

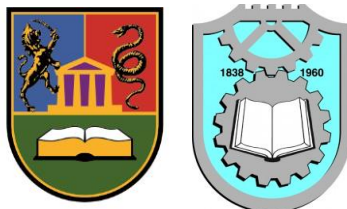
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Бојана М. Ровчанин

**Мерни инструменти и њихова примена у техничком цртању
завршни рад**

Крагујевац, 2018.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустијско инжењерство

Предмет: Техничко цртање са компјутерском графиком

Број индекса: 160/2012

Бојана М.Ровчанин

Мерни инструменти и њихова примена у техничком

цртању

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Лозица Ивановић – ментор

Датум одбране: _____

2. _____

Оцена: _____

3. _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

1. дефинише улогу и значај метрологије
2. наведе улогу, значај и примену техничке документације
3. класификује мерне инструменте који се највише примењују у машинству
4. посебну пажњу посвети помичном кљунастом мерилу

Препоручена литература:

1. Лозица Т. Ивановић, Милан Д. Ерић, Техничко цртање са компјутерском графиком-практикум, 2011.
2. Јелена Станков, Мерење у производњи, 1984.

Крагујевац, 2018

Ментор:

Др Лозица Ивановић
редовни професор
Факултета инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу

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

160/2012 Ровчанин Бојана

Резиме

Овим завршним радом представљени су мерни инструменти који се најчешће примењују у машинству. Извршена је основна подела једноструких мерила, универзалних мерила за дужине као и сензора. Објашњено је правилно коришћење неких инструмената, као и њихови основни елементи. Развој дигиталне технике није могао да заобиђе неке од инструмената, па је дата и њихова надоградња. Такође објашњено је коришћење мерних инструмената при изради техничких цртежа.

Кључне речи: сензори, мерни инструменти, техничко цртање.

Summary

This finite work defines measuring instruments that are most commonly used in mechanical engineering. The basic division of single criterion, universal length criterion and sensors has been performed. The proper use of some instruments, as well as their basic elements, is explained. The development of digital technology could not bypass some of the instruments, so their upgrade was also provided. The use of measuring instruments in the preparation of technical drawings is also explained.

Key words: sensors, measuring instruments, technical drawing.

Садржај

1. Увод.....	2
1.1 Метрологија	2
1.2 Основне мерне јединице	2
1.3 Техничка документација	3
2. Мерни инструменти	4
2.1 Карактеристике мерних инструмената	4
3. Једнострука мерила.....	5
3.1 Гранична мерила	5
3.2 Шаблони и калибри.....	8
3.3 Толеранциска мерила (ТМ).....	9
4. Универзална мерила за дужине.....	11
4.1 Лењири	11
4.2 Кљунасто мерило.....	12
4.3 Микрометар	16
4.4 Сат-компаратор (мерни сат)	20
4.5 Мерни сатови специјалне намене	21
4.6 Држачи мерног сата	24
5.Сензори.....	25
5.1 Механички сензори	26
5.2 Оптички сензори	28
5.3 Пнеуматски сензори	29
5.4 Хидраулични сензори.....	30
5.5 Електромагнетни сензори.....	31
6. Примена мерних инструмената у техничком цртању (поступак израде цртежа и снимање) ..	32
7. Закључак	37
Литература	38

1. Увод

1.1 Метрологија

Метрологија је наука о мерењу. Она се бави мерним јединицама и њиховим еталонима, мерилима и мерењима и обухвата све теоријске и практичне проблеме који се односе на мерења. Метрологија такође обухвата одређивање физичких константи и својства материјала и материје. Метрологија се може посматрати и у зависности од физичке величине коју разматра, као метрологија дужине, метрологија времена, метрологија температуре и слично, или према области примене, као техничка метрологија, астрономска метрологија, медицинска метрологија.

Метрологија је под дејством низа других наука, односно области, истовремено делујући на њих. Пораст сазнања из метрологије водио је специјализацији, тј. развоју њених појединих делова, нпр. метрологија масе, метрологија дужине, метрологија времена и фреквенције.

1.2 Основне мерне јединице

Различите мерне јединице за исте физичке величине отежавају упоређивање резултата мерења и споразумевање међу људима (сл. 1). Ради лакше размене података и знања употребљава се Међународни систем јединица (*Système International d'Units*, скраћено SI), који прописује седам основних мерних јединица.

Назив величине	Ознака величине	Назив јединице	Ознака јединице
Дужина	l	метар	m
Маса	m	килограм	kg
Време	t	секунд	s
Апсолутна температура	T	келвин	K
Јачина светлости	J	кандела	cd
Јачина електричне струје	I	ампер	A
Количина супстанце	n	мол	mol

Слика 1. Основне физичке величине и јединице

Начин писања мерних јединица

По SI конвенцији, све ознаке мерних јединица које су назване по особама обележавају се великим (обичним) латиничким словима, а остале мерне јединице малим (обичним) латиничким словима. Ознаке свих мерних јединица пишу се без тачке на крају. Код свих SI јединица, осим ознаке за угао, између бројне вредности и ознаке постоји размак.

1.3 Техничка документација

Техничко – технолошка документација је потребна за припрему, организацију и праћење производње.

Постоје две врсте документације:

- техничка документација и
- административно-организациона.

Техничка документација садржи конкретне задатке за производњу неког производа, а један део је графичко-техничка документација која се обично назива технички цртежи.

Административно-организациона документација тачно одређује ко, шта, како и када треба да уради. Она обезбеђује припрему, праћење и контролу производње.

Технички цртежи одређују облик, димензије, састав и начин израде појединих предмета и склопова [1].

У зависности од садржине и намене технички цртежи могу бити:

детални (радионички) – приказује увек само један предмет, односно део са свим подацима потребним за његову израду и

склопни – који приказује међусобну повезаност појединих делова и начин склапања у целини.

2. Мерни инструменти

За мерење физичких величина користе се мерила и мерни инструменти.

Мерила су једноставни уређаји помоћу којих се директним мерењем одређује (очитава) бројна вредност физичке величине, на пример дужина, маса. Директно мерене физичке величине су оне код којих се бројна вредност добија директним упоређивањем са јединицом мере.

Мерни инструменти су сложени уређаји којима се посредно (помоћу неког техничког поступка) одређује бројна вредност физичке величине, на пример температуре, јачине електричне струје, брзине.

Подела мерних средстава се може извршити и према начину на који се врши мерење одређене физичке величине:

- а) непосредна мерна средства – метарска трака, мензура, теразије итд.;
- б) посредна мерна средства – динамометар, термометар, брзинометар, амперметар итд.;

2.1 Карактеристике мерних инструмената

Мерни инструменти су уређаји који омогућавају додељивање вредности ствари која се мере у складу са националним узорцима. Они су класификовани по типу излазног сигнала.

Инструменти за мерење променљивих (шестари, микрометри, мерила итд.) се могу дефинисати као уређаји који доприносе нумеричкој вредности извршеног мерења.

Инструменти за мерење особина (прстење, утикачи, виљушке, итд.) су уређаји који имају унапред одређене вредности или интервале са којима се ствар која се мери упоређује без могућности утврђивања стварног мерења. Инструмент ће показати посматрачу да ли предмет задовољава захтеване спецификације [2].

3. Једнострука мерила

Једнострука мерила су била прва мерила која је човек употребио. Упоређивањем мерног предмета са њима одређивао је меру. То су инструменти без скала, помоћу којих се може мерити или контролисати једна једина мера. У производњи се једноструким мерилима највише мери: дужина, угао и навој.

У једнострука мерила спадају:

1. гранична мерила ,
2. шаблони и калибри,
3. толеранцијска мерила.

3.1 Гранична мерила

Ова група обухвата велики број разноврсних мерила којима се контролишу граничне величине толерисаних мера. Примењују се у серијској и масовној производњи. Граничним мерилима се не могу одредити саме мере, ни њихова одступања од називне вредности, већ само, да ли се остварена мера налази у границама толеранције. Ако јесте, мера је добра, у противном је лоша. Због тога ова мерила се увек израђују са два елемента за мерење, код мањих мерила заједно, док код већих одвојено, па се она користе у паровима. Добра гранична мера се контролише страном ИДЕ, док се лоша гранична мера одређује страном НЕ ИДЕ. Страна НЕ ИДЕ увек се обележава црвеном бојом. Употреба граничних мерила је веома економична, јер је време контроле релативно кратко, а контролу могу да врше и приучене особе (сл. 2).

Материјал за израду мерних елемената ових мерила је легирани челик или челик за цементацију. Ако се мерне површине тврдо хромирају, мерила се могу израдити и од мање квалитетног челика. Тврдо хромиране површине имају око 5 пута дужи радни век од каљених челика. После истрошења поново се могу хромирати и довести до исправне мере. Нису подложни корозији. Мерне површине се могу израђивати и од тврдог метала. Радни век ових мерила може да буде и 50 пута дужи у односу на каљени челик. За израду граничних мерила може се применити и специјално стакло, тврђе од обичног који има знатне предности у односу на челик:

- јефтинији су,
- отпорнији су на хабање,
- лакши су,
- не деформишу се,
- не кородирају.

На основу намена, гранична мерила могу бити израђена као:

- радионичка,
- пријемна и
- контролна.

Радионичка мерила служе за контролу радних предмета у процесу производње од стране радника.

Пријемна мерила служе за пријем готових радних предмета. Користе их чланови фабричке контроле и представници наручиоца.

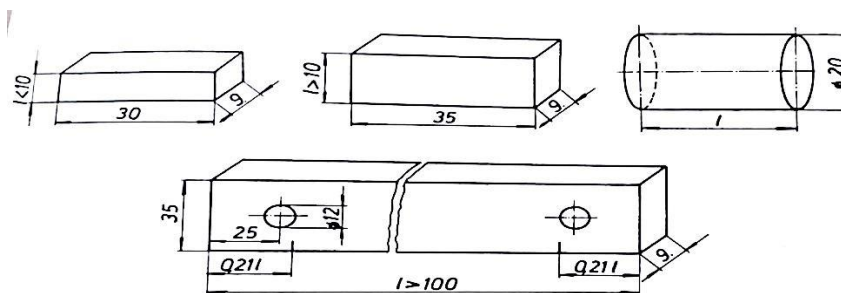
Контролна мерила служе за контролу радионичких мерила, ради одређивања тачности код нових и истрошености код употребљаваних.



Слика2. Керамичка гранична паралелна мерила

Мерење дужине

Мерење дужине врши се помоћу граничних мерила које имају облик плочица. Паралелне површине дају жељену дужину. Попречни пресек је правоугаоник, пресека $9 \times 30 \text{ mm}$ за димензије од 10 mm дужине и $9 \times 35 \text{ mm}$ за дужине веће од 10 mm , затим $15 \times 15 \text{ mm}$ ако служе за контролу машина алатки, или округао, пречника 20 mm (сл.3).

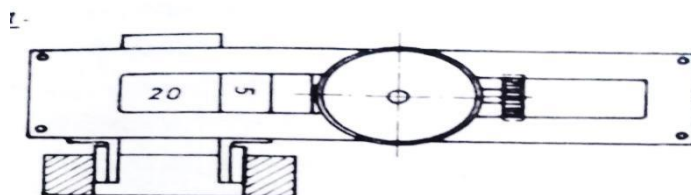


Слика 3. Гранична мерила

Гранична мерила су најтачнија мерила која се у машинској обради употребљавају. Она се праве од челика отпорног на хабање, корозију, влагу и топлоту, а за специјалне сврхе од тврдог метала или кварца [3].

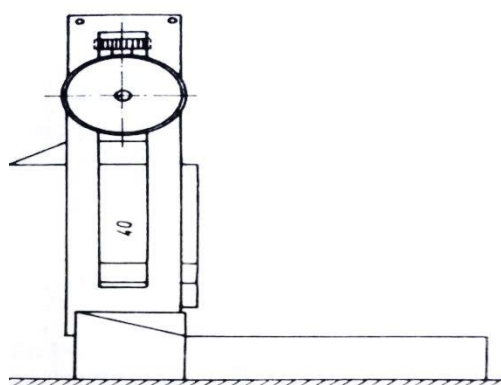
Ради проширивања области примене граничних мерила, израђују се специјални прибори, који омогућавају њихову разноврсну употребу. Прибори могу бити израђени као:

- држачи, који прихватају склоп граничних мерила (сл. 4), као и спојнице којима се причвршћују држачи са граничним мерилима при контроли мера,



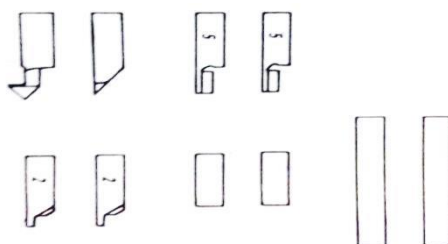
Слика 4. Пример држача

- постоља, на којима се причвршћује држач граничних мерила, тако да је омогућено обележавање (сл. 5),



Слика 5. Постоље

- пипци за мерење спољних и унутрашњих мера и пипци за обележавање (сл.6). Пипци се израђују у комплекту од по два комада.



Слика 6. Комплет пипака

Мерење углова

Мерење углова се врши помоћу плочица, дебљине 2 mm, са специјално брушеним и лепованим наслоним површинама. Мерила сложена у гарнитуру, израђена су тако, да имају један или више радних углова α , а њиховом се комбинацијом може добити жељени угао. Користи се за чување и преношење јединица углова, за подешавање мерила и угловних шаблона, као и за контролу углова радних предмета.

3.2 Шаблони и калибри

Шаблони за дужинска мерила

Постоје два типа шаблони за мерење дужине:

- упоредна мерила,
- наслона мерила.

Упоредна мерила одговарају за мање тачне профиле, са толеранцијом израде > 0.4 mm. Она се наслањају на радни предмет па се мерила и контуре предмета упоређују. Примењују се само код плоснатих радних предмета.

Наслона мерила се користе за контролисање радних предмета са толеранцијом израде од $(0,1 - 0,4)$ mm. Она имају обратни профил у односу на профил који се контролише, а провера се врши на основу величине светлосног процепа који се јавља [4].

Листићи (шпијуни) користе се за контролу зазора код вођица, лежишта (сл.7). Израђени су од челика са закаљеним врхом, дебљине $(0.02-1)$ mm и дужине 50, 100 или 200 mm.

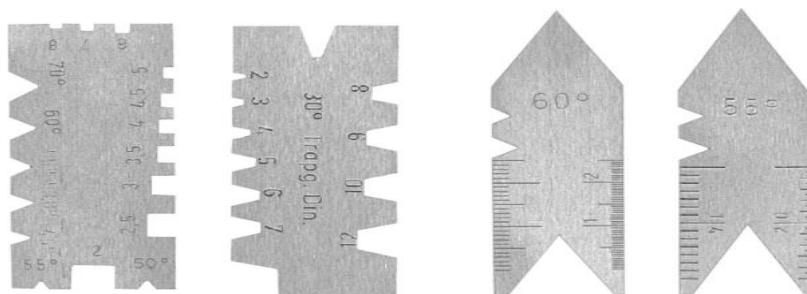
Мерила за контролу радијуса се, такође, израђују у гарнитурама. Са једне стране постоји могућност провере унутрашњих заобљености, а са другог краја спољњих (сл. 7). Слажу се у комплете. Сваки склоп се састоји од 32 шаблона, по 16 са сваке стране. Контрола се врши системом просветљавања, наслањајући шаблон уз радни предмет.



Слика7. Листићи (шпијуни) и мерила за контролу радијуса

Шаблони за углове

Шаблони за углове се користе за контролу углова резних алата после оштрења. Најчешће конструкције шаблона за контролу углова ножева за израду *Whitworth*-овог, трапезног и милиметарског навоја дате су на слици 8.



Слика 8. Гарнитура шаблона за контролу корака навоја

За серијску производњу израђују се чврста мерила за углове у виду шаблона, као специјална мерила, чији облик и величина угла диктира сам предмет.

3.3 Толеранцијска мерила (ТМ)

Толеранцијска мерила су се појавила крајем XIX века у машиноградњи, углавном за контролу при изради ватреног оружја. Користе се као мерила у серијској и масовној производњи.

Толеранцијска мерила су контролни инструменти. Помоћу њих може да се одреди да ли је радни предмет у границама толеранције или није, али не може да се измери ни сама мера ни одступање од мере. То су чврста мерила са страном “иде” и “не иде”.

Разлика између појединачних мерила је у положају толерантног поља у односу на горњу, односно доњу границу толеранције радног предмета.

Материјал од кога се израђују мерни елементи мерила је челик за цементацију или легирани алатни челик. Алатни челик кели се и отпушта на 63-67 HRC. Делови мерила који нису изложени хабању, заштићују се приликом цементације. Како би се повећала трајност мерних површина врши се нитрирање или тврдо хромирање.

Нитрирање повећава 2-3 пута век мерила, док тврдо хромирање 3-5 пута. Хромирање се користи и код похабаних мерила, тако да се наношењем повећава димензија. После хромирања мерило се мора брусити. У пракси постоје и мерила са мерним површинама од тврдог метала. Ова мерила имају 40 пута дужи век трајања од каљених, али их је теже обрађивати и скупља су.

Служе за контролу:

- округлих отвора и осовина,
- жљебастих профила,
- дужина, висина и дубина,
- растојања између оса отвора.

Према конструкционом решењу мерила могу бити:

- **Чврста**, без могућности регулисања,
- **Подешљива**, где се трошење може неутралисати, или се може подесити да мери другу меру.

За контролу отвора користе се чепови. За контролисање осовина израђују се рачве.

Према улози, толеранцијска мерила се израђују као:

- радионичка,
- пријемна,
- ревизиона.

Радионичка мерила употребљава радник на свом радном месту.

Пријемна мерила се употребљавају од стране наручиоца или од стране фабричке контроле. Обично се истрошена радионичка мерила користе као пријемна.

Ревизиона мерила служе за контролу радионичких мерила, ради утврђивања степена тачности код нових рачви и истрошености код употребљаваних. Ревизиона мерила за контролу чепова се не израђују.

4. Универзална мерила за дужине

Универзална мерила која омогућавају добијање било које мере или одступања у одређеном дијапазону мера, зову се вишеструка мерила.

У универзална мерила спадају:

- Лењери
- Кљунасто мерило
- Микрометар
- Сат-компаратор (мерни сат)
- Мерни сатови специјалне намене
- Држач мерног сата

4.1 Лењери

Лењери су мерила са цртицама које сачињавају скалу. Израђују се од челичних шипки или трака. Мерење се врши упоређивањем, на тај начин што се предмет прислони уз лењир, а мера чита.

Лењери се могу израђивати као:

- радионичка,
- пробна,
- упоредна.

Радионички лењери се користе у радионицама. Могу се израђивати са једноструком или са двоструком скалом, до дужине од 5 mm. Попречни пресек им је правоугаоник од 5 x 25 mm до 14 x 70 mm.

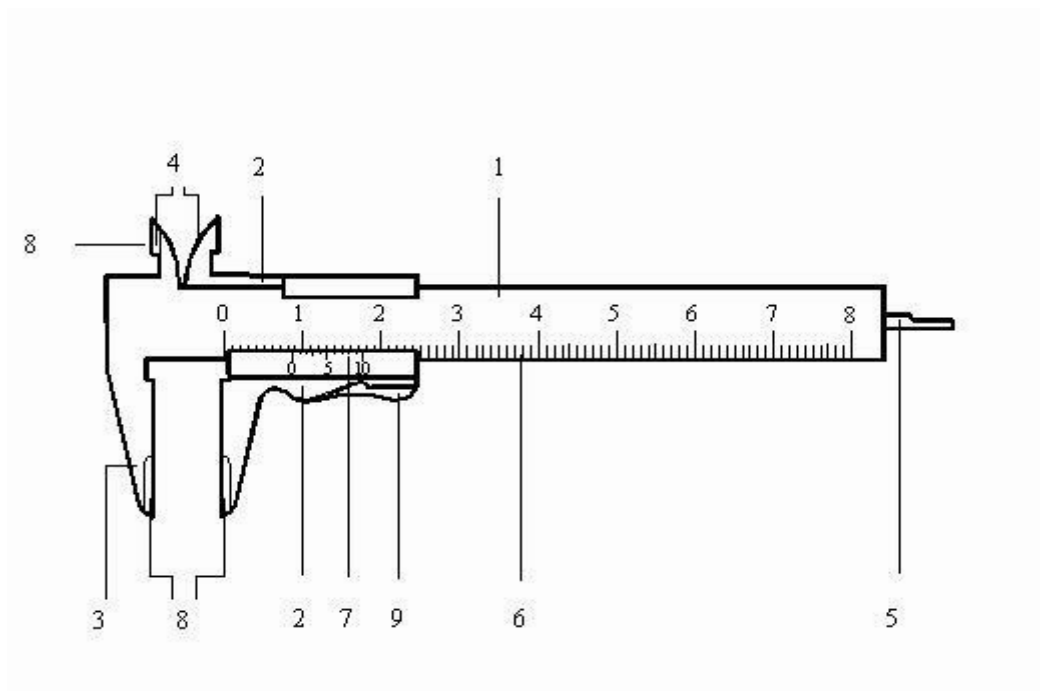
Пробни лењери служе за контролу радионичких лењира. Израђују се од 2 mm дужине, квадратног попречног пресека 15 x 15 mm; 20 x 20 mm или 25 x 25 mm. Упоредни лењери се користе за контролу пробних лењира. Израђују се у четири дужине 100 mm, 200 mm, 500 mm и 1000 mm, пресека “Н” , “Г” или “Х”. Скала треба да лежи у неутралној равни, где по читавој дужини лењира пролазе две међусобно паралелне линије, на растојању од 0,3 mm. Очитавање скале се врши помоћу лупе или одговарајућег микроскопа.

4.2 Кљунасто мерило

Кљунасто помично мерило је прецизни ручни мерни инструмент намењен за мерење спољних и унутрашњих величина. Поред овог званичног назива овај инструмент је познат и као нонијус, помично мерило или лењир са нонијусом. Можда најпознатији назив и најчешће коришћен код нас је шублер. Назив потиче од немачке речи *Schublehre* што би отприлике значило справа за тачно мерење.

Основни елементи кљунастог мерила су (сл. 9):

1. мерни лењир са непокретном скалом,
2. клизач,
3. мерни краци за спољашња мерења,
4. мерни краци за унутрашња мерења,
5. шипка за мерење дубина,
6. милиметарска скала,
7. милиметарска скала нонијуса,
8. мерни кљунови за мерење навоја итд.
9. кочница.



Слика 9. Кљунасто мерило

У зависности од произвођача шублери могу имати већи број елемената. Ипак, сматра се да су најбоља помична мерила она са најмање делова.

У својој дугој историји се није превише мењао. Нека археолошка истраживања показују да се у Кини сличан инструмент користио пре 4000 година. Постављањем скале на покретни део омогућено је мерење величина са тачношћу до десетог дела милиметра [6].

Постоји више величина шублера. Стандардни може да мери величине до 150 mm. Постоје и мања која су згодна за ношење у џепу за мерење мањих величина али и много већа која се користи у шумарству за мерење пречника стабала. Углавном се израђује од метала.

Нека специјална за потребе електротехничке струке израђују се од пластике. За потребе шумарства помоћна мерила се израђују од дрвета. Најчешће има две скале једну у инчима и једну у милиметрима.

Сви шублери немају исту прецизност мерења. Њихова прецизност зависи од њихових конструкционих карактеристика. Наравно, већу прецизност прати и већа цена мерног инструмента. Израђују се са тачношћу 0,1 mm, 0,05 mm, 0,02 mm и 0,01 mm. Односно, може мерити величине тачности стотог дела милиметра. На самом мерном инструменту је уписана вредност која означава тачност тог мерног инструмента. При мерењу шаком се инструмент држи за непокретну скалу а палцем, ослоњеним на испупчење, помера покретни део (сл. 10). Ово „испупчење“ код појединих помичних мерила је изведено и као мали точкић који се окреће при померању покретног дела. Треба напоменути да приликом мерења помично мерило, предмет мерења, треба притезати толиком силом да не дође до деформација јер овај инструмент, за разлику од неких других, нема контролу силе притиска.

Помичним мерилом могу да се мере три величине:

- спољне димензије,
- унутрашње димензије и
- дубина неког предмета.

За мерење дужине или пречника неког предмета користе се мерни краци за спољашње мерење. Врхови ових кракова су заострени тако да се може мерити и димензије на уским, неприступачним местима, нпр. димензије завртња између навоја.

Спољашње димензије предмета се мере тако што се предмет стегне између мерних кракова за спољашње мерење (сл. 10), палцем се чврсто држи клизна скала а затим се очита измерена вредност (сл. 11).



Слика 10. Нормалан начин држања мерила Слика 11. Мерење спољашњих димензија

За мерење унутрашњих величина неког предмета користе се мерни краци за унутрашња мерења. Они су много краћи од раније поменутих и налазе се супротно од њих. За мерење унутрашњих димензија неких предмета поступак је сличан као и за мерење спољашњих димензија.

Предмет се стегне крацима за унутрашње мерење, палцем се чврсто држи клизни део тако да се не помера а затим се очита измерена вредност. На крају, за мерење дубине неких предмета користи се додатна шипка за мерење дубине. Она пролази целом дужином непокретног дела помичног мерила а фиксно је везана за покретни део, односно нонијус (сл. 12). Мерење је крајње интуитивно. Поставите крај помичног мерила на ивицу предмета чија се дубина мери. Затим померате нонијус на доле док шипка за мерење не дотакне дно мереног предмета. Тада очитате измерену вредност (сл. 13).



Слика 12. Шипка за мерење дубине

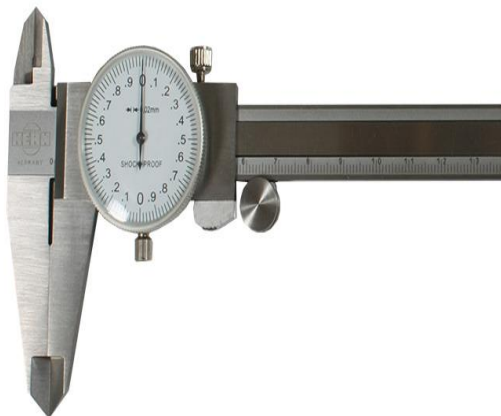
Слика 13. Начин мерења дубине

На помичном мерилу постоји још један покретан део. То је мали точић, односно завртањ. То је кочница за клизни део. Завртањем овог завртња фиксира се клизни део у заданом положају. Са тако фиксираним делом кљунасто помично мерило може да се користи за „преношење“ задате дужине или као контролно растојање, ако се проверава више комада који морају бити истих димензија. Очитавање мерене величине се врши у два корака. Прво очитавањем целобројног дела, а онда децималног дела.

Помично мерило са сатом на покретном делу спада у најпрецизније мерило са веома великом тачности. Практично, то је модификовано класично помично мерило на чијем се фиксном делу налази зупчаста летва која је узупчена са зупчаником директно спојеним са казаљком на сату. На овај начин је решен проблем са поузданости очитавања јер се вредности једноставно прочитају са сата (сл. 14).

Развој дигиталне технике није могао да заобиђе и овај прастари инструмент. Дигитално помично мерило је надградња помичног мерила са сатом.

Уместо механичког сата на покретном делу је постављен дисплеј са сензором, док је дуж непокретног дела постављена магнетна трака. Померањем сензора преко магнетне траке очитава се померање а његова вредност приказује на дисплеју. Ово помично мерило је најпрактичније за употребу али се мора водити рачуна о запрљаности. Наиме, стварањем слоја масти на магнетној траци може узроковати погрешна мерења (сл. 15).



Слика 14. Помично мерило са сатом



Слика 15. Дигитално помично мерило

Да би се остварила сигурност у вредности које се мере помичним мерилом, неопходно је повремено преконтролисати сам мерни уређај.

Неопходно је проверити да ли на инструменту постоје нека механичка оштећења, да ли покретни део лагано клизи, и што је најважније када се чељусти саставе, да ли се види светлост између њих. Уколико се види то није добро, такав уређај треба сматрати непоузданим.

Овај мерни инструмент спада у ону групу која не захтева претерано одржавање. Углавном се све своди на то да инструмент треба чувати од механичких оштећења и влаге. После сваке употребе потребно га је очистити и одложити у кутију намењену за његово чување.

4.3 Микрометар

Микрометри раде помоћу прецизно израђеног навојног вретена. Микрометри се могу израђивати за:

- спољна,
- унутрашња и
- дубинска мерења.

Микрометар за спољна мерења

Основни елементи микрометра су (сл.16):

1. тело микрометра,
2. непокретна мерна површина,
3. покретно вретено,
4. кочница,
5. скала за читавање милиметара,
6. скала за читавање стотих делова милиметра,
7. добош,
8. чегртаљка.

Постоји микрометар са дигиталном скалом. Делови су му исти као код класичног микрометра, али је снабдевен и дигиталним LCD показивачем уз који иде и дугме за укључивање/искључивање, дугметом за задржавање мере, и дугметом за враћање на нулу.

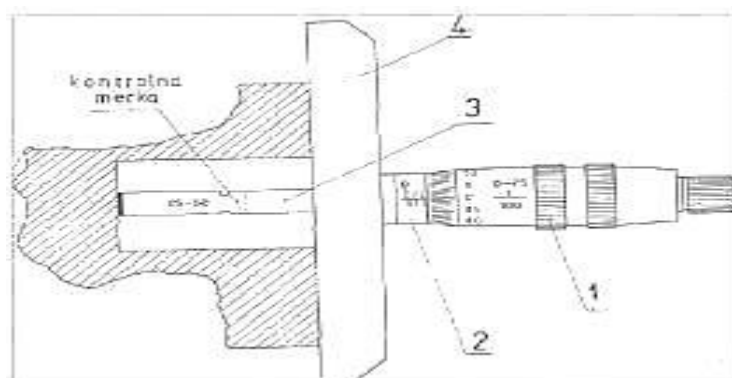
Тачност читавања дигиталног показивача 0,001 mm. Трајност батерије је 500 часова рада. Такође ,постоји микрометар са добошем за читавање целих милиметара и кружне скале са казаљком повезаном са обрнутим добошем за мере 0,1 mm и 0,01 mm.

Микрометри за дубине и висине

Микрометри за дубине и висине се користи код контроле дубине жљеба, ширина, висина, испуста, степенастих осовина и друго (сл. 17).

Основни елементи микрометра за дубине су:

- добош,
- мерна чаура,
- изменљив мерни пипак,
- мост.



Слика 17. Микрометар за дубине и висине

Променом пипка може се мењати област мера од (0-25) mm, (25-50) mm, (50-75) mm и (75-100) mm. Мерна сила износи (3-7) N.

Микрометар за мерење дубине има непокретну мерну скалу и скалу на добошу обрнуто постављену него што је то случај код нормалног микрометра. Потребно је да се дубина, односно мера повећава при одвијању добоша, а то је обрнуто од потребе код мерења спољних мера. Код ових мерила постоји и дигитални показивач, поред мерне скале (сл. 18).



Слика 18. Микрометар са дигиталним показивачем

Микрометар за унутрашња мерења

Микрометари за унутрашња мерења обухватају дијапазон мера од (30-4000) mm, са тачношћу читавања од 0,01 mm. На њих се додају уметци, који представљају непокретан пипак. Комбинацијом уметака може се измерити било која мера од 4000 mm. Уметци се испоручују у гарнитурама (сл. 19).

Постоје и дигитални микрометри за отворе за мерење у две тачке. Држач служи да причврсти мерило за машину, ради лакшег руковања. Такође постоји дигитални микрометри за отворе са мерењем у три тачке. Користи се за директно мерење отвора пречника од 3,5 mm до 300 mm.



Слика 19. Микрометар за унутрашња мерења у две тачке

4.4 Сат-компаратор (мерни сат)

Мерни сат-компаратор назван је по скали са казаљком, израђен у облику сата. Компаратори су мерила која показују одступања од номиналне мере, али не омогућавају читавање саме мере. Они се употребљавају у серијској, великосеријској и масовној производњи за контролу радних предмета, односно мерење одступања димензија, бацања, итд.

У појединачној производњи користе се при контроли управности и паралелности површина, при подешавању машина алатки, при провери и мерењу конуса и слично, па се може рећи да је компаратор универзално примењиван мерни инструмент. Конструкција им је једноставна, а тачност им је најчешће 0,01 mm и 0,001 mm.

Основни елементи компаратора су:

- контактни,
- преносни, и
- показни елементи са скалом.

Контактни елементи, мерни пипци, долазе у додир са радним предметом, а њихово померање се помоћу преносних елемената повећава и преноси на показне елементе-казаљку.

Преносни елементи сат компаратора (или мерног сата) су:

- полуга,
- зупчаник,
- зупчаста летва,
- пуж и пужно коло,
- опруга , итд.



Слика 20. Сат-компаратор (мерни сат)

Израђују се са пужем и пужним колом или са зупчаником и зупчастом летвом, као преносним елементом.

Мерење се врши тако што се компаратор стави у држач, а жељена мера постави на постоље, па се компаратор, тада подеси на “0“. Подешавање “0“ се врши или окретањем мерног вретена преко горњег дугмета или заокретањем цифарника. Затим се поставе граничници на доњу и горњу границу толеранције и тада контролишу редом радни предмети. Утврђивање да ли је предмет у границама толеранције или није, обавља се брзо и сигурно.

При постављању компаратора у држач, треба водити рачуна да мерило буде у вертикалном положају, јер тачност мерења зависи од положаја мерног вретена приликом мерења и може достићи прилично велику вредност у извесним случајевима.

Омогућава контролу отвора, чеоних површина, користи се, затим при центрирању радног предмета или алата код постављања на машину [6].

4.5 Мерни сатови специјалне намене

Мултимар (*Multimar*) је универзални компаратор који може мењати примену, односно може мерити спољне и унутрашње пречнике. При мерењу се користе изменљиви пишци који се испоручују у гарнитури заједно са мерилом. Опруга, која врши мерни притисак, врло једноставно и брзо се окретањем оспособљава да дејствује у два супротна правца, једном, када мери отвор и другом, када мери осовине. Осим глатких осовина и отвора, инструмент може да мери и навоје, зупчанике, жљебове и слично. Мери од (25-200) mm, (100-350) mm, (250-700) mm и (600-1000) mm (сл. 21).



Слика 21. Мултимар (*Multimar*)

Пасаметар (*Pasametar*) представља комбинацију микрометра и сат-компаратора и користи се за контролу спољних мера. Једноставан је за руковање, за подешавање номиналне мере и читавање одступања. Називе носе у зависности од фабрике која их израђује (сл. 22).



Слика 22. Пасаметар (*Pasametar*)

Субито (*Subito*) је мерило са додиром у две тачке. То је најчешће употребљен инструмент из ове групе мерила. Служи у серијској и појединачној производњи, како за контролу саме мере, тако и контролу овалности и коничности. За серијску производњу израђује се калибрисан прстен, на коме је уписана мера, а за појединачну производњу, мера се може подесити и микрометром (сл. 23).



Слика 23. Субито (*Subito*)

Милимес (*Millimess*) су компаратори за мерење малих отвора и мере у принципу додира у две тачке. Померање са покретног пипка на мерно вретено сат-компаратора врши се, обично, под углом од 90^0 па постоји читав низ извођења преносних елемената за два управна правца (сл. 24).



Слика 24. Милимес (*Millimess*)

Пасиметар (*Passimeter*) мери отворе у три тачке. Раде се за пречнике (11-18) mm, (19-30) mm, (32-50) mm, (52-80) mm, (85-120) mm. Тачност очитавања износи 0,002 mm и 0,005 mm, у зависности од величине пречника који се мери (сл. 25).



Слика 25. Пасиметар (*Passimeter*)

4.6 Држачи мерног сата

Држачи служе за причвршћавање мерног сата. Такође омогућавају подизање и спуштање, приближавање и заокретање мерила предмету, у зависности од потребе. Они могу имати и постоља, стална или изменљива, на која се постављају мерни предмети. Држачи са постољем могу бити округли или четвртасти, са глатком или нарецканом површином. Најчешће се у радионицама користи магнетно постоље, зато сто се лако поставља на жељено место.

Оваква постоља се израђују у две варијанте, са високим и ниским стубом. Сила одвајања за држаче са ниским стубом не треба да буде мања од 300 N, а са високим стубом од 1000 N (сл.26).



Слика 26. Држач мерног сата

5.Сензори

Сензор је, први члан мерног ланца који прима енергију од објеката, сразмерну вредности мерне величине, односно члан који генерише (електрични, пнеуметски, хидраулични) мерни сигнал, сразмеран вредности мерене величине.

Развој роботских система и аутоматизованих система са нумеричким и компјутерским управљањем подстакли су бржи развој науке о сензорима. У роботизи се све више сензори схватају као механичка, оптичка, пнеуматска, електронска и др. чула [7].

За сензор постоји у производној пракси више назива:

- давач,
- мерни преносник,
- детектор,
- рецептор,
- генератор мерног сигнала,
- претварач ,
- примач,
- индикатор,
- мерни претварач,
- сонда,
- трансмитор,
- мерач,
- трансдуктор и др.

Сензори и давачи силе служе за мерење силе на принципу равнотеже сила. У понуди постоји велики избор ових мерних елемената, за различита подручја мерења: за мање силе у алуминијској изведби, а за веће од челика.

Остварују високу тачност читавања (обично $\leq 1\mu\text{m}$). Имају различите области мерења најчешће од (0,1-1) mm.

Сензори се према конструкцији преносних елемената који увећавају основни сигнал (најчешће померање пипка, који је у додиру са мерним предметом) може поделити на:

- механичке,
- оптичке,
- пнеуматске,
- хидрауличке,
- електричне и електронске,
- комбиноване.

Електрични сензори могу бити:

- контактни,
- индуктивни,
- капацитивни,
- пиезоелектрични,
- фотоелектрични и
- отпорнички.

Могу се поделити и по облику излазног сигнала:

- непрекидни,
- дискретни,
- импулсни.

А по начину мерења могу бити:

- контактни и
- бесконтактни.

5.1 Механички сензори

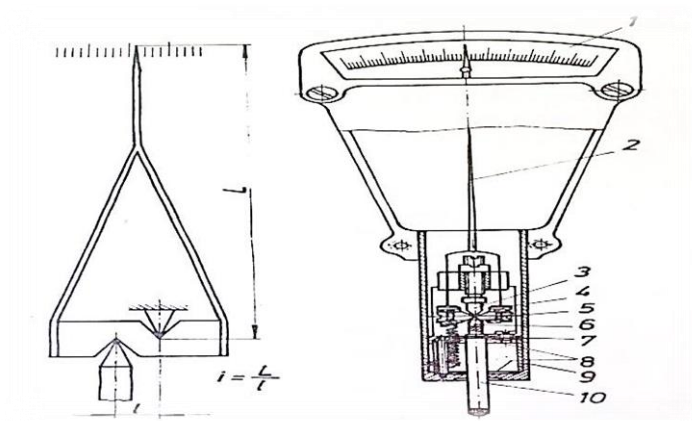
Припадају класи старијих конструкција мерних претварача. Иако им је примена још увек широка и честа, механички сензори се све више замењују.

Конструкција механичких сензора је врло једноставна. Померање мерног пипка преноси се, у механичком сензору, на казаљку показивача. Као преносни елементи, којима се остварује преносни однос механичких сензора користе се полужни, пужни и зупчасти парови, зупчасти сегменти, зупчaste полуге, опружни елементи или одређене комбинације ових преносних елемената и механизма.

Механички сензори се претежно уграђују у предпроцесне и послепроцесне мерне приборе за мерење и контролу разноврсних геометријских карактеристика квалитета. Производе их многе фабрике у разним облицима, класама тачности и могућностима примене.

Миниметар

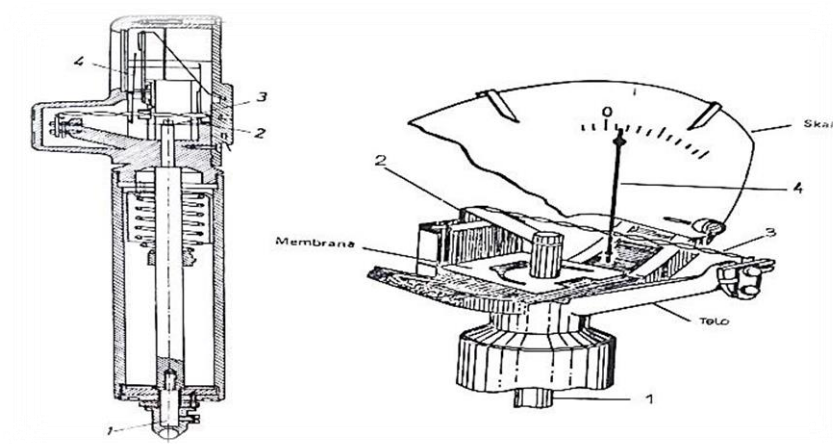
Мерни пипак (10) причвршћен за равне опруге (8), преноси кретање на клацкалицу (5) преко ножастог елемента (6), док је ножаста део (3) непокретан и служи као упорни ослонац. За клацкалицу је везана преко дела (4), казаљка (2), која на скали (1) показује одступање. Силу мерења даје опруга (7), која делује преко клацкалице на пипак. Миниметар се причвршћује на сталак преко тела (9) (сл. 27).



Слика 27. Миниметар

Микрокатар

Микрокатар је интересантан јер су преносни елементи засновани на сасвим другачијем принципу од досад приказаних. Врло је прецизан. Тачност очитавања иде и до 0,0002 mm, али има и мање прецизних. У зависности од тачности имају називе Микрокатор, Миникатор и слично. Преносни механизам је састављен од угаоне полуге (2) и специјалне, увијене опруге (3), која својим истезањем, односно увијањем помера казаљку (4) (сл. 28).



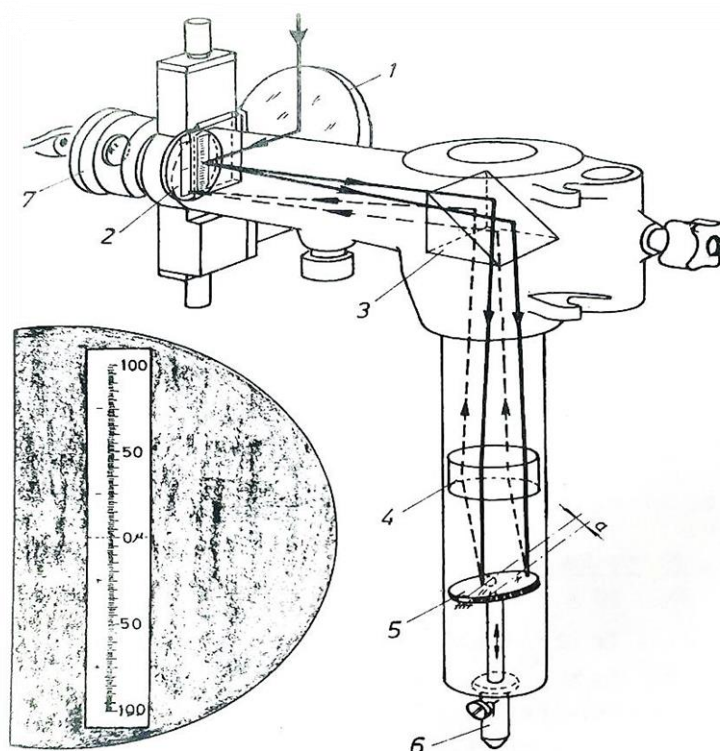
Слика 28. Микрокатар

5.2 Оптички сензори

Применом оптике у мерној техници постиже се већа тачност мерења. Омогућено је мерење без хабања преносних елемената, што смањује грешку мерења. Конструкције оптичких сензора најчешће се изводе у комбинацији са преносним елементима механичких сензора. Принципи функционисања оптичких сензора темеље се на познатим законима геометријске оптике.

Оптимери

Оптимери су најчешћи типови оптичких инструмената. Цев оптимера представља аутоколимациони дурбин. Светлост пада на огледало (1), а одатле се одбија на провидну плочу са скалом (2) с тим што је осветљена само једна половина плоче. Зраци затим пролазе кроз призму (3), сочиво (4) и падају на огледало (5), које је у додиром са пипком (6). Од огледала се зраци одбијају и враћају до плоче (2), с тим што ће лик пасти изнад оптичке осе тачно за исту величину, за коју се цртица скале налази испод те осе. Померањем пипка (6), заокреће се огледало (5) за већи или мањи угао. Посматрањем кроз окулар (7) читава се величина померања (сл. 29).



Слика 29. Оптиметар са аутоколимационим дурбином

5.3 Пнеуматски сензори

Користе се при контроли отвора и осовина, конуса, растојања између оса отвора и слично. Пнеуматски метод мерења је врло погодан и често се користи код уређаја за активну контролу, за управљање на машинама алаткама, као и код справа за сортирање радних предмета. Погодни су за великосеријску и масовну производњу. Служе за мерења на једном или више места. Они користе промену притиска ваздуха при истицању кроз отвор, који настаје услед промене зазора између мерне главе и радног предмета. Мерење је бесконтактно, па је на тај начин елеминисано хабање мерних глава, тако да су уређаји веома трајни.

Пнеуматски сензори се деле на:

- манометарске,
- ротаметарске,
- болометарске сензоре.

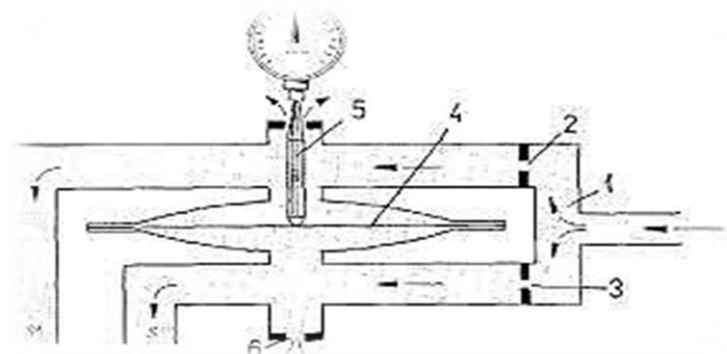
У зависности од мерног притиска израђују се као:

- уређаји ниског притиска (до 0,1 бара),
- уређаји високог притиска (од 1 до 2 бара).

Уређаји са ниским мерним притиском имају добро очишћен део, па се они користе у мерним лабораторијама. Потрошња ваздуха је мала (око 200 l/h) али им је и област мерења мала (око 50 μm). Уређаји високог притиска су погоднији, који омогућавају чишћење радних предмета на лицу мета. Потрошња ваздуха им је доста велика (око 2000 l/h), али им је област мерења широка (од 100-1000 μm).

Давач са мембраном

Довод ваздуха под притиском из мреже улази у простор (1), а одатле кроз млазнице (2) и (3) улази у канале испред и иза мембране (4), која је у вези са мерним вретеном (5). Млазница (6) служи за подешавање нуле (калибрацију) на мерној скали (S') и (S). Омогућава мерење степенасте осовине, паралелност, управност, конусност, овалност, склопа, итд (сл. 30).

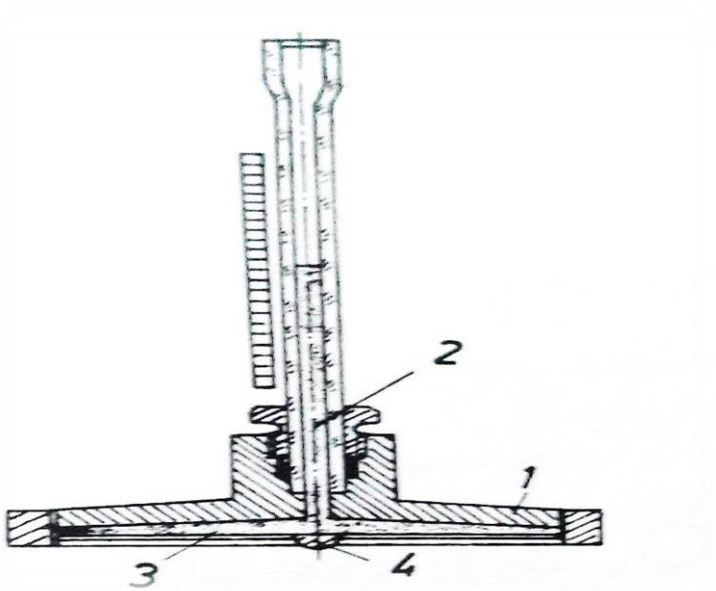


Слика 30. Давач са мембраном

5.4 Хидраулични сензори

Хидраулички сензори имају једноставну конструкцију и принцип мерења. Примењују се за уску област мерења у серијској производњи, али се не користи у самој радионици.

Средство за мерење је течност, која се налази у широкој посуди (1), а на коју се наставља врло уска цев (2). Померањем дна суда, израђеног у облику мембране (3), на којој се налази причвршћен пипак (4) помераће се и обојена течност врло осетно, јер је разлика у пречницима велика. Постављањем скале дуж уске цевчице давача, промена мерне величине лако може да се прочита. (сл. 31).



Слика 31. Шема хидрауличког давача

5.5 Електромагнетни сензори

Електромагнетни сензори се врло често користе у производној метрологији. Помоћу њих се мере: силе, моменти, напони, притисци, осцилације (елемената и система), брзина, дебљина трака, дебљине слојева немагнетних материјала (слојева лака, цинка, бакра и сл.).

Принцип мерења електричних и електромагнетских мерних инструмената се састоји у томе да се механичка величина, чија нас вредност интересује, претвара у електрични сигнал, који се даље региструје преко казаљке на бројчанику, избаждареним у жељеним јединицама, дигиталном показивачу, штампачу, писачу, затим као звучни сигнал или се претвара у механичко кретање у уређају за управљање.

У ову класу улазе три групе сензора :

- Индуктивни,
- Трансформаторски,
- Индукцијски.

Прве две групе деле се даље на :

- Просте и
- Диференцијалне индуктивне, односно трансформаторске сензоре.

Док индукцијски сензори могу бити:

- сензори трансляторног кретања,
- сензори вибрација,
- сензори ротационог померања

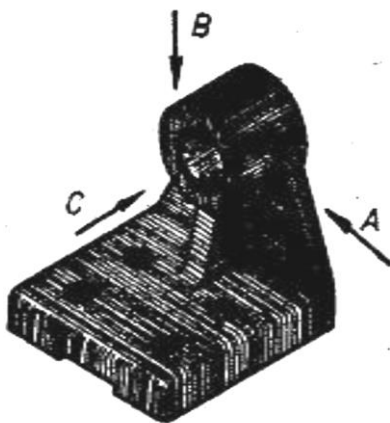
6. Примена мерних инструмената у техничком цртању (поступак израде цртежа и снимање)

Када није доступна техничка документација машинског дела мора да се изведе такозвано снимање машинског дела израдом привремене скице, а затим и одговарајућег радионичког цртежа на основу снимљене скице. Ова метода се најчешће користи за израду уништених, оштећених или дотрајалих делова.

У процесу снимања модела део се има у рукама, а не замишља се, што олакшава избор главног погледа, броја пројекција, потребних пресека и детаља.

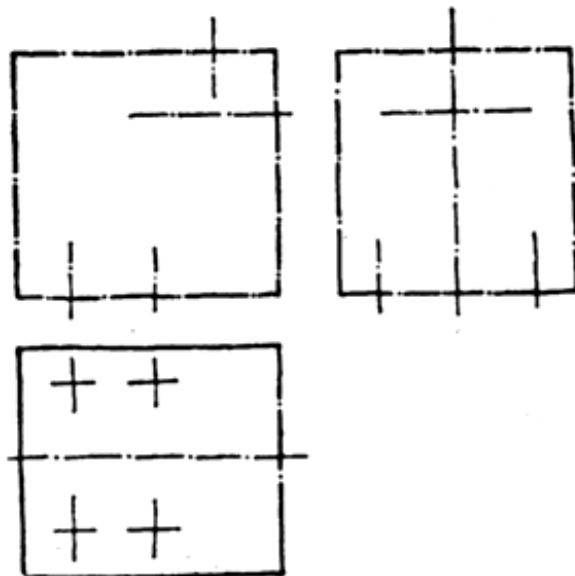
Израда скице снимања обухвата следеће фазе:

- 1) Одређивање потребног броја погледа и пресека, као и њиховог распореда на основу чега се одређује формат хартије за скицирање (сл. 32);



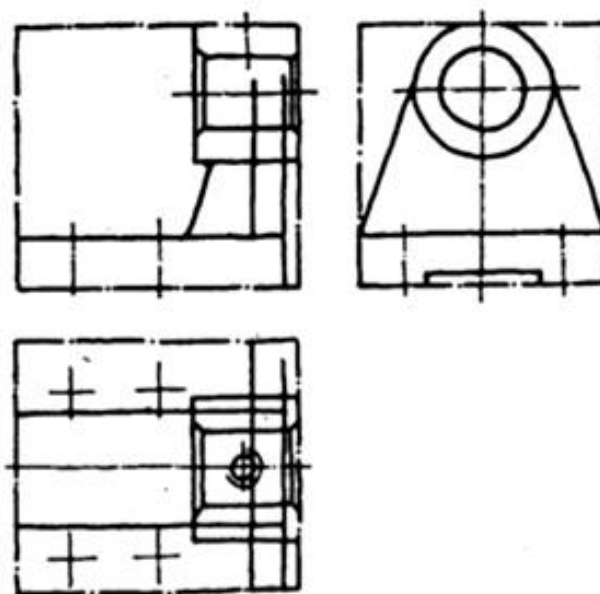
Слика 32. Машински део

2) Уцртавају се осе симетрије предмета (сл. 33);



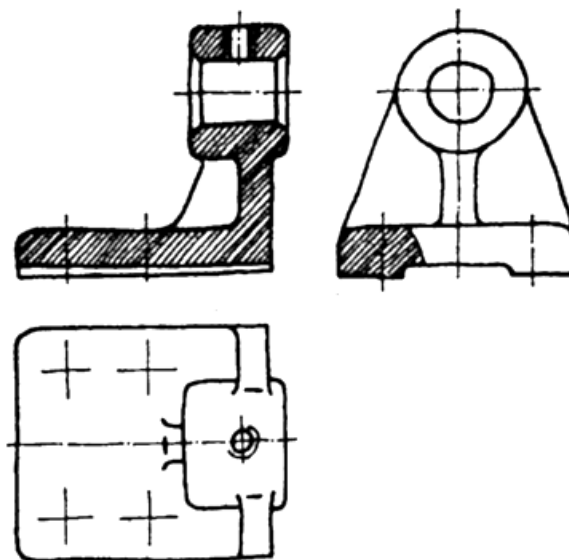
Слика 33. Осе симетрије

3) Цртају се избрани погледи без појачавања линија (сл. 34);



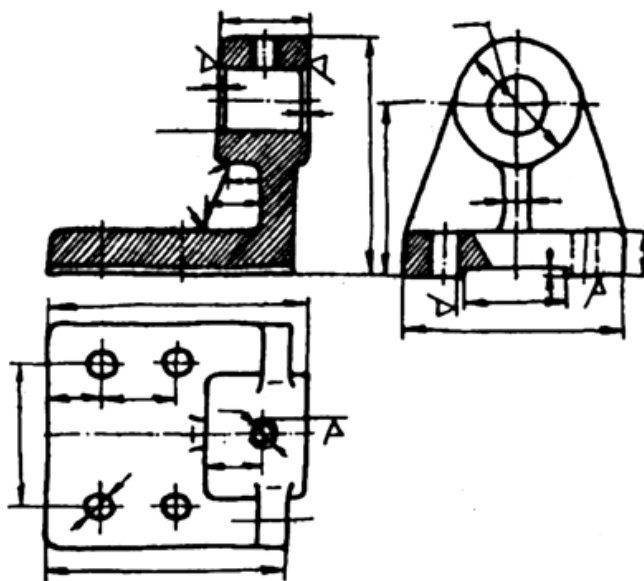
Слика 34. Избрани погледи

- 4) Појачавају се контурне линије предмета и шрафирају се пресеци (сл. 35) ;



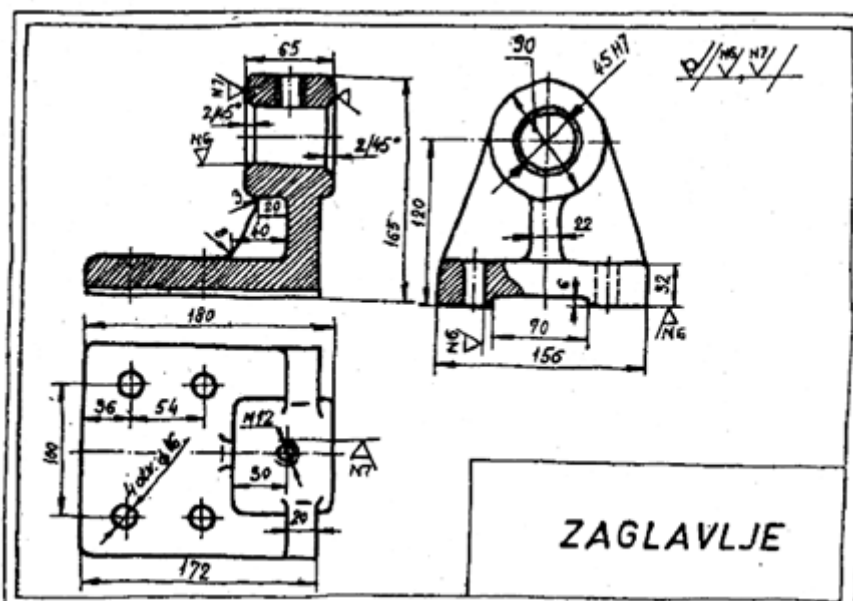
Слика 35. Појачавање контура

- 5) Уносе се котне линије на најпогоднијим местима (сл. 36) ;



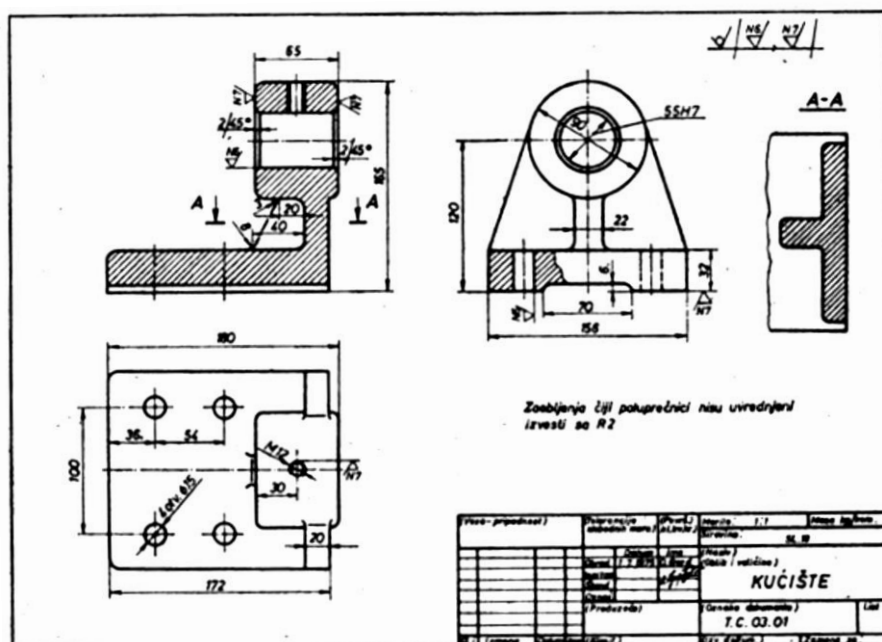
Слика 36. Котне линије

- 6) одређују се појединачне мере и уносе се њихове вредности на скицу, означавају се толеранције дужинских мера, квалитета обраде површине и облика и положаја, уписују се основни подаци, као што су: материјал, назив предмета, број комада (количина), датум и име особе која је израдила скицу и врши се контрола и то верификује на самој скици (сл.37).



Слика 37. Коначна скица са заглављем

- 7) Коначно се на основу скице снимања црта одговарајући радионички цртеж коришћењем прибора за цртање (сл. 38).



Слика 38. Радионички цртеж

Да би се приликом снимања модела измериле поједине мере користи се мерни прибор чији облик и конструкција зависе од облика предмета који се мери и од тражене прецизности читавања.

За одређивање спољашњих, унутрашњих и неодређених мера користе се помична мерила и микрометри. За мерење углова користе се угломери, а за одређивање корака навоја користи се такозвани чешаљ који се састоји од више листића код којих сваки служи за мерење друге вредности корака. За мерење полупречника испупчења и удубљених заобљења користи се скуп шаблона. Да би се читала тачна величина полупречника заобљења шаблон се поставља уз заобљење тако да нема зазор.

7. Закључак

Метрологија се бави мерним јединицама и њиховим еталонима, мерилима и мерењима и обухвата све теоријске и практичне проблеме који се односе на мерења. У скоро сваком производном процесу поред машина, алата за стезање, резних алата као и потребне техничке документације ради провере обрађеног комада потребан је одговарајући мерни инструмент. У раду су приказани неки који се најчешће користе, дате су њихове основне карактеристике, поделе и намене где се најчешће примењују.

Литература

1. Лозица Т. Ивановић, Милан Д. Ерић, Техничко цртање са компјутерском графиком-практикум, 2011.
2. Душан Ђорђевић, Техничко цртање са нацртном геометријом, Техничка школа у Београду, 1975.
3. Јелена Станков, Мерење у производњи, 1984.
4. Јоко Станић, Технолошки мерни системи, Машински факултет, Универзитет у Београду
5. Драгољуб Пајић, Конструкција и прорачун мерних алата,
6. http://www.mojaradionica.com/Kljunasto_pomicno_merilo.htm пристуљено 15.11.2018
7. Биљана Марковић, Лозица Ивановић, Мирослав Милутиновић, Саша Продановић, Спасоје Трифковић, Инжењерска графика са практичним примјерима, Машински факултет у Источном Сарајеву, Источно Сарајево, 2015.