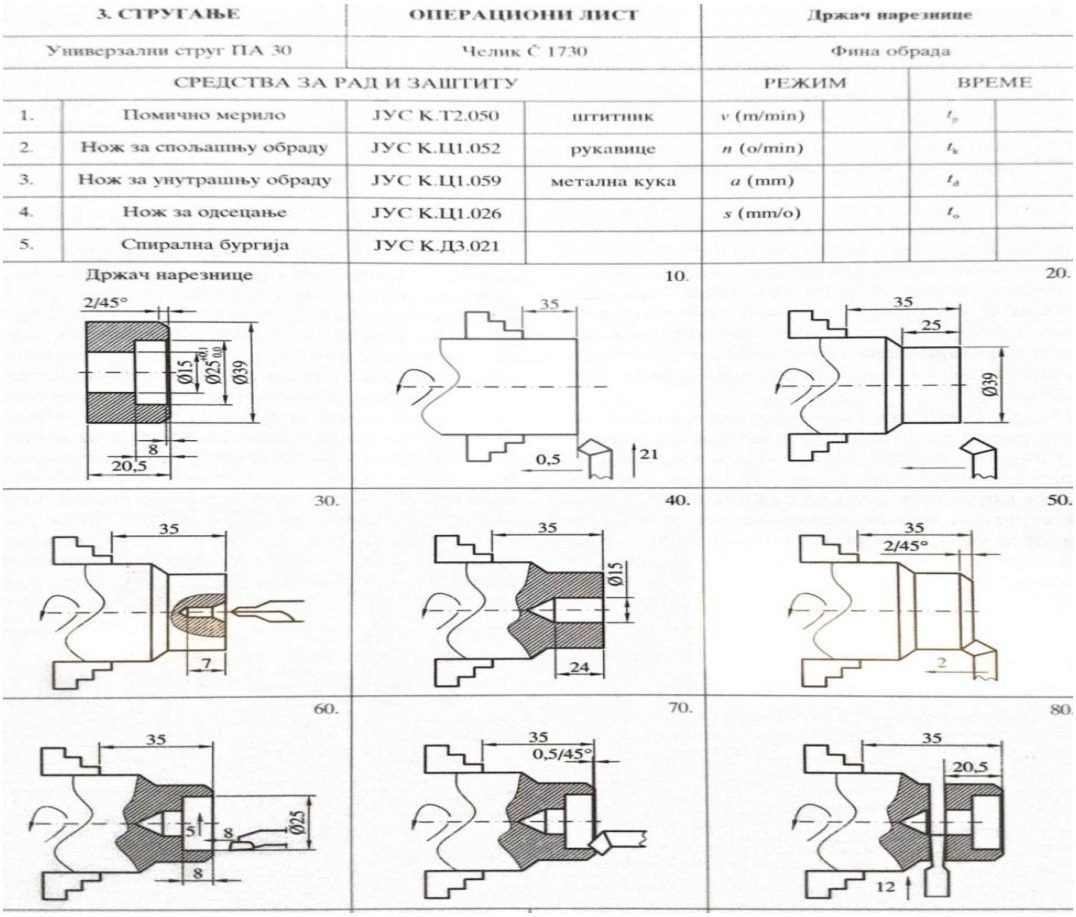


Слика 223. - Нож и поступак израде унутрашњег метричког навоја

У ту сврху се користи кукасти нож JUS K.C1.020. Обрадак (1) је стегнут са унутрашње стране отвора. Нож (2) је постављен у држач носача алата и подешен да телом (а) за време обраде не удара у ивицу отвора. Оштрица ножа је обликована у негативу према облику жлеба. Док се обрадак окреће малим бројем обртаја, окретањем мерних добоша тангира се чеона површина обратка. Добош за уздужни помак треба поставити у нулти положај. Затим се нож убаци у отвор уздужним помаком (А), на дубину положаја жлеба (l). Попречним помаком (Б) тангира се унутрашња површина отвора. Добош за попречни помаком постави се у нулти положај. Подеси се одговарајући број обртаја,

укључи довод уља за резање као расхладног средства и започне обрада. Нож са малим радијалним помаком обликује жлеб одређене дубине. Затим се нож врати према центру отвора и уздужно помери у полазни положај. На крају се заустави расхладно средство и погонски мотор, обрише обрадак и изврши контрола жлеба.

Поступак стругања жлебова веће ширине приказан је на слици 223. б. Обрадак (1) врши главно обртно кретање, а кукасти нож помоћна уздужна и попречна кретања. Обликованим врхом оштрице ножа обрађује се део жлеба нормалним помаком. Затим се нож помери за једну половину ширине профила и обради се други део жлеба. Жлеб треба обрадити у више захвата. На крају се провери ширина и дубина жлеба и изврши дорада фином обрадом на задате мере. На слици 224. приказан је поступак обраде држача нарезнице.



Слика 224. - Нож и поступак израде унутрашњег метричког навоја

3.15. ИЗРАДА РАДНИХ ПРЕДМЕТА

Примери израде радних предмета могу се наћи у Приручнику о полагању завршног испита у образовном профилу оператер машинске обраде на линку:

https://zuov.gov.rs/zavrsni-ispit-i-maturski-ispit-srednje-strucno/

3.16. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ CNC СТРУГА

CNC струг је дизајниран за прецизну обраду релативно тврдих материјала. Првобитно су дизајнирани за обраду метала. Међутим, са појавом пластике и других материјала и са својом инхерентном свестраношћу, они се, такође, могу користити у широком спектру примена и широком спектру материјала. Компјутерски нумерички

контролисани (CNC) стругови брзо замењују старије производне стругове због њихове лакоће подешавања, рада, поновљивости и тачности. Стругови користе аутоматизоване алате који се окрећу за обликовање материјала. Обично се користе за израду врло детаљних резова у симетричним деловима, као што су шипке и цилиндри.

3.17. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ПРОГРАМИРАЊА

Најважнији подаци који су потребни за израду програма су: - стезање обратка; - редослед захвата и операција; - алати за обраду; - технолошки подаци; - димензије израдка. Да би се одредило кретања алата, на машину (обрадак) се поставља замишљени координатни систем. Његов центар се поставља по потреби, зависно од начина обраде и толеранција. Жељени помаци алата тада су одређени као тачке унутар тог координатног система и морају се подударати са димензијама израдка. Свако појединачно кретање алата мора се написати као посебна инструкција управљања, заједно са припадајућим технолошким подацима (бр. обртаја вретена, смер обртања, корак…).

Наредбе у програму су груписане у реченице – блокове. Један блок - реченица садржи све податке неопходне за реализацију једног радног захвата (кретања или укључивања). Могу постојати извесне разлике у форми програма у зависности од управљачке јединице и машине на којој се програм извршава.

Главне функције означавају се у програму са „G” и дефинишу услове (начин) кретања. Основне главне функције су дате у табели 15.

Табела 15. - Основне главне функције

ГАВНА ФУНКЦИЈА	ЗНАЧЕЊЕ
G0	Помоћно кретање које се изводи брзим ходом
G1	Помоћно кретање које се изводи радним ходом по линији (најкраћим путем из тачке у којој се налази алат до програмиране циљне тачке).
G2	Помоћно кретање се изводи радним ходом по кругу (у смеру кретања казаљке на сату из тачке у којој се алат налази до програмиране циљне тачке).
G3	Помоћо кретање се изводи радним ходом по кругу (у смеру кретања супротно казаљке на сату из тачке у којој се алат налази до програмиране циљне тачке).

Помоћне функције се означавају са „M” и зовемо их и функцијама укључивања. Основне помоћне функције су дате у табели 16.

Табела 16. - Основне помоћне функције

ПОМОЋНЕ ФУНКЦИЈА	ЗНАЧЕЊЕ
M0	Програмско заустављање
M3	Укључивање главног вретена у смеру казаљке на сату
M5	Заустављање главног вретена
M6	Измена алата
M30	Крај програма и враћање на почетак

3.18. РУЧНО ПОМЕРАЊЕ

Ручно померање на CNC стругу са управљачком јединицом SINUMERIK 808D се врши на следећи начин:

- стиснете дигме „machine’’,
- стиснете дугме „hand wheel’’ на управљачкој јединици да бисмо могли да контролишемо кретање по осама,
- на панелу за ручно кретање померимо бирач за изабрано кретање по X или Z оси,
- на панелу за ручно кретање померимо бирач да изаберемо вредност за померање:
- 1: померање по 0.0005mm по X / 0.001mm по Z,
- 2: померање по 0.005mm по X/ 0.010mm по Z,
- 3: померање 0.050mm по X/0.100mm по Z.
- на панелу за ручно кретање окрећемо точкић и тако вршимо померање по изабраној оси и вредности.

3.19. ПОДЕШАВАЊЕ АЛАТА

CNC струг - не поседује шаржер за алат тако да се подешавање алата најпре врши ручно тако што се распореде на радно сто.

Подешавање алата се врши на следећи начин:

- стисне се дугме OFFSET,
- отвори се прозор TOOL LIST,
- отвори се на доњем менију NEW TOOL,
- изабере се тип алата са одговарајућим дугмићем (на пример TURNING TOOL или алат који се окреће),
- алату се придода одговарајући редни број и онда се изабере позиција ивице алата из датих примера,
- стисне се дугме OK да се потврди избор.

3.20. УЧИТАВАЊЕ ПРОГРАМА

Учитавање програма на CNC машини можемо извршити на више начина и то:

- напишемо програм на компјутеру и пребацимо га на машину помоћу USB меморије,
- напишемо програм на компјутеру и пребацимо га на машину помоћу интернет интерфејса,
- напишемо програм директно на управљачкој јединици машине помоћу тастатуре која се налази на машини.

3.21. КОРЕКЦИЈА ПРОГРАМА

Чим се појави синтаксна грешка, програм је детектује и спречава даљу реализацију програма. Грешку приказује на екрану под делом Аларми. У овом случају, може се кориговати програм, изменом дела програма који има грешку. То се може урадити на следећи начин:

- притисне се дугме RESET,
- притисне се на менију CORR PROG,

- заграде се потребне корекције у програму. Програм сваку промену аутоматски памти истог тренутка,
- притисне се на менију BACK,
- притисне се дугме CYCLE START да се поново покрене програм.

Питања за теоријску проверу знања

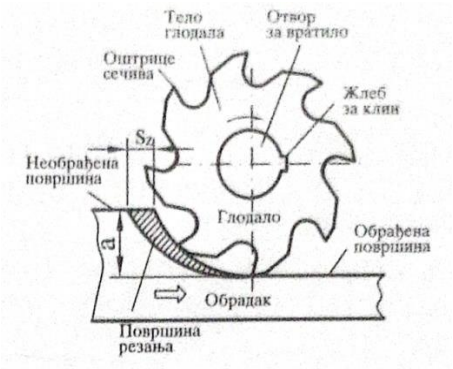
1. Које су основне врсте стругова према конструкцији и намени?
2. Која је разлика између обичног и универзалног струга?
3. Шта је задњи ослонац обратка (носач шиљка) и како се користи?
4. Како се врши подмазивање струга пре почетка рада?
5. У којој врсти производње се користи револверски струг и како је дизајниран?
6. Шта је програмирани струг и како се користи у масовној производњи?
7. Које врсте алата се користе за обраду стругањем?
8. Како се класификују стругарски ножеви и који су њихови основни елементи?
9. Који материјали се користе за израду стругарских ножева и како се дефинише геометрија врха оштрице ножа?
10. Који је задатак прибора за стезање у стругу и како се користи?
11. Који су главни кораци при обради спољашњих цилиндричних и чеоних површина?
12. Како се разликује груба и фина обрада спољашњих цилиндричних површина стругањем?
13. Шта се подразумева под „нарецкивањем” и који алат се користи за ову обраду?
14. Како се изводи обрада жљебова на стругу и који алати се користе?
15. Како се изводи обрада спољашњих конусних површина и који су основни захтеви за ову обраду?
16. Какви су поступци и алати који се користе за бушење, забушивање и проширивање рупа на стругу?
17. Како се изводи поступак одсецања на стругу и које су карактеристике алата који се користе?
18. Који су стандарди и величине углова конуса и нагиба при обради конусних површина?
19. Шта су главни елементи навоја?
20. Како је дефинисан метрички навој у пракси?
21. Како се израђује метрички навој на стругу?
22. Који алати се користе за нарезивање навоја?
23. Каква је разлика између грубе и фине обраде навоја?
24. Како се врши подешавање преносног односа при резању навоја?
25. Шта су нарезнице и како се користе у процесу израде навоја?
26. Како се израђује метрички унутрашњи навој стругарским ножем?
27. Какви се ножеви користе за израду унутрашњих навоја?
28. Како се изводи поступак стругања унутрашњих цилиндричних површина?
29. Шта је линета и која је њена улога при обради савитљивих обрадака?
30. Како се врши обрада уздужних и попречних површина са линетом?
31. Шта је поступак стругања унутрашњих чеоних и профилних површина

4. ГЛОДАЊЕ

4.1. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ГЛОДАЛИЦЕ, АЛАТА И ПРИБОРА

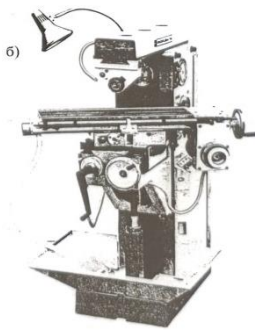
Обрада глодањем обавља се на машинама које се зову глодалице са алатима који се зову глодала. Глодање је метода обраде спољашњих и унутрашњих равних, степенастих, профилних и рељефних површина и површина под углом. Глодањем се обрађују рупе и отвори, канали, жлебови, спирале, пужни парови, ланчаници и зупчаници. На глодалици се може изводити забушивање, бушење, упуштање, проширивање, развртање и израда навоја.

При обради глодањем главно кретање је обртно кретање алата, а помоћно кретање може обављати радни предмет и/или алат (Слика 225).

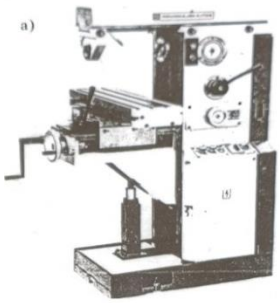


Слика 225. - Колутасто глодало у захвату

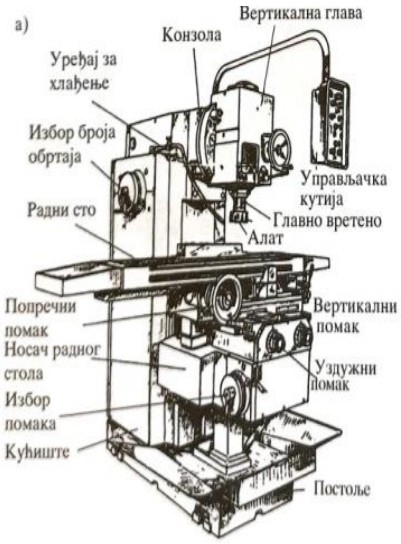
Према конструкцији, глодалице могу имати хоризонтално радно вретено и вертикално радно вретено. Према намени, деле се на: обичне, универзалне, алатне, копирне, порталне и за озубљење. Према начину управљања могу бити са ручним управљањем, механичке и програмиране, тзв. CNC глодалице са нумеричким управањем управљачком јединицом.

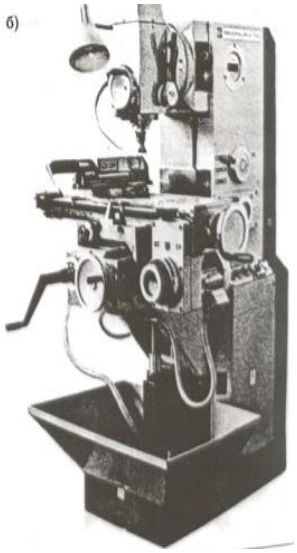


Слика 226. - Хоризонтална глодалица (ГХР)



Слика 227. - Хоризонтална глодалица (ГХМ)





Слика 228. - Хоризонтална глодалица (ГВМ)

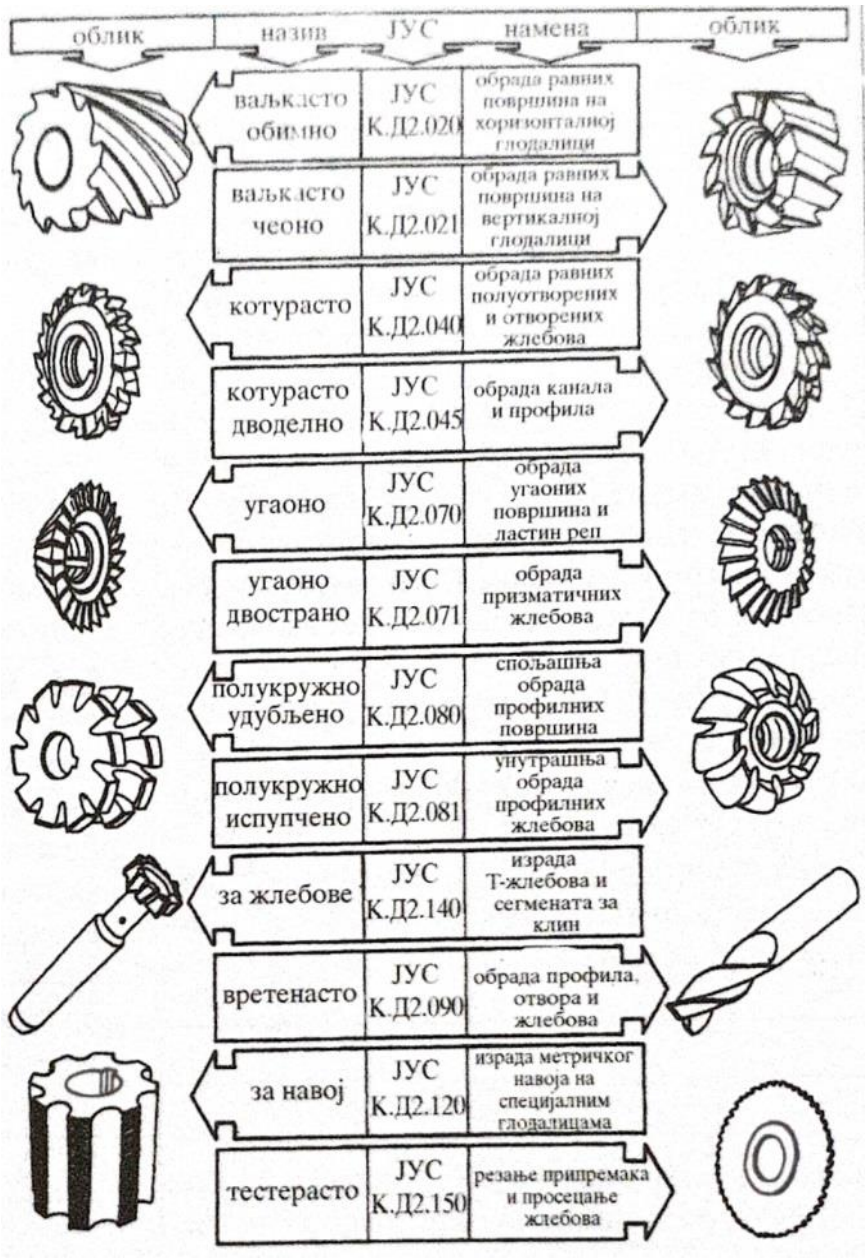
Слика 229. - Вертикална глодалица (ГВМ)

На слици 226. приказана је хоризонтална глодалица (ГХР) са ручним помоћним кретањем радног стола. Вертикално кретање изводи се ручицом, а попречно точком са мерним добошем преко навојног вретена. Уздужно кретање се изводи полугом преко озубљене летве и зупчаника. Главно кретање радног вретена изводи се променом броја обртаја у три подручја степенастим ременим преносником. Конзола се може померити да се постави вертикална глава.

На слици 227. приказана је хоризонтална глодалица (ГХМ) са комбинованим помоћним кретањем радног стола. Вертикално кретање изводи се ручицом, а попречно точком са мерним добошем преко навојних вретена. Уздужно кретање изводи се ручно точком са мерним добошем преко навојних вретена и механички, континуираним помаком у три подручја. Уређај са погонским мотором уграђен је у радни сто који се може заокренути. Конзола се може вратити натраг да се постави вертикална глава, па се глодалица користи као универзална.

На слици 228. приказана је глодалица вертикална (ГВМ) са комбинованим помоћним кретањима радног стола као код хоризонталне глодалице. Има уграђену подесиву вертикалну главу која се може окренути за 90°. И радни сто се може заокренути за 45°. Помоћно кретање изводи се ручно.

На слици 229. је приказана савремена вертикална глодалица са основним деловима. Глодалица има вертикалну главу као носач глодала. Глава има прикључак за алат са морзе-конусом МЗК. Вертикална глава може се заокренути под углом од 90°на леву или десну страну. Има посебан точак са мерним добошем за подешавање дубине резања и за помоћно кретање. На мерним добошима је урађена скала са подеоцима вредности од 0,02 mm.



Слика 230. - Стандардна глодала

Основни алат за глодање је глодало. То су алати са више оштрица, израђени од алатног челика са дршком или са отвором. Оштрице су урађене стругањем или глодањем. После израде врши се термичка обрада, брушење и оштрење. Оштрице од тврдог метала могу бити учвршћене лемљењем, држачем или носачем тврде плочице. Према облику глодала могу бити ваљкаста, котураста, тестераста, угаона, профилна, вретенаста и других облика. Ваљкаста глодала се користе за обимно глодање равних површина на хоризонталној глодалици. Котураста глодала са паралелним или укрштеним зубима, права и угаона, користе се за израду жлебова. Профилна глодала се користе за израду профилних површина. Модулна глодала служе за израду зупчаника. Глодала су стандардизована по основним карактеристикама, и то: назив, материјал, израда, облик, димензија, геометрија и намена. (Слика 230). Избор врсте, облика и пречника глодала врши се на основу материјала обратка, квалитета обраде и ширине и дубине глодања. То је приказано у табели 17.

Табела 17. - Карактеристике глодала

ВАЉКАСТА ГЛОДАЛА					
ПРЕЧНИК (*D*) ГЛОДАЛА					
ШИРИНА (*b*) ГЛОДАЊА ДО (mm)	50	60	75	90	100
	70	75	90	100	130
	100	100	110	130	150
ДУБИНА (*δ*) ГЛОДАЊА (mm)		2	5	8	10

ВРЕТЕНАСТА ГЛОДАЛА								
ШИРИНА (*b*) ГЛОДАЊА (mm)	40	60	90	100	120	180	250	350
ПРЕЧНИК (*D*) ГЛОДАЛА (mm)	50–63	80–100	110 130	125 160	160 200	250	315 400	500
ДУБИНА (*δ*) ГЛОДАЊА (mm)	4	4	5	5	6	6	8	10

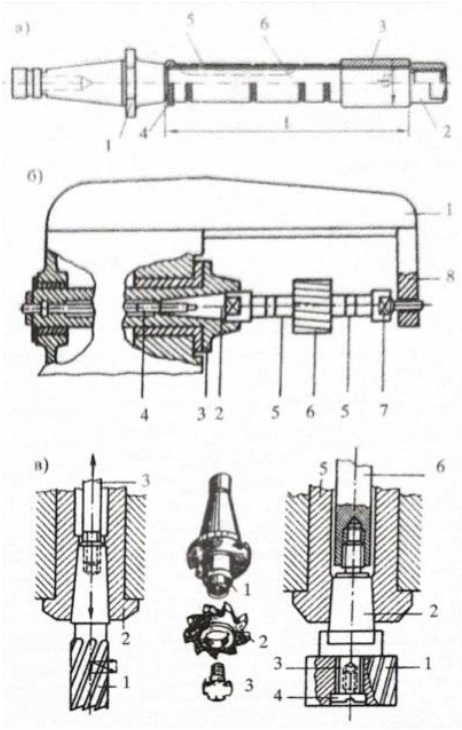
ТЕСТЕРАСТА ГЛОДАЛА					
ПРЕЧНИК (*D*) ГЛОДАЛА					
ШИРИНА (*B*) ГЛОДАЊА ДО (mm)	4 5	40–60	60–75	75	110
ДУБИНА (*δ*) ГЛОДАЊА (mm)		5	10	12	25

КОТУРАСТА ГЛОДАЛА								
ПРЕЧНИК (*D*) ГЛОДАЛА								
ШИРИНА (*B*) ГЛОДАЊА ДО (mm)	10	20	60	63	90	100	160	250
	20	63	75	80	110	125	175	300
	40	80	90	100	130	160	200	350
ДУБИНА (*δ*) ГЛОДАЊА (mm)		5	8	10	20	30	60	100

Прибор који се користи при обради глодањем се дели на:

- Прибор за придржавање обратка при глодању (Слика 231) и
- Прибор за придржавање алата при глодању (Слика 232).

Слика 231. - Прибор за придржавање обратка при глодању



Слика 232. - Прибор за придржавање алата при глодању

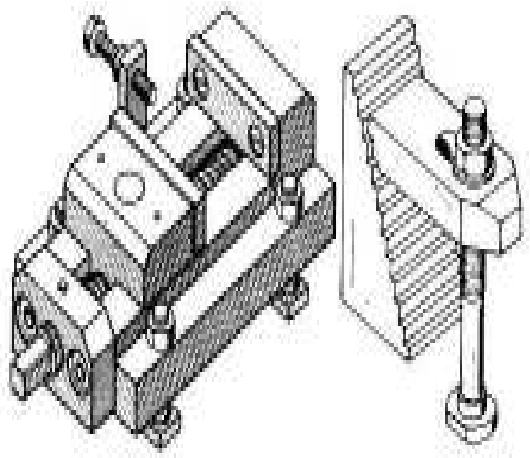
Вратило на слици 232. а има на телу урађен жлеб за клин (6), а на задњој страни нарезан је метрички навој за стезање глодала навртком (2). Обавезан део прибора су одстојни прстенови (4) и чауре (5). Чаура (3) служи као клизно лежиште у отвору ослонца на конзоли глодалице.

На слици 232. б приказано је постављање глодала на вратило. Конзола глодалице (1) се постави у одговарајући положај. Затим се изабере вратило (2) према пречнику глодала, које се постави конусом у вретено (3) и притегне се затезном шипком са навојем (4), па се поставе гранични прстенови (5) и клин (6) на који се навуче глодало. Када се после претходних радњи, глодало постави на вратило, поставе се гранични прстенови са друге стране и изврши се стезање навртком (7), па се постави клизна чаура и ослонцем (8) вратило се учвршћује за конзолу глодалице.

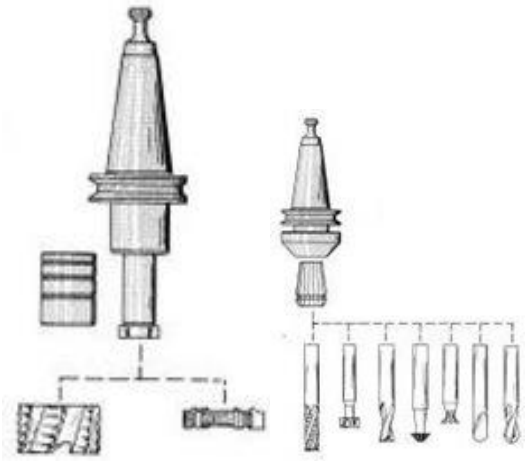
На слици 232. в приказан је начин учвршћивања глодала са конусном дршком. Глодало се постави директно у радно вретено глодалице. Одабере се трн (1) према конусу глодалице. На трн се постави глодало (2) и учврсти завртњем (4). Носачем се поставља у хоризонталну или вертикалну стезну главу (5) и учврсти завртњем (6).

4.2. ПОСТАВЉАЊЕ АЛАТА И ОБРАТКА

При обради глодањем припремак је призматичног облика. Позиционирање припремка врши се према плану стезања. За стезање се користе универзални или специјално конструисани стезни прибори. Најчешће се користе машинска стега (Слика 233. а) и стезне шапе (Слика 233. б).



Слика 233. - Прибор за придржавање обратка при глодању



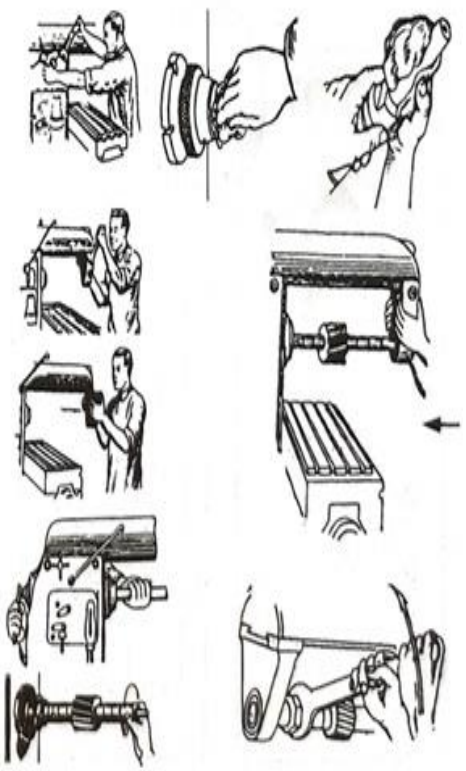
Слика 234. - Прибор за придржавање алата при глодању

Пре постављања приремка неопходно је све површине припремка и прибора очистити како не би дошло до грешке ослањања – базирања радног предмета у односу на машину. Алат се поставља на трнове или у стезне главе или чауре.

Према начину стезања глодала могу бити: насадна – са рупом (Слика 234. а) или усадна – са дршком (Слика 234. б).

Пример: Поступак постављања и стезања ваљкастог глодала

Глодало треба поставити на одговарајуће вратило, што ближе стубу машине. Смер обртања глодала при глодању мора бити супротан у односу на завојне линије зуба тако да силе резања делују ка столу машине. Положај глодала и обратка мора бити такав да глодало неометаним прилазом, пролазом и излазом обради одређену површину. Поступак постављања и стезања ваљкастог глодала приказан је на слици.



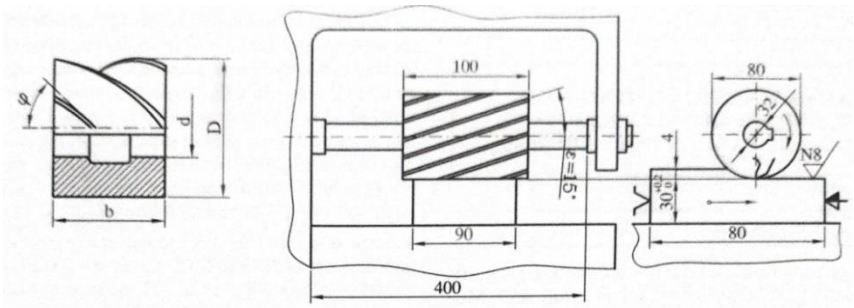
Слика 235. - Поступак постављања и стезања ваљкастог глодала

Поступак постављања глодала састоји се од следећих корака:

- ослободи се завртањ којим је фиксирана конзола,
- окрене се точак да се конзола помери напред изнад стола за дужину вратила,
- конзола се блокира полугом и ослободи се завртањ на подупирачу вратила,
- рукама, покретом према себи, скине се ослонац, обрише и стави на сто,
- одабере се вратило пречника d = 32 mm,
- скине се навртка и одстојне чауре, прстенови и клин, обришу и ставе на сто,
- у отвор са задње стране постави се завртањ за стезање вратила, припреми се и кључ за стезање,
- вратило са конусом поставља се у радно вретено и стегне се завртњем, притезањем руком, па кључем.

4.3. ПОСТУПАК ГЛОДАЊА РАВНИХ ПОВРШИНА

Глодање равних површина састоји се од неколико корака. Први корак је постављање неколико остојних чаура и прстенова. Затим се постави клин и глодало на одговарајуће одстојање од стуба глодалице, изнад обратка. Поставе се чауре и прстенови, па стегну навртком, руком и кључем. Затим се ослонац постави на тзв. ластин реп конзоле, чаура подмаже уљем и навуче на вратило. Чаура се поравна са ивицом конзоле, завртњи се стегну као осигурачи на ослонцу и на конзоли. Провери се положај обратка, глодала и млазнице за расхладно средство. Притегне се глодало кључем, укључи се струја и радно вретено са минималним бројем обртаја. Преконтролише се рад машине, граничници и заустави радно вретено.



ЈУС К.Д2.022								
D	*b*				*d*	*Z:N*	*T*	*M*
40	20	32	50		16	6	10	4
50	25	40	63		22	6	12	4
63	32	50	70		27	6	12	4
80	36	63	80	100	32	8	14	6
100		70	90	110	40	8	16	6
125		80	110	140	50	10	20	8
160		100	125	160	60	12	22	8
					ω	40°	25°	45°

Слика 236. - Глодање равних површина

На слици 236. а приказан је изглед припремка за глодање равних површина, док је на слици 236. б приказан принцип глодања са геометријским карактеристикама ваљкастих глодала разних димензија.

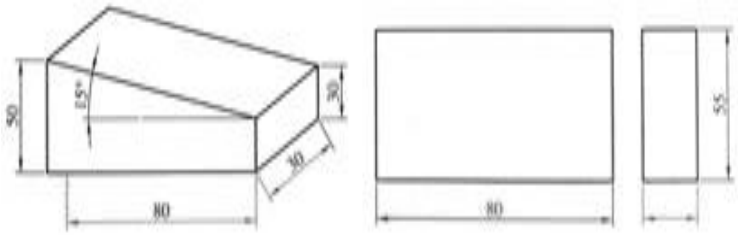
4.4. ПОСТУПАК ГЛОДАЊА РАВНИХ ПОВРШИНА ПОД УГЛОМ

На слици 237. приказан је предмет који треба израдити на глодалици и припремак за глодање.

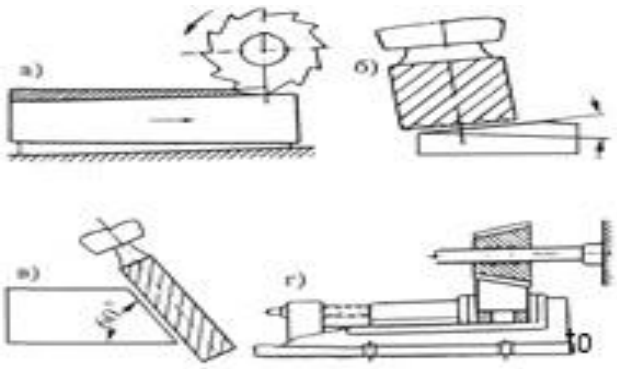
Обрадак треба поставити и базирати тако да се обрада изводи дејством сила резања ка стубу глодалице, уз хлађење и подмазивање емулзијом. Захвате изводити супротносмерним глодањем од нагнуте површине обратка.

На слици 238. приказани су неки од могућих поступака глодања површина под углом:

- ваљкастим глодалом закретањем радног стола,
- чеоним глодалом закретањем радног вретена,
- ваљкастим глодалом закретањем радног вретена,
- конусним глодалом са одговарајућим углом конуса.

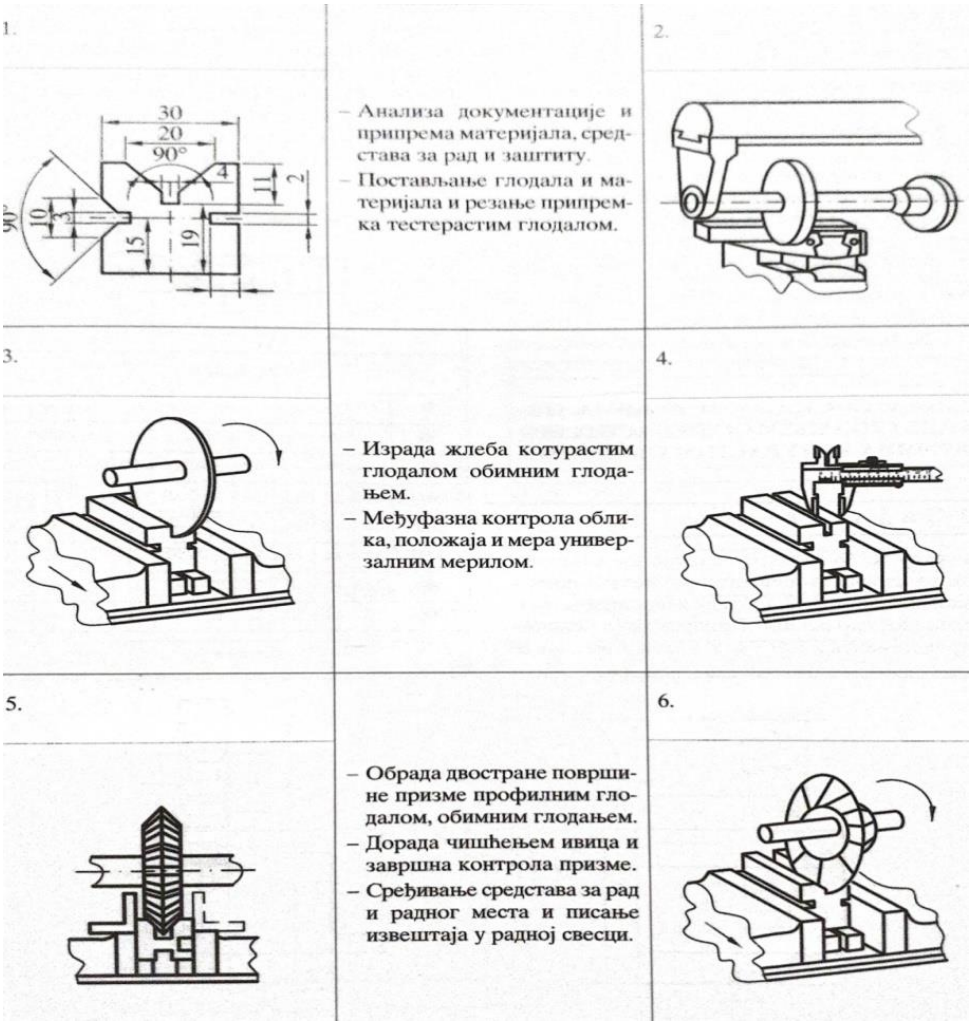


Слика 237. - Глодање клина, изометријски приказ клина и изгледи припремка



Слика 238. - Поступци глодања површина под углом

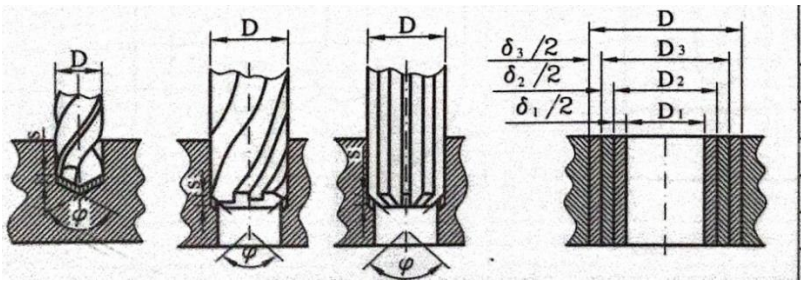
Обрада глодањем двоструких косих површина - приказана је на слици 239.



Слика 239. - Глодање двоструких површина под углом

4.5. ГЛОДАЊЕ ОТВОРА

Отвори и рупе могу се на глодалици урадити забушивањем, бушењем, упуштањем и развртањем (Слика 240). При томе се води рачуна о величини називне мере, о захтеваном квалитету обраде и о додацима за обраду проширивањем, упуштањем и развртањем.



Називни пречник рупе – отвора	δ_1	δ_2	δ_3
до 6 mm	–	–	0,03
6–10 mm	–	–	0,04
10–15 mm	1,5	0,15	0,04
15–18 mm	1,7	0,15	0,04
18–30 mm	2,4	0,2	0,05
30–50 mm	3,00	0,25	0,06

Слика 240. - Алати за обраду рупа и отвора на глодалици и додаци за обраду

Припрема за обраду отвора и рупа обухвата анализу документације, контролу исправности машине, избор прибора, алата и мерила и одређивање поступка обраде. Обрадак се поставља у стегу или на радни сто тако да алат несметано пролази кроз материјал. Користе се универзалне главе, одговарајући алат и вретенаста, цилиндрична и профилна глодала. Режими обраде рупа и отвора су дати у табели 18.

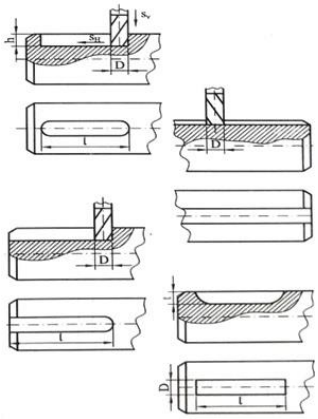
Табела 18. - Режими обраде при бушењу

РЕЖИМ ОБРАДЕ ПРИ БУШЕЊУ		БРЗИНА БУШЕЊА V (m/min)	Пречник забушивача и бургије D (mm)						Средство за хлађење
			2	5	8	12	16	25	
			Помак алата S_o (mm/обртају)						
ЧЕЛИЦИ kN/cm²	Конструкциони >50	30–35	0,04	0,11	0,16	0,22	0,26	0,30	ЕМУЛЗИЈА
	>70	25–32	0,04	0,11	0,16	0,22	0,26	0,30	ЕМУЛЗИЈА
	>90	18–26	0,03	0,07	0,12	0,16	0,20	0,25	ЕМУЛЗИЈА
	Алатни >130	4–6	ручно	0,04	0,08	0,10	0,12	0,16	ЕМУЛЗИЈА
	Легирани > 90	12–18	0,02	0,06	0,10	0,14	0,18	0,22	ЕМУЛЗИЈА
	Легирани >130	6–14	0,02	0,03	0,06	0,09	0,12	0,16	ЕМУЛЗИЈА
ЛИВ	SL	15–30	0,05	0,10	0,16	0,25	0,30	0,35	СУВО ХЛАЂЕЊЕ
	Темпер	14–18	0,06	0,12	0,20	0,28	0,35	0,45	СУВО ХЛАЂЕЊЕ
	Челични	8–20	0,02	0,05	0,09	0,14	0,18	0,22	ЕМУЛЗИЈА
ЛАКИ МЕТАЛИ	Силумин	30–40	0,04	0,10	0,16	0,22	0,26	0,32	ЕМУЛЗИЈА
	Дуралуминијум	40–120	0,05	0,14	0,20	0,25	0,32	0,40	ПЕТРОЛЕЈ
	MG легуре	50–150	0,07	0,20	0,30	0,40	0,50	0,63	ЕМУЛЗИЈА
ОБОЈЕНИ МЕТАЛИ	Бакар	30–70	ручно	0,08	0,14	0,20	0,28	0,37	ЕМУЛЗИЈА
	Месинг	40–100	0,05	0,14	0,20	0,25	0,32	0,40	ЕМУЛЗИЈА
	Бронза	40–60	0,03	0,07	0,12	0,16	0,20	0,25	ЕМУЛЗИЈА

РЕЖИМ ОБРАДЕ ПРИ РАЗВРТАЊУ		БРЗИНА РАЗВРТАЊА V (m/min)	Пречник развртача D (mm)								
			5	10	15	20	25	30	40	50	
			Помак алата S_o (mm/обртају)								
ЧЕЛИЦИ kN/cm²	Конструкциони >50	10–12	0,1	0,15	0,20	0,25	0,28	0,35	0,40	0,50	ЕМУЛЗИЈА ЗА БУШЕЊЕ
	>70	8–10	0,1	0,14	0,20	0,25	0,28	0,30	0,40	0,50	
	>90	6–8	0,1	0,13	0,16	0,20	0,24	0,28	0,35	0,40	
	Легирани >110	4–6	0,1	0,12	0,15	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	
ЛИВ	SL	4–10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55	0,65	
	Темпер	8–10	0,18	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	
	Челични	5–10	0,10	0,14	0,20	0,25	0,28	0,30	0,40	0,50	
ЛАКИ МЕТАЛИ	Силумин	10–12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	
	Дуралуминијум	12–20	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,70	0,80	
ОБОЈЕНИ МЕТАЛИ	Бакар	12–18	0,15	0,25	0,35	0,40	0,45	0,50	0,50	0,70	
	Месинг	12–18	0,20	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,70	
	Бронза	8–12	0,16	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	

4.6. ГЛОДАЊЕ ЖЛЕБОВА

Глодањем се могу урадити жлебови, и то равни, профилни, лучни, као и Т - жлеб и ластин реп и завојни жлеб. Глодање жлебова изводи се вретенастим обимним и чеоним глодалом, котурастим равним, профилним, угаоним и тестерастим глодалом и глодалом са Т - жлебом. На слици 241. приказани су елементи жлеба: ширина (D) и дубина (h) при глодању вретенастим, котурастим и профилним и тестерастим глодалом.

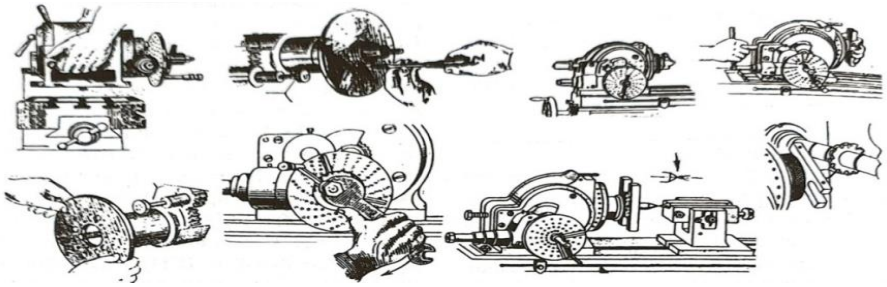


Слика 241. - Глодање жлебова

4.7. ПРИМЕНА ПРОСТОГ ПОДЕОНОГ АПАРАТА

На слици 242. је подеони апарат. Поступак глодања равних површина применом подеоног апарата састоји се од следећих корака:

- анализа документације,
- припрема радног места и средстава за рад и заштиту,
- преконтролише се припремак, глодало и подеони уређај,
- постави се глодало на средину носећег вретена,
- подеони уређај се постави лево, на средину стола глодалице,
- подесе се вођице у Т - жлебове и стегну завртњима,
- угаона подеона скала на подеоној глави се доведе у нулти положај да би оса вретена била хоризонтална,
- преконтролише се нулти положај скале стола глодалице,
- постави се подупирач и подеси паралелност према оси вретена,
- постави се стезна глава са три чељусти,
- подеони диск се постави тако да се виде ознаке отвора,
- диск се укочи граничником и стегне кључем.



Слика 242. - Постављање подеоног апарата

4.8. ИЗРАДА РАДНИХ ПРЕДМЕТА

Примери израде радних предмета поступком обраде резањем могу се наћи у Приручнику о полагању завршног испита у образовном профилу оператер машинске обраде резањем, линк: https://zuov.gov.rs/zavrsni-ispit-i-maturski-ispit-srednje-strucno/

4.9. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ CNC ГЛОДАЛИЦА

CNC глодалица аутоматски сече материјале користећи вретено за сечење, које се може помицати на различите положаје и дубине према упутствима рачунара.

Основне предности примене нумерички управљаних у односу на конвенционалне глодалице су:

- повећање продуктивности смањењем укупног времена,
- висока тачност обраде и незнатна контрола обратка,
- обрада делова сложенијих профила који тешко могу да се остваре на конвенционалним машинама,
- повећање временског степена искоришћења машине,
- смањење броја и трајања припремних операција (обележавање, забушивање и сл.),
- једноставније управљање процесом производње,
- избегнута потреба за високостручним послужиоцем машине алатке,
- послужилац машине алатке има више слободног времена и може да прати рад друге машине и сл.

Недостаци примене су:

- обавезно планирање рада до детаља, као код сваке аутоматизоване производње (велики инвестициони трошкови повећавају трошкове машинског сата),
- потреба за високостручним програмерима,
- поузданост нумерички управљане у односу на конвенционалну машину алатку може бити нижа,
- већи ефекти се остварују у аутоматизацији великосеријске производње и сл.

4.10. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ПРОГРАМИРАЊА

CNC глодалица је компјутерски контролисана машина. Путање алата могу се програмирати CAD/CAM процесом или ручно од стране програмера, резултујући фајл се може учитати на машину, а када се постави и испроба, машина ће наставити да производи делове под повременим надзором оператера.

CNC глодалица се контролише електронски преко интерфејса у стилу рачунарског менија. Програм се може модификовати и приказати на машини, заједно са симулираним приказом процеса. Програм је скуп наредби које треба да изврши CNC машина да би се од припремка добио израдак тачно одређеног облика и димензија. Подаци дефинисани у програму описују:

- геометрију радног предмета, која се налази на радионичком цртежу,
- технологију рада која се налази у разним технолошким приручницима и упутствима за експлоатацију CNC машина.

Наредбе у програму су груписане у реченице – блокови. Један блок - реченица садржи све податке неопходне за реализацију једног радног захвата (кретања или укључивања). Могу постојати извесне разлике у форми програма у зависности од управљачке јединице и машине на којој се програм извршава.

Главне функције означавају се у програму са „G” и дефинишу услове (начин) кретања. Основне главне функције су дате у табели 19.

Табела 19. - Главне функције

ГАВНА ФУНКЦИЈА	ЗНАЧЕЊЕ
G0	Помоћно кретање које се изводи брзим ходом
G1	Помоћно кретање које се изводи радним ходом по линији (најкраћим путем из тачке у којој се налази алат до програмиране циљне тачке).
G2	Помоћно кретање се изводи радним ходом по кругу (у смеру кретања казаљке на сату из тачке у којој се алат налази до програмиране циљне тачке).
G3	Помоћо кретање се изводи радним ходом по кругу (у смеру кретања супротно казаљке на сату из тачке у којој се алат налази до програмиране циљне тачке).

Помоћне функције се означавају са „M”, зовемо их и функцијама укључивања. Основне помоћне функције се дате у табели 20.

Табела 20. - Помоћне функције

ПОМОЋНЕ ФУНКЦИЈА	ЗНАЧЕЊЕ
M0	Програмско заустављање
M3	Укључивање главног вретена у смеру казаљке на сату
M5	Заустављање главног вретена
M6	Измена алата
M30	Крај програма и враћање на почетак

4.11. РУЧНО ПОМЕРАЊЕ

Ручно померање на CNC са управљачком јединицом SINUMERIK 808D се врши на следећи начин:

- Стисне се дугме „machine’’,

- Стисне се дугме „hand wheel’’ на управљачкој јединици да бисмо могли да користимо кретање по осама,

- На панелу за ручно кретање померимо бирач да изаберемо кретање по X,Y или Z оси,
- На панелу за ручно кретање померимо бирач да изаберемо вредност за померање:

  1: померање по 0.001mm,
  2: померање по 0.010mm,
  3: померање по 0.100mm.

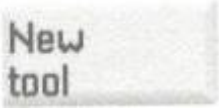
- На панелу за ручно кретање окрећемо точкић и тако вршимо померање по изабраној оси и вредности.

Постављање алата на CNC са управљачком јединицом SINUMERIK 808D се врши на следећи начин:

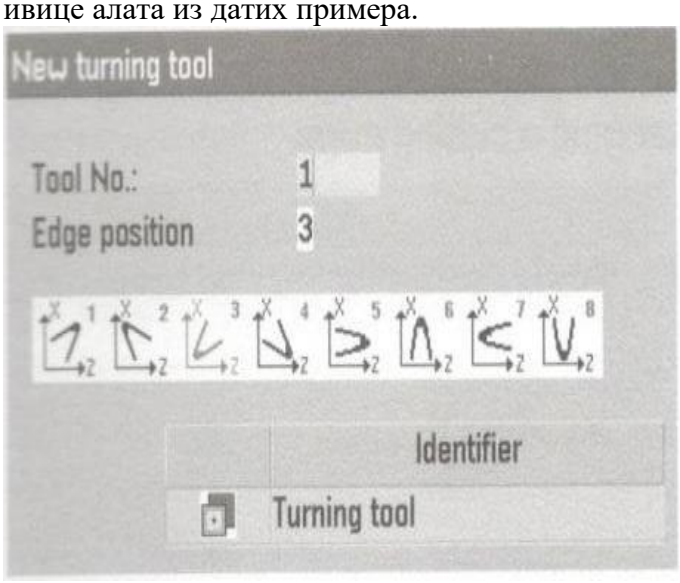
- Најпре се алат убаци у одговарајући слот у шаржер који поседује 12 места.
- Стисне се дугме OFFSET

- Отвори се прозор TOOL LIST

- Отвори се на доњем менију NEW TOOL



- Изабере се тип алата са одговарајућим дугмићем (на пр. TURNING TOOL или алат који се окреће).
- Алату се придода одговарајући редни број (искористи се нумерација са шаржера) и онда се изабере позиција ивице алата из датих примера.



- Стисне се дугме OK да се потврди избор.

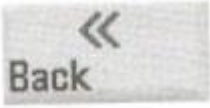
4.12. УЧИТАВАЊЕ ПРОГРАМА

Учитавање програма на CNC машину можемо извршити на више начина:

- напишемо програм на рачунару и пребацимо га на машину преко USB меморије,
- напишемо програм на рачунару и пребацимо га на машину преко интернет интерфејса,
- напишемо програм директно на управљачкој јединици машине помоћу тастатуре на машини.

4.13. КОРЕКЦИЈА ПРОГРАМА

Уколико се појави синтаксна грешка, програм је детектује и спречава даљу реализацију програма. Грешка се приказује на екрану под делом Аларми. У овом случају може се кориговати програм изменом дела програма који има грешку. То се може урадити на следећи начин:

- Притисне се дугме RESET	
- Притисне се на менију CORR PROG	
- Ураде се потребне корекције у програму. Програм сваку промену аутоматски памти истог тренутка када се измена унесе. - Притисне се на менију BACK	
- Притисне се дугме CYCLE START да се поново покрене програм	

4.14. ИЗРАДА РАДНИХ ПРЕДМЕТА НА CNC ГЛОДАЛИЦИ

Примери израде радних предмета поступком обраде резањем могу се наћи у Приручнику о полагању завршног испита у образовном профилу оператер машинске обраде резањем, линк: https://zuov.gov.rs/zavrsni-ispit-i-maturski-ispit-srednje-strucno/.

Питања за теоријску проверу знања

1. Шта је глодање и које површине се могу обрађивати глодањем?
2. Каква је разлика између хоризонталне и вертикалне глодалице?
3. Каква глодала се користе за различите врсте обраде и који су њихови облици?
4. Како се подешавају глодала за различите врсте обраде?
5. Шта су основни делови глодалице и која је њихова функција?
6. Како се постављају и учвршћују глодала на вратилу?
7. Какви су прибори за стезање обратка и алата при обради глодањем?
8. Како се поставља и стегне глодало за глодање равних површина?

9. Који су поступци глодања равних површина под углом?
10. Како се глодају жлебови и које врсте глодала се користе за глодање жлебова?
11. Шта је потребно за израду отвора и рупа глодањем и који су начини обраде отвора?
12. Како се врши постављање припремка за обраду глодањем?
13. Шта треба узети у обзир приликом избора прибора и алата за глодање?
14. Како се врши обрада клина и које су технике за обраду косих површина?
15. Шта све укључује припрема за обраду отвора и рупа на глодалици?
16. Који су алати који се користе за глодање отвора и рупа?
17. Како се изводи глодање жлебова?
18. Какав је поступак примене простог подеоног апарата?
19. Шта представља CNC глодалица и које су њене предности у односу на конвенционалне глодалице?
20. Који су недостаци примене CNC глодалица?
21. Како се програмира CNC глодалица?
22. Шта означавају функције са „G" и „M" у CNC програму?
23. Који су кораци за постављање алата на CNC машини?
24. Који су методи учитавања програма на CNC машину?
25. Како се врши корекција програма у случају синтаксне грешке?

5. БРУШЕЊЕ

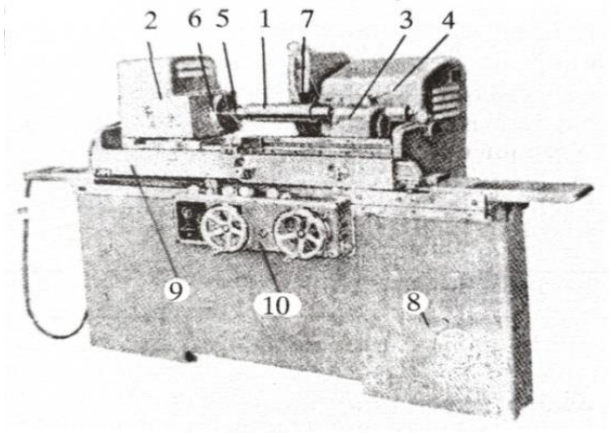
Брушење је машинска обрада, којом се врши завршна фина обрада до квалитета N5, а такође, се на брусилицама врши оштрење алата за стругање, глодање, бушење и рендисање.

5.1. КАРАКТЕРИСТИКЕ БРУСИЛИЦА, АЛАТА И ПРИБОРА ЗА БРУШЕЊЕ

5.1.1. ВРСТЕ И КАРАКТЕРИСТИКЕ БРУСИЛИЦА

Брусилице за кружно (цилиндрично) спољашње и унутрашње брушење могу бити посебне и универзалне. За спољашње кружно брушење се користе брусилице са стезањем обратка у стезну главу, стезну чауру, са ослонцем, шиљцима, универзалне за слободно брушење и CNC брусилице.

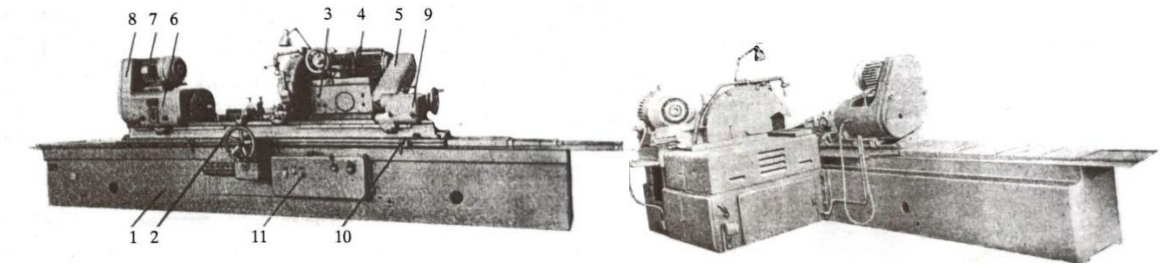
Брусилица за брушење спољашњих цилиндричних површина малих дужина приказана на слици 243. користи се као посебна брусилица за брушење између шиљака.



Слика 243. - Брусилица за брушење спољашњих цилиндричних површина малих дужина

Обрадак мањих димензија (1) постави се и стегне између шиљака у глави брусилице (2) и у задњем ослонцу (3). Стеже се и отпушта ручицом (4). Обрадак мора имати урађена обична или технолошка гнезда да би се поставио у провлакач (5) и стегнуо као при стругању, а затим се ослони на шиљак и обртну плочу (6). Брусилица има брусну плочу – тоцило (7), која је учвршћена на хоризонтално вретено са посебним погонским мотором. Брусна плоча изводи главно обртно кретање са регулисаним бројем обртаја помоћу степенасте ременице. Заједно са кућиштем и погонским мотором може изводити и помоћно попречно кретање. Може се приближити и удаљити од обратка ручним попречним помаком, посебним мерним добошем баждареним у хиљадитим деловима милиметра (0,002 mm). Стезна глава са погонским мотором и задњи ослонац постављени су на покретни радни сто. Обрадак се обрће одговарајућим бројем обртаја преко ременог преносника са погонског мотора. Помоћно супротносмерно окретање је у негативном смеру. Сто са обратком изводи и помоћно праволинијско кретање по постољу машине (8), сто (9) се може заокренути на постољу при обради цилиндричне површине под углом. Дужина радног хода се регулише се граничницима. Брусилица има уређај за мокро хлађење. Управљање брусилицом је ручно преко командне табле (10).

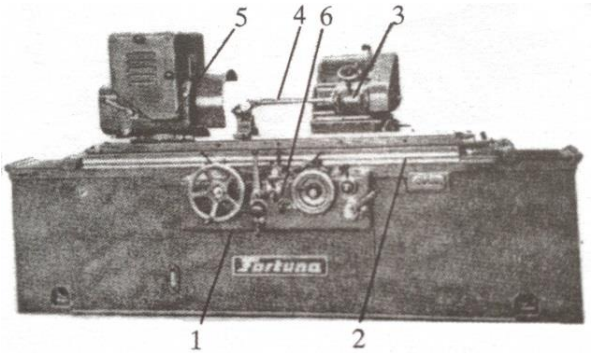
Брусилица за брушење спољашњих цилиндричних површина велике дужине приказана је на слици 244. Користи се за брушење између шиљака, слободно или уз употребу подупирача (линета). На ливено постоље (1) постављен је радни сто (2) са предње стране. На задњој страни постављена је глава брусилице (3) са погонским мотором (4) и преносником (5) за главно кретање брусне плоче. На радном столу (лево) учвршћена је глава (6) за постављање обратка и погонским мотором (7) и преносником (8) за помоћно кретање кружно кретање обратка. На радном столу (десно) постављен је задњи ослонац (9).



Слика 244. - Брусилица за брушење спољашњих цилиндричних површина велике дужине

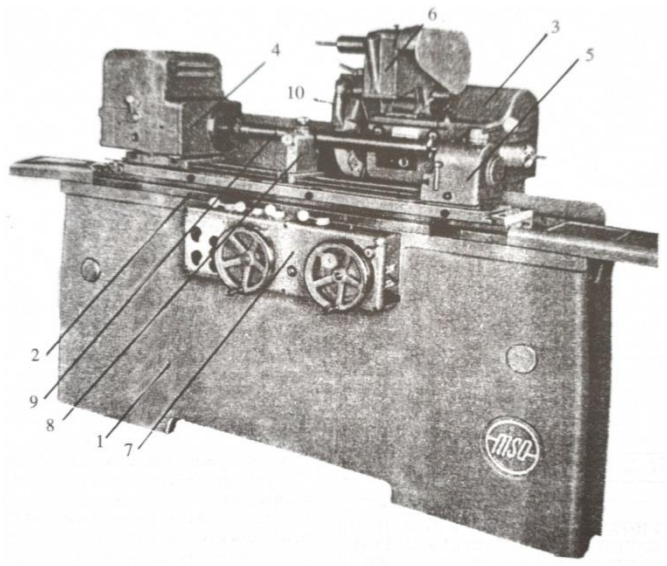
За време обраде обрадак изводи помоћно обртно кретање и праволинијско кретање ручним помаком радног стола. Дужинапомоћног кретања подешава се граничницима (10) и помоћу команди на табли (11).

Брусилица за брушење унутрашњих цилиндричних површина приказана је на слици 245.



Слика 245. - Брусилица за брушење унутрашњих цилиндричних површина

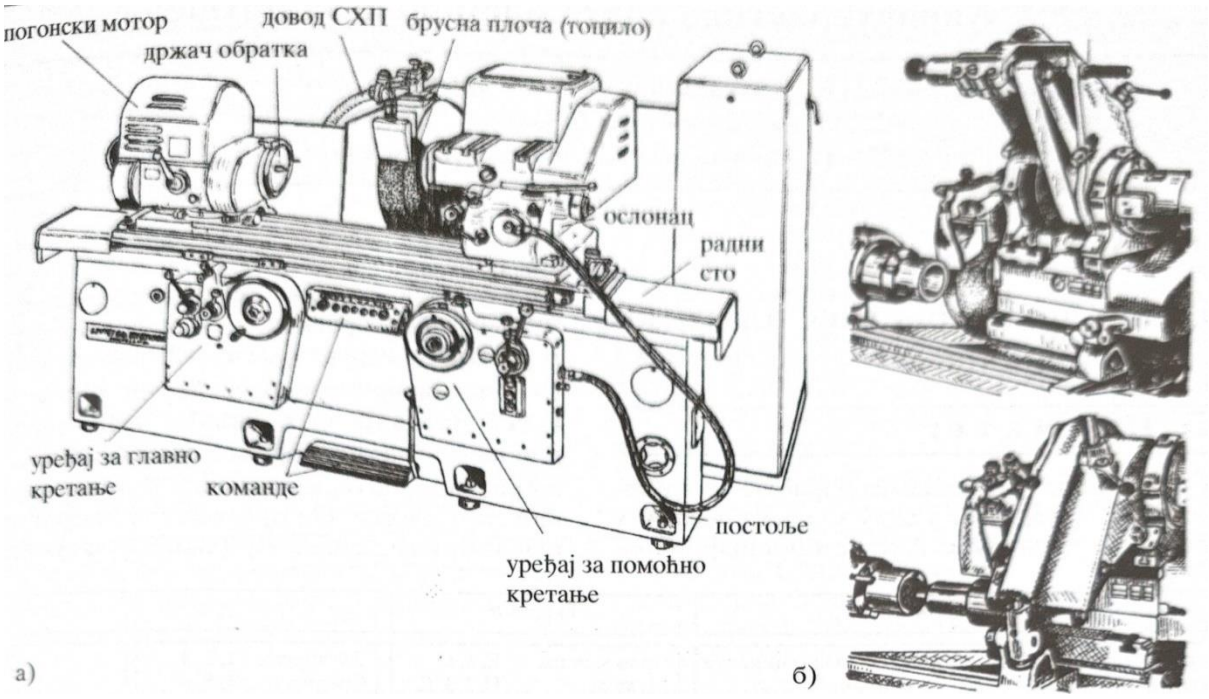
Ова брусилица се користи као посебна брусилица за брушење обрадака мањих димензија постављених у стезну главу. Брусилица има постоље са кућиштем (1) на које је постављен покретни радни сто (2), а иза глава за постављање алата. Алат је ваљкаста брусна плоча, постављена на носач (4). Глава (3) има посебан мотор и мењач броја обртаја за главно кретање. Глава (5) има посебан мотор и мењач за помоћно обртање обратка у оклопљеној стезној глави. Команде су ручне са командне табле (6). Захват се остварује алатом, ручно. Помак обратка може бити ручни и механички **Брусилице за кружно брушење спољашњих и унутрашњих површина цилиндричних површина називају се универзалне брусилице.** Ова брусилица, поред главе са погонским мотором и брусном плочом за спољашње брушење има и главу са посебним погонским мотором за унутрашње брушење. Глава за унутрашње брушење може бити фиксно постављена или се скине заштитни поклопац, па се постави као посебан уређај универзалне брусилице. На слици 246. приказана је универзална брусилица за брушење спољашњих и унутрашњих цилиндричних површина. Брусилица има кућиште са покретним столом, који се може заокретати за брушење површина под углом. На столу се налази глава за обртно кретање обратка, задњи ослонац и линета. Глава са брусом за спољашње је постављена на кућиште, као и глава са брусом за унутрашње брушење.



Слика 246. - Универзална брусилица за брушење спољашњих и унутрашњих цилиндричних површина

Универзална брусилица (Слика 247) има основне и додатне уређаје и делове, па се кинематика остварује ручно, механички и хидраулично. За стезање обратка и помоћна праволинијска кретања брусне плоче и обратка користи се хидросистем.

Уређај за унутрашње брушење је постављен на кућиште главе за брусну плочу за спољашње брушење. Уређај има ваљкасти брус постављен носачем у радно вретено. Обртно кретање преноси се са са погонског мотора преко ременог преносника. Брусна плоча за спољашње брушење може се скинути за безбеднији рад током унутрашњег брушења. Уређај може имати степенасте ременице или гарнитуру променљивих вретена са различитим величинама ременица да би се остварио захтевани број обртаја и то: (n_1=10000, n_2=12000, n_3=18000 и n_4=25000) o/min. Уређај се заокрене помоћу ручице и постави у радни положај за брушење.



Слика 247. - Универзална брусилица за брушење спољашњих и унутрашњих цилиндричних површина са додатним уређајима и деловима

5.1.2. ВРСТЕ И КАРАКТЕРИСТИКЕ АЛАТА ЗА БРУШЕЊЕ

Алат за обраду брушењем израђује се од абразивног материјала у виду зрнаца, повезаних везивним средством. Ако се помешају абразивна зрна са 15% везива и испресују у калупима, добила би се брусна плоча различитих облика. Отпресци се пеку да очврсну, при чему се добијају брусне плоче одређених карактеристика са до 25% порозности. Основне карактеристике брусне плоче дате су на слици 248. и то су: врста материјала, крупноћа зрна, тврдоћа плоче, структура и врста везива.

Абразивни материјали могу бити природни и синтетички. Од природних се користи за ручно брушење пешчар (силицијум диоксид - SiO_2) као брус. И шмиргл (алуминијум оксид - AlO) има оштра зрна, па се користи налепљен на траку. За машинско брушење користи се корунд због велике тврдоће и абразивности зрна са оштрим ивицама. Користи се у виду плоча. Природни дијамант у праху служи за брушење и у зрну за чишћење и оштрење брусних плоча.

За израду брусних плоча употребљавају се и вештачки материјали.

Нормалан електрокорунд садржи до 95% Al_2O_3. Има ознаку (А) и служи за израду тоцила (брусних плоча) за брушење челика.

Племенити електрокорунд има ознаку (В). Може бити беле или црвене боје и садржи 98% Al_2O_3. Има већу чврстоћу од нормалног, па се користи за брушење алатних и легираних челика, навоја и зупчаника и за оштрење алата.

Силицијум-карбид се добија топљењем песка и кокса. Због велике кртости не користи се за челике, већ за брушење легура обојених и тврдих метала. Има ознаку (С), то јест, (CZ) - зелени и (CC) - црни.

Синтетичким дијамантом се брусе високолегирани челици и тврде легуре.

Крупноћа зрна декларише се бројном ознаком која се односи на број рупица по квадратном цолу сита у коме се врши просејавање. Ознаке су 8 - 16 врло груба, до 36

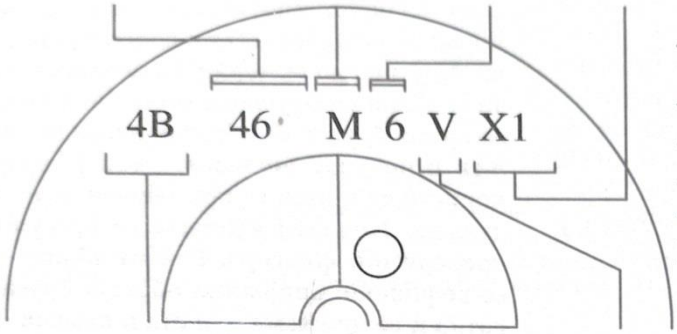
груба, до 70 средња, до 120 фина, до 240 врло фина и до 600 прашкаста зрна. Тврдоћа брусне плоче односи се на способност везивног материјала да задржи абразивна зрна у плочи и зависи од запремине абразива и везива. За брушење тврдих материјала користе се мекше плоче да би се се зрна брже одвајала јер се брже тупе. За мекше материјале служе тврђе плоче да се мање троше јер се зрна спорије тупе. Означава се словима (E) до (Z).

Зрноћа					
врло груба	груба	средња	фина	врло фина	прашкаста
0	20	40	80	120	240
10	24	40	90	160	280
12	30	54	100	200	300
14	34	60	120	220	400
16		70			500

Тврдоћа	
Врло мекана	E, F, G
Мекана	H, I, J, K
Средња	L, M, N, O
Тврда	P, R, S
Врло тврда	T, U, W, Z

Структура	
Затворена	1, 2, 3
Средња	4, 5, 6
Отворена	7, 8, 9
Високо-порозна	10, 11, 12

Атест



"8 Март"
ИНДУСТРИЈА БРУСНИХ
24430 АДА

Редни бр. и датум	ГУС и датум
1281/2	19.8.81

Димензије и квалитет
300×12×32

B60K6V31

Дозвољена брзина употребе
obr./min obr./s

3350-35	2865-30
машински	ручно

ВАЖНО УПОЗОРЕЊЕ:
Ова етикета представља атест квалитета, дозволу употребе. Етикету сачувати и обавезно приложити приликом поруџбине или рекламације.

Врста брусне сировине			Везива
Нормални карбид A	Специјални карбид B	Силицијум-карбид C	
3A – обојени	бели са обојеним везивом	C – зелени (светли)	V – керамичка
3A – необојени	бели са необојеним везивом	3C – зелени (тамни)	B – смолна
5A – мешана A и B	4B – ружичасти	1C – црни	E – шелакова
7A – полуплеменити корунд	6B – црвени		O – магнезитна
	8B – монокристални		P – гумена

Слика 248. - Основне карактеристике брусне плоче

Материјал који се бруси	Спољни пречник бруса *d* (mm)					
	Котурасти брус		Лончасти брус			
	до 200 mm пречника		до 200 mm пречника		изнад 200 mm до 300 mm пречника	
	грубо брушење	фино брушење	грубо брушење	фино брушење	грубо брушење	фино брушење
Челик за цементирање, алатни челик, легирани челик, каљени челик тврдоће до 63 HRC	B36L B46K B54J		B30K B36J B46I		B24K B30J B36I	
Легирани челик, каљени челик тврдоће изнад 63 HRC	B36J B46I B54H		B54J B36I B46H		B24J B30I B36H	
Брзорезни челик, каљен, тврдоће до 63 HRC	B36H B46G B54F		B36H B46G B54F		B30H B36G B46F	
Брзорезни челик, каљен, тврдоће до 63 HRC	B36H B46G B54F		B54H B46G B54F		B46H B36G B46F	
Некаљен челик, затезне чврстоће до 686 N/mm²	A A A 36L 46K 54J B B B		A A A 54L 46K 54J B B B		A A A 46L 36K 47J B B B	
Побољшани челик затезне чврстоће до 1 177 N/mm²	B36J B46I B54H		B54J B46I B54H		B46J B36I B46H	
Сиво ливено гвожђе	B B B 30J 36I 46H C C C		B B B 54J 46I 54H C C C		B B B 46J 36I 46H C C C	
Цинкове легуре и лаки метали	C30J C36I C46H		C64I C36I C46H		C20J C24I C30H	
Тврди метали	C54H C60G C70F		C70H C60G C70F		C46H C54G C60F	

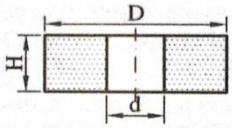
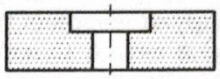
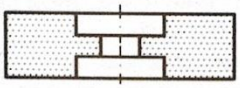
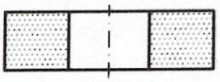
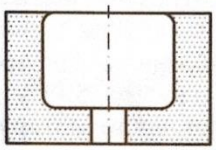
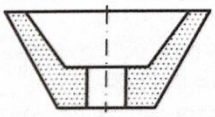
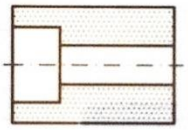
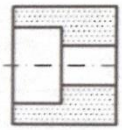
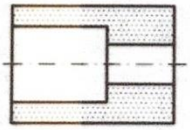
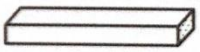
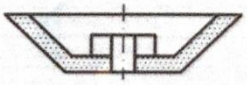
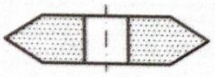
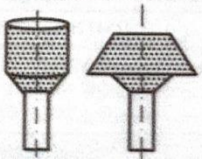
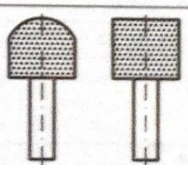
Слика 249. - Основне карактеристике брусне плоче у зависности од намене

Структура брусне плоче означава се са бројевима 1 до 12. Може бити средња, отворена или затворена. Зависи од односа запремине абразива и пора.

Као везиво најчешће се користи керамичко везиво (B). Отпорно је на високе температуре. Брушење се изводи максималном брзином резања до *v=65 m/s*. Силикатно везиво (S) је на бази стакла, зрна лакше испадају и ради мањом брзином резања. Магнезитно везиво (O) служи за алате за ручно брушење, брзином *v <20 m/s*.

Пре обраде се одабере брусна плоча у зависности од облика обратка, врсте материјала обратка и захтеваног квалитета обраде, поступка и режима обраде.

Осим наведених карактеристика, брусеви имају назив, облик, мере и намену. На слици 250. приказане су котурасте брусне плоче за спољашње брушење, лончасте и профилне брусне плоче за брушење-оштрење алата, брусна плоча за резање материјала и ваљкасти брусеви за брушење унутрашњих површина.

НАЗИВ	ОБЛИК	ОЗНАКА	ОБЛИК	НАЗИВ
РАВНЕ БРУСНЕ ПЛОЧЕ КОТУРАСТО ТОЦИЛО СА ОТВОРОМ ЗА РУЧНО И МАШИНСКО БРУШЕЊЕ		ЈУС К.Ф1.020 КоР $D > 80$ mm Ко1у		КОТУРАСТО ТОЦИЛО СА УПУСТОМ ЗА СПОЉАШЊЕ КРУЖНО БРУШЕЊЕ
КОТУРАСТО ТОЦИЛО СА ДВОСТРАНИМ УПУСТОМ ЗА СПОЉАШЊЕ КРУЖНО БРУШЕЊЕ ИЗМЕЂУ ШИЉАКА		Ко2у ЈУС К.Ф1.041 От		ОБРУЧНО ТОЦИЛО ЗА СПОЉАШЊЕ СЛОБОДНО КРУЖНО БРУШЕЊЕ
ЛОНЧАСТО ТОЦИЛО ЦИЛИНДРИЧНО ЗА СПОЉАШЊЕ ЧЕОНО БРУШЕЊЕ И ОШТРЕЊЕ		ЈУС К.Ф1.041 ЛЦ ЈУС К.Ф1.050 ЧК		ЧАШАСТО ТОЦИЛО КОНУСНО ЗА СПОЉАШЊЕ БРУШЕЊЕ И ОШТРЕЊЕ АЛАТА
ВАЉКАСТО ТОЦИЛО СА УПУСТОМ ЗА УНУТРАШЊЕ БРУШЕЊЕ ОТВОРА		ЈУС К.Ф1.040 Ву ВуП		ВАЉКАСТО ТОЦИЛО СА ПЛИТКИМ УПУСТОМ ЗА УНУТРАШЊЕ БРУШЕЊЕ РУПА
ВАЉКАСТО ТОЦИЛО СА ДУБОКИМ УПУСТОМ ЗА УНУТРАШЊЕ ЧЕОНО БРУШЕЊЕ		ВуД ЈУС К.Ф1.080 гранулација 180–320		ШТАПОВИ ЗА ГЛАЧАЊЕ, СУПЕРФИНИШ, ЗА СПОЉАШЊЕ И УНУТРАШЊЕ ХОНОВАЊЕ
ТАЊИРАСТО ТОЦИЛО ЗА ЧЕОНО СПОЉАШЊЕ КРУЖНО БРУШЕЊЕ И ОШТРЕЊЕ		Тт Ку		КУПАСТО ТОЦИЛО ЗА СПОЉАШЊЕ КРУЖНО БРУШЕЊЕ НАВОЈА И ПРОФИЛА
ВРЕТЕНАСТА ТОЦИЛА СА НАВОЈЕМ ЗА УНУТРАШЊЕ КРУЖНО БРУШЕЊЕ		ЈУС К.Ф1.070 ВРд ВРл		ВРЕТЕНАСТА ТОЦИЛА ЛЕПЉЕНА ЗА УНУТРАШЊЕ ЧЕОНО БРУШЕЊЕ

Слика 250. - Врсте, назив, облик, ознаке и намена брусних плоча (тоцила)

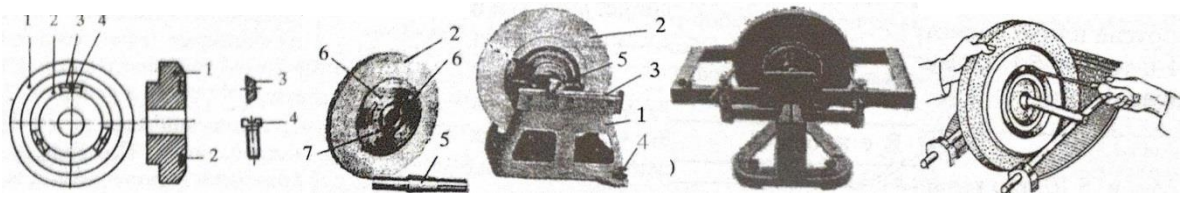
5.1.3. ЛОКАЦИЈА АЛАТА ЗА БРУШЕЊЕ

Локација алата за брушење обухвата следеће фазе рада: анализу документације, избор поступка и режима брушења, избор алата и прибора за брушење, центрирање и балансирање алата, постављање у радно вретено, чишћење и поравнавање бруса и пробно брушење. Поступак локације зависи од тога да ли је брус за спољашње или унутрашње брушење. Као прибор за уравнотежење, центрирање, балансирање и постављање брусне плоче у радно вретено брусилице за спољашње кружно брушење, користе се трнови. Код брусилица за унутрашње брушење употребљавају се чауре и трнови за постављање бруса. Ваљкасти брусеви мањих пречника постављају се на трн стезањем навртками или лепљењем.

5.1.4. ЦЕНТРИРАЊЕ БРУСНЕ ПЛОЧЕ

Центрирање брусне плоче приказано је на слици 251. по операцијама у следећем поступку:

- припреми се сто, уређај за балансирање, гарнитура одвијача и кључева и памук за чишћење,
- изабере се брусна плоча, провери декларација: ознака, брзина резања и број обртаја. Обрише се отвор у плочи и постави прстен,

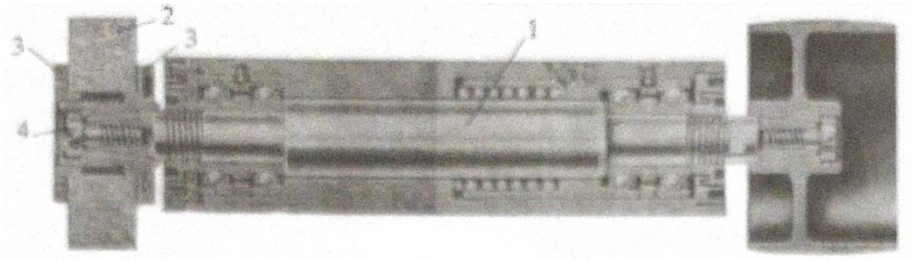


Слика 251. - Поступак центрирања тоцила

- припреме се две прирубнице са сегментима. Прирубницама се учврсти брусна плоча. Оне имају жлебове у које се поставе три сегмента и распореде под углом од 120 °. На прирубници (1) обришу се отвори и жлеб (2) у који се поставе три сегмента (3) и учврсте завртњима (4),
- припреми се контролни трн. Обришу се прирубнице и контролни трн. Провери се положај пластичног прстена и у отвор брусне плоче (2) поставе са обе стране прирубнице (6). Затим се у конусни отвор прирубница (7) постави контролни трн (5). Води се рачуна о положају конуса,
- уређај за контролу уравнотежености брусне плоче постави се на сто. Изврши се нивелација уређаја (1) на радном столу помоћу завртња (4). Трн са плочом се постави на клизне стазе (3) уређаја за контролу. Ако се плоча окреће и котрља, значи да није уравнотежена,
- плоча се уравнотежи на посебном уређају који има скалу и показиваче положаја неуравнотежене масе плоче. Уређај се постави на сто и нивелише. Подесе се контролне игле близу лежишта за ослањање и постави контролни трн са брусном плочом за центрирање,
- центрирање се врши подешавањем положаја сегмената по жлебовима прирубнице (1). Сегмент се ослободи и помера до равнотежног стања. Другим сегментом се коригује равнотежно стање. Завртњима (4) се притегну сви сегменти. Провери се уравнотеженост на контролном уређају.

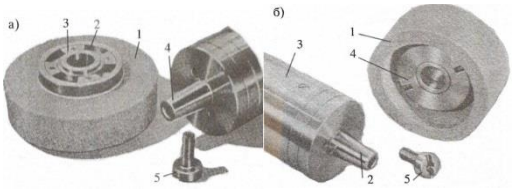
5.1.5. ПОСТУПАК ПОСТАВЉАЊА УРАВНОТЕЖЕНЕ БРУСНЕ ПЛОЧЕ НА РУКАВАЦ ВРЕТЕНА БРУСИЛИЦЕ

Поступак постављања уравнотежене брусне плоче на рукавац вретена брусилице приказан је на слици 252.

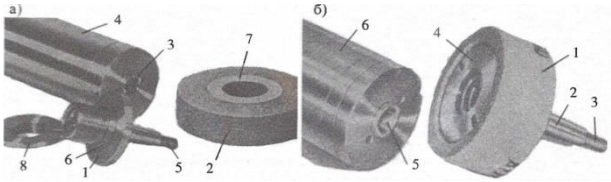


Слика 252. - Поступак постављања уравнотежене брусне плоче на рукавац вретена брусилице

Приликом постављања уравнотежене брусне плоче на рукавац вретена брусилице машина мора бити искључена. Први корак је отварање поклопца и скидање старе плоча. Потом се обрише кућиште и рукавац главног вретена (1). Прво се постави задњи сегмент (3). Затим се уравнотежена (центрирана) брусна плоча (2) навуче на рукавац радног вретена. Постави се предњи сегмент и плоча се учврсти навртком (4). После постављања брусне плоче провери се ексцентричност и изврши поравнавање плоче дијамантским шиљком. Брусилица се укључи да ради малим бројем обртаја, на празно, неколико минута. Ако се јаве вибрације и зујање, рад се зауставља и проверава исправност постављања бруса и његово поравнавање - оштрење брусне плоче по ободној површини. Поравнавање се изводи дијамантским шиљком уз коришћење усисивача за одвођење абразивних зрна.



Слика 253. - Поступак постављања уравнотежене брусне плоче на рукавац вретена



Слика 254. - Поступак постављања уравнотежене брусне плоче помоћу трна са навојем

Поступак постављања уравнотежене котурасте брусне плоче на рукавац вретена брусилице приказан је на слици 253. а. Машина није укључена. На котурастој плочи (1) преконтролишу се прирубнице (2) и положаји сегмената (3) са обе стране плоче. Отвори се поклопац и скине стара плоча. Обрише се кућиште и рукавац главног вретена. Конусни отвор на прирубници мора одговарати конусу рукавца (4) на радном вретену брусилице. Плоча се постави на конусни рукавац и стегне завртњем (5). Затвори се поклопац и провери рад машине малим бројем обртаја брусне плоче на празно.

Поступак постављања уравнотежене лончасте брусне плоче на рукавац вретена брусилице приказан је на слици 253. б. Машина није укључена. На лончастој плочи (1) преконтролишу се прирубнице (4) са обе стране плоче. Отвори се поклопац и скине се стара плоча. Обрише се кућиште и рукавац главног вретена (3). Конусни отвор на прирубници мора одговарати конусу рукавца на радном вретену брусилице. Плоча се

постави на конусни рукавац (2) и стегне завртњем (5). Затвори се поклопац и провери рад машине малим бројем обртаја брусне плоче на празно.

Поступак постављања уравнотежене котурасте брусне плоче помоћу трна са навојем на вретена брусилице приказан је на слици 254. а. Машина није укључена. Отвори се поклопац и скине стара плоча. Обрише се кућиште и трн (1), брусна плоча (2) и конусни отвор са навојем (3) у вретену (4). Конусни део трна мора да одговара конусу у отвору вретена брусилице. Трн има цилиндрични део (6) на који се постави брусна плоча са прстеном (7) и стегне навртком (8). Трн са брусном плочом се убаци у конусни отвор на вретену и завије се навојем (5). Навој у отвору је леви да се не би одвијао за време брушења. Затвори се поклопац и провери рад машине малим бројем обртаја брусне плоче на празно.

Поступак постављања уравнотежене лончасте брусне плоче на рукавац вретена брусилице приказан је на Слици 254. б. Машина није укључена. Отвори се поклопац и скине стара плоча. Обрише се кућиште и трн, брусна плоча и конусни отвор са навојем (5) у вретену (6). Конусни део трна мора да одговара конусу у отвору вретена брусилице. Лончаста брусна плоча (1) постављена је на трн и стегнута навртком (4). Трн са плочом увуче се конусом (2) у конусни отвор (5) и завије помоћу навоја (3) у радно вретено брусилице (6). Затвори се поклопац и провери рад машине малим бројем обртаја брусне плоче на празно.

5.1.6. ПРИБОР ЗА ПОСТАВЉАЊЕ ОБРАТКА И АЛАТА

За постављање обратка и алата користи се стезни прибор.

Постављање обратка обухвата следеће фазе рада: анализу документације, избор поступка брушења и избор припремка са нормалним или додатним гнездима или без њих, као и постављање обратка у стезну главу конзолно или са подупирачем или постављање између шиљака, центрирање и контактирање са брусном плочом. Затим се ради контрола брусне плоче и избор броја обртаја. Пробно брушење се изводи ручним помаком алата попречно и обратка уздужно са укљученим средством за хлађење.

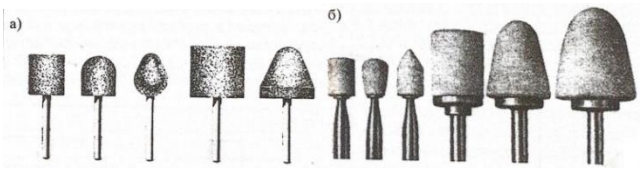
Стезни прибор се користи посебно за постављање обратка за спољашње цилиндрично брушење, а посебно за унутрашње цилиндрично брушење, за равно брушење и оштрење алата. Постављање и стезање обратка при цилиндричном брушењу врши се у стезним главама са подесивим чељустима. Делови се могу стегнути и у стезним чаурама. При брушењу делова по целој дужини стезање се изводи шиљцима са повлакачем. Делови велике дужине и делови мањег пречника могу се подупирати и ослањати покретним или непокретним линетама, као при обради стругањем, а ради смањења угиба (кривљења обратка под притиском брусне плоче). При брушењу профила, навоја, жлебова, зупчаника и при оштрењу алата користе се подеони уређаји.

Брусне плоче се постављају директно на рукавац вратила и стегну прирубницама или се поставе на посебан држач - трн и заједно са трном стегну на вратило, као што је објашњено у претходном поглављу.

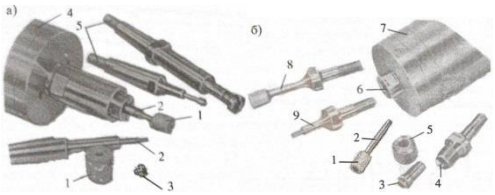
Брусеви за унутрашње брушење могу бити у виду ваљка, прстена и лончасте плоче. Брусеви у виду ваљка, пречника до 40 mm, при изради се поставе на дршку која им служи за причвршћивање помоћу еластичне чауре у радно вретено као на слици 255. а. Дужина бруса је L=1-2 d mm.

Ваљкасти брусеви могу се радити са уграђеном посебном навртком у тело бруса која служи за постављање на држач или на вратило навијањем. Ови брусеви приказани на слици 255. б, могу бити пречника од 30 до 75 mm, раде малим брзинама резања. Уместо навртке у брусу се за време пресовања може обликовати отвор, па се добија прстенаст

брус. Ови брусеви се постављају директно на радно вретено или на трн, учврсте лепљењем или навртком.



Слика 255. - Брусеви за унутрашње брушење

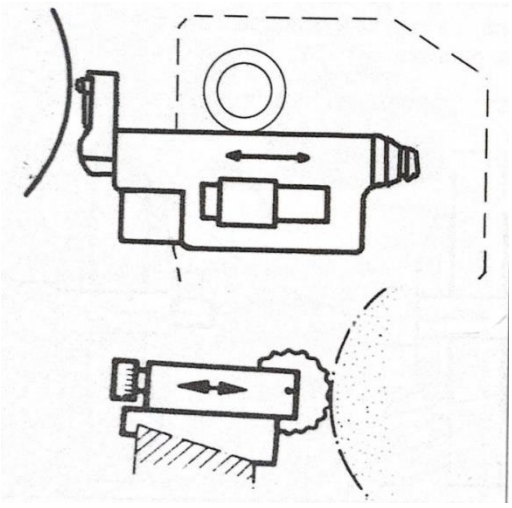


Слика 256. - Начини причвршћивања брусева за унутрашње брушење на трн

На слици 256. приказани су начини причвршћивања брусева за унутрашње брушење на трн.

5.1.7. ОШТРЕЊЕ ТОЦИЛА

На слици 257. приказан је поступак оштрења тоцила - поравнавања брусне плоче дијамантским шиљком.



Слика 257. - Оштрење тоцила

Док машина није укључена, постави се дијамантски шиљак са носачем на задњем ослонцу и учврсти завртњем. Подеси се положај дијамантског шиљка и приближи брусна плоча. Ручним померањем стола и главе доведе се у контакт брусна плоча са дијамантским шиљком. Укључи се радно вретено и усисивач. Ручно се приближи брусна плоча да додирне шиљак. Приближавањем бруса у неколико захвата и уздужним померањем дијамантског шиљка изврши се равнање брусне плоче. После поравнавања машина се заустави, помери се радни сто, отвори поклопац и провери стање површине плоче. Скине се носач шиљка, очисти сто и кућиште и затвори поклопац брусне плоче. Постави се пробни комад и изврши проба брушења. Машина се заустави, део скине, а радни сто очисти.

5.2. ОБРАДА РАВНИХ ПОВРШИНА

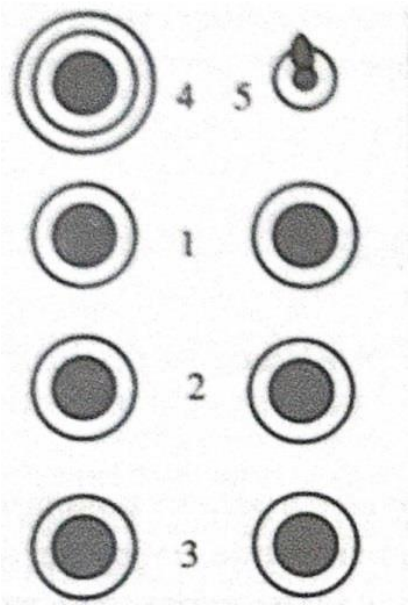
Технолошки поступак брушења равних површина обухвата анализу техничке документације, избор методе и поступка обраде, упознавање карактеристика и избор

средстава за рад и заштиту на раду, избор режима обраде и поступак обраде по операцијама и захватима.

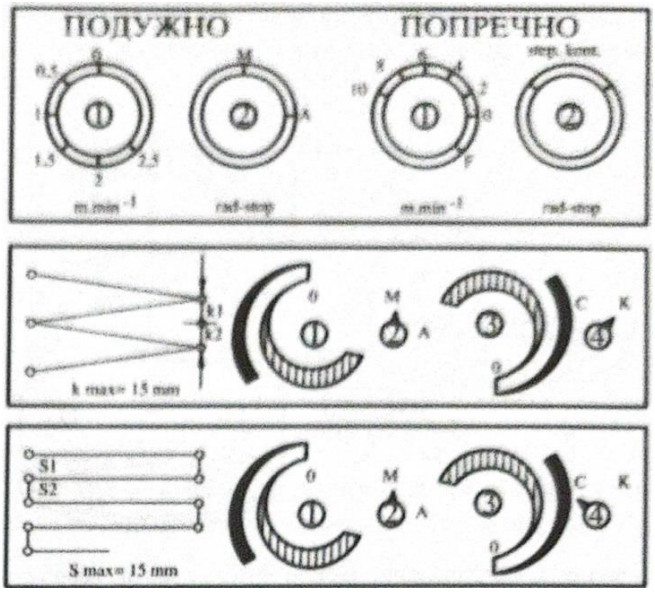
5.2.1. ОБРАДА ПАРАЛЕЛНИХ РАВНИХ ПОВРШИНА

Обрада се изводи обимним брушењем хоризонталних и вертикалних површина, и то равно, степенасто и под углом. Користи се котураста брусна плоча на хоризонталном радном вретену. Брусна плоча изводи главно обртно кретање великим бројем обртаја. Обрадак изводи помоћно уздужно и попречно праволинијско кретање континуирано или степенасто коришћењем хидрауличког уређаја. Дубина брушења постиже се спуштањем главе са брусном плочом. На основу документације одреди се облик и димензија обратка. Према величини додатака за обраду и квалитета обраде изврши се базирање, постављање и стезање обратка. Обрадак се постави на средини магнета. Подеси се граничницима дужина радног и повратног хода стола. Затим се упознају карактеристике машине и одреде елементи режима обраде.

Командна табла брусилице за брушење равних површина приказана је на слици 258. На табли су распоређена дугмад, лево за укључивање, а десно за искључивање, и то за главно кретање (1), за помоћно кретање (2) и за хлађење (3). Прекидач (5) служи за укључивање мотора за расхладну течност. Јачина млаза течности регулише се славином код главе брусилице. Печуркасто дугме (4) служи за потпуно искључивање машине. Притиском дугмета „стоп” искључују се све команде. После искључивања машине дугме се повуче и врати у нормалан положај.



Слика 258. - Командна табла брусилице



Слика 259. - Команде за помоћна кретања

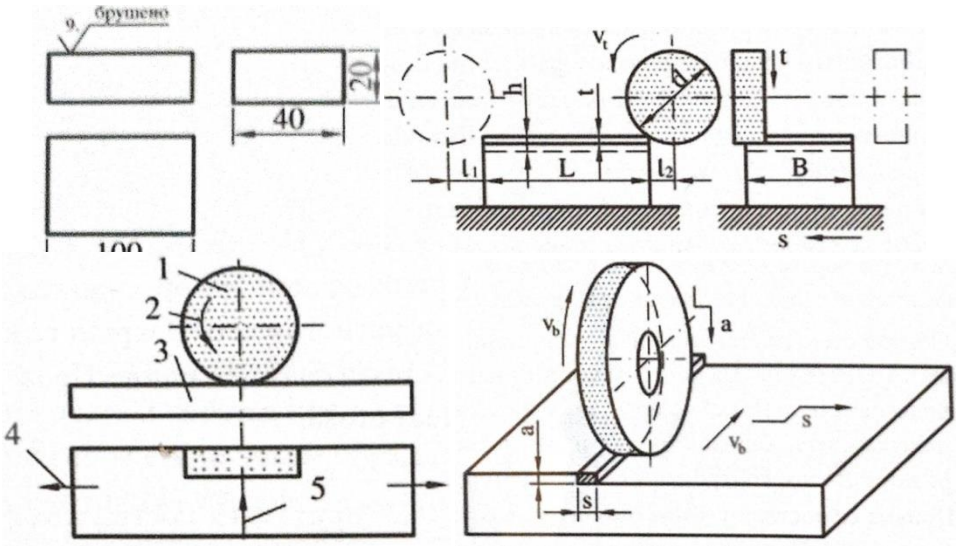
Команде за уздужно и попречно кретање приказане су на слици слици 259. Служе (1 и 3) за подешавање брзине кретања, а комаде (2 и 4) за укључивање и искључивање кретања стола. Ако се добошем (1) подеси проток хидраулика, а добош (2) стави у положај „М”, извршиће се помоћно подужно кретање. Попречно помоћно кретање регулише се добошем (3), а добош (4) се поставља на ознаку континуирано или степенасто. Сто се помера ка стубу или од стуба брусилице. Померањем преклопне ручице разводника (лево на постољу брусилице) у положај напред-назад усмерава се

кретање стола у одговарајућем правцу. Ако се јави подрхтавање стола, потребно је укључити споро кретање, тако да ради на празно неколико минута.

Кад се клизне стазе подмажу и постигне одговарајући проток у хидрауличком систему, може се остварити максимална брзина кретања стола од 46 hod/min (по 23 радна и повратна хода у минути). Кретање стола може бити континуирано или степенасто. Ако се добош (1) постави у положај (0), добош (2) у положај (М), а добош (4) у положај (К), обрадак ће се кретати континуирано подужно и попречно као на слици 260. Максимални корак је 15 mm. Брзина кретања може се подесити преко добоша (3). При степенастом попречном кретању подеси се брзина на око 20 hod/min, а добош (4) се постави у положај (С). Ако брусна плоча обрађује површину обратка исте ширине за време радног хода, а при повратном ходу креће се слободно, постиже се фина обрада.

Пре обраде треба одабрати потребан алат и прибор. Брусна плоча је балансирана и поравната како је претходно објашњено. Обавезно се врши чишћење уређаја за хлађење сувим или мокрим поступком. Треба припремити демагнетајзер да би се део након брушења размагнетисао. Од мерила се припрема компаратор са магнетним сталком, микрометарски завртањ радног хода од 0 до 50 mm и универзални угломер. За време рада обавезно користити средства заштите на раду, и то: рукавице и наочаре или штитник за лице. Припремити крпе, метлицу и лопатицу за чишћење машине након обраде.

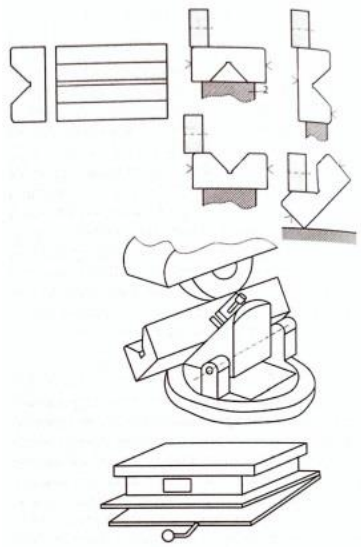
Поступак обраде равних површина брушењем се, зависно од облика обратка, габарита и величине додатка за брушење изводи на вертикалној или хоризонталној брусилици. Обрадак се постави на радни сто и учврсти магнетом. Брусна плоча се провери, очисти и, ако је потребно, поравна. Ручним захватом регулише се дубина резања са прецизношћу од 0,01 mm. Радни сто има димензије које одговарају величини обратка са увећањем које је потребно за прилаз и излаз брусне плоче. Величина радног хода регулише се уређајем за промену смера подешавањем положаја граничника. Помоћна кретања се за време припреме изводе ручним помаком стола, а за време обраде аутоматским помаком помоћу хидраулика.



Слика 260. - Изглед припремка и помоћна кретања обратка за време обраде

5.2.2. ОБРАДА РАВНИХ ПОВРШИНА ПОД УГЛОМ

За обраду равних површина под углом користе се посебан прибор и уређаји за придржавање обратка.



Слика 261. - Обрада равне површине под углом на брусилици

Прибор се поставља на магнетни сто брусилице заједно са обратком. Може се поставити и учврстити на радни сто и без магнета. Уколико се користи магнетни или електромагнетни сто, након завршетка обраде, када се машина искључи, прибор се скида са стола, обавезно се и сто и прибор размагнетишу и очисте, а прибор се враћа у орман. Такође се прибор подмаже уљем пре одлагања. Након обраде проверава се хоризонталност стола. На слици 261. приказана је завршна обрада призме на брусилици након обраде глодањем. Обртна стега се помоћу магнета поставља на радни сто и учврсти завртњима. Помоћу мерног добоша подеси се положај стеге. Хоризонталност и паралелност стеге контролишу се компаратором. За време обраде обавезно се врши контрола микрометарским мерилом. Уместо обртног магнетног стола може се користити и синусни магнетни сто приказан на истој слици.

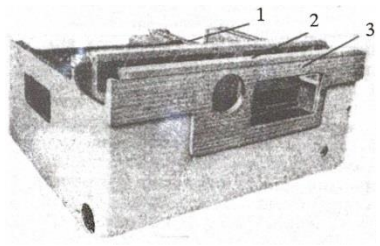
5.3. БРУШЕЊЕ СПОЉАШЊИХ ЦИЛИНДРИЧНИХ ПОВРШИНА

При брушењу спољашњих цилиндричних површина брусна плоча изводи главно обртно кретање. Обрадак изводи помоћно кружно кретање. Брушење може бити аксијално подужно или радијално попречно. Подужно брушење се врши тако што за време обраде алат или обрадак поред обртног врши и помоћно аксијално кретање. Дебљина-ширина бруса је мања од дужине брушене површине. Попречно брушење се врши тако што за време обраде брусна плоча изводи и главно кружно и помоћно радијално кретање. Брус истовремено изводи и захват и помак. Брусна плоча је веће дебљине од дужине брушене површине. Према положају обратка и брусне плоче брушење је обимно. У зависности од стезања обратка може бити у брушење у стезној глави, у шиљцима, комбиновано или слободно брушење. Може се вршити по целој дужини обратка или на делу, и то цилиндрично, степенасто, профилно и под углом. Обрадак се може брусити и са чеоне стране. Дубина резања остварује се радијалним помаком брусне плоче после сваког уздужног пролаза. Помоћна кретања остварују се хидраулично.

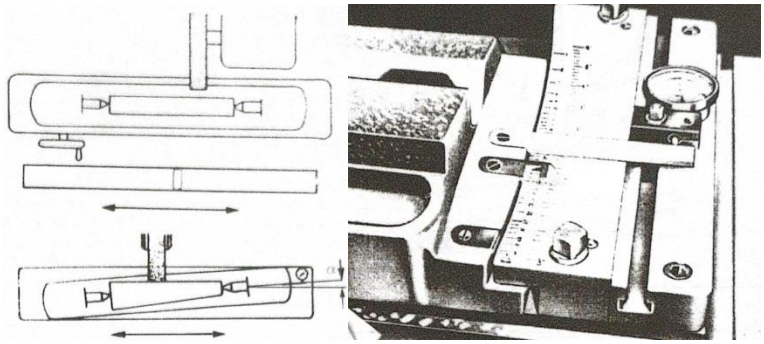
5.3.1. ПРИПРЕМА ЗА СПОЉАШЊЕ КРУЖНО БУШЕЊЕ

Универзална брусилица има следеће основне склопове, уређаје и делове: кућиште са вођицама, радни сто, главу за брусну плочу, главу за обрадак, задњи ослонац, команде за кретање брусне плоче, команде за кретање обратка, команде за укључивање и

искључивање, уређај за поравнавање брусне плоче, уређај са резервоаром за хлађење алата и обратка и хидраулични уређај за стезање обратка. Постоље са кућиштем, приказано на слици 262. садржи хидросистем и уређај за расхладно средство. На постоље (1) се поставља кућиште са радним вретеном за брусну плочу. На клизним вођицама (2) се налази радни сто са основним делом за уздужно помоћно кретање обратка и подесивим радним делом са Т - жлебовима да се постави глава и ослонац за обртно кретање обратка. На предњој страни је простор где се инсталирају команд ни уређаји (3) за укључивање и сва кретања алата и обратка.



Слика 262. - Постоље са кућиштем универзалне брусилице

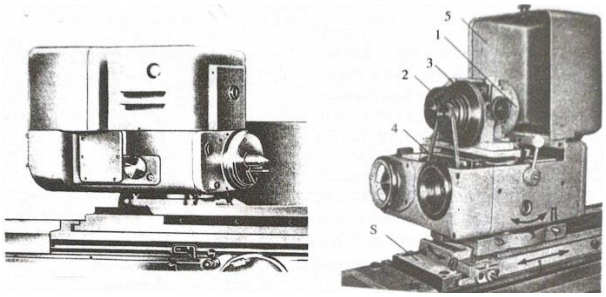


Слика 263. - Шема подужног помоћног кретања радног стола са обратком

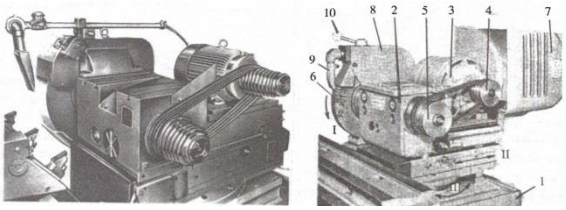
На слици 263. приказана је шема помоћног кретања радног стола са обратком које се изводи ручно или аутоматски помоћу хидросистема, симултано брзином до 6 m/min. Дужина кретања регулише се граничницима. Точак са ручицом и дугметом за ручно померање стола аутоматски се искључује при укључењу хидрауличког помака. На левој страни стола је постављена глава за обртно кретање обратка. Ако се врши стезање, између шиљака са десне стране се поставља задњи ослонац. При обради површина под углом сто може се заокренути за $\alpha < 20^o$.

Глава за обртно кретање обратка приказана је на слици 264. Учвршћена је на левој страни горњег дела радног стола обртним постољем по скали (S). Обрадак се постави у стезну главу или центрира у носач, стегне и постави између шиљака. Обртањем радног вретена обрће се и обрадак са провлакачем. Глава са обратком изводи помоћно обртно кретање и подужно праволинијско кретање (I) са радним столом. Може се заокренути по кружној скали (II) на постољу за 90°. При обради под углом може се померати (III) из осе стола по линеарној скали до 12 мм. Глава има кућиште са погонским мотором (1) и ременим преносником (2, 3 и 4) за регулисање броја обртаја обратка. За време обраде глава је заштићена поклопцом (5).

Глава за обртно кретање алата - брусне плоче, приказана на слици 265. учвршћена је на задњој страни постоља. Глава брусилице изводи главно обртно кретање брусне плоче (I) и помоћно радијално праволинијско кретање ка обратку (II) по клизним вођицама на постољу (1). При обради површина под углом може се заокренути за одређени угао (III). У кућиште (2) је постављено вретено са брусном плочом (6) коју обрће погонски мотор (3) преко ременог преносника (4 и 5). За време обраде глава са мотором мора бити заштићена оклопом (7), а брусна плоча оклопом (8). Пре обраде се подеси положај млазника (9), а славином (10) се регулише јачина млаза течности.



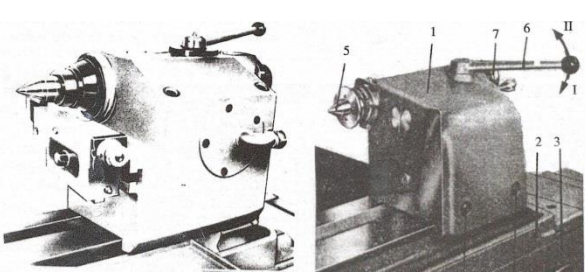
Слика 264. - Глава за обртно кретање обратка



Слика 265. - Глава за обртно кретање алата

Глава са брусном плочом изводи помоћно попречно праволинијско кретање ка обратку командама приказаним на слици 266.

Слика 266. - Команде за главно и помоћно кретање на глави са брусном плочом



Слика 267. - Задњи ослонац обратка

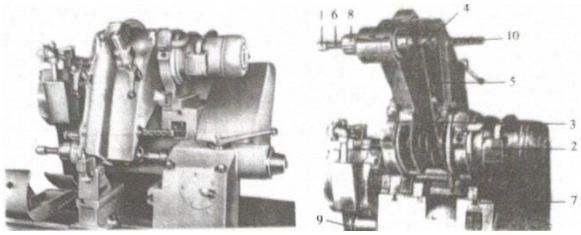
Глава са брусном плочом изводи помоћно попречно праволинијско кретање ка обратку командама, приказаним на слици 266. У зависности од величине додатка и квалитета обраде може се приближити обратку ручно и аутоматски. Захват се врши точком са скалама за ручно примицање (1) и аутоматско примицање (2). Коришћењем микропрекидача и граничника може се остварити прецизност захвата до 0,001 mm.

Задњи ослонац приказан на слици 267. може бити обичан или хидраулички. Поставља се на десну страну стола и може се заокренути при брушењу под углом. У вретено (1) може се поставити обртни или непокретни шиљак (2). Стезање и ослобађање обратка могуће је остварити ручно, окретањем точка и заустављањем полугом (3) или хидраулички ножним командама. Шиљак се може ослободити да би се поставио уређај за чишћење, поравнавање и и профилно обликовање брусне плоче.

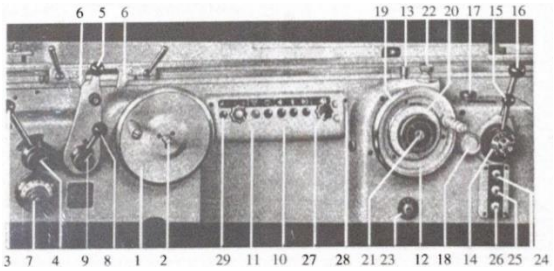
Уређај за унутрашње брушење приказан је на слици 268. Постављен је у кућиште главе за брусну плочу. Има ваљкасти брус (1) постављен носачем (6) у радно вретено (8). Обртно кретање остварује се са погонског мотора (2) преко ременог преносника (3 и 4) ременом (5). Брусна плоча за спољашње брушење (9) може се скинути за унутрашње брушење. Уређај се помоћу вођица (7) помоћу ручице (10) поставља у радни положај. Има гарнитуру променљивих вретена различите величине броја обртаја, и то: n=10000, 12000, 18000 и 25000 o/min.

Командни уређаји приказани на слици 269. инсталирани су на предњој страни кућишта. Лево су команде за кинематику обратка, у средини су команде са контролним сијалицама за погонске моторе, а десно су команде за кретање брусне плоче.

Положај обратка према брусу подешава се ручно померањем точка (1). При фином ручном уздужном брушењу прво се укључи тастер (2). За фини аутоматски хидраулични помак укључи се тастер (3). Величина уздужног помака стола са обратком подешава се командом (4). Дужина брушења површине обратка дефинише се размаком граничника (6). Промена смера регулише се контактом полуге (5) са граничницима.



Слика 268. - Уређај за унутрашње брушење



Слика 269. - Командни уређај

Брзина брушења регулише се добошом са скалом (7) да би се добио тражени квалитет обраде. Полугом (8) и командом (9) регулише се минималан застој обратка при промени смера кретања. Укључивање погонског мотора бруса изводи се прекидачем (10), а погонског мотора прекидачем (11). Контролне сијалице показују рад брусилице (28), аутоматски циклус обраде (27), а укључење главног прекидача показује сијалица (29). Дубина брушења остварује се померањем бруса ка обратку. Попречни помак изводи се ручно преко точка (12) или хидраулично одговарајућим командама. Укључивањем дугмета (13) брус се помера за 0,005 mm. Брзина померања бруса подешава се мерним добошем (14), а убрзање или успорење ручицом (15). За укључивање брзог хода служи ручица (16). При захвату бруса, при спољашњем брушењу, обрадак мора мировати, што се постиже ручицом (17). При унутрашњем брушењу, попречни помак бруса, регулише се дугметом (18). Скале (19 и 20) служе за регулисање величине захвата у зависности од величине додатка за обраду брушењем. Дугметом (21) и микрограничником (22) може се подесити дубина резања до 0,001 mm. Величина захвата и брзина брушења регулишу се дугмадима (24, 25 и 26), ако се користи додатни уређај за аутоматски циклус обраде.

Уређај за хлађење постављен је у кућиште. Састоји се од резервоара са магнетском комором за издвајање струготине и коморама за таложење и филтрирање расхладног средства. Средство се доводи посебном пумпом и инсталацијом, регулисане количине, млазником, директно на брус и обрадак. Потребна је повремена контрола количине и квалитета и замена расхладног средства.

Уређај за подмазивање има посебан резервоар за уље, пумпу са посебним мотором и инсталацијом за подмазивање. О квалитету уља и одржавању брине се посебно лице. Оператер пре употребе само проверава ниво уља у контролном отвору.

Електроопрема се налази у посебном отвору који се не сме отварати због безбедности. О одржавању електроинсталација брине посебно лице. Главни прекидач се укључи пре обраде и искључи након обраде.

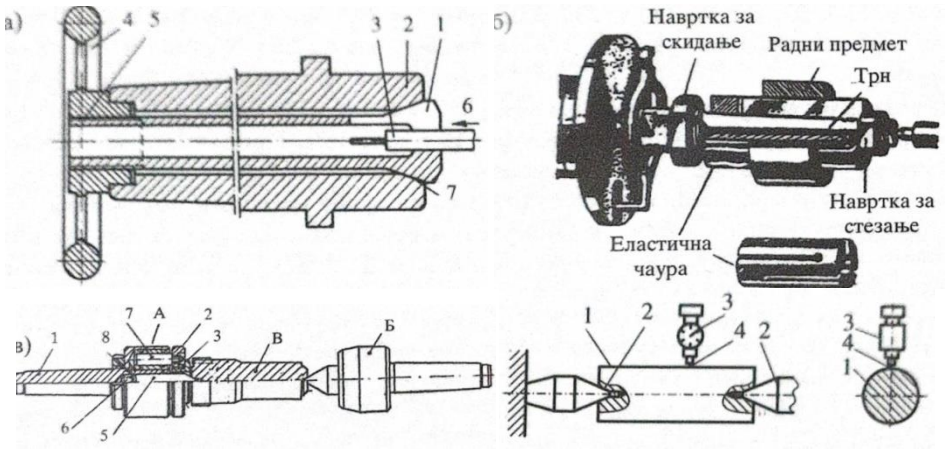
5.3.2. ПОСТУПАК СПОЉАШЊЕГ КРУЖНОГ БРУШЕЊА

При брушењу спољашњих цилиндричних равних површина обрадак је стегнут у стезну главу, у стезну чауру, постављен на трн или између шиљака. При томе се може користити посебан ослонац, подупирач или линета. Брусна плоча има одређене димензије: спољашњи пречник-D, пречник отвора - d и ширина - B. Погонски мотор има снагу P[kW], најчешће је са степенастим ременим преносом са различитим бројем обртаја n[ob/min]. Битан параметар је обимна брзина бруса *v*[m/s]. Припремак има обимну брзину у зависности од врсте материјала. Стезна глава се обрће посебним мотором са степенастим ременим преносом са различитим бројем обртаја n[ob/min]. сеисто Обина брзина обратка је v=d·n/300[m/min].

Дубина резања остварује се захватом (*a*) радијалним кретањем бруса ка обратку. Величина захвата и број пролаза зависи од величине додатка за обраду и захтеваног квалитета - грубе или фине обраде. Дубина резања изражава се у милиметрима или микрометрима. Помоћним аксијалним кретањем радног стола брусилице са обратком остварује се брушење. Изводи се и помоћним кретањем брусне плоче. Помоћно кретање остварује се ручно или хидраулично. Величина помака (*s*) изражава се у милиметрима по обрту обратка. Пре обраде граничницима дефинише се дужина аксијалног помоћног кретања обратка или алата.

5.3.3. ОДАБИР НАЈБОЉЕГ НАЧИНА БАЗИРАЊА И СТЕЗАЊА ОБРАТКА У ЗАВИСНОСТИ ОД ГЕОМЕТРИЈСКОГ ОБЛИКА И ПОВРШИНЕ КОЈА СЕ БРУСИ

Обрадак се постави у стезну главу и стегне конзолно или се подупире шиљком.



Слика 270. - Постављање обратка на машину

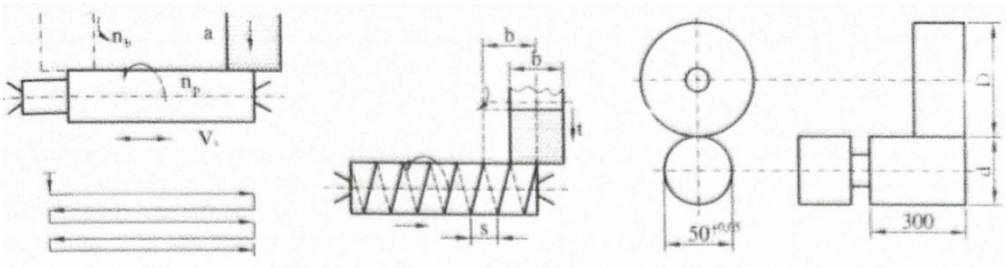
Делови мале дужине и пречника до 20 mm за делимично брушење стежу се еластичном чауром, као на слици 270. а. Стезна еластична чаура (1) постави се у радно вретено (2). Обрадак (3) постави се у стезну чауру и окретањем точка (4) преко навртке (5) изврши се увлачење чауре и стезање обратка. Делови у облику прстена и чаура могу се поставити на трн и стегнути чауром као што је приказано на слици 270. б. Део (В) за степенасто брушење стеже се између шиљака (А и Б) хидраулично као на слици 270. в. Обртни шиљак (А), постављен у вретено као ослонац, има носећи прстен (2) и стезну чауру (3) са шиљком (4). У телу (5) потисна плоча (6) вођицама (7) потискује шиљак и стеже обрадак који се ослобађа помоћу опруга (8).

После постављања обратка проверава се паралелност и центричност површина, као што је приказано на слици 270. г. Паралелност се проверава тако што се обрадак (1)

стегне између шиљака (2), а компаратор (3) постави преко магнетног држача на постоље. Померањем обратка шиљак компаратора (4), додиром по површини обратка, региструје на скали могуће одступање од паралелности. Да би се добила цилиндрична површина, одступање мора бити мање од додатака за обраду.

5.3.4. ОДАБИР БРУСНЕ ПЛОЧЕ, ПОСТУПКА СТЕЗАЊА ОБРАТКА И ОДРЕЂИВАЊЕ РЕЖИМА ОБРАДЕ КРУЖНИМ АКСИЈАЛНИМ БРУШЕЊЕМ

За обрадак од челика приказан на слици 271. треба извршити одабир брусне плоче, поступка стезања обратка и одређивање режима обраде кружним аксијалним брушењем.

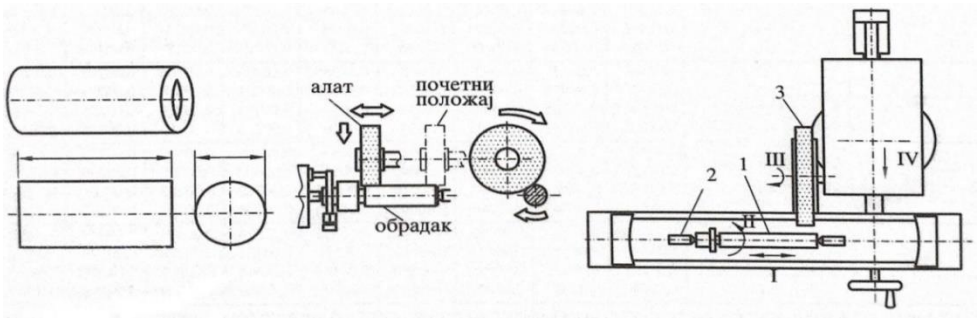


Слика 271. - Поступак стезања обратка између шиљака и одређивање режима обраде кружним аксијалним брушењем

Обрадак се бруси по целој дужини-l, на пречник-d. Брушење се изводи на универзалној брусилици стезањем између шиљака. Брусна плоча има пречник-D, се и ширину-B, са ознаком на пример „B60K”. Погонски мотор има снагу-P, има број обртаја, најчешће n=1000 o/min. Обимна брзина бруса је $v_b=D\cdot n/20000$ *[m/s]*. Према препорученим вредностима одређује се обимна брзина за фину обраду v_o. Обрадак се обрће брзином од $n=300v/d$. Помоћно аксијално кретање радног стола одрађује се аутоматски хидрауликом. Величина помака обратка по обрту брусне плоче одређује се по обрасцу $s=0.5B$**.** Према пречнику обратка одређује се додатак за грубу и фину обраду-δ из препоручених вредности. Где се узима δ/2 за грубу и δ/2 за фину обраду. Обавезно се користи расхладно средство.

Обрада спољашњих цилиндричних површина равним брушењем стезањем између шиљака приказана је на слици 272. и одвија се по следећем поступку:

- припрема машине састоји се у контроли уређаја и подешавању величина елемената помоћног кретања. Потребно је претходно анализирати техничку документацију и припремити микрометарско мерило, извршити припрему и поравнавање брусне плоче и контролу расхладног средства, припремити штитник за лице и средства за одржавање машине и радног места,



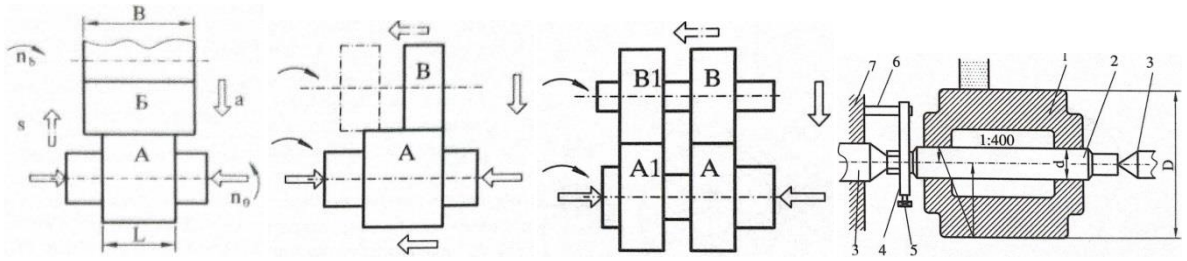
Слика 272. - Обрада спољашњих цилиндричних површина равним брушењем стезањем између шиљака

- обрадак се постави у шиљке са провлакачем. Број обртаја и величина помоћног уздужног кретања регулише се подешавањем размака-положаја граничника,
- брусну плочу треба приближити неколико милиметара до обратка. Обрадак се поставља лево, са почетним положајем максимално 2/3 ширине брусне плоче,
- врши се укључивање брусне плоче погона обратка и пуштање расхладног средства. Плоча се полако ручно приближава обратку до појаве првих варница,
- уздужним помоћним кретањем изврши се обрада контролним пролазом,
- машина се заустави и врати у почетни положај,
- изврши се контролно мерење обратка. Мерни добош за попречно кретање и дубину резања поставити у нулти положај,
- извршити помак a = 0,01mm, укључити машину и извршити грубу обраду у задатом броји пролаза,
- после контроле одредити број пролаза и дубину резања за фину обраду,
- поступак се понавља,
- после обраде врши се чишћење машине и сређивање радног места.

На слици 273. (1) приказано је спољашње цилиндрично радијално брушење. Брус (Б) има главно кружно кретање. Обрће се одговарајућим бројем обртаја (n_b) да би се постигла захтевана брзина резања. Обрадак А изводи помоћно кружно кретање мањим бројем обртаја (n_0) супротносмерно. Захват (a) и помак (s) изводе се радијално брусом веће ширине (B) од дужине (L) брушене површине.

Ако је брушена површина већа од ширине бруса ($L>B$), спољашње кружно цилиндрично радијално брушење изводи се у два захвата на горњу граничну меру радијалним захватом и помаком бруса. После контроле минималним захватом избруси се цела површина врло спорим аксијалним кретањем бруса или обратка, као што је приказано на слици 273. (2).

Уколико су површине обратка одвојене (А и A_1), спољашње кружно цилиндрично брушење изводи се радијално обрадом једне, а затим друге површине. У серијској производњи може се користити брусна плоча одговарајуће ширине или слог више брусних плоча за истовремено брушење свих површина, као што је приказано на слици 273. (3). Захват изводи брус радијалним кретањем.



Слика 273. - Обрада спољашњих цилиндричних површина равним брушењем радијално и аксијално

Брушење кружне спољашње цилиндричне површине изводи се универзалном брусилицом одговарајућим алатом и прибором. У отвор чауре (1) постави се конусни трн

(2) и стегне шиљцима (3). Повлакач (4) се стегне завртњем (5) , преко граничника (6) и плоче (7) на глави брусилице изводи се помоћно обртно кретање обратка.

Брусна плоча изводи главно супротносмерно обртно кретање. Аксијалним помаком стола са обратком изврши се груба обрада, провери се квалитет и пречник обратка, на крају фином обрадом постигну мере у границама захтеване толеранције.

У табели 21.приказани су односи пречника обратка (d, mm), брзине обртања обратка (*v*, m/min), захвата (*a*, mm/hodu) и помака (*s*, mm/o).

Табела 21. - Параметри обраде брушењем

Пречник радног предмета D_p, *mm*	Брзина обртања предмета v_p, m/min	**Уздужни помак на један обртај радног предмета *s*, mm/o**								
		10	**12.5**	**16**	**20**	**25**	**32**	**40**	**50**	**62**
		Дубина брушења на*ј*ед*а*н ход стола t_z, mm/hodu								
20	16	0.0112	0.0090	0.0070	0.0056	0.0045	0.0035	0.0028	0.00224	0.00177
	18	0.0090	0.0072	0.0056	0.0045	0.0036	0.0028	0.00224	0.00179	0.00142
	20	0.0072	0.0058	0.0045	0.0036	0.0029	0.00224	0.00179	0.00143	0.00114
	22	0.0056	0.0045	0.0035	0.0028	0.0023	0.00175	0.00139	0.00112	0.00088
30	20	0.0109	0.0088	0.0062	0.0055	0.0044	0.0034	0.00274	0.00219	0.00174
	22	0.0087	0.0070	0.0055	0.0044	0.0035	0.0027	0.0022	0.00175	0.00139
	25	0.0068	0.00545	0.0043	0.00342	0.00274	0.0021	0.00172	0.00137	0.00109
	30	0.0054	0.0043	0.0034	0.0027	0.0022	0.00168	0.00137	0.00109	0.00087
50	22	0.0123	0.0099	0.0077	0.0062	0.00493	0.00386	0.00308	0.00246	0.00195
	23	0.0098	0.0079	0.0061	0.0049	0.0039	0.00306	0.00245	0.00203	0.00155
	24	0.0079	0.0064	0.0049	0.00395	0.00315	0.00274	0.00198	0.00164	0.00125
	25	0.0063	0.0051	0.0039	0.00316	0.00252	0.00198	0.00159	0.00131	0.00100
80	23	0.0143	0.0115	0.0090	0.0072	0.0058	0.0045	0.00358	0.00287	0.00228
	25	0.0112	0.0090	0.0071	0.0056	0.0045	0.0035	0.0028	0.00225	0.00178
	30	0.0090	0.0072	0.0057	0.0045	0.0036	0.0028	0.00224	0.0018	0.00134
	35	0.0072	0.0058	0.0046	0.0036	0.0029	0.0022	0.0018	0.00144	0.00114
120	25	0.0146	0.0117	0.0092	0.00735	0.00585	0.00458	0.00366	0.00292	0.0023
	30	0.0115	0.00925	0.0073	0.0058	0.00462	0.00362	0.00290	0.00231	0.00183
	35	0.0091	0.00735	0.0058	0.0046	0.0037	0.00285	0.00229	0.00186	0.00148
	40	0.0073	0.00585	0.00156	0.0037	0.0030	0.00228	0.00183	0.00146	0.00116
200	30	0.0162	0.0128	0.0101	0.0081	0.0065	0.00505	0.00405	0.00324	0.00258
	35	0.0129	0.0102	0.0080	0.00645	0.00517	0.00402	0.00322	0.00258	0.00206
	40	0.0103	0.0081	0.0064	0.00516	0.00415	0.00415	0.00258	0.00207	0.00165
	45	0.080	0.0064	0.0050	0.00405	0.00326	0.00254	0.00203	0.00163	0.00130
300	35	0.0174	0.0139	0.0109	0.0087	0.00695	0.00524	0.00435	0.00348	0.00275
	40	0.0139	0.0111	0.0087	0.00695	0.00556	0.00434	0.00348	0.00278	0.00220
	45	0.0110	0.088	0.0069	0.00556	0.00434	0.00344	0.00277	0.00221	0.00175
	50	0.0099	0.0070	0.0062	0.0050	0.00390	0.00309	0.00249	0.00199	0.00157

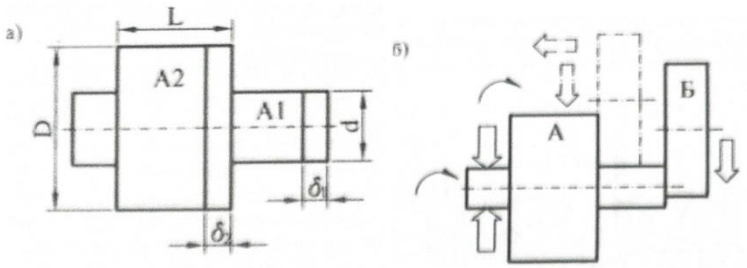
Напомена: У случају да се бруси други метал осим каљеног челика, бредности за t_z, се множе са коефицијентом; жарени челик: $k = 0.71$, сиви лив: $k = 1.6$

5.4. БРУШЕЊЕ СПОЉАШЊИХ ЧЕОНИХ ПОВРШИНА

Спољашње чеоне површине могу бити равне са додатком δ_1-mm и угаоне са додатком δ_2-mm, али могу имати и друге облике као на слици 274. а. на којој је приказано брушење се радијалним и аксијалним захватом котурасте или лончасте брусне плоче. Величина додатка бира се из табеле 22. Обрадак се стеже стезном главом или стезном чауром. Брушење спољашњих чеоних површина може се извршити и заокретањем главе са брусном плочом или заокретањем стезне главе са обратком.

Табела 22. - Додаци за обраду при чеоном брушењу

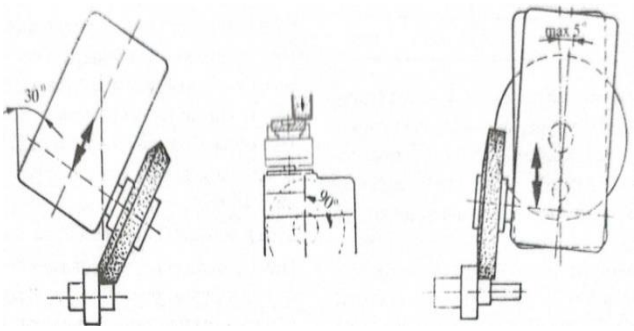
Пречник израдка D_r, mm	**Дужина израдка, mm**					
	до 18	**18-50**	**50-120**	**120-260**	**260-500**	**преко 500**
до 30	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6
30-50	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6
50-120	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6
120-260	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7
260-500	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
преко 500	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8



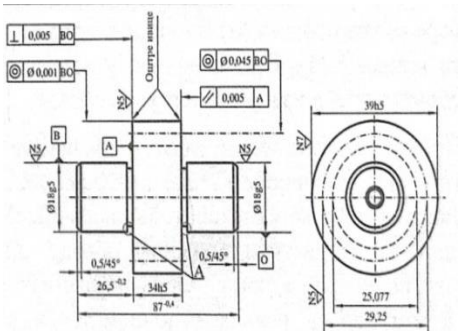
Слика 274. - Брушење спољашњих чеоних површина

Анализа могућности поступака заокретања главе као носача бруса и обратка и врћање у нулти положај приказана је на слици 275. На слици је приказан заокренут брус за 30° при обради угаоне чеоне површине, заокренут обрадак за 90° и заокренута брусна плоча за 5°.

На слици 276. приказан је цртеж зупчаника зупчасте пумпе, где је дато означавање захтеваних величина мера у границама толеранције и захтевани квалитет обраде.



Слика 275. - Примери закретања главе и обратка при чеоној обради површине



Слика 276. - Цртеж зупчаника зупчасте пумпе

5.5. ОШТРЕЊЕ АЛАТА БРУШЕЊЕМ

Операцијом брушења врши се оштрење алата за стругање, глодање и брушење, а који су израђени од брзорезног челика. Сви ови алати имају познату геометрију.

Стругарски ножеви имају равне ивице и оштре се методом брушења равних површина под углом. Бургије и глодала имају цилиндричан облик, па према томе брушење тих површина се врши по методи описаној у поглављу Брушење спољашњих чеоних површина.

5.6. ИЗРАДА РАДНИХ ПРЕДМЕТА

Примери израде радних предмета поступком обраде резањем могу се наћи у Приручнику о полагању завршног испита у образовном профилу оператер машинске обраде резањем, линк: https://zuov.gov.rs/zavrsni-ispit-i-maturski-ispit-srednje-strucno/.

5.7. ОБРАДА НА CNC БРУСИЛИЦАМА

5.7.1. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ CNC БРУСИЛИЦА

CNC брусилице користе ротирајући точак за сечење материјала и обликују метал или пластику у жељени облик. Лако се програмирају, па се обично користе за пројекте који не захтевају исту прецизност као глодалице или стругови. Осим ових, постоје и CNC рутери, који се користе за резање различитих материјала, као и компјутерски програмабилни 3D штампачи који се користе за израду рупа у металу или пластици. Ова технологија се такође може користити са различитим врстама секача, укључујући и оне који раде са водом, ласерима и плазмом.

5.7.2. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ПРОГРАМИРАЊА

Програмирање обрадних процеса на нумерички управљаним брусилицама обухвата низ активности на систематизацији обрадних информација, њиховом исписивању одређеним редоследом према правилима програмског језика у форми управљачког програма. Преко управљачког програма нумерички управљана машина добија, на одређени начин кодиране, све потребне информације за аутоматску обраду неког елемента. То су информације о потребним кретањима (главним и помоћним), информације за укључивање и искључивање извршних органа машине, почетак и завршетак програма, информације за аутоматску измену алата, податке о режимима обраде и др. Управљачки програми уносе се у нумеричком облику у нумерички управљачку јединицу (NUJ). Управљачка јединица тако припремљене информације обрађује и према степену приоритета саопштава извршним органима машине. На тај начин се остварује управљање процесом обраде ради остварења потребне конфигурације изратка. Погонски систем (PS) треба да реализује наредбе добијене од NUJ. Он врши покретање радних органа машине, брзинама и помацима датим управљачким програмом, води их по задатим путањама и доводи у задате положаје. Управљани систем (US) чини машина алатка. Она треба да оствари програмом задате наредбе. На њу се постављају алати и припремак који, вршењем релативних кретања, формирају контуру изратка. Тачно вођење и довођење радних органа у задате положаје значајно је за тачност облика и величина изратка. Ту улогу преузима мерни систем (MS) који даје сигнал о положају, позицији или стању радног органа машине.

Наредбе у програму су груписане у реченице – блокове. Један блок садржи све податке неопходне за реализацију једног радног захвата (кретања или укључивања). Могу постојати извесне разлике у форми програма у зависности од управљачке јединице и машине на којој се програм извршава.

Главне функције означавају се у програму са „G” и дефинишу услове (начин) кретања. Основне главне функције дате су у табели 23.

Табела 23. - Главне функције

ГАВНА ФУНКЦИЈА	ЗНАЧЕЊЕ
G0	Помоћно кретање које се изводи брзим ходом
G1	Помоћно кретање које се изводи радним ходом по линији (најкраћим путем из тачке у којој се налази алат до програмиране циљне тачке).
G2	Помоћно кретање се изводи радним ходом по кругу (у смеру кретања казаљке на сату из тачке у којој се алат налази до програмиране циљне тачке).
G3	Помоћно кретање се изводи радним ходом по кругу (у смеру кретања супротно казаљке на сату из тачке у којој се алат налази до програмиране циљне тачке).

Помоћне функције се означавају са „M” и зовемо их и функцијама укључивања. Основне помоћне функције су дате у табели 24.

Табела 24. - Помоћне функције

ПОМОЋНЕ ФУНКЦИЈА	ЗНАЧЕЊЕ
M0	Програмско заустављање
M3	Укључивање главног вретена у смеру казаљке на сату
M5	Заустављање главног вретена
M6	Измена алата
M30	Крај програма и враћање на почетак

5.7.3. РУЧНО ПОМЕРАЊЕ

Ручно померање на CNC брусилици са управљачком јединицом SINUMERIK 808D се врши на следећи начин:

- Притисне се дугме „machine’’

- Притисне се дугме „hand wheel'' на управљачкој јединици да бисмо могли да контролишемо кретање по осама

- На панелу за ручно кретање померимо бирач да изаберемо кретање по X,Y или Z-оси.
- На панелу за ручно кретање померимо бирач да изаберемо вредност померање.
  - 1: померање по 0.001 mm,
  - 2: померање по 0.010 mm,
  - 3: померање по 0.100 mm.
- На панелу за ручно кретање окрећемо точкић и тако вршимо померање по изабраној оси и вредношћу.

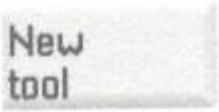
5.7.4. ПОДЕШАВАЊЕ АЛАТА

Постављање алата на CNC брусилици са управљачком јединицом SINUMERIK 808D се рвши на следећи начин:

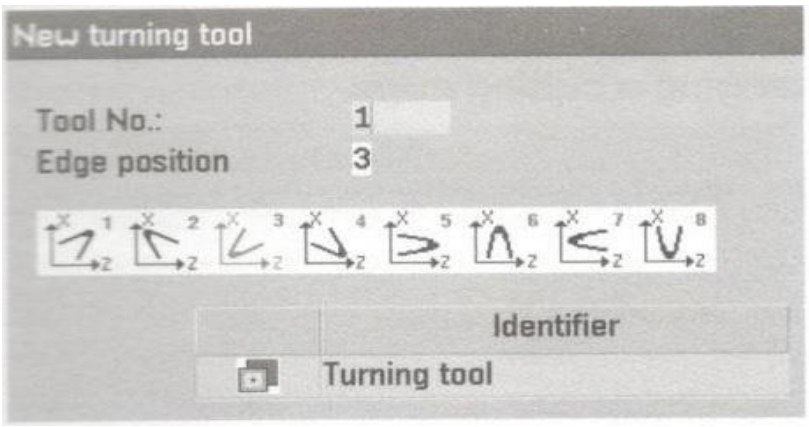
- Најпре се алат убаци у одговарајући слот у шаржер који поседује 12 места.
- Притисне се дугме OFFSET

- Отвори се прозор TOOL LIST

- Отвори се на доњем менију NEW TOOL



- Изабере се тип алата са одговоарајућим дугметом (на пример TURNING TOOL или алат који се окреће).
- Алату се придода одговарајући редни број (искористи се нумерација са шаржера) и онда се изабере позиција ивице алата из датих примера.



- Притисне се дугме OK да се потврди избор.

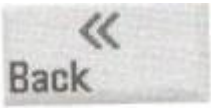
5.7.5. УЧИТАВАЊЕ ПРОГРАМА

Учитавање програма на CNC машину можемо извршити на више начина:

- Напишемо програм на комјутеру и пребацимо га на машину помоћу USB меморије,
- Напишемо програм на компјутеру и пребацимо га на машину помоћу интернет интерфејса,
- Напишемо програм директно на управљачкој јединици машине помоћу тастатуре која се налази на машини.

5.7.6. КОРЕКЦИЈА ПРОГРАМА

Чим се појави синтаксна грешка, програм је детектује и спречава даљу реализацију програма. Грешку приказује на екрану под делом аларми. У овом случају може се коректовати програм, изменом дела програма који има грешку. То се може урадити на следећи начин:

- Притисне се дугме RESET.	
- Притисне се на менију CORR PROG - Ураде се потребне корекције у програму. Програм сваку промену аутоматски памти истог тренутка.	
- Притисне се на менију BACK.	
- Притисне се дугме CYCLE START да се поново покрене програм.	

5.8. ИЗРАДА РАДНИХ ПРЕДМЕТА

Примери израде радних предмета поступком обраде резањем могу се наћи у Приручнику о полагању завршног испита у образовном профилу оператер машинске обраде резањем, линк: https://zuov.gov.rs/zavrsni-ispit-i-maturski-ispit-srednje-strucno/.

Питања за теоријску проверу знања

1. Шта је брушење и за шта се користи?
2. Какве брусилице постоје и које су њихове карактеристике?
3. Какве врсте алата се користе за брушење и који су материјали од којих се производе?
4. Шта подразумева појам тврдоће брусне плоче и како утиче на процес брушења?
5. Какве врсте брусних плоча постоје и која је њихова намена?

6. Како се врши центрирање брусне плоче?
7. Који су поступци за постављање брусне плоче на рукавац вретена помоћу различитих метода (трн, лончаста плоча, котураста плоча)?
8. Који су главни типови кретања који се користе при брушењу спољашњих цилиндричних површина?
9. Каква је разлика између подужног и попречног брушења?
10. Како се обрадак поставља на универзалну брусилицу?
11. Како се регулише дубина резања при брушењу спољашњих цилиндричних површина?
12. Описати основне склопове и уређаје који се налазе на универзалној брусилици.
13. Како се контролишу параметри као што су брзина брушења и дубина резања у процесу брушења?
14. Која је улога расхладног средства и како се регулише током процеса брушења?
15. Који су параметри важни за избор брусне плоче у процесу спољашњег брушења?
16. Који су основни кораци при припреми машине за спољашње брушење цилиндричних површина?
17. Како се врши контрола паралелности и центрираности обратка приликом његовог стезања?
18. Које врсте чеоних површина могу бити обрађене брушењем и који су додаци потребни за брушење ових површина?
19. Каква је разлика између радијалног и аксијалног захвата током брушења спољашњих чеоних површина?
20. Које технике се користе за брушење спољашњих чеоних површина у зависности од врсте опреме и њених померања?
21. Каква је улога стезне главе или стезне чауре у процесу брушења спољашњих чеоних површина?
22. Како се изводи брушење цилиндричних алата као што су бургије и глодала?
23. Шта су CNC брусилице и које су основне разлике између њих и других машина, као што су глодалице или стругови?
24. Како се програмирају CNC брусилице и која је улога управљачког програма у процесу обраде?
25. Који су главни елементи који чине CNC брусилицу и како функционишу заједно да би се постигла потребна прецизност обраде?

ЛИТЕРАТУРА:

1. *ТЕХНОЛОГИЈА 1, оператер машинске обраде за други разред машинске школе*, Завод за уџбенике, Београд, 2007, аутори Стеван Симић, Звонко Симић;
2. *ТЕХНОЛОГИЈА 2, оператер машинске обраде за други разред машинске школе*, Завод за уџбенике, Београд, 2008, аутори Стеван Симић, Звонко Симић;
3. *ТЕХНОЛОГИЈА 3, оператер машинске обраде, стругар*, Завод за уџбенике, Београд, 2008, аутори Слободан Зорић, Мирко Николић, Ненад Станојевић;
4. *ТЕХНОЛОГИЈА 3, оператер машинске обраде, глодач*, Завод за уџбенике, Београд, 30.6.2008, аутори Слободан Зорић, Тихомир Будински, Бранко Шипка;
5. *Технологија 3, Модул CNC стругови*, Завод за уџбенике Београд, 2008, аутори Мирко Николић, Ненад Станојевић;
6. *Практична настава за техничара нумерички управљаних машина*, Завод за уџбенике Београд од 12.5.2000, аутор Павле Шојић;
7. *Програмирање за компјутерски управљане машине 1,* Завод за уџбенике Београд од 20.5.1993, аутори Надежда Поповић, Љиљана Брашован;
8. *Приручник за програмирање нумерички управљаних машина, машински техничар за нумерички управљане машине*, Завод за уџбенике Београд од 23.1.2001, аутор Зоран Милојевић;
9. *Практична настава 1- оператер машинске обраде (уџбеник по модулима)*, Завод за уџбенике Београд од 1.11.2005, аутори Стеван Симић, Звонко Симић;
10. *Практична настава 2- оператер машинске обраде(уџбеник по модулима*), Завод за уџбенике Београд од 31.3.2008, аутор Зоран Милојевић;
11. *Техничко цртање са нацртном геометријом*, Завод за уџбенике Београд 2008, аутори Душан В. Ђорђевић и Жељко М. Папић;
12. *Приручник за програмирање нумерички управљаних машина 1*, Завод за уџбенике Београд 2002, аутор Зоран М. Милојевић;
13. *Приручник за програмирање нумерички управљаних машина 2*, Завод за уџбенике Београд 2002, аутор Зоран М. Милојевић;
14. *Приручник за Термодинамику*, Машински факултет 1995, Ђорђе Козић, Богосав Васиљевић и Владимир Бекавац.