

Cabbarov T.Q., Rzayeva G.H.

Maşın istehsalı texnologiyasının əsasları

2020



*ADNSU-nin
100 illiyinə həsr olunur.*

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN DÖVLƏT NEFT VƏ SƏNAYE UNİVERSİTETİ

CABBAROV T.Q. , RZAYEVA G.H..

Maşın istehsalı texnologiyasının əsasları
Dərs vəsaiti

Bakı-2020

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN DÖVLƏT NEFT VƏ SƏNAYE UNİVERSİTETİ
CABBAROV T.Q. , RZAYEVA G.H..

“Maşın istehsalı texnologiyasının əsasları”

Dərs vəsaiti

(Ali texniki məktəblər üçün)

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye
Universitetinin Əmr №01- I/18 saylı,
“25 noyabr” 2020 ci il tarixli
iclasının qərarı ilə təsdiq edilmişdir.

ADNSU-nun nəşri -2020

UDK 621

Müəlliflər: dosent Cabbarov Tahir Qaffar oğlu
dosent Rzayeva Gülnaz Hacı qızı

Dərs vəsaiti. Bakı, ADNSU - nəşri, 2020

Redaktorlar : baş müəllim Kəmalə Heydər qızı İsmayılova (ADNSU)
assistent Nurlan Arzu oğlu Qurbanov (ADNSU)
Rəy verənlər : t.e.d., professor İbrahim Əbülfəz oğlu Həbibov (ADNSU)
t.e.n., dosent Qurban Sadıx oğlu Abdullayev (SDU)

Maşın istehsalı texnologiyasının əsasları

Dərs vəsaiti bakalavr pilləsi üçün 050622,050623,050628 və 050638 ixtisaslarında təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Dərs vəsaitinin hazırlanmasında əsas məqsəd keçirilən nəzəri kursun mənimsənməsinə və möhkəmlənməsinə kömək etməkdir.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ
АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НЕФТИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ДЖАББАРОВ Т.Г., РЗАЕВА Г.Г..

Основы производства технологии машин

Учебное пособие

Для высших учебных заведений

Баку-2020

УДК 621

Авторы: доцент Джаббаров Таир Гаффар оглы

доцент Рзаева Гюльназ Гаджи кызы

Учебное пособие , Баку, АГИНП - издательство, 2020

Редакторы: ст.преподаватель К. Г. Исмаилова (АГИНП)

ассистент Н.А.Курбанов (АГИНП)

Отзывы : д.т.н.,профессор И.А.Габибов (АГИНП)

к.т.н., доцент Г.С.Абдуллаев (СГУ)

Основы производства технологии машин

Учебное пособие предусмотрена для студентов, обучающихся по специальностям 050622,050623,050628 и 050638 бакалавриата.

Основная цель подготовки учебного пособия помочь усвоить и укрепить теоретический курс предмета.

MINISTRY OF EDUCATION OF AZERBAIJAN REPUBLIC
AZERBAIJAN STATE UNIVERSITY OIL AND INDUSTRY

JABBAROV T.G., RZAYEVA G.H.

Fundamentals of Manufacturing
Machine Technology

Tutorial

For higher education institutions

Baku – 2020

UDC 621

Authors: Assoc. Prof. Dr. Jabbarov Tair Gaffar oglu

Assoc. Prof. Dr. Rzayeva Gulnaz Hajy gizi

Study guide, Baku, ASOIU - publishing house, 2020

Editors: Senior Lecturer K. H. Ismailova (ASOIU)

Assistant N. A. Gurbanov (ASOIU)

Reviews: Doctor of Technical Sciences, Prof. I.A.Habibov (ASOIU)

Assoc. Prof. Dr. G.S. Abdullaev (SSU)

Fundamentals of Manufacturing Machine Technology

The textbook is provided for students studying in the specialties 050622, 050623, 050628 and 050638 undergraduate. The main purpose of preparing a textbook is to help you learn and strengthen the theoretical course of the subject.

MÜNDƏRİCAT

	Səh.
GİRİŞ.....	11
1. Hissələrin xətti ölçülərinin noniuslu alətlərlə ölçülməsi.....	17
2. Hissələrin xətti ölçülərinin mikrometrlərlə ölçülməsi.....	51
3. Hissələrin xətti ölçülərinin meyillərinin lingli alətlərlə ölçülməsi.....	101
4. Bucaqların və konusların ölçülərinin xüsusi ləvazimatlarla ölçülməsi.....	150
5. Hissələrin ölçülərinin sərt və tənzimlənən kalibrlərlə yoxlanılması.....	200
6. Dəzgah əməliyyatları üçün texniki vaxt normalarının təyini ...	292
7. Kəsici alətin ölçü yeyilməsi və onun kəsmə yolundan asıllılığının təyini.....	321
8. Səthin kələ kötürlüyünün təyini	387
9. Maşın istehsalında baza və bazlaşdırma.....	465
10. Avadanlığın yığılması və texnoloji yığım sxeminin tərtibi.....	495
11.İSTİFADƏ OLUNAN ƏDƏBİYYAT.....	545

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	13
1. Измерение линейных размеров с нониусными приборами.....	28
2. Измерение линейных размеров микрометрическими приборами	67
3. Измерение отклонений линейных размеров при помощи рычажными приборами.....	117
4. Измерение размеров углов и конусов специальными измеряемыми средствами.....	166
5. Проверка размеров деталей жесткими и регулируемые калибрами.....	230
6. Определение технических норм времени выполнения станочных операций	301
7. Размерный износ режущего инструмента и определение его зависимости от пути резания	343
8. Определение шероховатости поверхности.....	413
9. Базирование и базы в производстве машин.....	475
10. Составление технологической сборки и сборочной схемы изделия	512
11.ЛИТЕРАТУРА.....	545

CONTENTS

S.

INTRODUCTION.....	15
1. Measuring linear sizes with nonius instruments.....	40
2. Measurement of linear sizes with micrometric instruments.....	85
3. Measuring linear dimensions by handling with lever instruments.....	134
4. Measuring angles and cones special measured measures.....	183
5. Checking the parts size rigid and adjustable calibration.....	261
6. Definition of technical standards of time performance of machining operations.....	311
7. Dimensional wear of the cutting tool and determination of its dependence on the cutting way.....	365
8. Determination of surface roughness.....	439
9. Base and base in machine production.....	485
10. Composition of technological assembly and assembly diagram of the product.....	529
11. REFERENCES	545

GİRİŞ

Maşınqayırma sahəsinin qorunub saxlanması və inkişafı Azərbaycan Respublikasının dövlət əhəmiyyətli strateji məsələsidir. Bu məsələnin səmərəli həlli üçün respublikamızın 100 ildən çox olan maşınqayırma sənaye təcrübəsi mövcuddur. Dünya ölkələri ilə iqtisadi əlaqələr yaratmaq üçün əlverişli coğrafi məkan, zəngin enerji və material ehtiyatları var.

Maşınqayırma sənayesi xalq təsərrüfatının bütün sahələrini müəyyən edir.

Yeni cəmiyyətin əsasını təşkil edən maddi bazanın yaradılmasına böyük təsir göstərir. Bu səbəbdən də dövlət tərəfindən maşınqayırmanın inkişafına həmişə ciddi əhəmiyyət verilmişdir.

Azərbaycan maşınqayırma sənayesinin formalaşması və inkişafı Abşeron yarımadası və Xəzər dənizində zəngin neft yataqlarının istismarı ilə əlaqədar olmuşdur. XIX əsrin axırlarından Bakı şəhərində neft avadanlığı təmiri və istehsalı müəssisələri fəaliyyət göstərmişdir.

Dərs vəsaiti tələbələrin sərbəst işi olub, xüsusi fənlərin öyrənilməsində biliklərin mənimsənilməsini möhkəmlətmək və sistemləşdirmək məqsədini güdür.

Tələbələr sərbəst mövcud işləri yerinə yetirmək, əsas cihaz, avadanlıq və maşınlarla işləmək bacarığına malik olmalıdırlar.

Texniki ali məktəblərin bakalavr tədris pilləsinin tələbələrinə “Maşın istehsalı texnologiyasının əsasları”, “Maşınqayırmada keyfiyyətin normallaşdırılması” fənləri üzrə mövcud işləri yerinə yetirmək üçün dərs vəsaiti kimi nəzərdə tutulub.

Dərs vəsaitindəki işləri qeyd olunan fənlərin praktiki hissəsini təşkil edir. Qeyd olunan işlərin yerinə yetirilməsi tələbələrə öyrədilən nəzəri materialı yaxşı mənimsəməyə imkan verir.

Dərs vəsaitindən istifadə edərək tələbələr verilən işləri qrup halında və ya ayrı-ayrılıqda, hər bir tələbənin özü yerinə yetirə bilər.

Tələbə sorğu kitablarından, normativlərdən və texniki ədəbiyyatdan istifadə etmək vərdişinə, hesablama qabiliyyətini inkişaf etdirmək və möhkəmləndirmək, texnoloji prosesi layihələndirmək təcrübəsinə, tərtibatların və kəsici alətlərin quruluşunu və hesabatını vermək, ən məhsuldar avadanlıq seçmək və qəbul edilmiş texnoloji prosesdə ən səmərəli kəsmə rejimlərini təyin etmək bacarığına yiyələnir.

İşlərin yerinə yetirilməsi tələbələrə öyrədilən nəzəri materialı yaxşı mənimsəməyə imkan verir. Texnoloji proseslərdə cihazlarla, avadanlıqlar və materiallarla tanış edir, alınmış təcrübə nəticələri müzakirə etməyi və onların analizi əsasında müvafiq nəticə və fikir söyləməyi öyrənir.

Bunlar tələbələrin nəzəri biliklərini tamamlayır.

Hər bir görülmə işin məzmununun yazılışı iki hissədən ibarət olur. Birinci hissədə qısa nəzəri məlumat verilir.

Tələbələrə tələb olunan işi düzgün və başa düşəcək yerinə yetirməyə kömək edir. İşin yerinə yetirilməsində istifadə edilən qurğuların, maşınların və cihazların xarakteristikası göstərilir, hər bir işin tapşırığı və məqsədi izah olunur.

İkinci hissədə konkret tapşırıq göstərilir.

İşin yerinə yetirilməsinə və hesabatın tərtib edilməsinə dair metodiki göstərişlər verilir.

Tələbələrə mövzunu dərinlən öyrənməsinə kömək üçün yoxlama sualları verilir.

Qeyd olunmuş işlərin mükəmməl yerinə yetirilməsi yalnız ona hesabat yazmaqla tamamlanmır.

Başlıcası işlərin əsas hissələrinin məzmununu əks etdirən suallara cavab verməyi bacarmaqdır.

Dərs vəsaiti təsdiq olunmuş fənn proqramına əsasən tərtib edilib.

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение и развитие машиностроительной отрасли является стратегическим вопросом государственной важности Азербайджанской Республики. Для эффективного решения этой проблемы наша страна имеет более чем 100-летний опыт работы в машиностроительной отрасли. Он имеет выгодное географическое положение, богатые энергетические и материальные ресурсы для установления экономических отношений со странами всего мира.

Машиностроение определяет все отрасли экономики в народном хозяйстве. Это имеет большое влияние на создание материальной базы, которая составляет основу нового общества. По этой причине государство всегда придавало большое значение развитию машиностроения.

Формирование и развитие азербайджанского машиностроения было связано с разработкой богатых нефтяных месторождений на Апшеронском полуострове и в Каспийском море. С конца XIX века в Баку действуют предприятия по ремонту и производству нефтяного оборудования.

Учебное пособие является самостоятельной работой студентов и направлен на закрепление и систематизацию усвоения знаний при изучении специальных предметов. Студенты должны уметь выполнять самостоятельные данные работы и работать с основными приборами, оборудованием и машинами. Он предназначен в качестве учебного пособия для студентов бакалавриата технических вузов для выполнения данных работ по предметам «Основы технологии производства машин», «Нормализация качества в машиностроении». Данные работы в учебное пособие составляет практическую часть этих предметов. Проведение данных работ позволяет студентам усвоить теоретическую часть пройденных материалов.

С помощью учебника студенты могут выполнять данные работы в группах или отдельно или же каждый студент индивидуально. Студент приобретает умение использовать справочники, нормативы, стандарты и техническую литературу, развивать и укреплять вычислительные навыки, опыт проектирования технологического процесса, структуры и отчетности по конструкциям и режущим инструментам, выбора наиболее производительного оборудования и определения наиболее эффективных режимов резания в принятом процессе. Проведение данных работ позволяет студентам усвоить пройденный теоретический материал. Познакомится с приборами, оборудованием и материалами в технологических процессах, учится обсуждать полученные экспериментальные результаты и высказывать соответствующие выводы и мнения на основе их анализа.

Все это дополняют теоретические знания студентов.

Содержание каждой данной работы состоит из двух частей.

В первой части дается краткая теоретическая информация. Помогает студентам правильно и понятно выполнять данные работы.

Показаны характеристики устройств, машин и приспособлений, используемых при выполнении работ, поясняются задача и цель каждой работы.

Во второй части показывает конкретную задачу. Даны методические указания по выполнению работ и составлению отчета.

Контрольные вопросы дают, чтобы помочь студентам углубленно изучить тему.

Выполнение данных работ не заканчивается в расчетах.

Главное уметь отвечать на контрольные вопросы, которые содержание составляет основных теоретической частей работы.

Учебное пособие составлен по утвержденной программе предмета.

INTRODUCTION

The preservation and development of the machine-building industry is a strategic issue of state importance for the Republic of Azerbaijan. To effectively solve this problem, our country has more than 100 years of experience in the engineering industry. It has an advantageous geographical position, rich energy and material resources for establishing economic relations with countries around the world.

Mechanical engineering determines all sectors of the economy in the national economy. This has a great impact on the creation of the material base, which forms the basis of the new society. For this reason, the state has always attached great importance to the development of mechanical engineering.

The formation and development of Azerbaijani mechanical engineering was associated with the development of rich oil fields on the Absheron Peninsula and in the Caspian Sea. Enterprises for the repair and production of oil equipment have been operating in Baku since the end of the 19th century.

The manual is an independent work of students and is aimed at consolidating and systematizing the assimilation of knowledge in the study of special subjects. Students should be able to work independently on workshop assignments and work with basic tools, equipment, and machinery. It is intended as a teaching aid for undergraduate students of technical universities on "Fundamentals of Machine-Building Technology", "Quality Normalization in Mechanical Engineering".

The topics in the textbook are a practical part of these subjects. Carrying out the existing work allows students to master the theoretical part of the transmitted materials. With the help of the textbook, students can work in groups or individually, or individually for each student.

The student acquires the ability to use reference books, norms, standards and technical literature, develop and strengthen computational skills, experience in designing a technological process, structure and reporting on structures and

cutting tools, choosing the most productive equipment and determining the most effective cutting conditions in the adopted process. Conducting topic work allows students to master the theoretical material. Get acquainted with devices, equipment and materials in technological processes, learns to discuss the obtained experimental results and express appropriate conclusions and opinions based on their analysis.

All this complements the theoretical knowledge of the students.

The content of each case consists of two parts.

The first part gives a brief theoretical information. Helps students to complete assignments correctly and clearly. The characteristics of devices, machines and devices used in the performance of work are shown, the task and purpose of each work are explained.

The second part shows a specific task. Methodical instructions for work performance and report preparation are given.

Test questions are given to help students explore the topic in depth.

The work done does not end with calculations.

The main thing is to be able to answer control questions that make up the main theoretical parts of the work.

The textbook is compiled according to the approved program of the subject.

MÖVZU № 1
HİSSƏLƏRİN XƏTTİ ÖLÇÜLƏRİNİN NONİUSLU
ALƏTLƏRLƏ ÖLÇÜLMƏSİ

Tapşırıq

1. Hissələrin yararlılığını təyin etmək.
2. Görülən iş haqqında hesabat tərtib etmək.

İşin məqsədi

Ştangenalətlərdən istifadə və noniuslu ölçmənin mənimsənilməsi. İstehsalda texnoloji prosesdən sonra əldə olunan hissələrin yararlılığını təyin etmək.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

RŞP-I, ŞP-1, ŞP-II və ŞP-III tipli ştangenpərgarlar , ştangendərinlik-ölçənlər, ştangenreysmuslar , ştangendişölçənlər və ölçülən hissələr daxildir.

İşin yerinə yetirilməqaydası:

1. Ştangenpərgarların əsas növləri, onların quruluşu və istifadə sahələrini öyrənməli.
2. Nonius şkalası üzrə hesabat metodikasını işləməli.
3. Ştangenpərgarlar vasitəsi ilə nümunəni ölçməli.
4. Alınmış nəticələrin cədvəl formasında tərtib edilməli.
5. Nəticələrin analizi .

Nəzəri məlumatlar:

İstehsal zamanı məmulatın davamlılığa, möhkəmliyə hesablanması zamanı xətti ölçülərinin - **d, l, h** qiymətləndirilməsi yaranır. Maşın istehsal zamanı hissələrin tələb olunan ölçüdə alınması çox mürəkkəbdir. Buna əsaslanaraq maşınqayırmada müxtəlif ölçülərdən istifadə olunur. Maşınqayırmada:

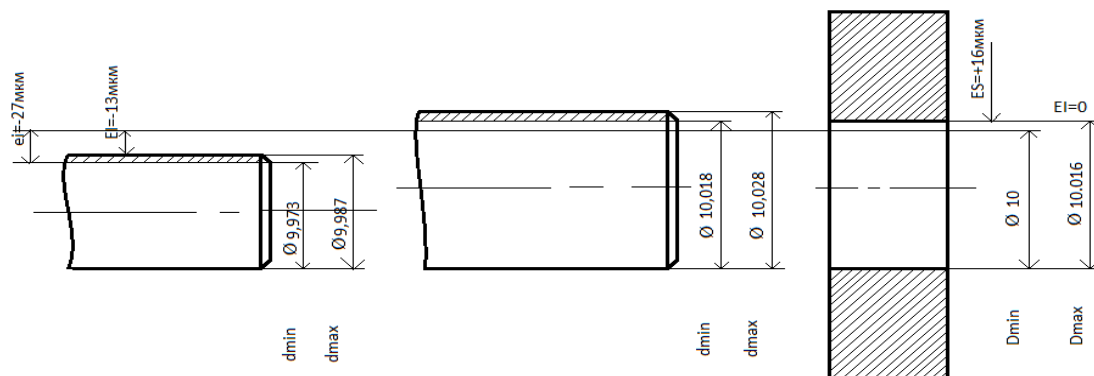
1. Nominal ölçü; 2. Həqiqi ölçü; 3. Ölçmədən alınan

ölçülər məfhumlarından istifadə olunur.

Nominal ölçü - layihə zamanı hesabatdan təyin olunmuş ,

yuvarlaqlaşdırılaraq cizgidə uyğun səthdə qeydə alınmış ölçüyə deyilir. Mexaniki xassələri hesabatdan təyin olunmuş “Nominal xətti ölçülər” DÜİST-inə görə - CT. CƏB144-2000, ГОСТ 25347-2001. yuxarıya doğru yuvarlaqlaşdırılaraq seçilir. Nominal ölçü ideal ölçüdür, yuva üçün - D_n , val üçün isə - d_n kimi işarə olunur. Maşın hissələri səthini nominal ölçüyə uyğun mütləq dəqiq hazırlamaq qeyri mümkündür.

Həqiqi ölçü istehsaladan sonra alınan ölçüyə deyilir. Həqiqi ölçü əsil ölçüdən ölçmənin xətası qədər fərqlənir. Həqiqi ölçü hissələrin cizgisində emal olunan səthin ölçüsü iki buraxıla bilən ölçü ilə verilir. Bu ölçülərə hədd ölçüləri deyilir. Hədd ölçüləri ən böyük və ən kiçik (şək. 1.1) olurlar. Yuvanın hədd ölçüləri - D_{max} , D_{min} valın hədd ölçüləri isə - d_{max} , d_{min} kimi göstərilir.



Şəkil 1.1 Maşın istehsal zamanı hissələrin tələb olunan ölçüləri

Uyğun standartlardan hədd meyillənmələrini seçdikdən sonra aşağıdakı ifadələrlə hədd ölçülərini təyin etmək olur:

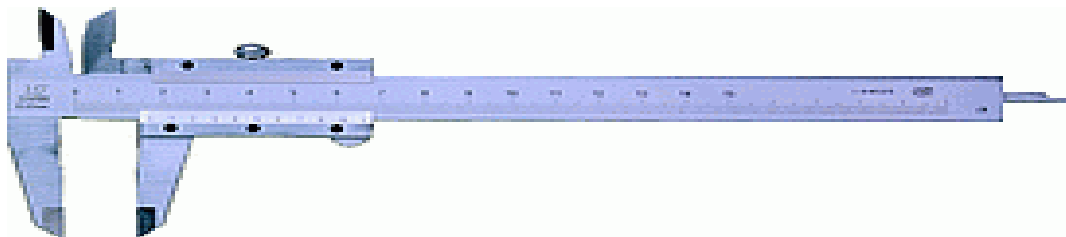
$$D_{max} = D_n + ES; \quad d_{max} = d_n + es; \quad 1.1$$

$$D_{min} = D_n + EI; \quad d_{min} = d_n + ei.$$

Ölçmə nəticəsində təyin olunmuş ölçü- **ölçülmədən alınan ölçü** adlanır.

Ölçən alətin dəqiqliyindən, ölçmənin aparılma şəraitindən, ölçməni aparan şəxsin görmə qabiliyyətindən və s. asılı olaraq eyni səthin həqiqi ölçüsü müxtəlif ola bilər.

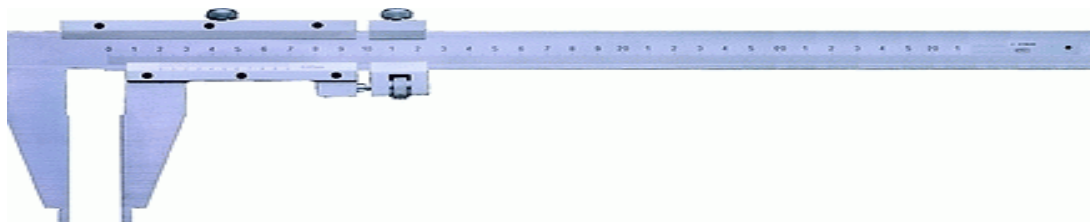
Hal-hazırda **ŞP-I**, **ŞP-II** və **ŞP-III** nonioslu ştangenpərgarlardan və monitorlu- rəqəmli **RŞP-I**, **RŞP-II**, **RŞP-III**, **XRŞP** (xüsusi) və **DŞP** (indikatorlu dairəvi) ştangenpərgarlardan(şək.1.2) istifadə edilir.



ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-2001



ШЦ-II-200-0,05 ГОСТ 166-2001



ШЦ-III-300-0,05 ГОСТ 166-2001

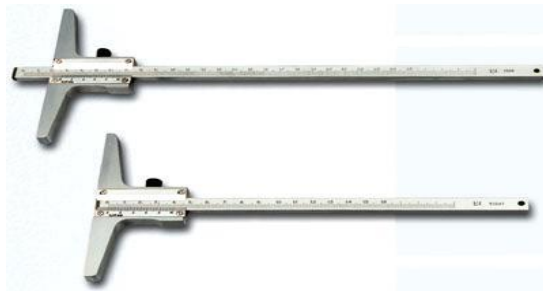


ШПС-1-150-0,1 ГОСТ 166-2001



ŞPR-1-150-0,01 ГОСТ 166-2001

Ştangendərinlikölçənlər:



ШГ-250 ГОСТ 162-2002

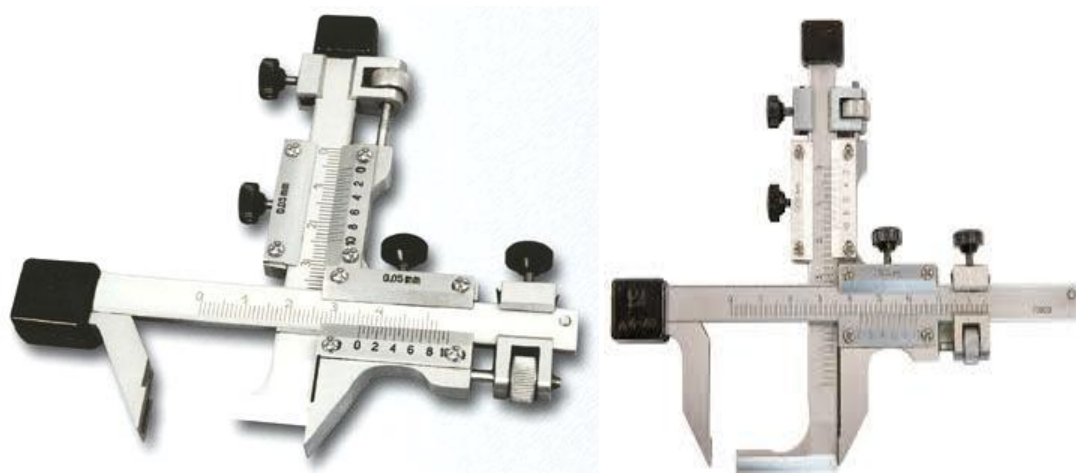
ШГ-160 ГОСТ 162-2002



ШГЦ-300 ГОСТ 162-2002



Nazik ölçü içlikli rəqəmsal ştangendərinlikölçən



Ştangendişölçən III3H-18 TY 2-034-773-2001

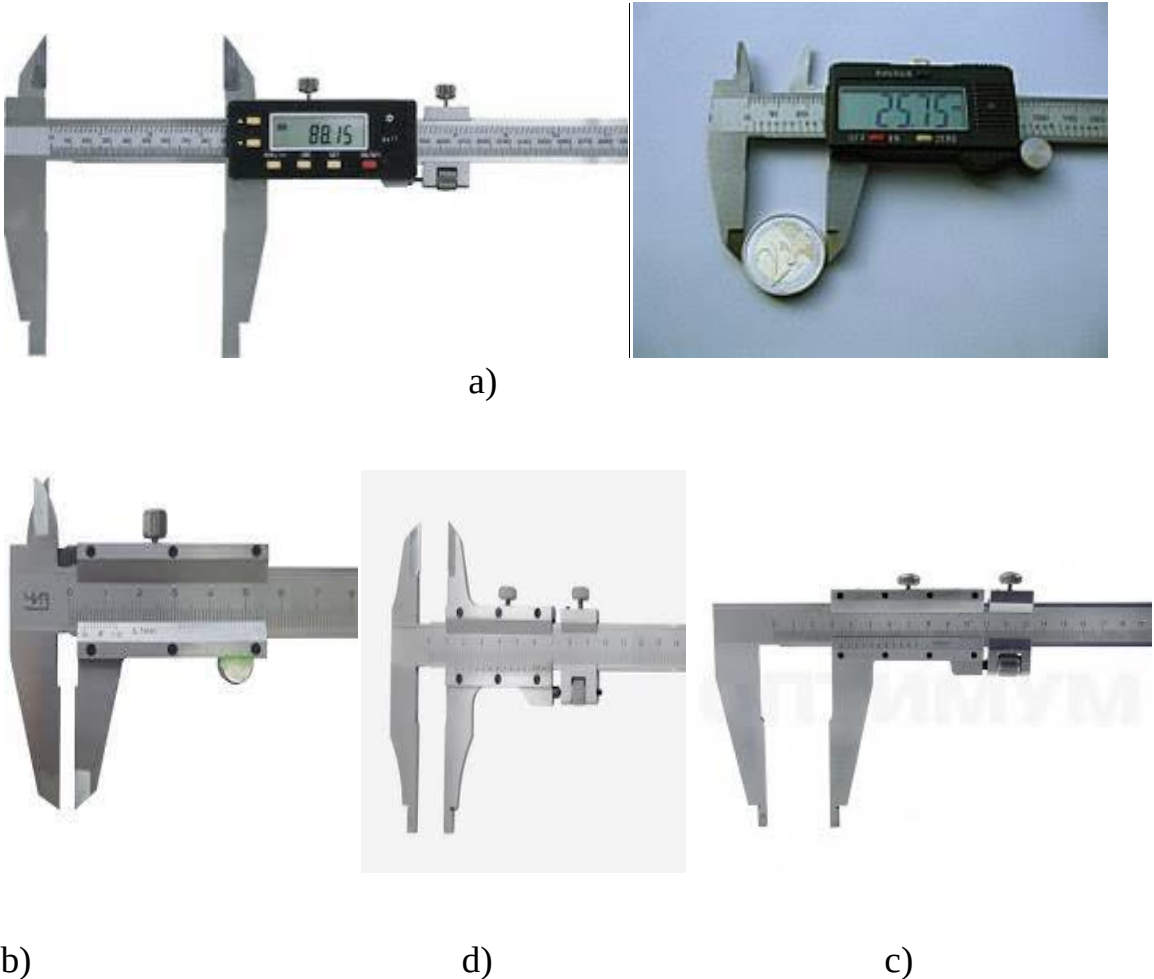
Şəkil 1.2 Hal-hazırda istifadə olunan ştangenpərgarlar

ŞP-I – bu növ ştangenpərgarlarda ölçən 1 və 2 dodaqları iki tərəfdə yerləşdirilmişdir. (şək.1.3,b). Üst qoşa dodaqlar daxili, alt qoşa dodaqlar isə xarici ölçüləri ölçmək üçündür, 3-çıxıntısı ilə isə dərinlik ölçülür.

ŞP-II – bu ştangenpərgarlarda ölçən 1 və 2 dodaqları iki tərəfdə yerləşdirilmişdir (şək.1.3,c). Alt qoşa dodaqlar xarici və daxili ölçmələr üçündür. Daxili ölçmələrdə nonius şkalasının göstərişinə dodaqların eninin ölçüsünü (adətən $b = 10\text{mm}$) əlavə etmək lazımdır. Bu ölçü dodaqların üzərində göstərilir.

ŞP-III - tipli ştangenpərgarlarda ölçən 1 və 2 dodaqları hər iki tərəfdə yerləşir (şək.1.3.d). Alt tərəfdə yerləşən 1və 2 dodaqlarının daxili müstəvi səthləri xarici ölçmə, xarici silindirik səthləri isə daxili ölçmə üçündür. Daxili ölçmələrdə nonius şkalasının göstərişinə dodaqların enini də əlavə etmək lazımdır. Üst tərəfdəki 1 və 2 dodaqları xarici ölçmə üçündür. Burada üst qoşa dodaqlar itiüclu olduqları üçün bunlardan nişanlanma işlərində də istifadə edilir. ŞP-I ştangenpərgarlarının ölçmə həddi $0\div 125\text{ mm}$ və ölçmə dəqiqliyinin qiyməti $0,1\text{ mm}$ -dir. ŞP-II və ŞP-III ştangenpərgarları müxtəlif ölçmə həddli -yuxarı hədd 2000 mm olub ölçmə dəqiqliyinin qiyməti $0,05$ yaxud $0,1\text{ mm}$ -dir.

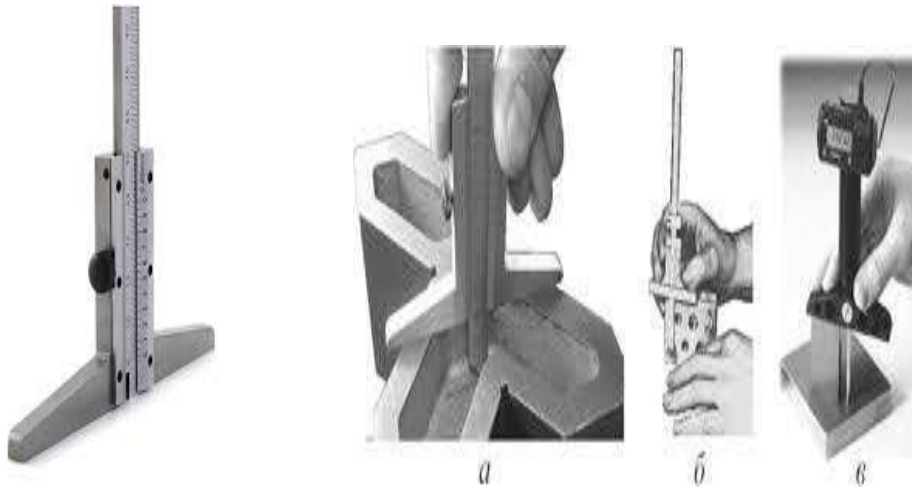
RŞP-I tipli ştangenpərgarlarda 1 və 2 dodaqları hər iki tərəfdə yerləşir (şək.1.3a). Üst qoşa dodaqlar daxili, alt qoşa dodaqlar isə xarici ölçmələr üçündür. Ölçmə uzunluğu 150 mm dəqiqlik isə 0,01 mm-dir. Bu tip ştangerlər rəqəmsal ştangenpərgarlar adlanır. Ölçmədən alınan nəticə birbaşa ştangerpərgarın üzərində quraşdırılmış çərçivədəki ekranda-monitorda yazılır. Alətlərin üzərindəki bölgü xətləri lazer vasitəsi ilə çəkilmişdir. Hərəkət etməyən ştanq və hərəkət edən çərçivə tablandırılmış poladdan hazırlanmışdır. Rəqəmsal ştangenpərgarlarda nonius yoxdur, ölçmə dəqiqliyi 0,05÷0,01 mm-dir, 2000 mm-ə qədər ölçünü ölçmək olur. Ölçmələr həm düymə, həm də metrik şkalalarla aparıla bilər. Əlavə olaraq çərçivənin arxa tərəfində məlumat



Şəkil 1.3

Ştangenpərgarların əsas növləri

üçün yivləri açmaq məqsədi ilə lazımi diametrlərin ölçülərinin seçilməsi göstərilib. Çərçivə mikrometrik vintlə də hərəkətə gətirilə bilər. Şəkil 1.4-də ştangendərinlikölçən və ştangenreysmus göstərilmişdir.



Ştangendərinlikölçən



Ştangenreysmus

Şəkil 1. 4 Ştangendərinlikölçən və ştangenreysmus

Ştangendərinlikölçən iki müstəvi arasındakı məsafəni, pazların dərinliyini, dar - dibi bağlı bütöv yuvaları, pilləli detalların uzunluq və hündürlüklerini ölçmək üçündür. Ştangenreysmus əsasən nişanlanma əməliyyatı üçün işlədilir, onunla həmçinin detalların xarici və daxili ölçülərini də ölçmək olar.

Ştangendərinlikölçən və ştangenreysmusun ölçü müstəviləri fərqli qeyd

edilmişdir. Cihazların qalan hissələri eyni ilə onların gördüyü işi görür. Ştangendərinlikölçən ştanqı üzərindəki düz xətti şkaladan və noniusdan ibarətdir. Nonius ştangenalətlərin əsas şkalasının bölgüləri intervalının kəsr paylarını hesablamaq imkanını verən tərtibətdir. Ölçülən A kəmiyyətini əsas şkala üzrə tam bölgüləri M və nonius şkalası üzrə hesablanmış ($n \cdot C$) hasilini cəmləməklə tapılır, yəni

$$A = M + n \cdot C \quad 1.2$$

burada n - noniusun xəttinin sayı; C -noniusun bölgü qiymətidir.

Şəkil 1.5 - də K xətti kimi nonius şkalasının elə bölgü xətti qəbul edilir ki, bu xətt əsas şkalanın xətti ilə üst-üstə düşsün, ya da buna daha çox yaxın olsun.

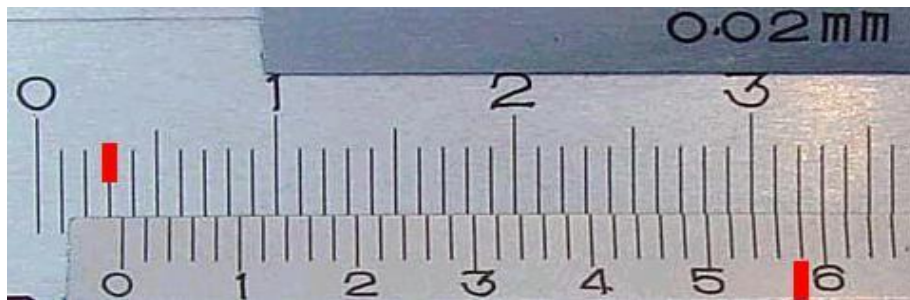
Müxtəlif noniusların(Şək. 1.6) hesabatına aid misallar göstərilmişdir.

Nonius şkalasının göstərişini F_{non}

$$F_{\text{non}} = (L_{\text{main}} - \frac{L_{\text{non}}}{n}) \cdot F_{\text{main}} \quad 1.3$$

ifadə ilə təyin etmək olar.

Burada L_{main} - əsas şkalanın, L_{non} -nonius şkalasının uzunluğu; n - tam bölgülərin sayı; F_{main} - əsas şkalanın bölgüsünün qiymətidir.

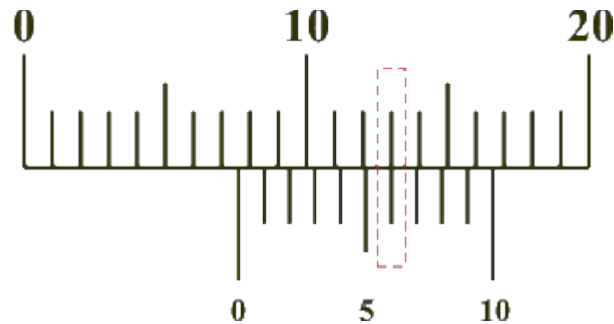


Şəkil 1.5 Nonius şkalası

Şəkildə aşağıdakı şkala noniusun, yuxarıdakı ştangənpərgarın əsas şkalasıdır. Yuxarıda qeyd olunan 0,02mm noniusun hər bölgüsünün

qiymətidir. Yəni noniusun 1-ə bərabər bölgüsü -0,1-dən və 6-ya bərabər bölgüsü-0,6-ya uyğundur.

Numunə olaraq noniusun aşağıdakı şəkildəki göstəricini hesablayaq:



Şəkil 1.6 Numunə nonius şkalası

Göstərilmiş şəkildə əsas şkalada 7 tam, noniusun üst-üstə düşdüyü bölgü(qırmızı ştrixlə) 6-nı göstərir.Ölçü dəqiqliyi 0,1 olduğundan demək ölçü-7,6 (yeddi tam onda altı)-dır.

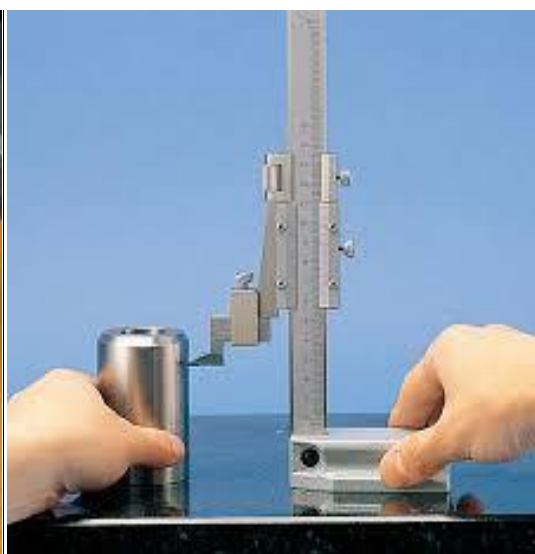
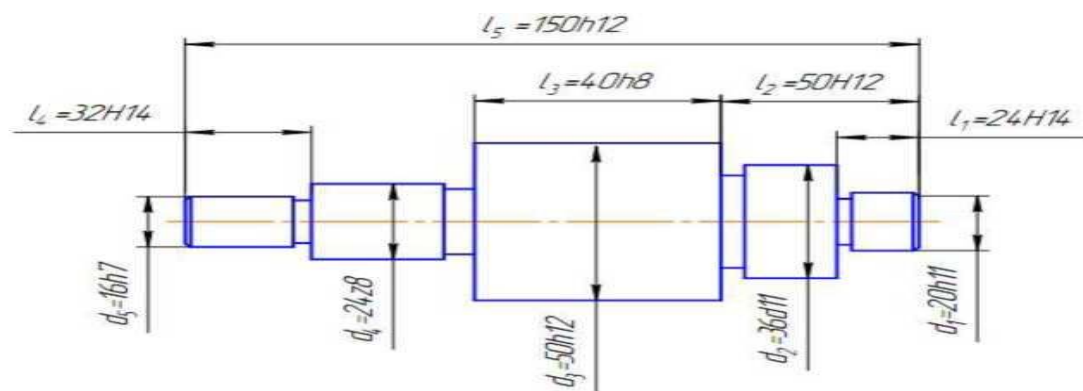
İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

- 1.Verilmiş işçi cizgiyə əsasən hissənin eskizini tərtib etməli.
- 2.Hecabat cədvəlinə hissənin işçi cizgisinin üzərində qeyd olunan bütün ölçülərin hədd meyllənmələrini **ГОСТ 25347-2001**-dan seçib yazmalı.
- 3.Cədvəlin xüsusi qrafasına hesablama nəticəsində alınmış hədd ölçülərini,ölçülərin müsaidələrini qeyd etməli.
- 4.Hər bir ölçünü ölçmək üçün ölçü alətini seçməli.
- 5.Seçilmiş ölçü alətləri vasitəsilə bütün ölçülərin diametr və uzunluqlarının həqiqi ölçülərini təyin etməli.
- 6.Hər bir ölçülən ölçünü alətin hissəyə nəzərən iki istiqamətdə , yəni iki kəsimdə (A-A,B-B) aparmaq lazımdır.
- 7.Hər bir ölçünün orta arifmetik yəni orta hesabı hesablamalardan sonra əldə olunan həqiqi ölçünün,hədd ölçülərinin nəticələrini **ГОСТ 25347-2001**-lə müqayisə edərək hissələrin « yararlı»,« yararsız»,« düzəldilə bilən yararsız », « düzəldilə bilməyən yararsız »yəni« çıxdaş» olduğu

müəyyənləşdirilir.

Analoju olaraq bütün ölçülər üçün aparmaq lazımdır.

8.Müəllimin tapşırığına əsasən üç ölçünün müsaidə sahəsi,nominal,həqiqi və hədd ölçülərinin sxemi çəkilir.



Tapşırıq:ölçüləri ölçmək		Ölçülən hissənin(detailın) eskizi								
Hissə №										
Ölçmənin nəticəsi, mm										
Sıra №-si	Ölçən alətin adı	Oxa perpendikulyar kəsiklər						Yararlı olması haqqında rəy		
		I-I		II-II		III-III				
		İstiqamətlər								
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
İşləmə tarixi						İşin təhvil tarixi				
Tələbənin imzası						Müəllimin imzası				

Yoxlama sualları:

- 1.Ştangenpərgar.Növləri və tətbiq sahəsi?
- 2.Əsas hissələri,iş prinsipi,nonius şkalası?
- 3.Müsaidə və müsaidə sahəsi nədir?
- 4.Ölçünün aşağı və yuxarı hədd meyllənməsi nədir?
- 5.Nominal ölçü nəyə deyilir?
- 6.Həqiqi ölçü nəyə deyilir?

ТЕМА № 1.
ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ С
НОНИУСНЫМИ ПРИБОРАМИ.

Задача:

1. Определение годности деталей соответствие по чертежу.
2. Составить расчет о проделанной работе.

Цель работы:

Приобретение навыков пользования штангенинструментами и освоение нониусными измерений. Определение после технологического процесса годности деталей.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Штангенциркули типа ШЦ-I , ШЦ-II и ШЦ-III , штангенглубиномеры и штангенрейсмасы и измеряемые детали.

Правила выполнения работы:

1. Изучение основных видов и отсчетные устройство штангенциркулей, область применения.
2. Разработать методику отсчета линейным устройством нониуса.
3. Измерения различными пределами детали штангенциркулем.
4. Составить таблицу по данным результатам измерения.
5. Анализ результатов.

Теоретические сведения:

Размер, определяющий высоту и форму детали, определяется из расчета на прочность, жесткость и т. д. Размер—это числовое значение линейной величины - **d, l, h**.

Габаритные размеры проставляются по выступающим частям изделия.

Технологические размеры участвуют непосредственно при изготовлении и измерении деталей.

В машиностроении в основном еще пользуются следующими размерами:

1.Номинальный размер

2.Действительный размер

3.Измеряемый размер

Различают номинальный, действительный и измеряемый размеры.

Номинальный размер это размер, на основании инженерных расчетов, опыта проектирования, обеспечения конструктивного совершенства изготовления детали - изделия округляют обычно в большую сторону и ближайшее его значение выбирается по стандарту который указывают на чертеже. Обозначение номинального размера для отверстия - D_n , для вала - d_n .

Этот стандарт, СТ.СЭВ144-2000, ГОСТ25347-2001 «номинальные линейные размеры», создан на основе рядов предпочтительных чисел.

Номинальный размер - это абсолютный размер. Его в производстве получить невозможно.

В производстве невозможно выполнить абсолютно точно требуемые размеры деталей. Поэтому существует понятие - **действительный размер** детали. При изготовлении и измерении под влиянием различных погрешностей получается рассеивание размеров.

Детали, которые изготавливаются при одних и тех же технологических условиях получаются не с одинаковыми размерами.

Изготовление деталей по одному размеру сложно. Надо учитывать допустимую неточность изготовления.

Поэтому детали изготавливают в двух пределах, которые называют предельными размерами. Предельный размер—это два допустимых размера, между которыми должен находиться и которому может быть равен действительный размер.

Предельный размер бывает (рис.1.1)наибольшим $-D_{\max}$, $d_{\max}$ и наименьшим $-D_{\min}$, $d_{\min}$.

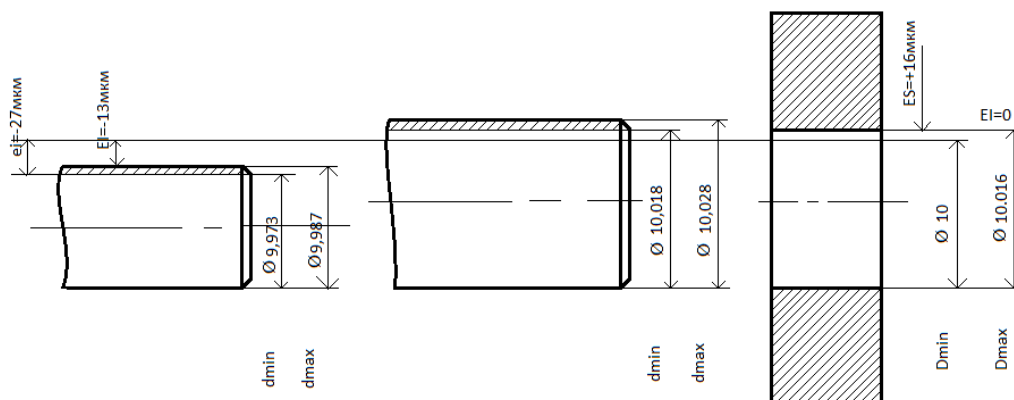


Рисунок 1.1 Требуемые размеры деталей при производстве машин

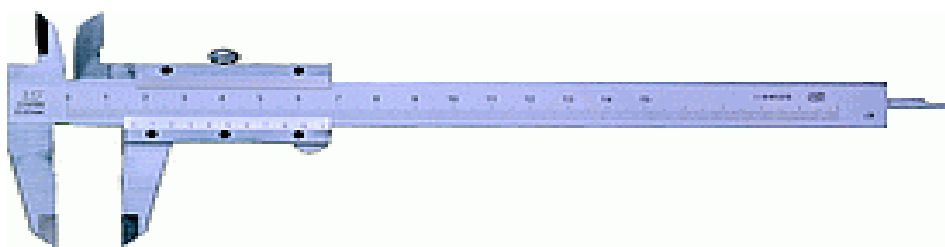
Предельные размеры характеризуют точность изготовления.

$$\begin{aligned} D_{\max} &= D_n + ES; & d_{\max} &= d_n + es; & 1.1 \\ D_{\min} &= D_n + EI; & d_{\min} &= d_n + ei. \end{aligned}$$

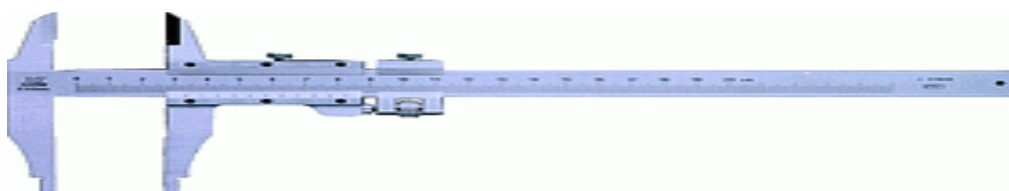
Некоторая погрешность вносится также при измерении. Так называют размер, полученный в результате измерения с погрешностью мерительного инструмента. Точность измерения зависит от точности измерительного инструмента, от температуры помещения, от зрения и квалификации рабочего.

Данные приборы штангенциркули(рис.1.2) типа **ШЦ-I** , **ШЦ-II** и **ШЦ-III** , штангенглубиномеры , штангенрейсмасы , штангензубомеры, щтангенциркули нового поколения цифровые монитором - **ЦШЦ-I** , **ЦШЦ-II** и **ЦШЦ-III** ,специальные- **ШЦСЦ**,индикаторные круглые- **ШЦ КИ** широко применяются в машиностроении.

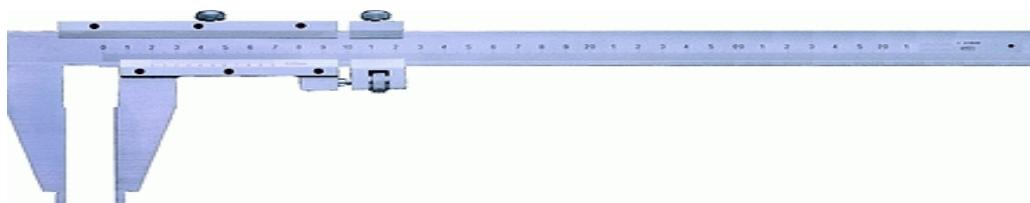
По этому приобретение навыков работы с ними обязательно.



ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-2001



ШЦ-II-200-0,05 ГОСТ 166-2001



ШЦ-III-300-0,05 ГОСТ 166-2001

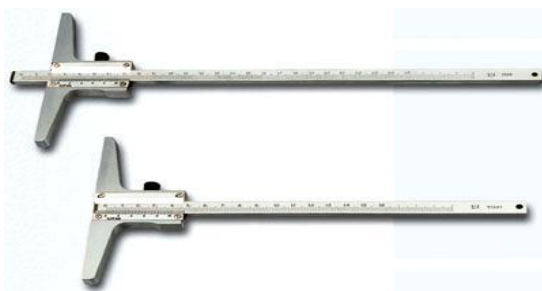


ШЦС-1-150-0,1 ГОСТ 166-2001



ШЦЦ-1-150-0,01 ГОСТ 166-2001

Штангенглубиномеры:



ШГ-250 ГОСТ 162-2002

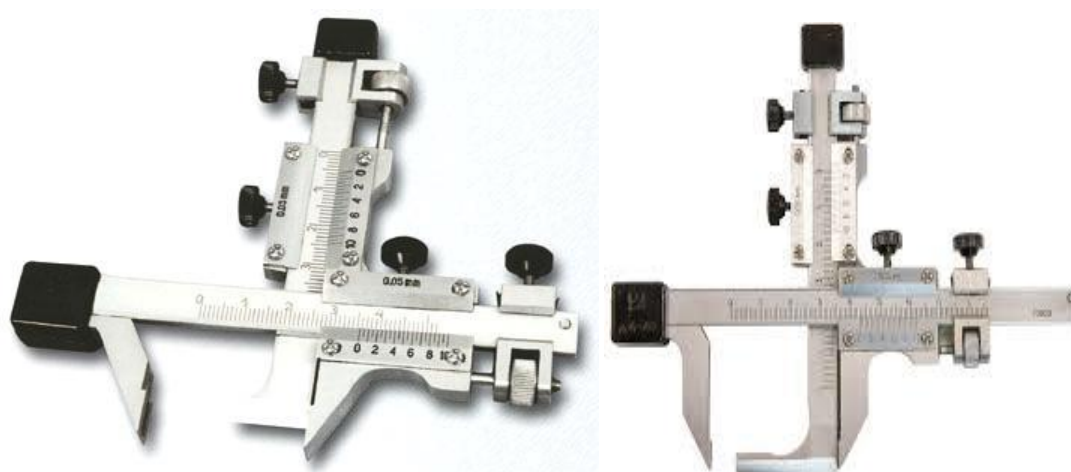
ШГ-160 ГОСТ 162-2002



ШГЦ-300 ГОСТ 162-2002



Цифровой штангенглубиномер с монитором



Штангензубомер ШЗН-18 ТУ 2-034-773-2001

Рисунок 1.2 Данный момент используемые штангенинструменты

Тип **ШЦ-I** с двусторонним расположением измерительных губок 1 и 2 (рис. 1.3,в). Верхняя пара предназначена для внутренних измерений, нижняя – для наружных. Линейка служит для измерения глубин.

Тип **ШЦ-II** с двусторонним расположением измерительных губок (рис. 1.3,с). Нижняя пара служит для наружных и внутренних измерений (так же, как в ШЦ-III); верхняя пара губок, имеющих заострения, служит для разметки, а также для наружных измерений.

Тип **ШЦ-III** с односторонним расположением измерительных губок (рис. 1.3, d). Внутренние плоскости губок 1 и 2 служат для наружных измерений, наружные цилиндрические поверхности – для внутренних измерений. К отсчету по шкале с нониусом при внутренних измерениях следует прибавлять суммарную толщину двух губок(часто $b = 10\text{mm}$), маркированную на них.

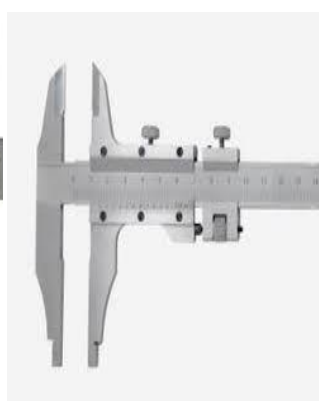
Штангенциркули типа **ШЦ-I** выпускаются с пределами измерений 0-125 мм и с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм. Штангенциркули типа **ШЦ-II** и **ШЦ-III** выпускаются с различными пределами измерения

(верхний предел до 2000 мм) с величиной отсчета по нониусу 0,05 или 0,1 мм. Погрешность показаний штангенциркулей с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм не должна превышать 0,05 мм, а с величиной отсчета 0,1 мм – 0,1 мм.

Тип **ШЦЦ-I** штангенциркули циферблатные с двусторонним расположением измерительных губок 1 и 2 (рис.1.3,а). Верхняя пара предназначена для внутренних измерений, нижняя – для наружных. Циферблатные — оснащены циферблатом для удобства и быстроты снятия показаний. Выпускаются с различными пределами измерения - верхний предел до 2000 мм с величиной точности 0,05÷0,01 мм-а.Используется более современные штангенциркули с цифровой индикацией - электронный. Цифровые — с цифровой индикацией для безошибочного считывания.У современных штангенциркулей с цифровой индикацией и циферблатных нет нониусной шкалы.



a)



b)

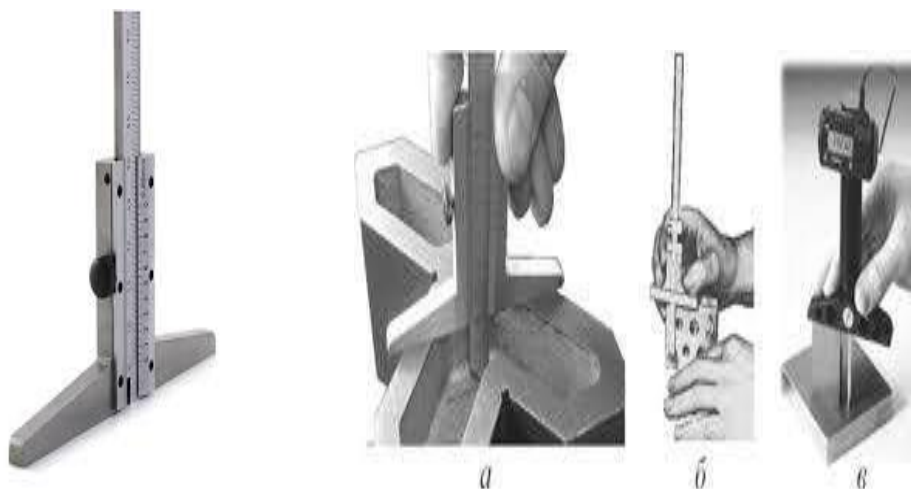
d)

c)

Рисунок 1.3

Основные виды штангенциркулей

Штангенциркули типа ШЦ-I , ШЦ-II и ШЦ-III , штангенглубиномеры и штангенрейсмасы(рис.1.4) и измеряемые детали.



Штангенглубиномеры



Штангенрейсмасы

Рисунок 1.4 Штангенглубиномеры и штангенрейсмасы

Принцип работы шкалы основан на том факте, что человек гораздо точнее замечает совпадение делений, чем определяет относительное расположение одного деления между другими.

Шкала-нониус имеет деления(рис.1.5), расстояние между которыми на определенную величину меньше, чем между делениями основной шкалы.

Одно деление нониуса может соответствовать как одному делению

основной шкалы, так и нескольким. В последнем случае разность длин пропорционально увеличивается. Цену деления нониуса F_{non} можно определить по формуле:

$$F_{\text{non}} = (L_{\text{main}} - \frac{L_{\text{non}}}{n}) \cdot F_{\text{main}} \quad 1.3$$

где

$L_{\text{main}}, L_{\text{non}}$ — длина деления соответственно основной шкалы и нониуса;

n — количество всех полных делений основной шкалы и одного неполного, которые соответствуют одному делению нониуса;

F_{main} — цена деления основной шкалы.

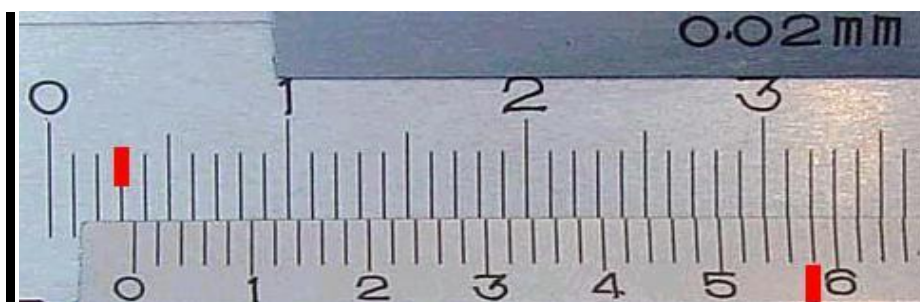


Рисунок 1.5 **Нониусная шкала**

Внешний вид нониуса штангенциркуля (внизу изображения). В середине фотографии видна основная шкала, вверху указана цена деления нониуса — 0,02 мм. Цифрами от 1 до 6 на нониусе обозначены размеры от 0,1 мм до 0,6 мм соответственно.

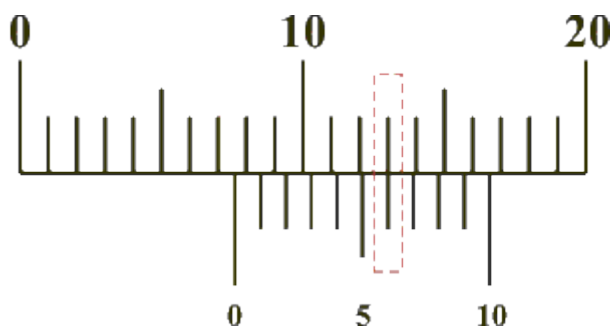
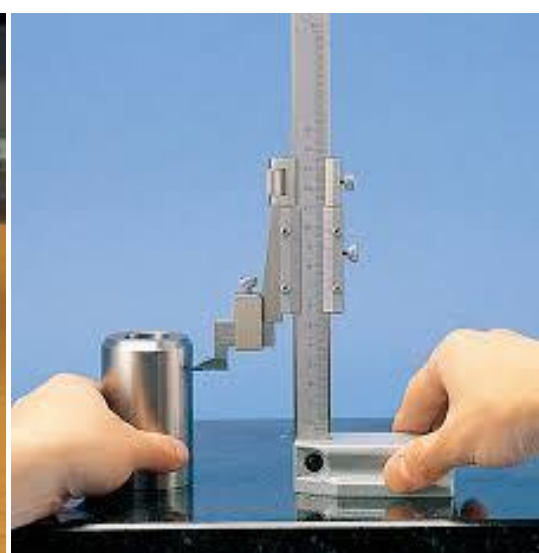
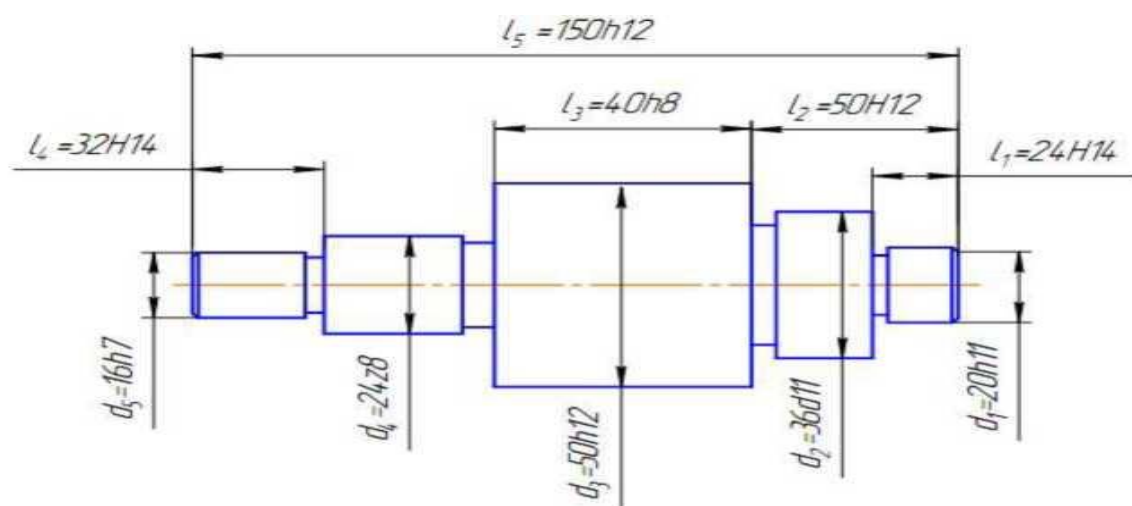


Рисунок 1.6 **Пример нониусной шкалы**

На этом рисунке нониус (нижняя шкала) показывает 7 целых 6 десятых деления основной (верхней) шкалы. Целая часть обычно определяется по показаниям нулевого деления нониуса, а дробная часть определяется по номеру того деления нониуса, которое точно совпадает с делением основной шкалы (обведено красным пунктиром). В результате деление показывает 7,6 – семь целых шесть десятых.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить эскиз детали согласно рабочему чертежу рисунок .
 2. В таблицу отчета выписать из ГОСТ 25347-2001 предельные допускаемые отклонения для всех размеров, указанных на рабочем чертеже детали.
 3. Подсчитать предельные размеры, допуски размеров и результаты занести в соответствующие графы таблицы отчета.
 4. Произвести выбор измерительных средств для измерения каждого размера.
 5. Определить действительные размеры всех диаметров и длин измеряемой детали с помощью выбранных измерительных средств.
 6. Измерение каждого размера производить в двух положениях (А-А, В-В) инструмента по отношению к детали.
 7. Среднее арифметическое значение по двум измерениям одного размера принять за действительный размер, сравнить его с предельными допустимыми по ГОСТ 25347-2001 и сделать вывод о качестве исполнения данного размера - «годный», «брак исправимый», «брак окончательный- брак неисправимый».
- Аналогичное заключение сделать по каждому размеру.
8. Вычертить схему расположения полей допусков для трех размеров - по указанию преподавателя, проставить на них числовые значения номинального, предельных и действительного размеров.



Задача: Измерение размеров		Эскиз измеряемой детали						
Результаты измерений, mm								
Последо. №-	Наименование измерительно го инструмента	Сечения, перпендикулярные к оси						Заключение о годности
		I-I		II-II		III-III		
		Направления						
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
Дата выполнения работы						Дата сдачи работы		
Подпись студента						Подпись преподавателя		

Контрольные вопросы:

1. Штангенциркуль. Виды и область применения?
2. Порядок работы, составные части, цена деления нониусной шкалы?
3. Что такое допуск и поле допуска?
4. Что называется верхнее, нижнее отклонение размера?
5. Какой размер называется номинальным?
6. Какой размер называется действительным?

TOPIC No. 1.
MEASURING LINEAR SIZES WITH NONIUS
INSTRUMENTS.

Task:

1. Determination of the suitability of parts (compliance with the drawing).
2. Make a calculation of the work done.

Objective:

Acquisition of skills in using vernier tools and mastering Vernier measurements. Determination of the suitability of parts after the technological process.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Vernier calipers of type **SHTS-I**, **SHTS-II** and **SHTS-III**, calipers and depth gauges and measured parts.

Work rules:

1. Study of the main types and reading device of calipers, scope.
2. To develop a method of reading by a linear vernier device.
3. Measurement at different limits of the workpiece with a vernier caliper.
4. Make a table according to the given measurement results.
5. Analysis of the results.

Theoretical information:

The size that determines the height and shape of the part is determined based on strength, stiffness, etc. Size is a numerical value of a linear the values **-d, l, h**. The overall dimensions are specified for the protruding parts of the product. Technological dimensions are directly involved in the manufacture and measuring parts.

In mechanical engineering, they still use following dimensions:

1. Nominal size; 2. Actual size; 3. Measurable size.

Distinguish between nominal, actual and measured dimensions.

The **nominal size** is the size, based on engineering calculations, design

experience, ensuring the structural perfection of the manufacture of the part products are usually rounded up and its nearest value is selected according to the standard indicated on the drawing. The designation of the nominal size for the bore is D_n , for the shaft - d_n .

This standard, ST.SEV144-2000, GOST 25347-2001 "nominal linear dimensions", is based on the series of preferred numbers.

The nominal dimension is the absolute dimension. It is impossible to get it in production. In production it is impossible to fulfill absolutely exactly the required dimensions of the parts. Therefore, there is a concept - **the actual size of the part**. During manufacturing and measurement, under the influence of various errors, dimensional scattering is obtained. Parts that are manufactured under the same technological conditions are not obtained with the same dimensions.

Making parts in one size is difficult. It is necessary to take into account the permissible inaccuracy of manufacture. Therefore, parts are made in two limits, which are called limiting dimensions. The size limit is two permissible size (Fig.1.1), between which it must be and which can be equal to the actual size.

The limiting size is the largest – D_{max} , d_{max} and the smallest – D_{min} , d_{min} .

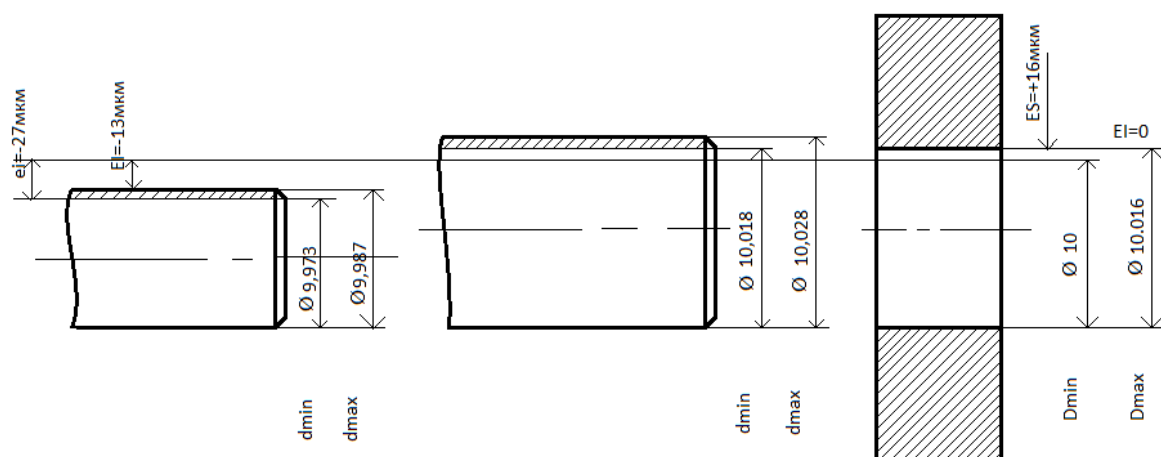


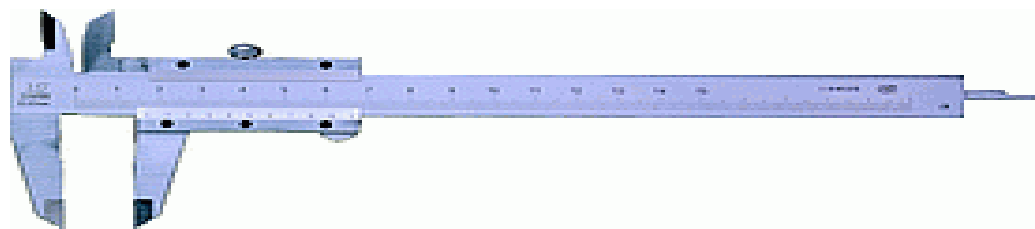
Figure 1.1 Required dimensions of parts in the manufacture of machines

The limiting dimensions characterize the manufacturing accuracy.

$$\begin{aligned} D_{\max} &= D_n + ES; & d_{\max} &= d_n + es; & 1.1 \\ D_{\min} &= D_n + EI; & d_{\min} &= d_n + ei. \end{aligned}$$

Some error is also introduced when measuring. This is the name of the size obtained as a result of a measurement with an error of the measuring tool. The measurement accuracy depends on the accuracy of the measuring tool, on the temperature of the room, on the eyesight and qualifications of the worker.

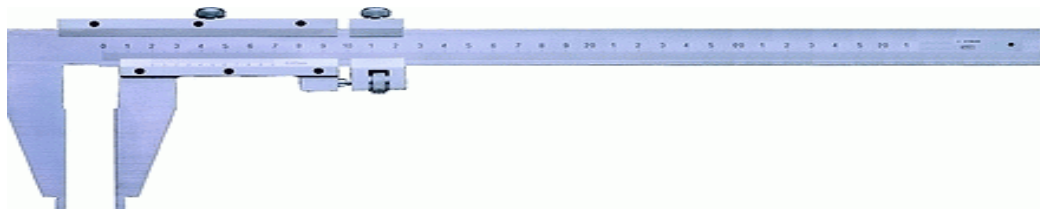
These devices **ShTs-I**, **ShTs-II** and **ShTs-III** calipers, calipers, calipers, calipers, calipers of a new generation digital monitor - **TsShTs-I**, **TsShTs-II** and **TsShTs-III**, special- **ShTsSTs**, indicator round-**ShTs KI** widely used in mechanical engineering(Fig.1.2). Therefore, the acquisition of skills to work with them is mandatory.



SHTS – I – 125–0.1 GOST 166–2001



SHTS–II–200–0,05 GOST 166–2001



SHTS–III–300–0,05 GOST 166–2001



SHTS-1-150-0,1

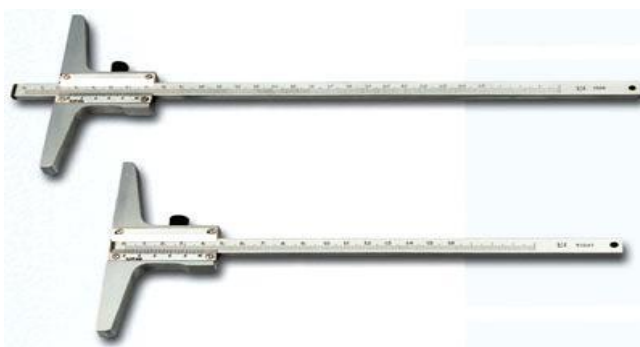
GOST 166-2001



SHTS-1-150-0,01

GOST 166-2001

Depth gauges:



SHG-250

GOST 162-2002

SHG-160

GOST 162-2002

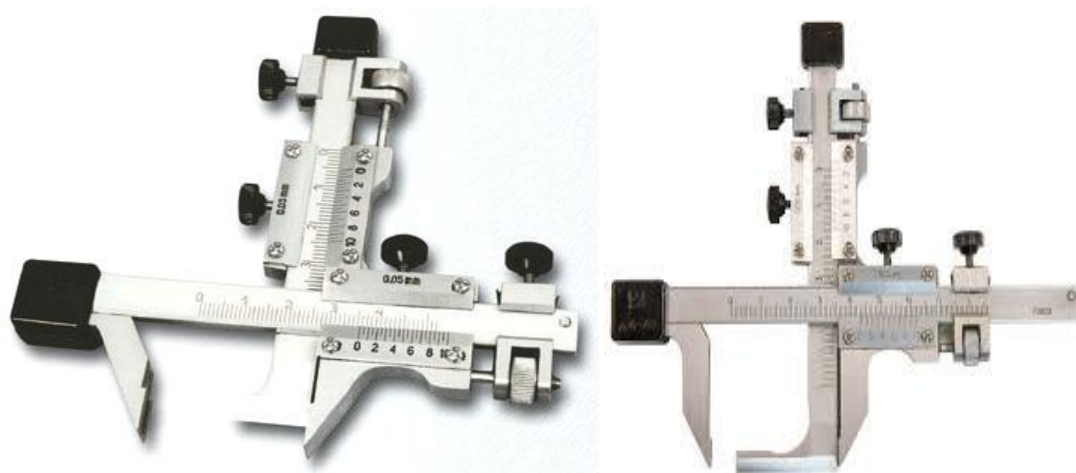


SHGTS -300

GOST 162-2002



Digital depth gauge with monitor



Caliper SH3N-18 TU 2-034-773-2001

Figure 1.2 Currently used vernier tools

Type **SHTS-I** with two-sided arrangement of measuring jaws 1 and 2 (Fig. 1.3,b). The upper pair is for internal measurements, the lower pair is for external measurements. The ruler is used to measure depths.

Type **SHTS-II** with two-sided arrangement of measuring jaws (Fig.1.3,c). The bottom pair is used for external and internal measurements (the same as in SHTS-III); the upper pair of jaws with sharp edges serves for marking, as well as for external measurements.

Type **SHTS-III** with one-sided arrangement of measuring jaws (Fig.1.3,d). The inner planes of jaws 1 and 2 are for external measurements, the outer cylindrical surfaces are for internal measurements. The total thickness of the

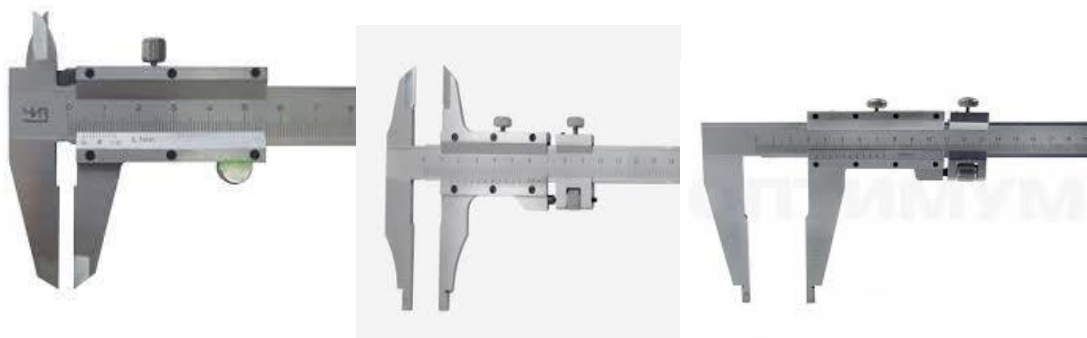
two jaws (often $b = 10\text{ mm}$) marked on them should be added to the reading on the scale with the vernier during internal measurements.

Vernier calipers type **SHTS-I** are produced with measurement ranges of 0-125 mm and with a vernier reading of 0.1 mm. Vernier calipers of type SHTS-II and SHTS-III are produced with different measuring ranges (upper limit up to 2000 mm) with a vernier reading of 0.05 or 0.1 mm. The error in the readings of calipers with a vernier reading of 0.05 mm should not exceed 0.05 mm, and with a reading of 0.1 mm - 0.1 mm.

Type **SHTSTS-I** dial calipers with two-sided arrangement of measuring jaws 1 and 2 (Fig.1.3,a). The upper pair is for internal measurements, the lower pair is for external measurements. Dial - equipped with a dial for convenience and speed of taking readings. They are produced with different measuring ranges - the upper limit is up to 2000 mm with an accuracy of $0.05 \div 0.01\text{ mm}$. More modern calipers with digital indication are used - electronic. Digital - with digital indication for error-free reading. Modern calipers with digital display and dial no vernier scale.



a)



b)

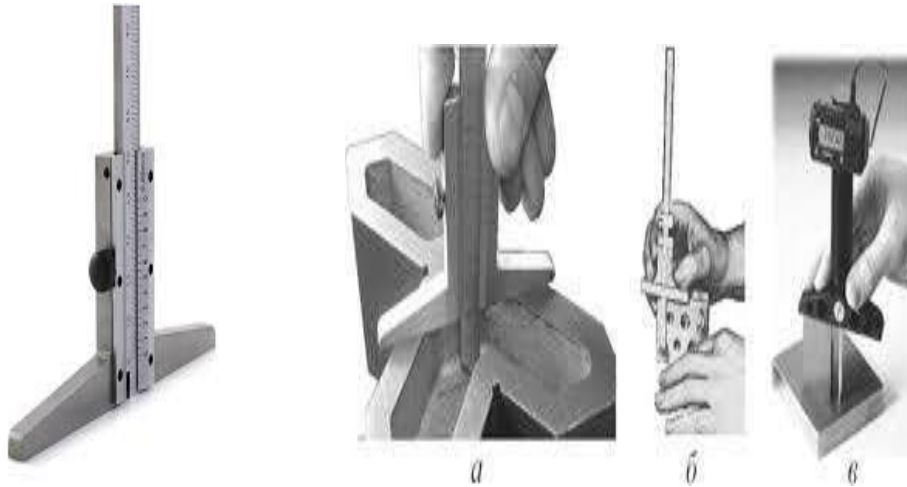
d)

c)

Figure 1.3

The main types of calipers

Vernier calipers of type **SHTS-I**, **SHTS-II** and **SHTS-III**, calipers and depth gauges and measured parts.



Depth gauges



Weight Gauges

Figure 1. 4. Depth gauges and weight gauges

The vernier scale has divisions (Fig. 1.5), the distance between which is a certain value is less than between the divisions of the main scale.

One division of the vernier can correspond to one division main scale, and several. In the latter case, the difference in lengths increases (Fig. 1.6) proportionally. F_{non} vernier division price can be determined by the formula:

$$F_{\text{non}} = (L_{\text{main}} - \frac{L_{\text{non}}}{n}) \cdot F_{\text{main}} \quad 1.3$$

L_{main} , L_{non} - division length of the main scale and vernier, respectively;
 n is the number of all complete divisions of the main scale and one incomplete division, which correspond to one division of the vernier;
 F_{main} - division value of the main scale.

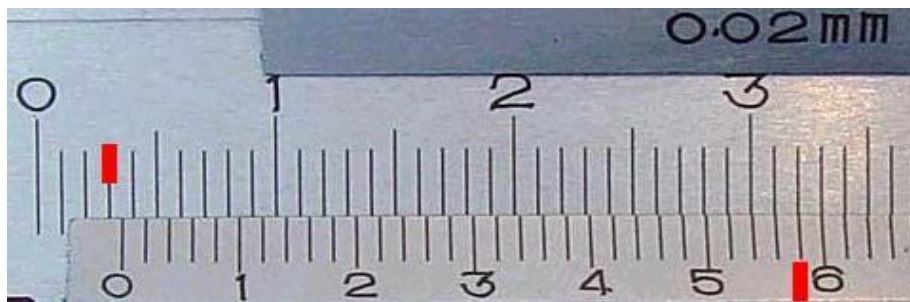


Figure 1.5 **Vernier scale**

External view of the vernier caliper (bottom of the image).

The main scale is visible in the middle of the photo, the vernier division value is indicated at the top - 0.02mm. The numbers from 1 to 6 on the vernier indicate sizes from 0.1 mm to 0.6 mm, respectively.

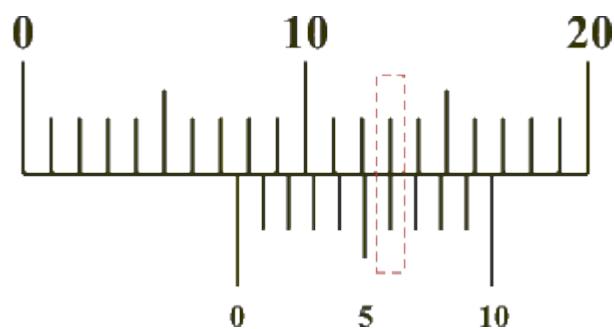


Figure 1.6 **Example for vernier scale**

In this figure, the vernier (lower scale) shows 7 point 6 tenths of a division of the main (upper) scale. The whole part is usually determined by the readings of the zero division of the vernier, and the fractional part is determined by the number of that division of the vernier, which exactly coincides with the

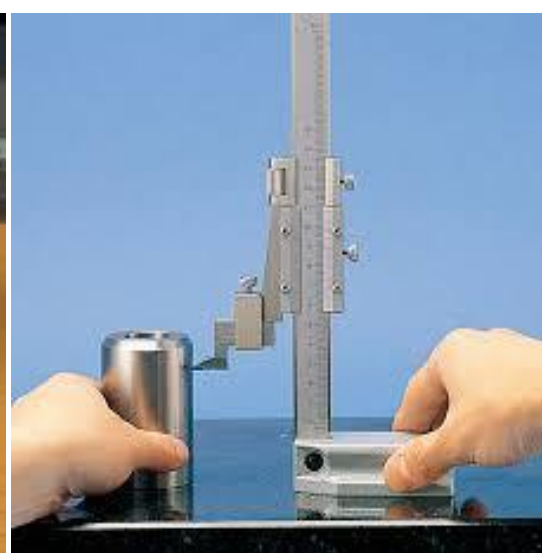
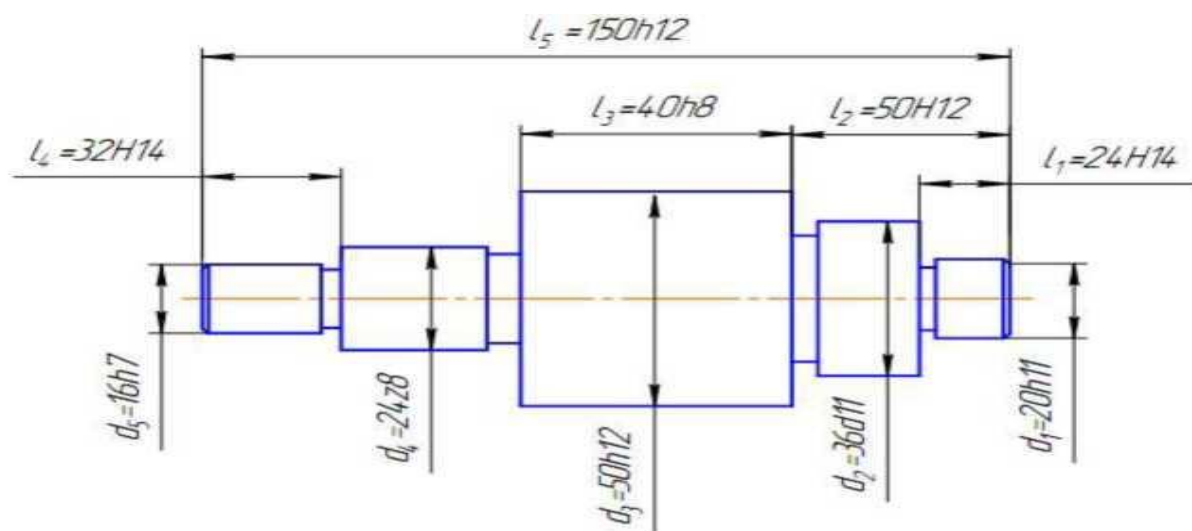
division of the main scale (circled in red dotted line). As a result, the division shows 7.6 - seven point six.

Work order:

1. Make a sketch of the part according to the working drawing, Figure .
2. In the table of the report, write out the maximum permissible deviations from GOST 25347-2001 for all dimensions indicated on the working drawing of the part.
3. Calculate the limiting dimensions, size tolerances and enter the results in the appropriate columns of the report table.
4. Make a selection of measuring instruments to measure each size.
5. Determine the actual dimensions of all diameters and lengths of the measured workpiece using the selected measuring tools.
6. Measure each dimension in two positions (A-A, B-B) tool in relation to the part.
7. Take the average arithmetic value for two dimensions of the same size as the actual size, compare it with the maximum permissible according to GOST 25347-2001 and draw a conclusion about the quality of performance of this size - "good", "correctable marriage", " final marriage - incorrigible marriage ”.

Make a similar conclusion for each size.

8. Draw a diagram of the location of the tolerance fields for three sizes - as instructed by the teacher, put on them the numerical values of the nominal, limiting and actual sizes.



Task: Measuring dimensions				Sketch of the part to be measured				
Measurement results, mm								
Number	Name of measuring tool	Sections perpendicular to the axis						Conclusion on suitability
		I-I		II-II		III-III		
		Direction						
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
Work completion date				Work delivery date				
Student's signature				Teacher signature				

Test questions:

1. Caliper. Types and scope of application?
2. The order of work, components, the price of the division of the vernier scale?
3. What is tolerance and tolerance range?
4. What is the top, bottom size deviation?
5. What size is called nominal?
6. Which size is considering valid size ?

MÖVZU № 2

HISSƏLƏRİN XƏTTİ ÖLÇÜLƏRİNİN MİKROMETRLƏRLƏ ÖLÇÜLMƏSİ

Tapşırıq

1. Hissələrin birləşmədə iştirak edən səthlərinin həqiqi ölçülərini təyin etmək.
2. Hesabatı görülmə işə əsasən tərtib etmək.

İşin məqsədi

Mikrometrlərdən istifadə və ölçmənin mənimsənilməsi. Texnoloji emaldan sonra birləşmədə iştirak edən səthlərin yararlılığını təyin etmək.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

Hamar mikrometrlər, mikrometrik dərinlikölçənlər, mikrometrik daxılıölçənlər, mikrometrik yivölçənlər, mikrometrik dişölçənlər və ölçülən nümunələr daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Mikrometrlərin əsas növləri, onların quruluşu və istifadə sahələrini öyrənməli.
2. Mikrometrik şkala üzrə hesabat metodikasını işləməli.
3. Mikrometrlər vasitəsi ilə verilmiş hissə nümunələrini ölçməli.
4. Alınmış nəticələri cədvələ yerləşdirməli və sxematik formasını tərtib edilməli.
5. Nəticələrin müəyyənləşdirilərək analizi.

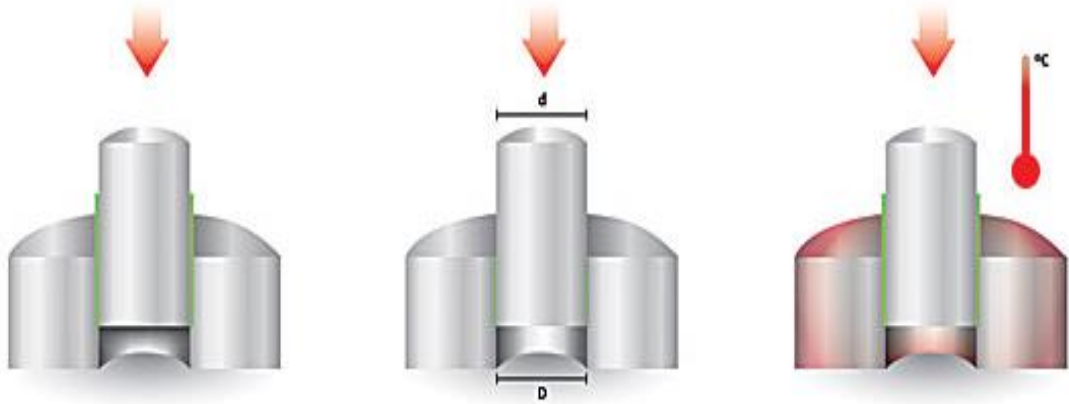
Nəzəri məlumatlar:

İki və daha çox hissələrin bir-biri ilə hərəkətli və yaxud hərəkətsiz uzlaşması birləşmə adlanır. Birləşməyə daxil olan hissələr isə val və yuva adlanır.

Əhatə olunan səthi olan hissələrə **val**, əhatə edən səthi olan hissələrə isə **yuva** deyilir.

İstismar təlabatlarından asılı olaraq 3 növ oturtma(şək.2.1) məlumdur:

1. Araboşluqlu oturtma 2. Keçid oturtmaları 3.Gərilməli oturtmalar



Şəkil 2.1 İstismar təlabatlarından asılı olaraq oturtmaların növü

Hərəkətli oturtmalar o zaman yaranır ki, vallar və yuvalar çoxluğundan birləşmələr yaratdıqda, ən kiçik həqiqi ölçüyə malik yuva, ən böyük həqiqi ölçüyə malik valdan böyük olsun. Eyni nominal ölçüyə malik val və yuvanın işçi cizgilərinə görə də ara boşluqlu oturtmanın yaranmasını qabaqcadan bilmək olar. Əgər yuvanın aşağı hədd meyillənməsi valın yuxarı hədd meyillənməsindən yuxarıda yerləşirsə, yaxud yuvanın ən kiçik hədd ölçüsü valın ən böyük hədd ölçüsündən böyükdürsə, bu cür vallardan hərəkətli oturtmalar yaranacaqdır.

Hərəkətli oturtmalar ən böyük - S_{max} və ən kiçik - S_{min} ara boşluğu ilə xarakterizə olunurlar.

Ən böyük ara boşluğu yuvanın ən böyük hədd ölçüsü ilə valın ən kiçik hədd ölçüsünün cəbri fərqi, yaxud yuvanın yuxarı hədd meyillənməsi ilə valın aşağı hədd meyillənməsinin cəbri fərqinin mütləq qiymətinə bərabərdir. Yəni

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} \quad 2.1$$

$$S_{max} = | ES - ei |$$

Ən kiçik ara boşluğu yuvanın ən kiçik hədd ölçüsü ilə valın ən böyük hədd

ölçüsünün cəbri fərqinə yaxud yuvanın aşağı hədd meyillənməsi ilə valın yuxarı hədd meyillənməsinin cəbri fərqinin mütləq qiymətinə bərabərdir. Yəni

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \quad 2.2$$

$$S_{\min} = |EI - es|$$

Hərəkətsiz oturtma o zaman yaranır ki, vallar və yuvalar çoxluğunda ən kiçik həqiqi ölçüyə malik val ən böyük həqiqi ölçüyə malik yuvadan böyük olsun. Eyni nominal ölçüyə malik val və yuvanın işçi cizgisinə görə də hərəkətsiz oturtmanın yaranmasını qabaqcadan bilmək olar. Əgər valın aşağı hədd meyillənməsi yuvanın yuxarı hədd meyillənməsindən yuxarıda yerləşirsə, yaxud valın ən kiçik hədd ölçüsü yuvanın ən böyük hədd ölçüsündən böyükdürsə bu cür yuva və vallardan hərəkətsiz oturtmalar yaranır. Hərəkətsiz oturtmalar ən böyük- $N_{\max}$ və ən kiçik gərilmə ilə xarakterizə olunurlar.

Ən böyük gərinmə valın ən böyük hədd ölçüsü ilə yuvanın ən kiçik hədd ölçüsünün cəbri fərqinə, yaxud ən böyük gərilmə valın yuxarı hədd meyillənməsi ilə yuvanın aşağı hədd meyillənməsinin cəbri fərqinin mütləq qiymətinə bərabərdir. Yəni

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad 2.3$$

$$N_{\max} = |es - EI|$$

Ən kiçik gərilmə valın ən kiçik hədd ölçüsü ilə yuvanın ən böyük hədd ölçüsünün cəbri fərqinə, yaxud valın aşağı hədd meyillənməsilə yuvanın yuxarı hədd meyillənməsinin cəbri fərqinin mütləq qiymətinə bərabərdir. Yəni

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \quad 2.4$$

$$N_{\min} = |ei - ES|$$

Layihələndirmə zamanı istismar tələbatından asılı olaraq, konstruktor elə birləşmələr yaratmaq istəyir ki, val və yuvanın səthləri bir-birinə çox uyğunlaşmış olsun və həmçinin val və yuva arasında alınan ara boşluğu,

yaxud gərilmə çox kiçik qiymətlərə malik olsun. Bu cür birləşmələrin alınması val və yuvanın kiçik müsaidə sahələrində hazırlanmasını tələb edir ki, bu da iqtisadi cəhətdən əlverişli deyildir. Texnoloq konstruktorun bu arzusunu yerinə yetirib val və yuvanın hazırlanması üçün iqtisadi cəhətdən əlverişli müsaidələr seçib, onları bir-birinə nəzərən elə yerləşdirir ki, onlar bir-birini ya tamamilə ya da qismən tamamlamış olsun. Bu cür birləşmələr hərəkətli yaxud hərəkətsiz oturtma ilə alınır. Lakin, oturtmalarda alınmış həqiqi ara boşluğu, yaxud gərilmənin qiyməti uyğun olaraq hərəkətli və hərəkətsiz oturtmalarda alınmış ara boşluğu və gərilmənin qiymətindən qat-qat kiçik olur. Bu cür oturtmalara keçid oturtmaları deyilir. Keçid oturtmaları ən böyük ara boşluğu - $S_{\max}$ və ən böyük gərilmə ilə - $N_{\max}$ xarakterizə olunur ki, onların qiymətləri bizə məlum ifadələrlə təyin olunur.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$$

$$S_{\max} = |ES - ei| \quad 2.5$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$$

$$N_{\max} = |es - EI|$$

Mümkün şəraitdə oturtmaları (şək.2.2) müəyyənləşdirək.



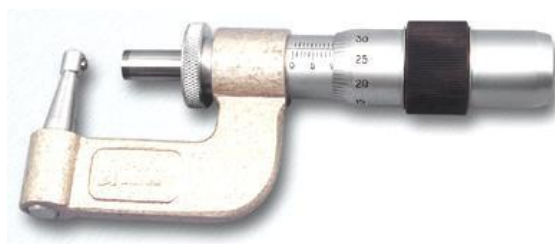
Şəkil 2.2

Oturtmaların növləri

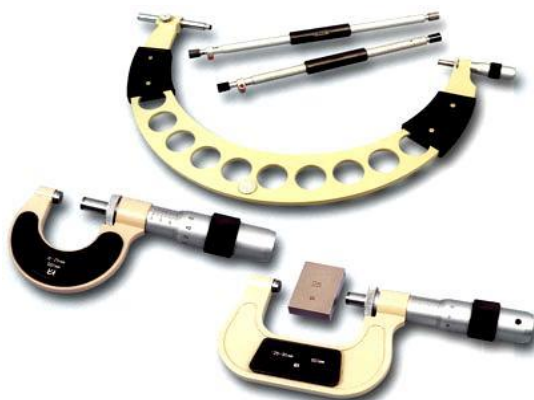
Hal-hazırda hamar mikrometrlər, indikatorlu mikrometrlər, mikrometrik dərinlikölçənlər , mikrometrik daxılıölçənlər, mikrometrik yivölçənlər, mikrometrik dişölçənlərdən(şək.2.3) istifadə edilir.



Hamar mikrometr MK 25–1 ГОСТ 6507–2000



Borulu mikrometr MT 25–1–8 ГОСТ 6507–2000



Müxtəlif ölçülü hamar mikrometrlər



**Löv həli mikrometrlər
MJ 25 ГОСТ 6507–2000, MJ 10 ГОСТ 6507–2000**



Dişölçən mikrometr M3 25-1 ГОСТ 6507-2000



Yivölçən mikrometr MBM 0-25 ГОСТ 4380-2003



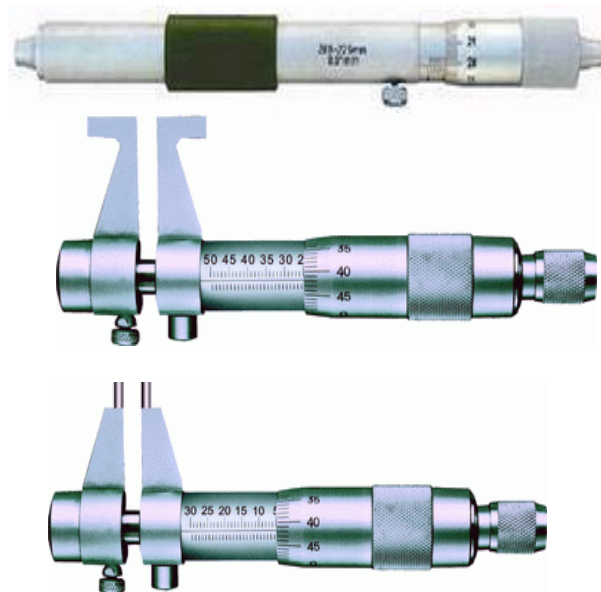
Yivölçən mikrometr MBП 0-25 ГОСТ 4380-2003



**Prizmaşəkilli mikrometrlər: MCI 45 ТУ 2-034-770-2000,
MПИ 45 ТУ 2-034-770-2000, MТИ 20 ТУ 2-034-770-2000**



**Mikrometrik dərinlikölçən
GM100-1 ГОСТ 7470-2002**



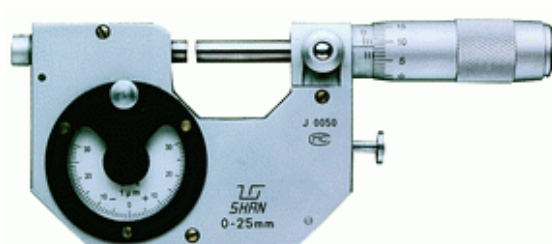
Mikrometrik daxılıölçənlər:
HM 75–0,01 ISO 9002, HM 50–0,01 DIN 863, HM 30–0,01 DIN 863



Mikrometrik daxılıölçən HM 75–0,01
ГОСТ 10–2000



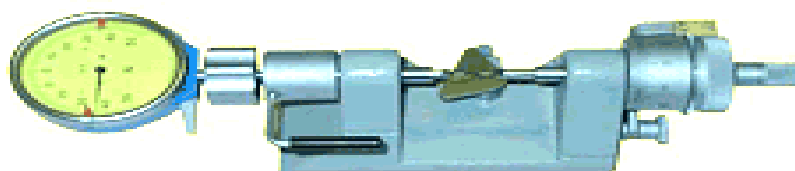
Etalon çəmbərli və uzadıcılardan ibarət
HM 600-0,01 ГОСТ 10–2000 mikrometrik daxılıölçən



Lingli mikrometr MP25 ГОСТ 4381–2000



Lingli mikrometrlər MP25 ГОСТ 4381–2000



**Stolüstü mikrometr model 03500:
MH-10 TY 2-00221190-016-2002**



Təkrarlanan mikrometr MKIIp 25



Hamar mikrometr MKЦ 25 ГОСТ 6507–2000

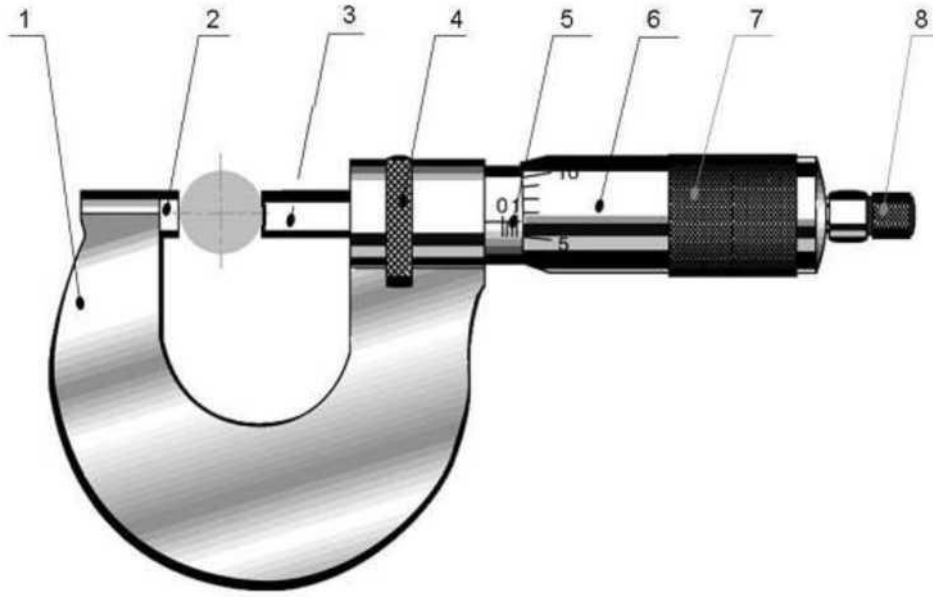


Rəqəmsal hesablayıcı qurğulu masaüstü mikrometr

Şəkil 2.3

Mikrometrlərin növləri

Hissənin xarici ölçülərini ölçmək üçün sığallı mikrometrdən(şək.2.4) istifadə olunur. Mikrometrlərin ölçmə dəqiqliyi 0,01mm-dir. Ölçmə həddi 0÷25mm, 25÷50mm, 50÷75mm və bu qayda ilə 600 mm-ə qədərdir. Ölçmə zamanı mikrometri əldə tutur və ya da xüsusi dayaqda yerləşdirirlər. Ölçmədən əvvəl alətin etalon ölçülər üzrə sazlanması aparılır. Ölçmə həddi 0÷25 mm mikrometrlər sıfıra sazlanır. Ölçü hədləri 25–50, 50–75 mm və s. mikrometrlərdə isə futlyarın içərisində olan və aşağı ölçü həddinə,yəni 25,50,70 mm və s. bərabər gələn etalon- ölçü tavacıqlarından istifadə edilir.



Şəkil 2.4 Sığallı mikrometr

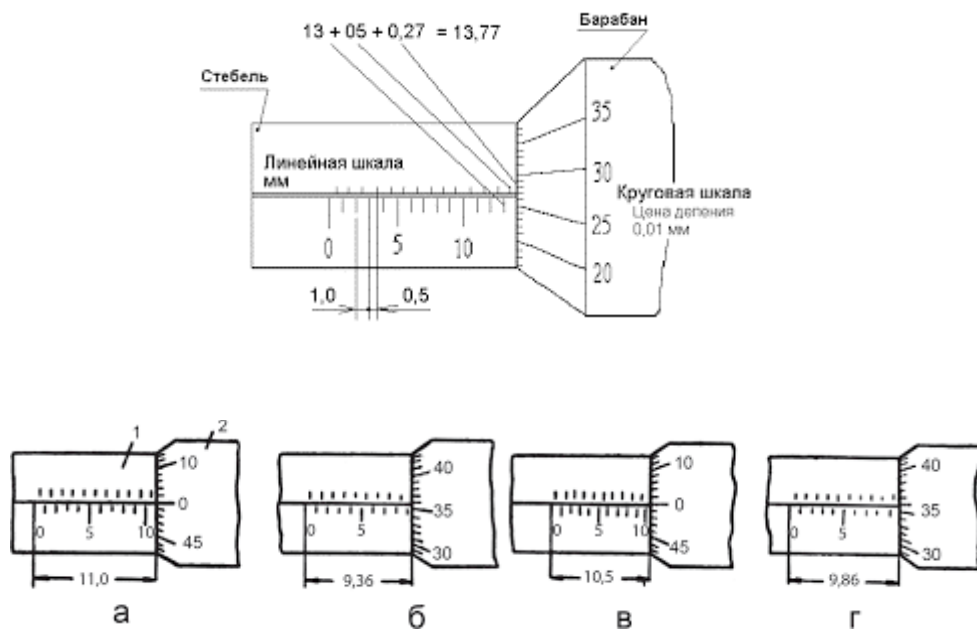
Ölçmədən əvvəl 3 mikrometrik vintin və 1 bəndinə pərçimlənmiş 2 pəncənin yan səthlərini xüsusi şəkildə silib təmizləmək lazımdır. Mikrovinin və sıfır tənzimləmənin sərbəstliyini yoxlamaq lazımdır. Sıfır tənzimləmə 8 cır-cırın hərəkətinin təsiri hesabına olur. 3 mikrovinti 4 dayaqı vasitəsi ilə bərkitməli və 7 tənzimləyici qapaqcığı yarım dövr ehtiyatla çevirmək lazımdır. Bu halda 6 barabanı azad olur. Barabanı fırladıb 5 saplağının uzununa xəttinin üzərinə sıfır ştrixini gətirir. Ondan sonra 6 barabanını 7 tənzimləyici qapaqcıqla bərkitmək lazımdır. Mikrometrlə ölçmə cır-cıradan istifadə etmək ilə yerinə yetirilir.

Bu halda mikrometrin 8 cır-cırını, 3 mikrovintinin yan üzü və 2 pəncənin müəyyənləşdirici təcavəyə toxunana qədər fırladır. Bu zaman barabanın kənarı elə vəziyyət almalıdır ki, 0,5 mm bölgülü şkalanın başlanğıcı 0,25 yaxud 50 tamam görünsün, yəni 5 saplağının boyuna ştrixi ilə qarşı-qarşıya dayansın.

Bütün mikrometrik(şək.2.5) alətlərin 2 hesablama ardıcılığı vardır . Birinci hesablama 5 saplağı üzərində göstərilmiş 0,5 mm bölgülü şkaladan və barabanın yan üzündə olan göstəricidən ibarətdir. İkinci hesablama 6 barabanının səthinin üzərində göstərilmiş 0,01 mm bölgülü şkaladan və üzərində, boyuna ştrix şəklində, verilmiş göstəricidən ibarətdir. Barabanın dairəvi şkalasında əlli ştrix $n = 50$ vardır. Buna görə də barabanın bir tam dövrü mikrovintin ox boyu 0,5 mm yerdəyişməsinə uyğun gəlir.

Ölçmə zamanı 8 cır-cıranı fırladıb detallı 3 mikrovintin və 2 pəncənin ölçmə sahələri arasında yerləşdirir və göstərişlərin hesablanması aparırlar .

Mikrometrik alətin hesablama quruluşu və hesablamaya aid misallar şəkildə verilmişdir.



Şəkil 2.5 Mikrometrik alətlərin hesablama ardıcılığı

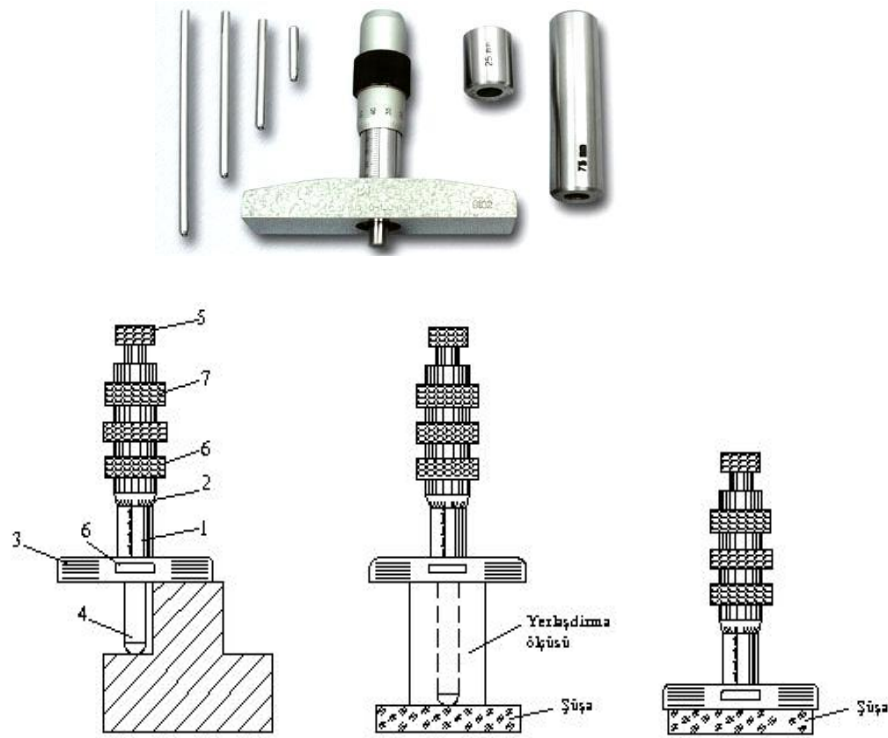
Mikrovintin hərəkətinə görə barabandan istifadə yol verilməzdir.

Mikrometrlə ölçmə zamanı ölçü xətasının qiyməti 10 mkm-dır. Mikrometrlə ölçmənin ştangenpərgarla ölçmədən başlıca fərqi, mikrometrdə ölçmə qüvvəsinin sabit olmasıdır. Ölçmə vaxtı bu qüvvə $P=400$ q olur.

Ölçməqüvvəsi həddini aşarsa 8 cır-cır başlığı cırılacaq.

Ştangenpərgarda isə əksinə, ölçən obyektə təzyiq sabit olmur.

Mikrometrik dərinlikölçən(şək.2.6) pazların , dibli deşiklərin, pilləli detalların uzunluğunun və hündürlüyünün ölçülməsi üçün istifadə edilir.



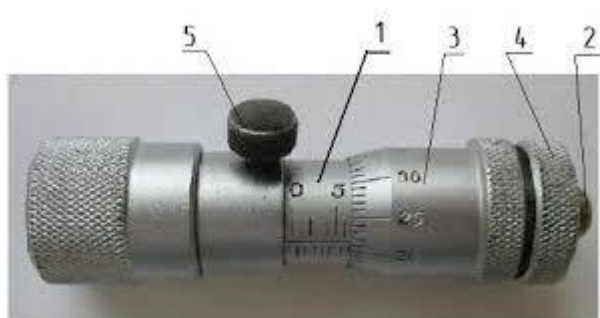
Şəkil 2.6 Mikrometrik dərinlikölçən

Pilləli detalların hündürlüyünü və uzunluğunu ölçmək üçün mikrometrlər göstərilmişdir. Bu tipli mikrometrləri sıfıra sazlamaq üçün şüşə lövhəciklərdən istifadə edilir.

Pilləli detalların hündürlüyünü və uzunluğunu ölçmək üçün mikrometrik daxiliölçənləri sıfıra sazlamaq üçün şüşə lövhəciklərdən istifadə edilir.

Mikrometrik daxiliölçənlər

Mikrometrik daxiliölçən(şək.2.7) daxili ölçüləri və yuvaların diametrlərini ölçmək üçün istifadə edilir.



Şəkil 2.7 Mikrometrik daxılıölçən

Mikrometrik daxılıölçən 2 başlığından ,1 saplağından və qayka ilə 3 barabanın gövdəsinə bərkidilən 4 mikrovintindən ibarətdir. Mikrovintin bir ucundan ölçü ucluğunun biri kimi istifadə edilir. Mikrovintin halqası vasitəsilə fırladır və 5 vint vasitəsilə dayandırılır. Gilizin ikinci ucu isə ölçən ucluq ilə birləşdirilir. Gilizin üzərindəki yivə qoruyucu qayka yerləşdirilir. Həmin yivin üzərinə qaykanı bağladıqdan sonra uzadıcını bağlayırlar. Ölçülərin oxunması hamar mikrometrlərdə olduğu kimidir. Mikrometrik daxılıölçənin başlığı(şək2.8) daxılıölçənin əsas hissəsidir.



Şəkil 2.8 Mikrometrik daxılıölçənin başlığı

Daxılıölçənlərin bölgülərinin qiyməti 0,01 mm-ə bərabər olan 50–75; 75–175; 75–600; 150–1250; 200–1250; 1250–4000; 2500–6000; 4000–10000 mm ölçmə intervalında hazırlayırlar. Uzunluqsız başlığının ölçü həddi 50–63 mm olur. Hər bir uzunluq üzərində onun iş ölçüləri göstərilir.

Ölçüləri 500 mm və daha çox olan uzadıcıların üzərində az istilikkeçirən materialdan hazırlanmış örtük olur.

Daxılıölçənlərin komplektinə bənd formalı(şək2.9) ölçü qurğusu daxildir ki,



Şəkil 2.9 Mikrometrik daxılıölçənin ölçü qurğusu

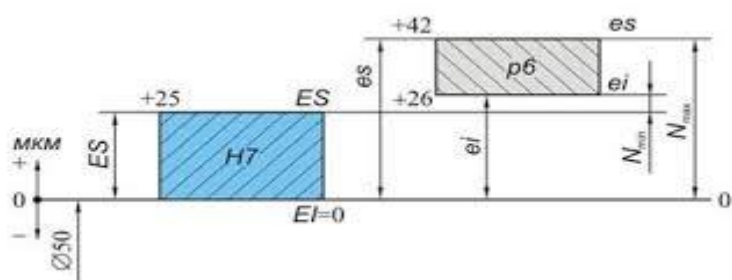
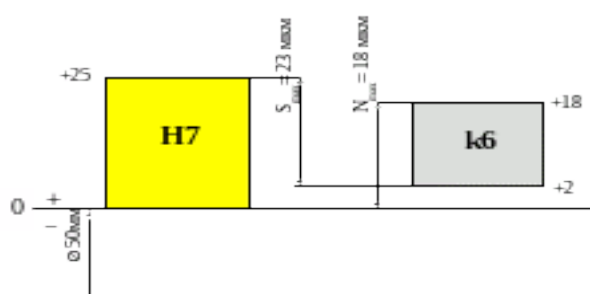
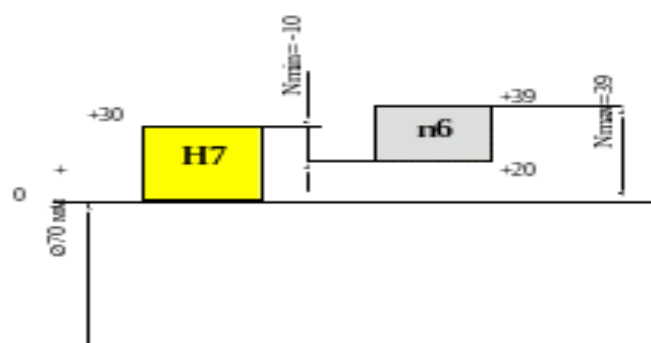
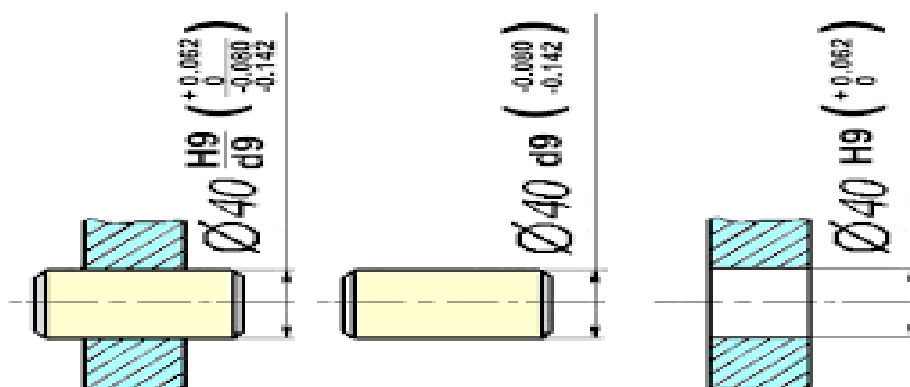
onun vasitəsilə cihazın sıfır vəziyyəti yoxlanılır.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

- 1.Verilmiş hissələrin eskizini tərtib etməli.
- 2.Hecabat cədvəlinə hissələrin işçi cizgisinin üzərində qeyd olunan bütün ölçülərin hədd meyillənmələrini **ГОСТ 25347-2001**-dan seçib yazmalı.
- 3.Cədvəlin xüsusi qrafasına hesablama nəticəsində alınmış hədd ölçülərini,ölçülərin müsaidələrini qeyd etməli.
- 4.Hər bir ölçünü ölçmək üçün mikrometrik ölçü alətini seçməli.
- 5.Seçilmiş ölçü alətləri vasitəsilə bütün ölçülərin diametr,dərinlik , uzunluqlarının və daxilisəthlərinin həqiqi ölçülərini təyin etməli.
- 6.Hər bir ölçülən ölçünü alətin hissəyə nəzərən iki istiqamətdə , yəni iki kəsimdə (A-A,B-B) aparmaq lazımdır.
- 7.Hər bir ölçünün hesabı hesablamalardan sonra əldə olunan həqiqi ölçünün,hədd ölçülərinin nəticələrini müqayisə edərək hissələrin araboşluqlu oturtma,gərilməli oturtmalar və ya keçid oturtmaları olduğu müəyyənləşdirilir.

Analoju olaraq bütün ölçülər üçün aparmaq lazımdır.

8. Müəllimin tapşırığına əsasən bütün oturtmaların müsaidə sahələrinin ölçülərinin sxemi çəkilir.



Tapşırıq:ölçüləri ölçmək		Ölçülən hissələrin (detalın) eskizi						
Hissə №								
								
Ölçmənin nəticəsi, mm								
Sıra №-si	Ölçən alətin adı	Oxa perpendikulyar kəsiklər						Yararlı olması haqqında rəy
		I		II		III		
		İstiqamətlər						
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
İşləmə tarixi					İşin təhvil tarixi			
Tələbənin imzası					Müəllimin imzası			

Yoxlama sualları:

- 1.Mikrometrlər.Növləri və tətbiqi sahələri?
- 2.Əsas hissələri,iş prinsipi, ölçü şkalası?
- 3.Oturtma nədir və onun növləri ?
4. Araboşluqlu oturtma nəyə deyilir ?
5. Gərilməli oturtmalar nəyə deyilir?
6. Keçid oturtmaları nəyə deyilir?

ТЕМА № 2.

ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ С МИКРОМЕТРИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

Задача:

- 1.Определение действительных размеров сопрягаемых деталей .
- 2.Составить расчет о проделанной работе.

Цель работы:

Приобретение навыков пользования микрометрами. Освоение измерений. Определение после технологического процесса годности деталей.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Гладкие микрометры, микрометрические глубиномеры, микрометрические нутромеры, микрометрические резьбомеры, микрометрические зубомеры и измеряемые детали.

Правила выполнения работы:

- 1.Основные виды микрометров.Изучение отсчетные устройство микрометра и область применения.
- 2.Разработать методику отсчета линейных устройств основной шкалы.
3. Измерения различными пределами деталей микрометрами.
- 4.Составить таблицу по данным результатам измерения.
- 5.Анализ результатов.

Теоретические сведения:

Две или несколько подвижно или неподвижно соединяемых деталей называются сопрягаемыми.

Поверхности, по которым происходит соединение деталей, называются сопрягаемыми поверхностями. Остальные поверхности называются несопрягаемыми - свободными. В соответствии с этим различают размеры сопрягаемых и несопрягаемых - свободных поверхностей.

В соединении деталей, входящих одна в другую, есть охватывающие и охватываемые поверхности. Для гладких цилиндрических и конических деталей охватывающая поверхность называется отверстием, охватываемая - валом, а соответствующие размеры – D - диаметром отверстия и d - диаметром вала.

В зависимости от эксплуатационных требований сборку соединений осуществляют с различными посадками. Взаимное расположение полей допусков вала и отверстия при соединении двух деталей образуется посадка. Посадка—это характер соединения деталей, определяемый разностью их размеров до сборки. Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивлений их взаимного смещения. В зависимости от расположения полей допусков вала и отверстия различают 3 вида (рис.2.1) посадок:

1.Посадки с зазором 2. Переходные посадки 3. Посадки с натягом

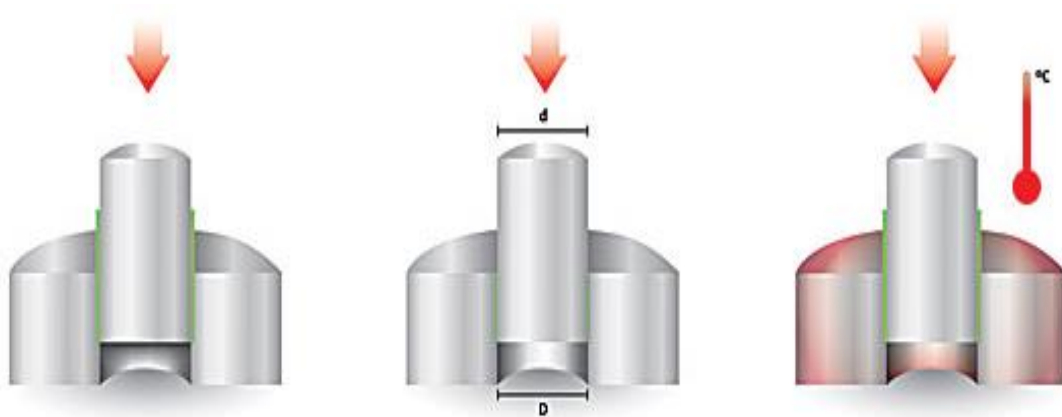


Рисунок2.1 Виды посадок зависимо от эксплуатационных требований

Тип посадки определяется величиной и взаимным расположением полей допусков отверстия и вала.

Если размер отверстия больше размера вала, то разность их называется зазором. Посадки с зазором предназначены для подвижных и неподвижных соединений.

В подвижных соединениях зазор служит для обеспечения свободы перемещения, размещения слоя смазки, компенсации температурных деформаций, а также компенсации отклонений формы и расположения поверхностей, погрешности сборки и др.

В неподвижных соединениях посадки с зазором применяются для обеспечения беспрепятственной сборки деталей. Их относительная неподвижность обеспечивается дополнительным креплением шпонками, винтами, болтами, штифтами. Выбор посадки в этом случае производится таким образом, чтобы наименьший зазор обеспечивал компенсацию отклонений формы и расположения сопрягаемых поверхностей.

Для посадок с зазором поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала.

Зазор обозначается- S . Различают предельный наибольший - $S_{\max}$ и наименьший - $S_{\min}$ зазоры. Наибольший зазор это разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала или алгебраическая разность между верхним отклонением отверстия и нижним отклонением вала её определяемые по формулам:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \quad 2.1$$

$$S_{\max} = | ES - ei |$$

Наименьший зазор это разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала, или алгебраическая разность между нижним отклонением отверстия и верхним отклонением вала .

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \quad 2.2$$

$$S_{\min} = | EI - es |$$

Если размер вала больше размера отверстия, то их разность называется натягом. В расчётах натяг может быть выражен как отрицательный зазор. Посадками с натягом называются такие, у которых между сопрягаемыми поверхностями до сборки имелся гарантированный натяг, обеспечивающий взаимную неподвижность деталей после их сборки.

Для посадок с натягом поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия.

Натяг обозначается- N . Различают предельный наибольший- $N_{\max}$ и наименьший - $N_{\min}$ натяг.

Наибольший натяг это разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия или алгебраическая разность между верхним отклонением вала и нижним отклонением отверстия

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad 2.3$$

$$N_{\max} = | es - EI |$$

Наименьший натяг это разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия или алгебраическая разность между нижним отклонением вала ее и верхним отклонением отверстия

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \quad 2.4$$

$$N_{\min} = | ei - ES |$$

Переходные посадки предназначены для неподвижных, но разъемных соединений деталей и обеспечивают хорошее центрирование соединяемых деталей. Для них характерна возможность получения, как натягов, так и зазоров. Натяги имеют относительно малую величину и обычно не требуют проверки деталей соединения на прочность, за исключением тонкостенных деталей. Эти натяги недостаточны для передачи соединением значительных крутящих моментов и усилий.

Поэтому переходные посадки применяют с дополнительным креплением соединяемых деталей.

Переходная посадка это в которой возможно получение как натяга, так и зазора. В этих посадках поле допуска отверстия и вала частично или полностью перекрываются. При наибольшем предельном размере отверстия и наименьшем предельном размере вала получается наибольший зазор $-S_{\max}$, а при наибольшем предельном размере вала и наименьшем предельном размере отверстия получается наибольший натяг $-N_{\max}$. В этих посадках наименьший натяг $-N_{\min}$ и наименьший зазор $-S_{\min}$ равны нулю.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$$

$$S_{\max} = | ES - ei | \quad 2.5$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$$

$$N_{\max} = | es - EI |$$

Уточнить посадок(рис.2.2) в данных условиях.



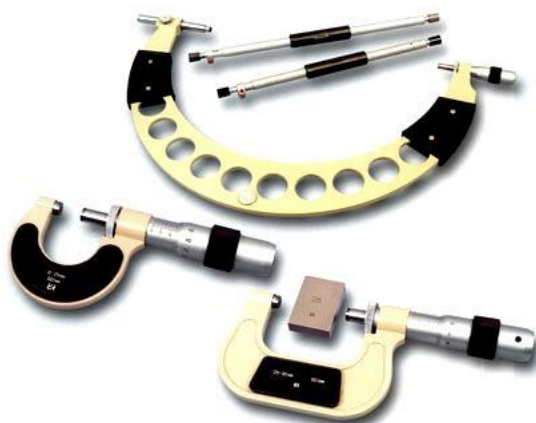
Рисунок 2.2

Виды посадок

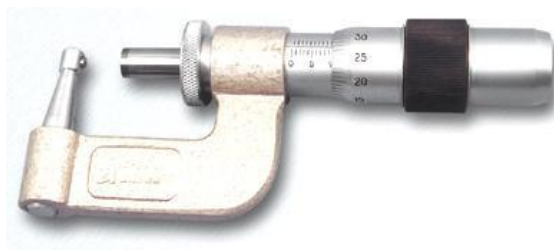
В данный момент используется средства измерения(рис.2.3) гладкие микрометры, микрометрические глубиномеры, микрометрические нутромеры, микрометрические резьбомеры, микрометрические зубомеры и др.



Гладкий микрометр МК 25–1 ГОСТ 6507–2000



Гладкие микрометры различных размеров



Трубчатый микрометр МТ 25–1–8 ГОСТ 6507–2000



Пластинчатый микрометр

МЛ 25 ГОСТ 6507–2000, МЛ 10 ГОСТ 6507–2000



Микрометрические зубомеры МЗ 25–1 ГОСТ 6507–2000



Микрометрические резьбомеры МВМ 0–25 ГОСТ 4380–2003



Микрометрические резьбомеры МВП 0–25 ГОСТ 4380–2003



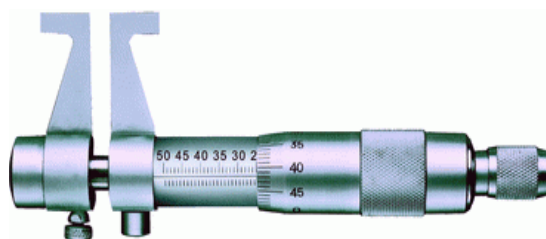
**Призматические микрометры : МСИ 45 ТУ 2–034–770–2000,
МПИ 45 ТУ 2–034–770–2000, МТИ 20 ТУ 2–034–770–2000**



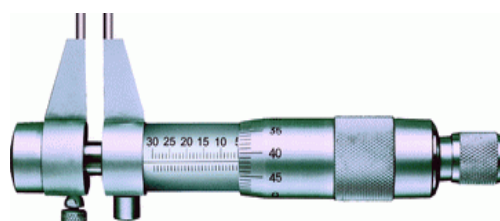
**Микрометрические глубиномеры
ГМ100-1 ГОСТ 7470–2002**



a)



b)



v)

Микрометрические нутромеры:

НМ 75–0,01 ISO 9002, НМ 50–0,01 DIN 863, НМ 30–0,01 DIN 863



Микрометрический нутромер

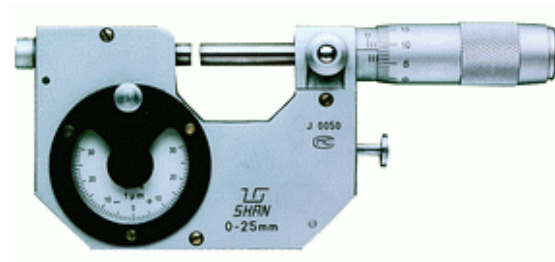
НМ 75–0,01 ГОСТ 10–2000



Микрометрический нутромер

**Эталонным установочной мерой и удлинительными
наконечниками**

НМ 600-0,01 ГОСТ 10–2000



Микрометрический пассометр МР25 ГОСТ 4381–2000



Рычажные микрометры МР25 ГОСТ 4381–200



Микрометр настольный модели 03500:

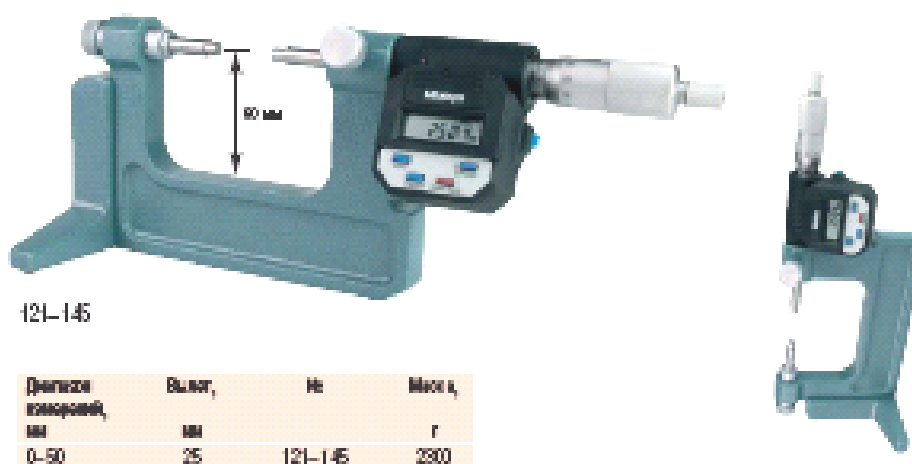
МН-10 ТУ 2-00221190-016-2002



Рутинный микрометр МКПр 25



Гладкий микрометр МКЦ 25 ГОСТ 6507–2000



Настольный микрометр с цифровым установкой

Рисунок 2.3

Виды микрометров

Для измерения размеров деталей в основном используется (рис.2.4) гладкие микрометры. Точность измерения микрометров 0,01мм. Пределами измерения 0÷25мм, 25÷50мм, 50÷75мм и также до 600 мм-ов. При измерении микрометрами используются специальные приспособления - держатель. При измерении по 0÷25 мм микрометр устанавливается на ноль. При пределах 25–50, 50–75 мм и др. измерении микрометрами микрометр устанавливается на 25,50,70 мм и тд. Перед измерением микрометр устанавливается плоскопараллельными концевыми мерами.

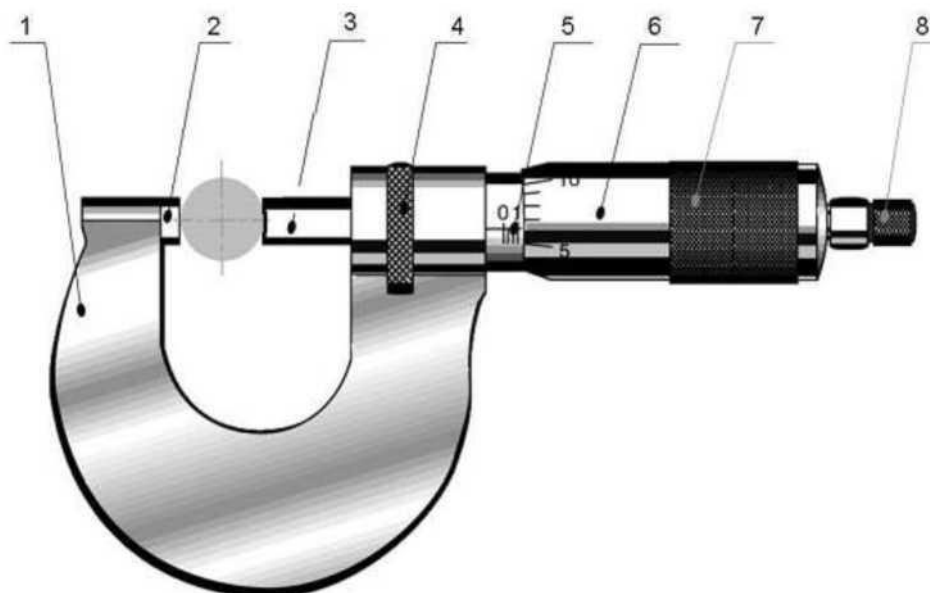


Рисунок 2.4 Гладкий микрометр

Перед измерением тщательно протереть измерительные плоскости микрометра - торец микрометрического винта 3 и торец пятки 2, запрессованной в скобу 1; проверить плавность хода микровинта и нулевую установку. Для микрометра с пределом измерения 25... 50 мм измерительные плоскости микрометра приводят в соприкосновение с эталоном длиной 25 мм. Если нулевая установка сбита, следует вновь протереть измерительные поверхности, привести их в соприкосновение под усилием трещотки 8, закрепить микровинт 3 стопором 4 и

осторожно отвернуть установочный колпачок 7 на пол-оборота. При этом барабан 6 освобождается; вращая его, совместить нулевой штрих с продольной линией стебля 5. После этого барабан закрепить колпачком 7.

Измерение микрометром производят, пользуясь трещоткой. Использование барабана для подвинчивания микровинта не допустимо. Не следует пользоваться микрометром с застопоренным микровинтом как жесткой скобой.

Выбор измерительного средства для каждого размера производится в зависимости от величины допуска, установленного для данного размера, и от конструкции детали, руководствуясь тем, что предельная погрешность метода измерения не должна превышать 20...30 % величины допуска на данный размер.

Предельная погрешность измерения с помощью микрометра составляет 10 мкм; с помощью штангенциркуля и штангенглубиномера с ценой деления 0,05 мм составляет 80 мкм.

Дано примеры измерения (рис.2.5) и расчет в рисунках

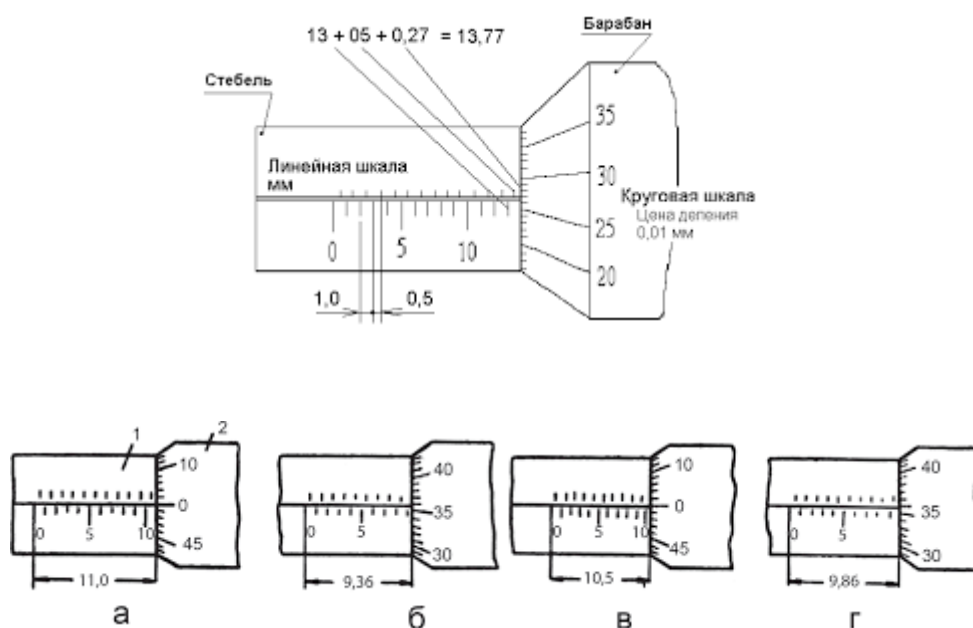


Рисунок 2.5 Примеры измерения и расчета микрометра

Микрометрические глубиномеры (рис.2.6) используется для измерения пазов, не сквозных отверстий, высоту и длину ступеней ступенчатых деталей.

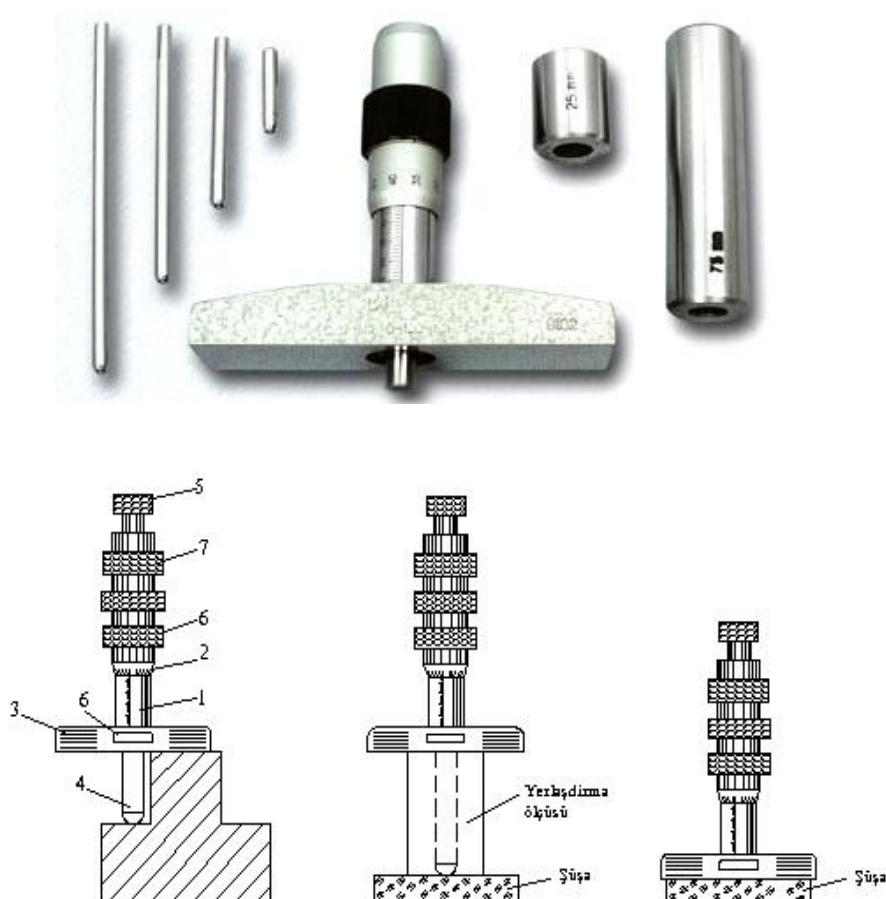


Рисунок 2.6 Микрометрические глубиномеры

Перед измерением высоту и длину ступеней ступенчатых деталей микрометрическими глубиномерами устанавливается на ноль при помощи стеклянными плоскопараллельными концевыми мерами.

Микрометрические нутромеры

Микрометрические нутромеры (рис.2.7) используется для измерения внутренних поверхностей и диаметров отверстий деталей.

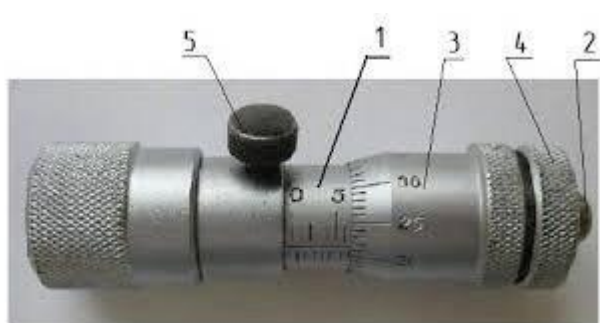


Рисунок 2.7 Микрометрические нутромеры

Микрометрическая головка нутромера состоит из стебля I и микровинта 4 соединенного с корпусом барабана 3. Конец микровинта 4 служит одним из измерительных наконечников 2. Вращение микровинта производится накатным кольцом. Микровинт стопорится стопором 5. Второй конец гильзы соединен с измерительным наконечником и имеет резьбу, на которую навинчивается предохранительная гайка. На эту резьбу после свинчивания гайки могут навинчиваться (рис.2.8) удлинители.



Рисунок 2.8 Удлинительные наконечники микрометра

Микрометрические нутромеры изготавливаются интервалам по размеру 50–75; 75–175; 75–600; 150–1250; 200–1250; 1250–4000; 2500–6000; 4000–10000 мм и делениям точности 0,01 мм-а. Удлинительные наконечники имеет 50–63 мм предельного размера. На каждом удлинителе маркирован его рабочий размер. На удлинителях размером

500 мм и более имеются наладки, обладающие малой теплопроводностью.

К нутромеру прилагается таблица, составленная заводом изготовителем, которая облегчает подбор удлинителей.

В комплект нутромера входит (рис.2.9) установочная мера, имеющая вид скобы по которой производится нулевая установка прибора.



Рисунок 2.9 Установочная мера нутромера

При отсутствии установочной меры нулевую установку нутромера можно произвести по концевым мерам. Которые имеет с боковиками закладываются в державку. После этого вращаем винта концевые меры с боковиками окончательно зажимаются в державке и в пространство между боковиками вводится микрометрический нутромер.

Придерживая нутромер за гильзу и вращая барабан за накатное кольцо вывинчивают микрометрический винт до тех пор, пока измерительные наконечники не коснутся поверхности установочной меры.

Застопорив микровинт поворотом рукоятки ,проверяют нулевое показание.

Микрометрический нутромер не имеет трещотки.

Плотность соприкосновении измерительных наконечников с поверхностями меры или детали определяется на отщупь.

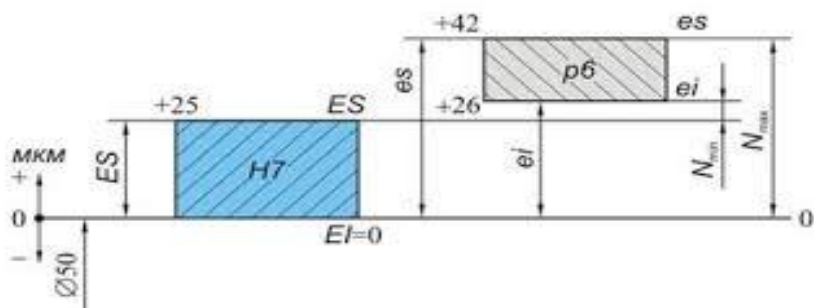
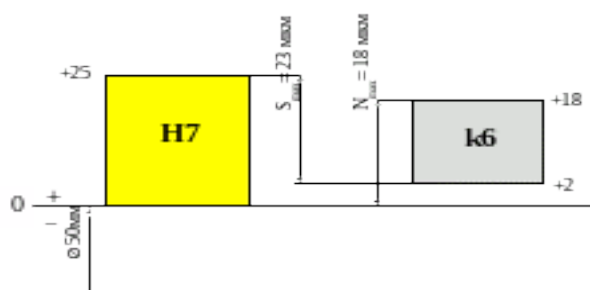
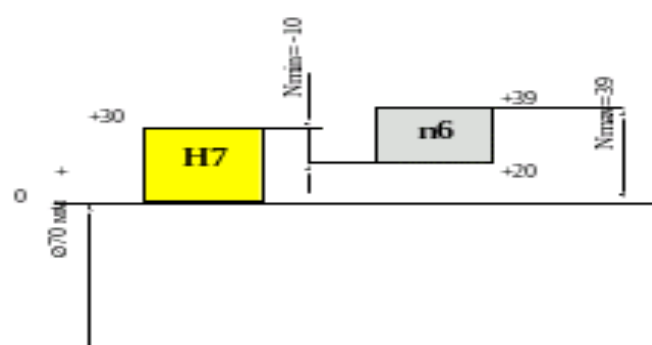
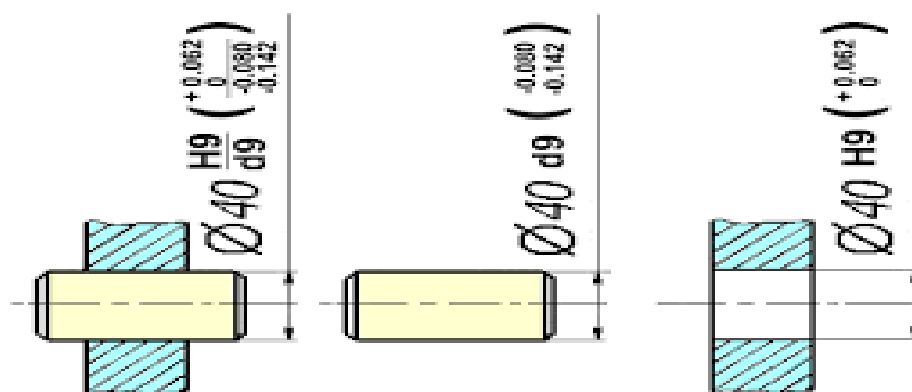
Порядок выполнения работы:

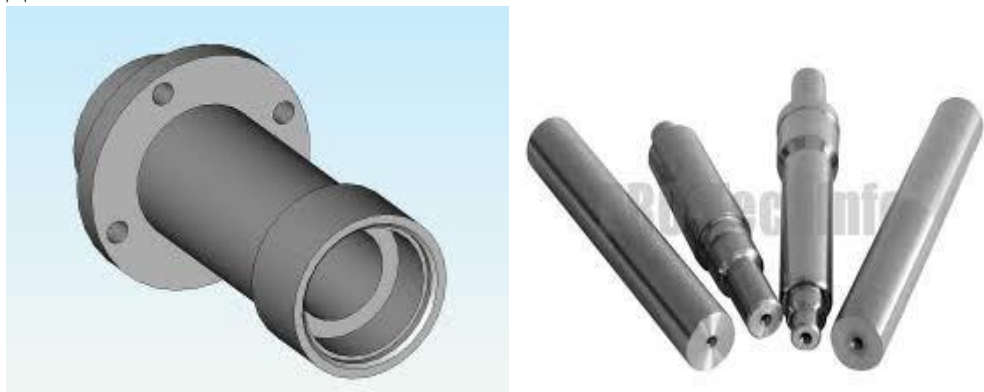
- 1.Выполнить эскиз деталей.
- 2.В таблицу отчета выписать из ГОСТ 25347-2001 предельные допускаемые отклонения для всех размеров, указанных на рабочем чертеже детали.
- 3.Подсчитать предельные размеры, допуски размеров и результаты занести в соответствующие графы таблицы отчета.
- 4.Произвести выбор микрометров для измерения каждого размера.
- 5.Определить действительные размеры всех диаметров, глубин, длин и внутренних поверхностей измеряемых деталей с помощью выбранных микрометрами.
- 6.Измерение каждого размера производить в двух положениях (А-А,В-В) инструмента по отношению к детали.
- 7.Среднее арифметическое значение по двум измерениям одного размера принять за действительный размер, сравнить его с предельными допустимыми по ГОСТ 25347-2001 и сделать вывод и определить посадок-

- 1.Посадки с зазором
2. Переходные посадки
3. Посадки с натягом

Аналогичное заключение сделать по каждому размеру.

- 8.Вычертить схему расположения полей допусков для трех посадок по указанию преподавателя.



Задача: Измерение размеров				Эскиз измеряемой детали				
Деталь № 								
Результаты измерений, mm								
Последо. №-	Наименование измерительного инструмента	Сечения, перпендикулярные к оси						Заключение о годности
		I		II		III		
		Направления						
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
Дата выполнения работы				Дата сдачи работы				
Подпись студента				Подпись преподавателя				

Контрольные вопросы:

1. Микрометр. Виды и область применения?
2. Порядок работы, составные части, цена деления измерительной шкалы?
3. Что такое посадка и виды посадок?
4. Что называют посадки с зазором ?
5. Что называют переходные посадки ?
6. Что называют посадки с натягом ?

TOPIC No. 2.
MEASUREMENT OF LINEAR SIZES WITH
MICROMETRIC INSTRUMENTS.

Task:

1. Determination of the actual dimensions of the mating parts.
2. Make a calculation of the work done.

Objective:

Acquiring the skills to use micrometers. Mastering measurements.

Determination after the technological process of the suitability of parts.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Smooth micrometers, depth micrometers, bore micrometers, thread micrometers, tooth micrometers and parts to be measured.

Work rules:

1. The main types of micrometers. Study the reading device of the micrometer and the scope of application.
2. To develop a method of reading linear devices of the main scale.
3. Measurements at various limits of parts with micrometers.
4. Make a table according to the given measurement results.
5. Analysis of the results.

Theoretical information:

Two or more movably or immovably connected parts are called mating.

The surfaces along which the parts are connected are called mating surfaces.

The rest of the surfaces are called non-conjugate - free. In accordance with this, the sizes of mating and non-mating - free surfaces are distinguished.

In the connection of parts entering one another, there are female and male surfaces. For smooth cylindrical and tapered parts, the covering surface is called the hole, the covered surface is called the shaft, and the corresponding dimensions - D - the hole diameter and d - the shaft diameter.

Depending on the operational requirements, the assembly of the connections

is carried out with different landings. The relative position of the tolerance fields of the shaft and the hole when the two parts are connected, a fit is formed. Fit is the nature of the connection of parts, determined by the difference in their sizes before assembly. Landing characterizes the freedom of relative movement of the parts to be joined or the degree of resistance to their mutual displacement. Depending on the location of the shaft and hole tolerance fields, there are 3 types of landings (Fig.2.1):

1.Clearance landings 2. Transitional landings 3. Interference landings

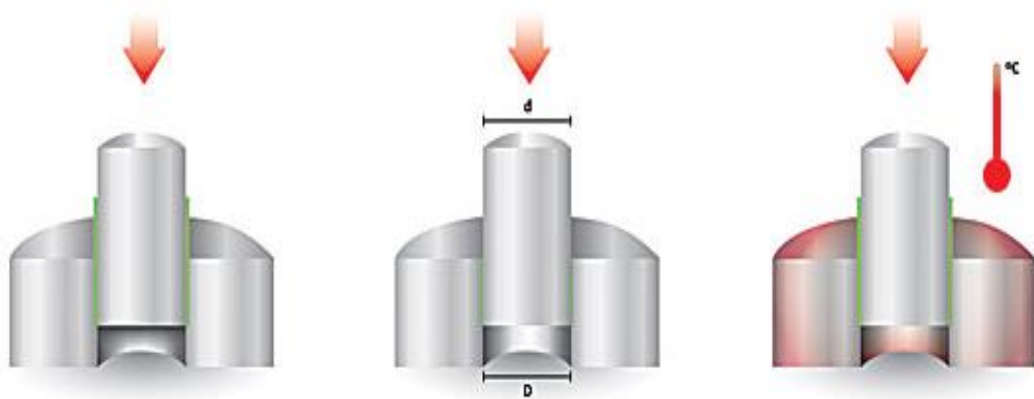


Figure 2.1 Landing types depending on the exploitation Requirements

The type of fit is determined by the size and relative position of the hole and shaft tolerance fields.

If the size of the hole is larger than the size of the shaft, then the difference is called the gap. Clearance fits are designed for movable and fixed joints.

In movable joints, the gap serves to ensure freedom of movement, placement of the lubricant layer, compensation for temperature deformations, as well as compensation for deviations in the shape and location of surfaces, assembly errors, etc.

In fixed joints, clearance fits are used to ensure smooth assembly of parts. Their relative immobility is provided by additional fastening with keys, screws, bolts, pins.

The choice of fit in this case is made in such a way that the smallest gap provides compensation for deviations in the shape and location of the mating surfaces.

For clearance landings, the hole tolerance field is located above the shaft tolerance field.

The gap is denoted $-S$. There are the maximum maximum - $S_{\max}$ and the smallest $-S_{\min}$ gaps. The largest gap is the difference between the largest limiting hole size and the smallest limiting shaft size or the algebraic difference between the upper hole deviation and its lower shaft deviation determined by the formulas:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \quad 2.1$$

$$S_{\max} = | ES - ei |$$

The smallest gap is the difference between the smallest limiting hole size and the largest limiting shaft size, or the algebraic difference between the lower hole deviation and the upper shaft deviation.

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \quad 2.2$$

$$S_{\min} = | EI - es |$$

If the size of the shaft is larger than the size of the hole, then their difference is called interference. In calculations, the interference can be expressed as a negative clearance.

Interference landings are those in which there was a guaranteed interference between the mating surfaces before assembly, ensuring the mutual immobility of the parts after assembly.

For interference fits, the shaft tolerance is located above the hole tolerance.

The preload is designated $-N$. There are maximum- $N_{\max}$ and the smallest $N_{\min}$ pre load.

The greatest interference is the difference between the largest limiting shaft size and the smallest limiting hole size or the algebraic difference between the upper shaft deviation and the lower hole deviation.

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad 2.3$$

$$N_{\max} = | es - EI |$$

The smallest preload is the difference between the smallest limiting shaft size and the largest limiting hole size or the algebraic difference between its lower shaft deviation and the upper hole deviation

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \quad 2.4$$

$$N_{\min} = | ei - ES |$$

Transitional fits are designed for fixed, but detachable joints of parts and provide good centering of the connected parts. They are characterized by the possibility of obtaining both tightness and clearances. The preloads are relatively low and usually do not require checking the strength of the joint parts, with the exception of thin-walled parts. These preloads are not sufficient for the connection to transmit significant torques and forces. Therefore, transitional landings are used with additional fastening of the connected parts. Transitional landing is in which it is possible to obtain both interference and clearance. In these landings, the tolerance field of the hole and shaft is partially or overlap completely. At the largest limiting hole size and the smallest limiting shaft size results in the largest clearance - $S_{\max}$, and with the largest limiting shaft size and the smallest limiting the size of the hole results in the greatest interference - $N_{\max}$.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$$

$$S_{\max} = | ES - ei | \quad 2.5$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$$

$$N_{\max} = | es - EI |$$

In these landings the smallest interference - $N_{\min}$ and the smallest clearance - $S_{\min}$ are equal to zero.

Refine plantings (Fig. 2.2) in the.

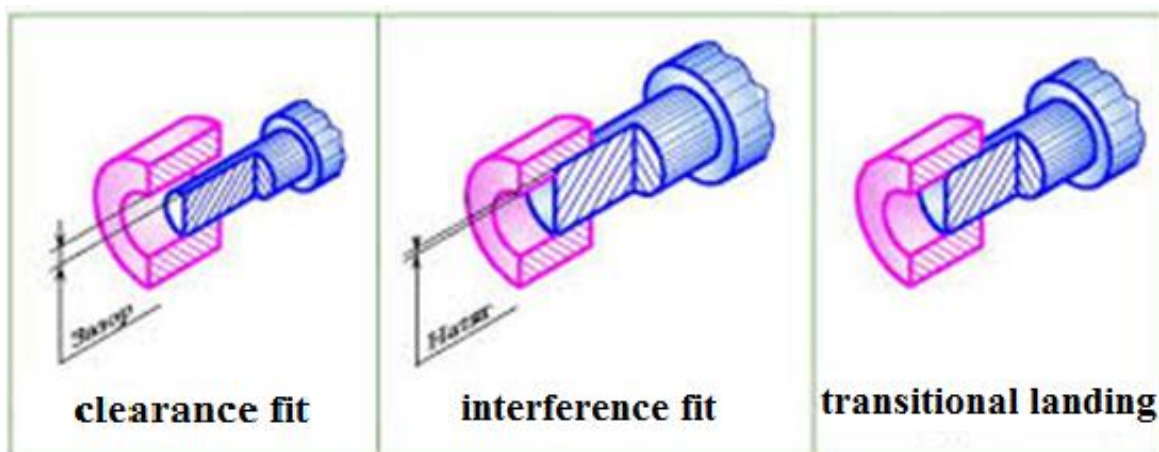


Figure 2.2 **Kinds of fits**

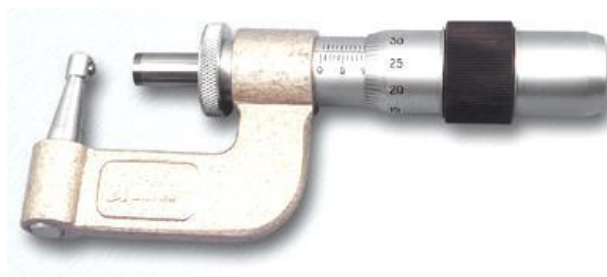
At the moment, the measuring instruments are (Fig .2.3) smooth micrometers, micrometric depth gauges, micrometric bore gauges, micrometric thread gauges, micrometric tooth gauges, etc.



Smooth micrometer MK 25-1 GOST 6507-2000



Smooth micrometers in various sizes



Tubular micrometer MT 25-1-8 GOST 6507-2000



Plate micrometer ML 25 GOST 6507-2000, ML 10 GOST 6507-2000



Micrometric tooth meters MZ 25-1 GOST 6507-2000



Micrometric thread gauges MVM 0-25 GOST 4380-2003



Micrometric thread gauges MVP 0-25 GOST 4380-2003



**Prism micrometers: MSI 45 TU 2-034-770-2000,
MPI 45 TU 2-034-770-2000, MTI 20 TU 2-034-770-2000**



**Micrometric depth gauges
GM100-1 GOST 7470-2002**



a)



b)



v)

**Internal micrometer:
HM 75–0.01 ISO 9002, HM 50–0.01 DIN 863, HM 30–0.01 DIN 863**



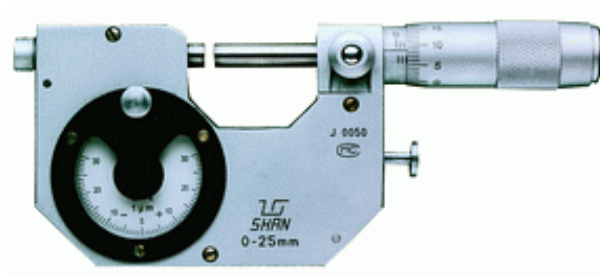
Internal micrometer NM 75-0.01 GOST 10-2000



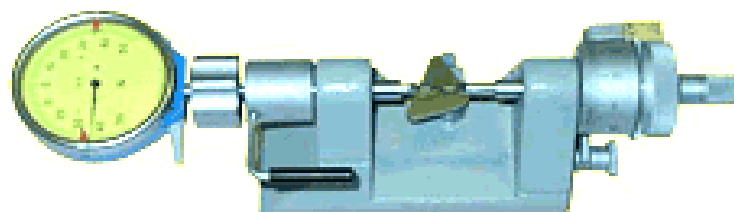
Inside micrometer

Reference setting standard and extension tips

HM 600-0.01 GOST 10-2000



Micrometric passometer MP25 GOST 4381-2000



Benchtop micrometer model 03500:

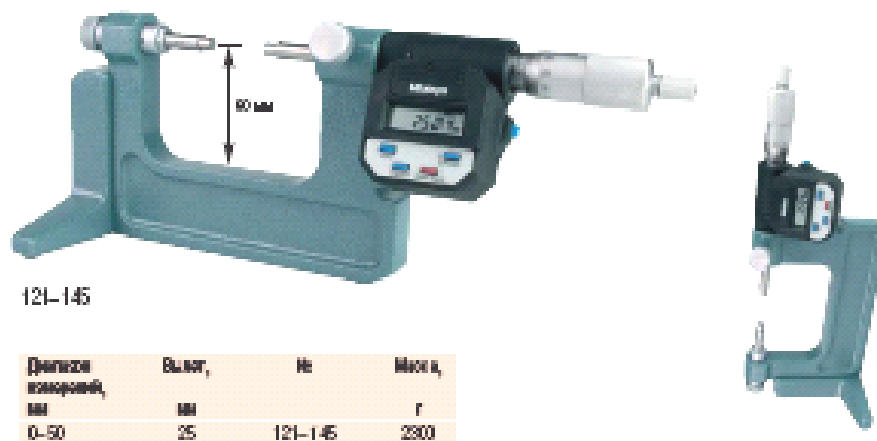
MH – 10 TU 2-00221190-016-2002



Routine micrometer MKPR 25



Smooth micrometer MKTs 25 GOST 6507-2000



Benchtop micrometer with digital setting

Figure 2.3

Kinds of micrometers

Smooth micrometers (Fig. 2.4) are mainly used to measure the dimensions of parts. The measurement accuracy of micrometers is 0.01mm. Measuring range 0÷25mm, 25÷50mm, 50÷75mm and also up to 600 mm. When measuring with micrometers, a special holder is used. When measuring 0 is established 25 mm, the micrometer is set to zero. In the range of 25-50, 50-75 mm and other measurements with micrometers, the micrometer is set at 25.50.70 mm and so on. Before measuring, the micrometer is installed with plane-parallel end gauges.

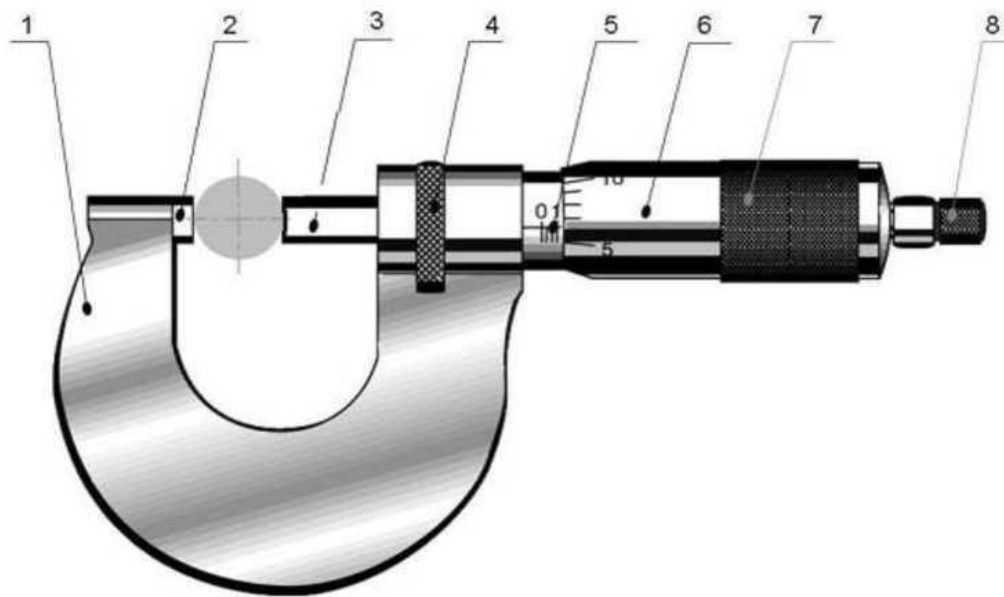


Figure 2.4. Smooth Micrometer

Before measuring, carefully wipe the measuring planes of the micrometer - the end of the micrometer screw 3 and the end of the heel 2 pressed into the bracket 1; check the smooth running of the micro-screw and the zero setting. For a micrometer with a measurement limit of 2550 mm, the measuring planes of the micrometer are brought into contact with a standard 25 mm long. If the zero setting is knocked down, you should wipe the measuring surfaces again, bring them into contact under the force of the ratchet 8, fix the micro-screw 3 with the stopper 4 and carefully unscrew the setting cap 7

by half a turn. In this case, drum 6 is released; rotating it, align the zero line with the longitudinal line of the stem 5. After that, secure the drum with the cap 7. Measurement with a micrometer is carried out using a ratchet. It is not permissible to use a drum for turning the microscrew. A micrometer with a locked microscrew should not be used as a rigid bracket.

The choice of a measuring tool for each size is made depending on the size of the tolerance set for a given size, and on the design of the part, guided by the fact that the maximum error of the measurement method should not exceed 20 ... 30% of the tolerance for a given size.

The limiting error of measurement with a micrometer is 10 mcm; using a caliper and a caliper with a graduation of 0.05 mm is 80 microns.

Examples of measurement (Fig.2.5) and calculation are given in figures

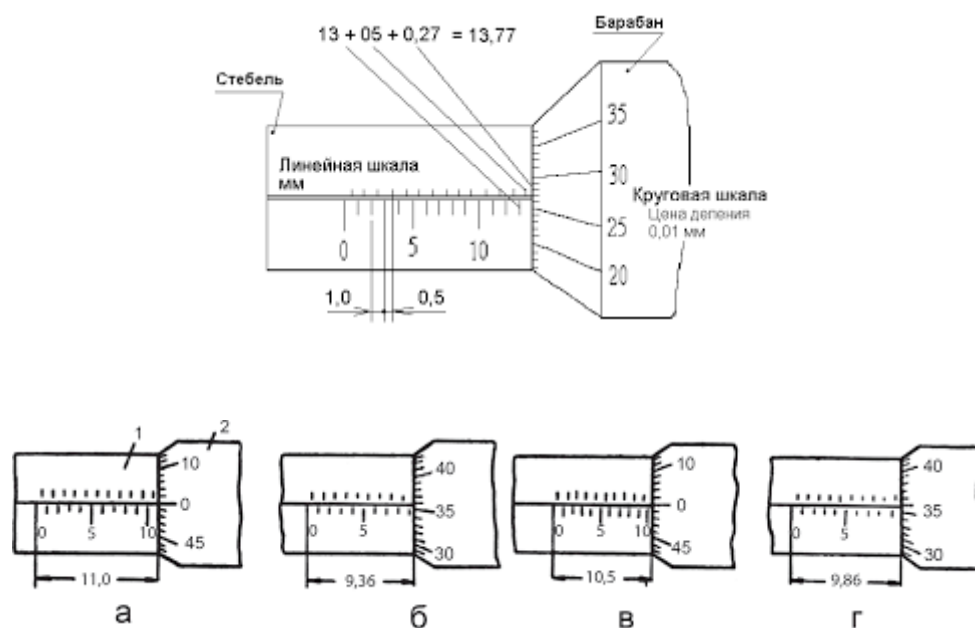


Figure 2.5 Examples of measuring and calculating a micrometer

Micrometric depth gauges are used to measure grooves, non-through holes, height and length of steps of stepped parts (Fig. 2.6).

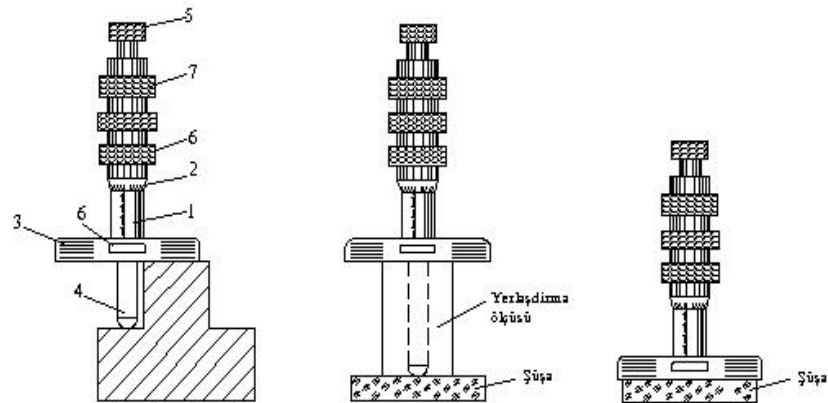


Figure 2.6 **Micrometric depth gauges**

Before measuring, the height and length of the steps of stepped parts with micrometer depth gauges is set to zero using glass plane-parallel end gauges.

Internal micrometer

Bore micrometers (Fig. 2.7) are used to measure internal surfaces and hole diameters of parts.

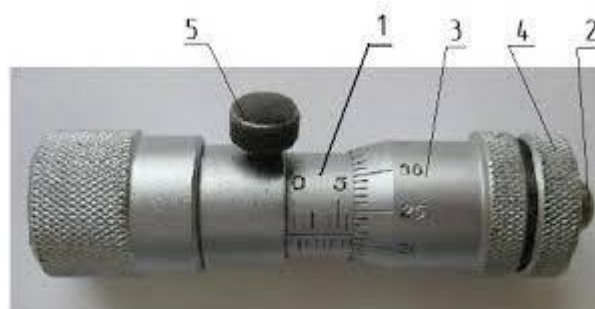


Figure 2.7 **Internal micrometer**

The micrometer head of the inside gauge consists of a stem 1 and a microscrew 4 connected to the drum body 3. The end of the microscrew 4

serves as one of the measuring tips 2. The microscrew is rotated with a knurled ring. The microscrew is locked with a stopper 5. The second end of the sleeve is connected to the measuring tip and has a thread onto which a safety nut is screwed. Extensions can be screwed onto this thread after screwing the nut (Fig. 2.8).



Figure 2.8 **Micrometer Extension Tips**

Internal micrometers are manufactured in size intervals of 50–75; 75–175; 75–600; 150–1250; 200–1250; 1250–4000; 2500–6000; 4000–10000 mm and precision divisions of 0.01 mm.

Extension lugs have a size limit of 50–63 mm. Each extension is labeled with its working size.

On extensions 500 mm in size and more, there are adjustments with low thermal conductivity.

A table, compiled by the manufacturer, is attached to the inside meter, which facilitates the selection of extenders.

The set of the bore gauge includes an adjustment gauge in the form of a bracket for which the device is zeroed in (Fig .2.9).

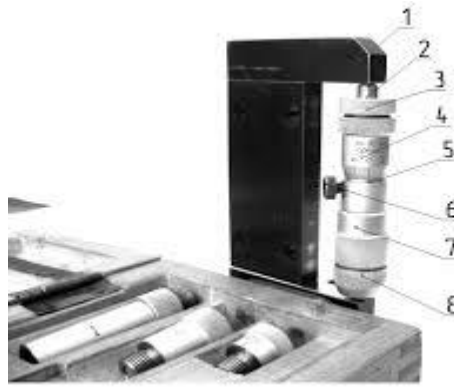


Figure 2.9 Bore gauge setting

In the absence of a setting standard, the zero setting of the bore gauge can be performed using the end measures. Which has with sides are laid in the holder. After that, we rotate the screw, the end measures with the sidewalls are finally clamped in the holder and a micrometer inside gauge is inserted into the space between the sidewalls.

Holding the inner gauge by the sleeve and rotating the drum by the knurling ring, unscrew the micrometer screw until the measuring tips touch the surface of the setting standard. Having locked the micro screw by turning the handle, check the zero reading.

The internal micrometer has no ratchet. The density of contact of the measuring tips with the surfaces of the measure or workpiece is determined by touch.

Work order:

1. Make a sketch of the parts.
2. In the table of the report, write out from GOST 25347-2001 the maximum permissible deviations for all sizes indicated on the working drawing of the part.
3. Calculate the limiting dimensions, size tolerances and enter the results in the appropriate columns of the report table.
4. Make a selection of micrometers to measure each size.
5. Determine the actual dimensions of all diameters, depths, lengths and internal surfaces of the measured parts using the selected micrometers.

6. Measure each dimension in two positions (A-A, B-B)

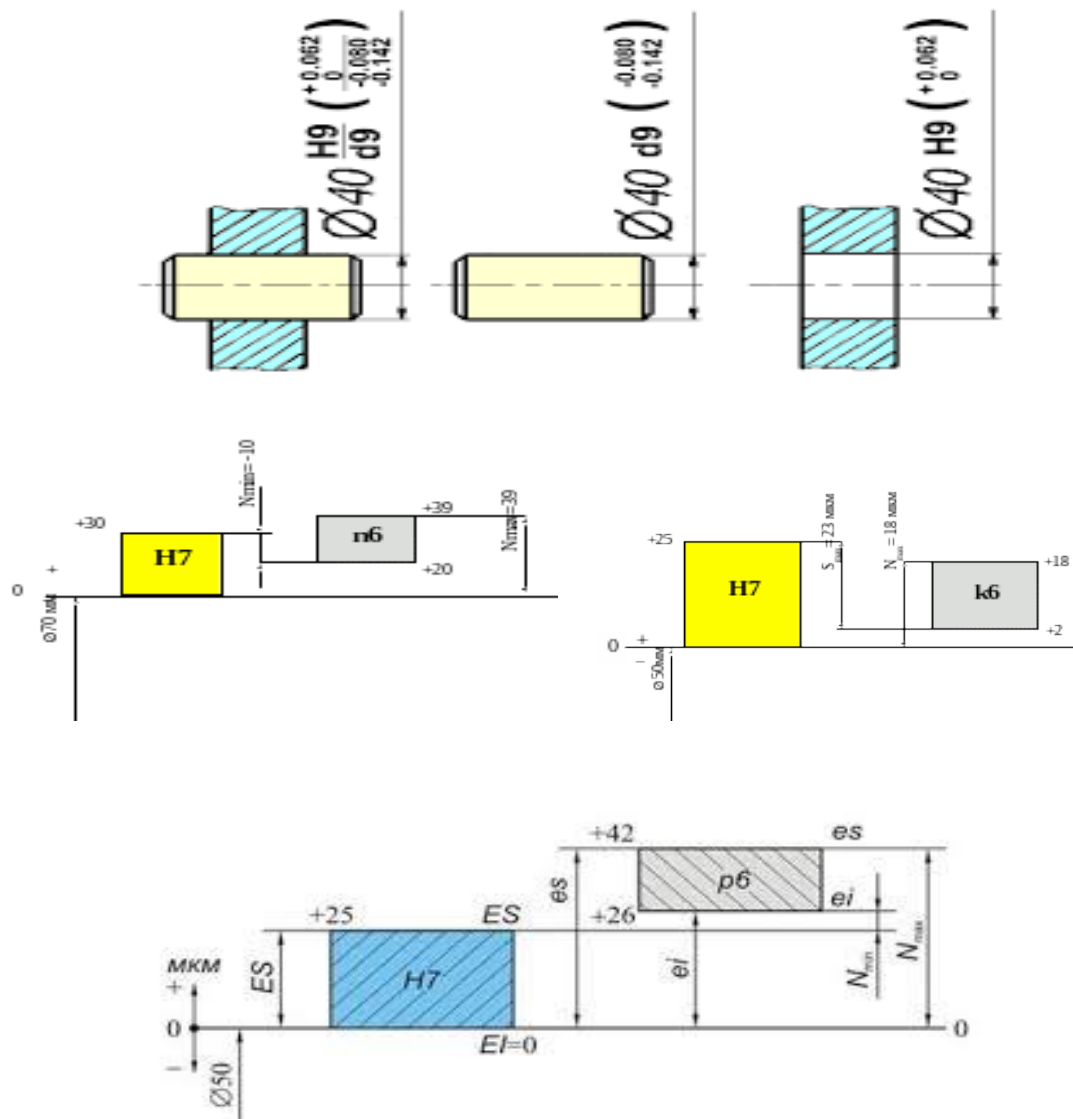
tool in relation to the part.

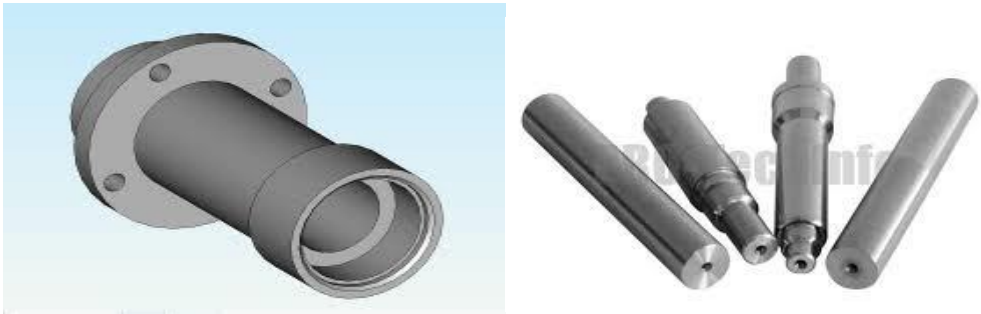
7. The average arithmetic value for two measurements of the same size is taken as the actual size, compare it with the maximum permissible according to GOST 25347-2001 and draw a conclusion and determine the landings-

1. Clearance landings 2. Transitional landings 3. Interference landings

Make a similar conclusion for each size.

8. Draw the layout of the tolerance fields for three landings as instructed by the teacher.



Task: Measuring dimensions		Sketch of the part to be measured						
Detail								
								
Measurement results, mm								
Sequences	Measuring tool name	Sections perpendicular to the axis						Conclusion on suitability
		I		II		III		
		Directions						
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Work completion date				Work delivery date				
Student signature				Teacher signature				

Test questions:

1. Micrometer. Types and scope of application?
2. The order of work, components, the price of division of the measuring scale?
3. What is fit and types of fit?
4. What is called clearance fit?
5. What are the transitional landings?
6. What is called an interference fit?

MÖVZU № 3
HISSƏLƏRİN XƏTTİ ÖLÇÜLƏRİNİN MEYLLƏRİNİN
LİNGLİ ALƏTLƏRLƏ ÖLÇÜLMƏSİ

Tapşırıq

1. Birləşmədə iştirak edən hissələrin səthlərinin həqiqi ölçülərinin nominal ölçüdən meyillənmələrini təyin etmək.
2. Görülən işə əsasən hesabatı tərtib etmək.

İşin məqsədi

Lingli alətlərdən istifadə və ölçmənin mənimsənilməsi. Birləşmədə iştirak edən səthlərin yararlılığını, yəni hədd meyillənmələrini və müsaidəsini təyin etmək.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

İndikatorlu daxilölçən, lingli-dişli, lingli , lingli-yivli, lingli bəndlər – passametr , daxili səthi ölçən lingli bəndlər - passimetr, indikator , saat tipli indikator, ölçü tavacıqları, dişli ötürməli cihazlar və ölçülən nümunələr daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

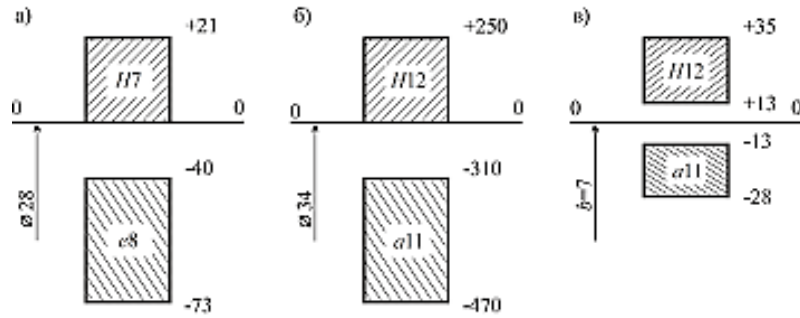
1. Lingli alətlərin əsas növləri, onların quruluşu və istifadə sahələrini öyrənməli.
2. İndikatorun və lingli bəndlər – passametrin ölçü şkalası üzrə hesabat metodikasını işləməli.
3. Lingli alətlər vasitəsi ilə verilmiş hissə nümunələrini ölçməli.
4. Sxematik forması tərtib edilməli və alınmış nəticələri cədvələ yerləşdirməli.
5. Nəticələrin müəyyənləşdirilərək analizi .

Nəzəri məlumatlar:

Hədd meyillənmələri müsbət, mənfi və sıfıra bərabər olurlar. DÜİST 25347-2002 standartında hədd meyillənmələri mikrometrlərlə göstərilmişdir.

Cizgilər isə mm-lə göstərilir. Cizgidə ölçü xəttinin üzərində əvvəlcə nominal

ölçü, daha sonra sağ tərəfdə mötərizədə yuxarı və aşağı (şək.3.1)hədd meyillənmələri mm-lə yazılır, sıfır hədd meyillənməsi isə yazılmır, məsələn



Şəkil 3.1 Hədd meyillənmələri

$$\varnothing 28 \begin{pmatrix} +0,021 \\ 0 \end{pmatrix}; \varnothing 28 \begin{pmatrix} -0,040 \\ -0,073 \end{pmatrix}; \varnothing 34 \begin{pmatrix} +0,250 \\ 0 \end{pmatrix} \varnothing 34 \begin{pmatrix} -0,310 \\ -0,470 \end{pmatrix}; 7 \begin{pmatrix} +0,035 \\ +0,013 \end{pmatrix}; 7 \begin{pmatrix} -0,013 \\ -0,028 \end{pmatrix}.$$

Uyğun standartlardan hədd meyillənmələrini seçdikdən sonra aşağıdakı ifadələrlə hədd ölçülərini təyin etmək olur:

$$D_{\max} = D_n + ES; \quad d_{\max} = d_n + es; \quad 3.1$$

$$D_{\min} = D_n + EI; \quad d_{\min} = d_n + ei.$$

Yuxarı və aşağı hədd ölçüləri maşın hissəsi səthinin hazırlanma dəqiqliyini göstərir. Bu iki ölçü arasında fərq nə qədər kiçikdirsə, hazırlanma dəqiqliyi o qədər böyükdür və əksinə.

Ən böyük və ən kiçik hədd ölçüləri fərqi müsaidsə deyilir. Yuvanın müsaidsəsi **-TD**, valın müsaidsəsi isə **-Td** ilə işarə olunur. Yuva və valın müsaidsəsi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$TD = D_{\max} - D_{\min} \quad 3.2$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min}$$

Müsaidsənin qiymətini hədd meyillənmələrinə görə də təyin etmək olar.

Yuxarı hədd meyillənməsi ilə aşağı hədd meyillənməsinin cəbri fərqi mütəlak qiyməti müsaidsənin qiymətinə bərabərdir. Yəni

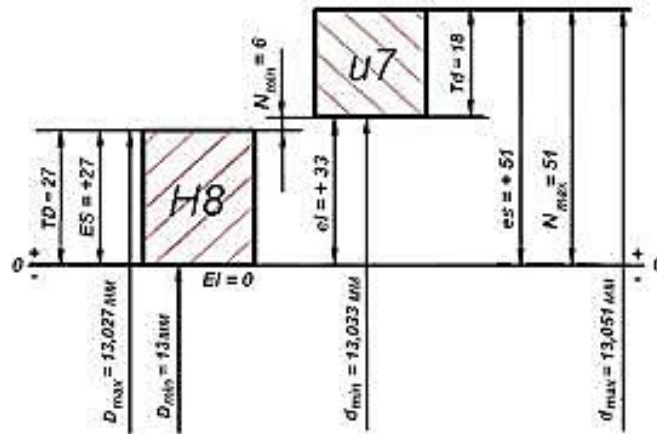
$$TD = |ES - EI| \quad 3.3$$

$$Td = |es - ei|$$

Ölçülər, meyillənmələr və müsaidsələrin iki cür qrafiki təsviri verilir. Birinci

qeyri-miqyaslı , ikinci isə eyni miqyaslı qrafiki təsvir adlanır. Qeyri-miqyaslı qrafiki təsvirdə ölçünün müsaidəsi ilə özünün miqyası bir-birindən min dəfələrlə fərqlənir. Bu səbəbdən qrafiki təsvir qarışıq olur. Maşınqayırmada eyni miqyaslı qrafiki təsvir qəbul olunmuşdur. Bu qrafiki təsvirin(şək.3.2) qurulma metodikası aşağıdakı kimidir.

Əvvəlcə hədd meyilləri və müsaidələr üçün hesablama xətti olan və nominal ölçüyə uyğun gələn 0-0 (sıfır-sıfır) xəttini çəkirlər .



Şəkil 3.2 Müsaidənin qrafiki təsviri

Bu xəttin sol cinahında müsbət və mənfi qütblər qeydə alınır. Şərti olaraq nominal ölçünü yuxarıya doğru yönəlmiş və sıfır-sıfır xəttinə söykənmiş oxun üzərində qeydə alırlar. Miqyas qəbul edib (məsələn, 1mkm=1mm; 1mkm=2mm və s.) hədd meyillənmələrini miqyasa və işarəsinə uyğun olaraq qeydə alırlar. Alınmış nöqtələrdən 0-0 (sıfır-sıfır) xəttinə paralel xətlər çəkib, uyğun yerdə dördbucaqlı qururlar. Alınmış sahə val, yaxud yuvanın müsaidə sahəsi olur.

Hal-hazırda səthlərin meyillənmələrini təyin etmək üçün indikatorlu daxilölçən, lingli-dişli, lingli , lingli-yivli, lingli bəndlər – passametr , daxili səthi ölçən lingli bəndlər - passimetr, indikator , saat tipli indikator, dişli ötürməli cihazlardan(şək.3.3) istifadə edilir.



Lingli indikatorlu daxilölçənlər



İndikatorlu bəndli СИ 100 ГОСТ 11098–2000



İndikatorlu daxilölçənlər:
НИ 10–18–1 ГОСТ 868–2002,
НИ 18–50 –1 ГОСТ 868–2002,
НИ 100–160 –1 ГОСТ 868–2002



**İndikatorlu dərinlikölçən
ГН-100 ГОСТ 7661-2000**



**İndikatorlu qalınlıqölçən
TP-25-60Б ГОСТ 11358-2001**



**İndikatorlu qalınlıqölçən
TH-10-60 ГОСТ 11358-2001**



İndikatorlu divarqalınlığı (detallarda) ölçənlər
C-2 ГОСТ 11358-2001 C-10A ГОСТ 11358-2001
C-25 ГОСТ 11358-2001 C-10Б ГОСТ 11358-2001

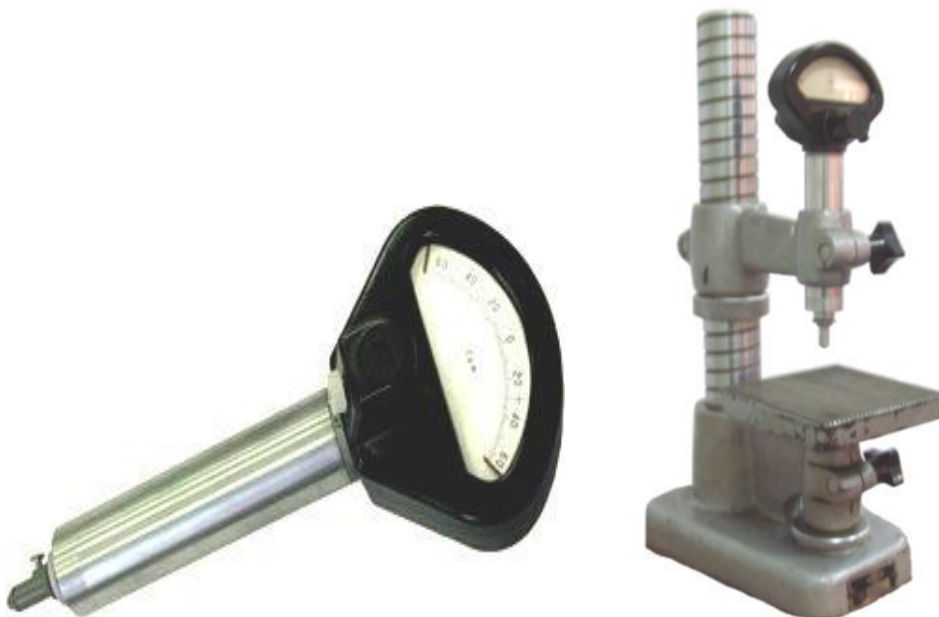


Flagma.ua

Elektron manitorlu lingli daxilölçən



Lingli – dişli indikatorlar ИРБ ГОСТ 5584–2000 ИРТ ГОСТ 5584–2000



Mikrokator: 2ИГП ГОСТ 6933–2001. Dayaq üzərində quraşdırılan



Xüsusi lingli daxiliölçən



Rəqəmsal indikatorlu daxiliölçənlər



Guanglu



Lingli indikatorlu daxiliölçənlər



Passametrələr

Şəkil 3.3

Səthlərin meyllənmələrini təyin etmək üçün cihazlar

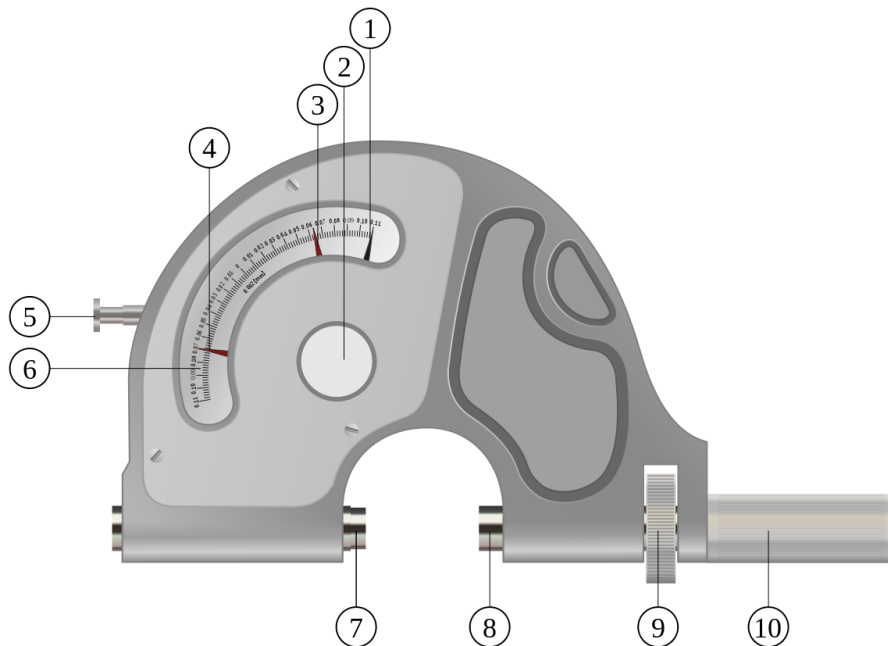
Bu cihazlarla ölçmə nisbi və kontaktlı üsullarla aparılır.

Hissənin nominal ölçüsünə görə lingli alətlər vasitəsilə onun hədd ölçülərinin tələbata uyğun olduğu təyin edilir. Bu işin yerinə yetirilməsi üçün **lingli alətin iki növündən** istifadə olunur:

1.Lingli bəndlər – passametr , passimetr

2. Lingli indikatorlu daxilölçən

Lingli alətlərlə ölçünün həqiqi qiymətini təyin etmək olmur. Bu alətlərlə səthlərin tələb olunan dəqiqliyə uyğunluğunu və səthlərin meyllənmələrini müəyyən edirlər. Lingli bəndlər – passametr , passimetri nəzərdən keçirək. Emal zamanı fırlanma hərəkəti edən hissələrin xarici səthlərini passametr (şək.3.4)və daxili səthlərinin meyllənmələrini passimetr ilə təyin edirlər. Bu alətlər müsaidəni nəzarət etmək üçün istifadə edilir.Çox bahalı alət olduqlarına görə xüsusi ixtisaslaşdırılmış və nüfuzlu müəssisələrdə istifadə olunur.



Şəkil 3.4

Passametr

Lingli bəndlər - passametr xarici bənd gövdədən, əsas şkaladan – 6, əsas əqrəbdən- 4, tənzimləyicinin düyməsindən – 5, hərəkət edən pəncədən – 7, tənzimlənən hərəkət etməyən pəncədən – 8, qeyd edici (fiksator)

qaykasından – 9, qoruyucu örtükdən –10, həqiqi meyllənmənin həddini göstərən əqrəblərdən -1-3, meyllənmənin sərhədlərini təyin edəndən – 2 və sairələrdən ibarətdir.

Passametr müxtəlif ölçülü hissələrin xarici səthlərinin ölçülməsinin tərtibat vəzifəsini də yerinə yetirir. Tənzimlənən bəndi **İOHAN** Sonun tələbatına əsasən FOCT 11098-2000 üzrə kalibrleyirlər. Passametrdən fırlanan səthləri olan val, ox, bolt, müxtəlif hissələrin qalınlıq və uzunluqlarının ölçülərini daha dəqiq əldə etmək üçün istifadə edilir. Mexaniki emal zamanı pəstahların və hissələrin ölçülərinin ölçmə dəqiqliyi 1- 2 mkm yəni 0,002 mm- dir.

Passametr ilə ölçmə prosesi çox sadədir. İlk növbədə cihazı ölçü tavacıqlarından istifadə edərək sıfır vəziyyətinə gətirmək lazımdır.

Hissəni ölçmə bir neçə nominal ölçüsü üzrə aparılır. Tapılmış nominal ölçüyə uyğun olaraq, yastı paralel ölçü tavacıqları seçilir. Sonra lingli bənd götürülür. Mikroverişi mühafizə edən qapacığı qaldıraraq açmaq lazımdır.

Tənzimləyici qaykanı boşaldıb, mikrovinti müvafiq vəziyyətə gətirib və sonra yığılmış ölçü tavacıqlarını mikrometrik vintlə pəncə səthinin arasında yerləşdirirlər. Mikrovinti ölçü tavacıqlarına toxunana qədər tərpədirlər. Ölçü pəncəsi ucunda daimi yerləşmiş sektor lingə təsir edir. Ox üzərində bənd edilmiş əqrəb daimi çarxa ilə birləşən kimi, cihazın şkalası boyunca sıfır nişanı üzərinə düşənə qədər hərəkət etdiririk. Ölçmə qüvvəsi yayın təsiri ilə əmələ gəlir. Beləliklə, sıfır vəziyyəti alırıq. Həmin vəziyyəti dayandırıcı vinti vasitəsilə saxlayırıq. Tənzimləyicini basanda pəncələr kənara çəkilir və yastı paralel ölçü tavacıqları dəsti çıxarılır. Bundan sonra silindrik detallı götürüb passametr vasitəsilə meylləri təyin edirlər.

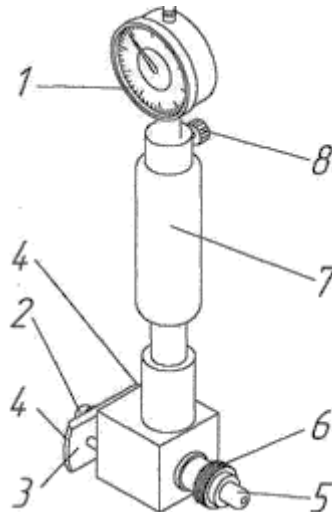
Bunun üçün passametrin tənzimləyicisini basıb pəncələri kənara çəkərək detallı ölçmə vəziyyətində yerləşdirirlər. Tənzimləyicini buraxanda əqrəbin sıfırdan (+), yaxud (–) istiqamətində getdiyi meyllənməsinə görə ölçünün meyllənməsini qeyd edirlər. Passametrdə hər bir bölgünün qiyməti

0,002 mm-ə bərabərdir. Bütün hissələr üçün belə etdikdən sonra nominal meyllənmə təyin olunur. Verilən və alınan meyllənmələri müqayisə etdikdən sonra dəqiqlik haqqında nəticə verilir. Əldə olunan nəticələr hesabat aparıldıqdan sonra cədvələ qeyd olunur.

Lingli indikatorlu daxilölçən(şək.3.5) alətlərdən ölçünün həqiqi qiymətini təyin etmək üçün deyil səthlərin tələb olunan dəqiqliyə uyğunluğunu və səthlərin meyllənmələrini müəyyən etmək üçün istifadə edilir.

Lingli indikatorlu daxilölçənlə də işlədikdə ən əvvəl nominal ölçünü təyin etmək tələb edilir.

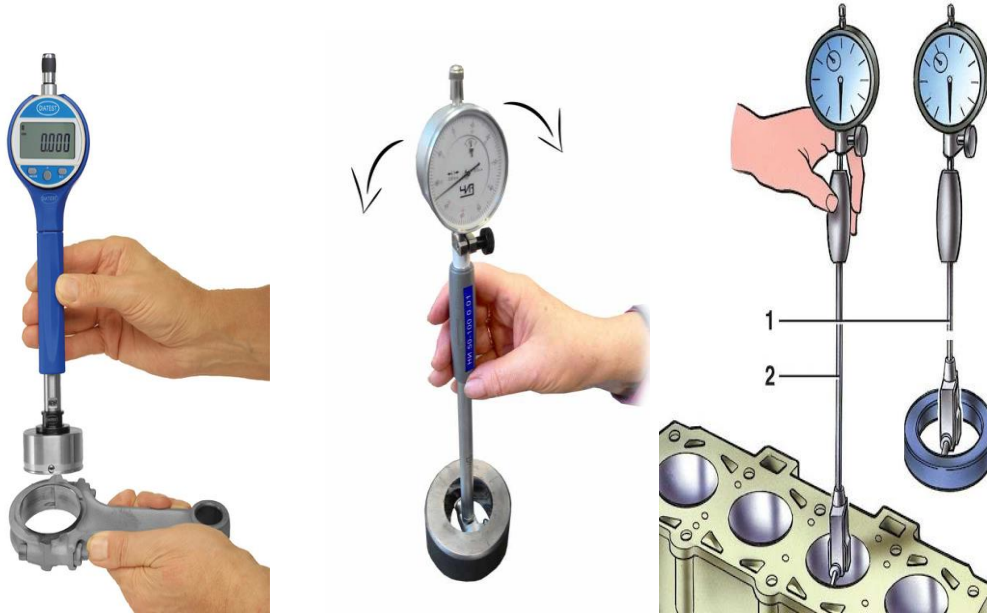
Lingli indikatorlu daxilölçən ling -7 və saat tipli indikatorlardan -1, yaxud MKM, 1ГР3 və s. tipli başlıqlardan ibarətdir.



Şəkil 3.5 **Lingli indikatorlu daxilölçən**

Saat tipli indikator lingə bərkidici vint – 8 vasitəsi ilə bərkidilir. Ling əsas temperatur qoruyucu dəstəkdən, dayaqdan -4, tənzimlənən ucluqdan -2 və sərt ucluqdan -5 ibarətdir. Tənzimlənən ucluq dayağa istiqamətləndirici – 3 vasitəsi ilə bərkidilmiş və ölçülən səthlərin meyllənməsini xüsusi mil vasitəsilə indikatora ötürmə funksiyasını yerinə yetirir. Sərt ucluq dayağa vint – 6 vasitəsi ilə tərpənməz bərkidilir və ölçmə intervalını böyütmək funksiyasını yerinə yetirir. Sərt ucluqlar ölçü cihazının futlyarında müxtəlif ölçüləri ölçmək üçün dəst 5 - 6 ədəd olur.

Müxtəlif ölçülü diametrləri ölçmək üçün daxiliölçənin(şək.3.6) ucluqları hər dəfə dəyişdirilir və xüsusi hazırlanmış və attestasiyadan keçirilmiş həlqələr və uzunluq blokları , mikrometrlə və ya rəqəmli ştangenpərgarla sazлана bilər.



Şəkil 3.6 Müxtəlif ölçülü diametrləri ölçmək üçün daxiliölçənlər

Adi tipli indikatorlu daxilölçən bölgülərinin qiyməti 0,01 mm olan indikatorları,yüksək dəqiqliklə indikatorlu daxilölçənlərdə isə bölgülərinin qiyməti 0,001, yaxud 0,002 mm olan lingli-dişli başlıqları tətbiq edilir.

Dişli ötürməli ölçən cihazlara saat tipli indikator (şək.3.7) daxildir. Bölgü qiyməti 0,01 mm olan indikatorlu başlıqdan ibarət olur.

Böyük siferblatın üzərindəki bölgülərin sayı 100-ə bərabərdir. Hər bölgünün qiyməti 0,01 mm-dir.

Balaca siferblatın göstəricisi böyük siferblatın əqrəbinin hərəkəti ilə yaranan dövrlər sayını göstərir.

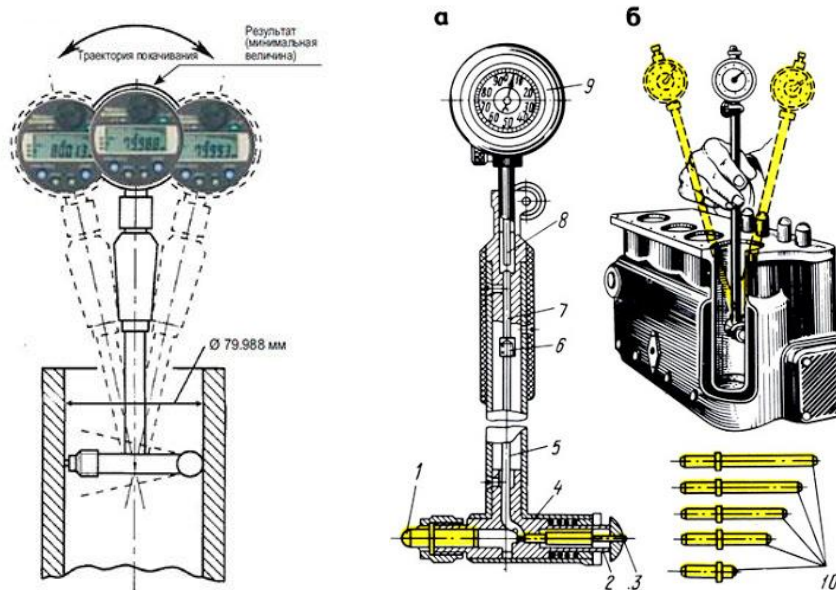
Yəni böyük əqrəb bir tam dövr etdikdə kiçik əqrəb bir bölgü gədar hərəkət edir.



Şəkil 3.7 **Saat tipli indikator**

Saat tipli indikatorlu daxili ölçən vasitəsi ilə detalların daxili ölçüləri ölçülür. Daxili ölçənin mexanizmi pəzli ötürmə və hesablayıcı indikatorendən ibarətdir. Yuvaların diametrini ölçən zaman ölçü xətti ilə diametr müstəvinin bir-birinin üzərinə düşməsinə təmin etmək üçün daxili ölçən mərkəzləşdirici körpücükə təhiz edilmişdir.

Daxiliölçənin (şək.3.8) əsas elementləri mikrometrik başlıq – indikator , uzadıcı və ölçmə ucluqlarıdır . Ucluqların yeyilməyə davamlılığını artırmaq üçün onların işlək ucu bərk xəlitədən hazırlanmışdır.



Şəkil 3.8 **İndikatorlu daxiliölçən**

Hal-hazırda bölgüsünün qiyməti 0,01 və 0,002 mm olan mikrometrik başlıqlı və bölgüsünün qiymət 0,001 mm olan rəqəmli hesablama sistemi ilə təhciz edilmiş daxili ölçənlərdən MDB daxilində geniş istifadə edilir.

Daxiliölçənin mikrometr vasitəsilə sazlanması və onlardan istifadə edilməsi aşağıdakı kimi aparılır.

Daxiliölçən, indikator və ucluqlarla təhciz edildikdən sonra tələb olunan ölçüdə sazlanmış mikrometrin yan səthi arasına salınır. İş zamanı cihazın istilik izolyasiyası olan dəstəyindən tutmaq lazımdır. Daxiliölçənin dəstəyinin köməyi ilə uzadıcı mikrometrin oxuna, gözəyarı olaraq, perpendikulyar istiqamədə yerləşdirilir. Bundan sonra, indikatorun əqrəbi hərəkətsiz dayanana qədər, mikrometrin pəncəsi ilə mikrovintin yan səthi arasında, saat kəfkiri kimi bir neçə dəfə yelləndirilir. Bu zaman, indikatorun əqrəbi hərəkətsiz dayandığı anda -uzadıcının mikrometrin oxuna tam perpendikulyar olduğu anda, indikatorun böyük siferblatında yerləşən xüsusi həlqə vasitəsilə, siferblatın sıfır nöqtəsi əqrəbin altına gətirilir və bu vəziyyət fiksasiya edilir.

Ölçmələr zamanı, başlanğıc nöqtəsi kimi, fiksasiya edilmiş sıfırdan istifadə edilir.

Birbaşa ölçmələr apararkən sazlama prosesində həyata keçirilən hərəkətlər bir daha yenidən fiksasiya edilmiş sıfıra toxunmamaq şətilə təkrarlanır. Bu zaman əqrəbin hərəkətsiz halı ilə fiksasiya edilmiş sıfır nöqtəsi arasındakı meyillənmə nəzərə alınaraq ölçülən yuvanın ölçüsü müəyyən edilir.

Daxiliölçənlərin şərti işarəsi aşağıdakı kimi yazılır.

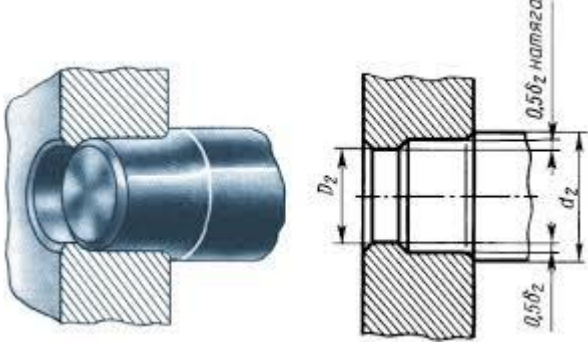
Misal:

Ölçmə intervalı 18...50 mm bölgüsünün qiyməti 0,002 mm olan daxili ölçən aşağıdakı kimi göstərilir.-Daxiliölçən 18 - 50 (0,002) ГОСТ 9244-2000.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

1. Birləşmədə iştirak edən hissələrin eskizini tərtib etməli.
2. Hecabat cədvəlinə hissələrin səthlərinin meyllənmələrini qeyd etmək və bütün ölçülərin müsaidələrini **ГОСТ 25347-2001**-dan seçib yazmalı.
3. Cədvəldə səthlərinin meyllənmələrini xüsusi qrafada qeyd etməli. hesablama nəticəsində alınmış bütün ölçülərin müsaidələrini qeyd etməli.
4. Hər bir ölçünü ölçmək üçün passametr, lingli indikatorlu daxiliölçən ölçü alətini seçməli.
5. Seçilmiş passametr, lingli indikatorlu daxiliölçən vasitəsilə bütün ölçülərin diametr, dərinlik, uzunluqlarının və daxili səthlərinin meyllənmələrini təyin etməli.
6. Hər bir ölçülən ölçünü iki istiqamətdə aparmaq lazımdır.
7. Hər bir ölçü üçün hesablamalardan sonra müsaidənin qiyməti müəyyənləşdirilir.
8. Müəllimin tapşırığına əsasən bütün ölçülərin müsaidə sahələrinin sxemi tərtib edilməlidir.



Tapşırıq:ölçüləri ölçmək		Ölçülən detalın eskizi					
Hissə №							
Ölçmənin nəticəsi, mm							
Sıra №-si	Ölçən alətin adı	Oxa perpendikulyar kəsiklər					
		I	II		III		Yararlı olması haqqında rəy
		İstiqamətlər					
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
İşləmə tarixi					İşin təhvil tarixi		
Tələbənin imzası					Müəllimin imzası		

Yoxlama sualları:

- 1.Lingli alətlər.Növləri və tətbiqi sahələri?
- 2.Passometr,iş prinsipi, ölçü şkalası?
- 3.Passimetr və onun tətbiqi sahələri?
4. Lingli daxiliölçənlər və onun tətbiqi sahələri?
- 5.İndikatorlu daxiliölçənlər və onun iş prinsipi ?
6. İndikatorlu daxiliölçənlərin ölçü şkalası və ölçü vahidi?

ТЕМА № 3.

ИЗМЕРЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ПРИ ПОМОЩИ РЫЧАЖНЫМИ ПРИБОРАМИ.

Задача:

1. Определить отклонений поверхностей сопрягаемых деталей .
2. Провести расчет о проделанной работе.

Цель работы:

Приобретение навыков пользования рычажными приборами. Освоение измерений. Определить годности, отклонения поверхностей и допуск сопрягаемых деталей.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Индикаторный нутромер, рычажно – зубчатые, рычажные, рычажно – резьбовые, рычажная скоба – пассаметр, рычажная скоба для измерения внутренних диаметров - пассиметры, индикатор, индикатор часового типа, плоскопараллельные концевые меры, индикатор типа зубчатой передачи и измеряемые детали.

Правила выполнения работы:

1. Основные виды рычажных инструментов, индикаторов, индикаторных нутромеров. Изучение отсчетные устройство индикатора и область применения.
2. Разработать методику отсчета основной шкалы рычажных скоб, индикаторов, индикаторных нутромеров.
3. Измерения различными рычажными инструментами деталей.
4. По данным результатам составить схематическую таблицу измерения.
5. Определить анализ результатов.

Теоретические сведения:

Для упрощения допуски можно изображать графически в виде полей

допусков по ГОСТ-у 25347-2002 . При этом ось изделия всегда располагается под схемой. Поле допуска (рис.3.1) ограничивается верхним и нижним отклонениями. Поля допуска определяются по положению относительно номинального размера. Графическом изображении поле допуска заключено между соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии. Нулевая линия соответствует номинальному размеру. От нулевой линии откладывают отклонения размеров при графическом изображении (рис.3.2) допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, положительные отклонения откладывают вверх от нее, а отрицательные вниз.

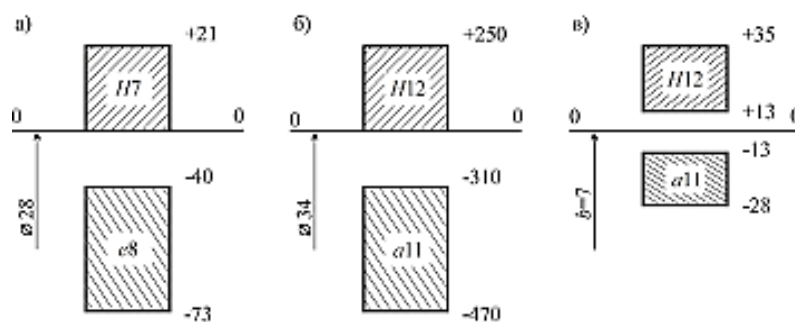


Рисунок 3.1 **Предельные отклонение**

$$\phi 28 \begin{pmatrix} +0,021 \\ 0 \end{pmatrix}; \phi 28 \begin{pmatrix} -0,040 \\ -0,073 \end{pmatrix}; \phi 34 \begin{pmatrix} +0,250 \\ 0 \end{pmatrix}; \phi 34 \begin{pmatrix} -0,310 \\ -0,470 \end{pmatrix}; 7 \begin{pmatrix} +0,035 \\ +0,013 \end{pmatrix}; 7 \begin{pmatrix} -0,013 \\ -0,028 \end{pmatrix}.$$

После выбора предельных отклонений по стандарту можно определить предельных размеров:

$$D_{\max} = D_n + ES; \quad d_{\max} = d_n + es; \quad 3.1$$

$$D_{\min} = D_n + EI; \quad d_{\min} = d_n + ei.$$

Допуск это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями. Допуск обозначают буквой - **T** от фр. «tolerance».

Допуск отверстия - **TD** а вала - **Td**.

$$TD = D_{\max} - D_{\min} \quad 3.2$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min}$$

При верхним и нижним отклонениями.

$$TD = |ES - EI| \quad 3.3$$

$$Td = |es - ei|$$

Допуск всегда положителен. С увеличением допуска качество продукции ухудшается, а стоимость изготовления снижается. Изображение на чертежах деталей допуск к размерам является искаженным. Поэтому для упрощения размер допуска изображают графически в виде поля допуска.

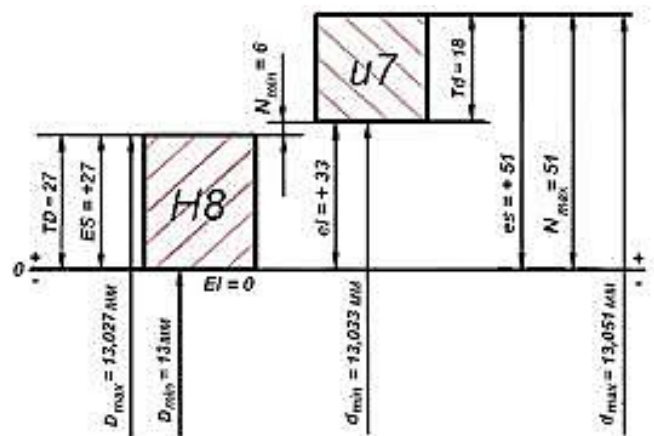


Рисунок 3.2 Графическое изображение допуска

При графическом изображении поле допуска принимается масштаб например, 1мкм=1мм; 1мкм=2мм и т.д.

В соединении деталей, входящих одна в другую, есть охватывающие - отверстие и охватываемые - вал поверхности. Термины отверстие и вал относятся не только к цилиндрическим деталям круглого сечения, но и к элементам деталей другой формы ограниченными двумя параллельными плоскостями - паз, шпонка. У основного вала верхнее отклонение равно нулю - $es = 0$. У основного отверстия нижнее отклонение равно нулю - $EI = 0$. Допуски размеров охватывающей и охватываемой поверхностей сокращенно назовем соответственно допуском отверстия -TD и допуском вала - Td.

В данный момент для определения отклонение поверхностей (рис.3.3) используется индикаторный нутромер, рычажно – зубчатые, рычажные, рычажно – резьбовые, рычажная скоба – пассаметр, рычажная скоба для измерения внутренних диаметров - пассиметры, индикатор, индикаторы часового типа, плоскопараллельные концевые меры, индикаторы типа зубчатой передачи.



Индикаторные нутромеры



Индикаторная скоба СИ 100 ГОСТ 11098–2000



**Индикаторные нутромеры:
НИ 10–18–1 ГОСТ 868–2002,
НИ 18–50 –1 ГОСТ 868–2002,
НИ 100–160 –1 ГОСТ 868–2002**



**Индикаторный глубиномер
ГИ-100 ГОСТ 7661-2000**



**Индикаторный толщиномер
ТР-25-60Б ГОСТ 11358-2001**



**Индикаторный толщиномер
ТН-10-60 ГОСТ 11358-2001**



Индикаторные толщиномеры для измерения стен деталей.

С-2 ГОСТ 11358-2001

С-10А ГОСТ 11358-2001

С-25 ГОСТ 11358-2001

С-10Б ГОСТ 11358-2001



Flagma.ua

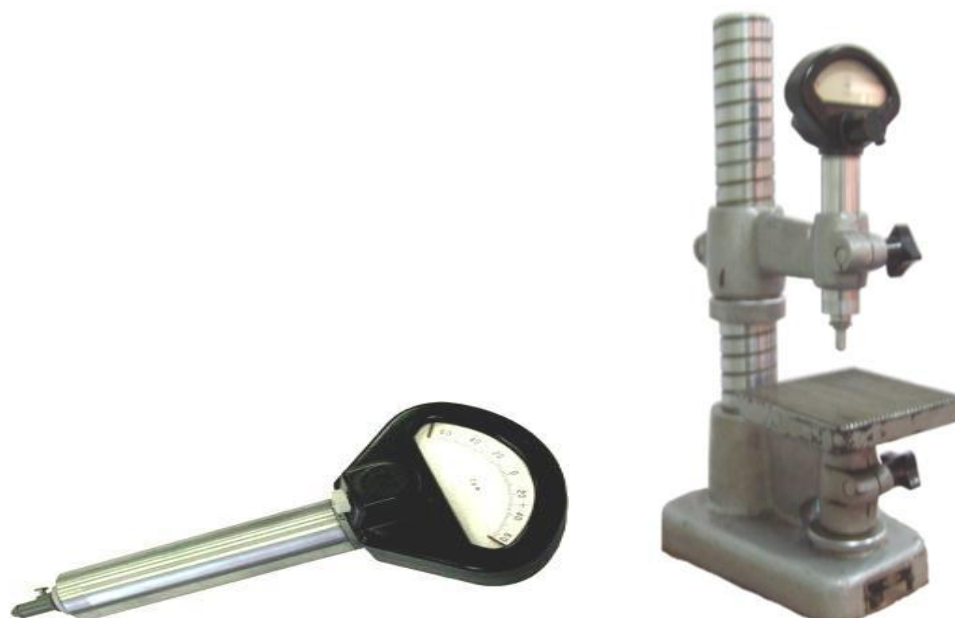
Электронные индикаторные нутромеры



Рычажно-зубчатые индикаторы

ИРБ ГОСТ 5584–2000

ИРТ ГОСТ 5584–2000



Микрокатор:

ЗИГП ГОСТ 6933–2001.

Установочное закрепление



Специальный рычажной нутромер



Цифровые индикаторные нутромеры



Индикаторные нутромеры



Пассаметры

Рисунок 3.3 Приборы для определения отклонение поверхностей

Измерения этими приборами проводятся относительными и контактными способами измерения. При помощи рычажными инструментами определяют предельные размеры относительно номинального. Для выполнения используется **два вида рычажных инструментов:**

1. Рычажная скоба – пассаметр, пассиметры.

2. Рычажные индикаторные приборы.

При помощи рычажными приборами не возможно определить действительный размер измеряемых поверхностей. Этими приборами определяют точность и отклонение измеряемых поверхностей.

Рассмотрим рычажных скоб – пассаметры и пассиметры. Для измерения внутренних диаметров деталей используются пассиметры.

Пассаметр (рис.3.4) это рычажная скоба представляет собой приспособление для сравнительно точных замеров внешнего диаметра отдельных видов деталей

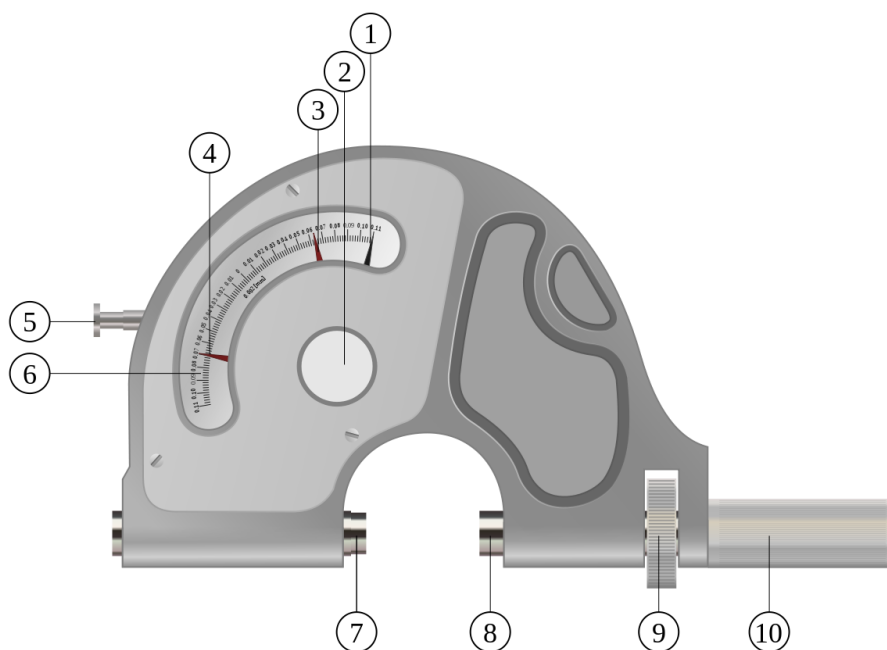


Рисунок 3.4 Пассаметр

Пассаметр состоит из наружного корпуса скобы, основной шкалы - 6, указателя предела действительных отклонений - 1-3, стрелка - 4,

подвижной пятки - 7 , регулируемой неподвижной пятки - 8, предохранительного чехла- 10, гайки фиксатора - 9, кнопки арретира - 5, определителя границы отклонений - 2.

Пассаметр работает просто. Во время замера движется специальная пятка. Ее перемещение приводит в движение измерительный рычаг. На этом рычаге имеется зубчатый участок. В результате его смещения проворачивается зубчатое колесо и стрелка, зафиксированная на оси этого колеса.

Предусматривается всегда спиральная пружина, поджимающая зубчатое колесо к нужному участку рычага. В результате между ними отсутствует зазор. Винт небольшого размера помогает установить прибор на нулевое значение. Задают эту отметку с помощью блока концевых мер.

Нельзя приступать к измерениям, пока он не выставлен нормально на нулевую отметку по блоку концевых мер. Для этого потребуется высвободить стопор, который фиксирует жестко закрепленную пятку. За тем отвести ее от движущейся в процессе измерения части на дистанцию явно большую, чем габарит блока концевых мер. Поставить этот блок точно между пяточными торцами. Прокручивая винт, остановиться, когда стрелка достигнет нулевого положения. Вновь зафиксировать обычно неподвижную пятку пассаметра стопором. Если предыдущая операция была произведена недостаточно аккуратно, и стрелка сдвинулась, стоит повторить процедуру подстройки с самого начала.

Когда настройка на ноль завершена, можно начинать замеры. Техника измерения тоже проста: нужно суммировать габарит блока концевых мер и показатель отклонения, демонстрируемый стрелкой.

В первом случае микровинт крутят до тех пор, пока не будет достигнуто нулевое значение на отсчетной «шкале-стрелке».

Установить, каково измеренное значение, помогает микрометрическое устройство отсчета. При использовании его интерполируют доли деления методом глазомера. Механизм из рычагов и зубьев при этом оказывается нуль-индикатором, то есть по существу ограничителем измерительной способности.

Тогда измеренную величину придется определять сразу по двум отсчетным устройствам. Сначала выясняют, что показала микрометрическая часть прибора. Потом к полученной цифре алгебраическим способом добавляют отсчет по «шкале-стрелке». Рычажные скобы также иногда крепят в специальных стойках. Однако такое подобие стационарного измерительного устройства подвержено тем же методическим погрешностям при замере, что и гладкий микрометр.

Регулируемую скобу делают и калибруют плитками **Иогансона** сообразно требованиям ГОСТ 11098-2000. Инструмент применяют, чтобы как можно точнее замерять детали в виде тел вращения: валы, различные оси, болты, толщина и длина различных предметов.

Позволяет измерять размеры предметов, заготовок в механической металлообработке с погрешностью не более 1—2 мкм. -0,002мм.

Инструмент призван контролировать всего отклонение от необходимых допусков. Стоимость пассаметров очень велика, по этой причине, а также из-за узкой специализации они применяются только в серьезных промышленных предприятиях.

К рычажным индикаторным приборам относятся индикаторные нутромеры, рычажно – зубчатые, рычажные, рычажно – резьбовые, индикаторы, индикаторы часового типа и т.п.

Рычажными индикаторными(рис.3.5) приборами определяют сходство точных размеров и отклонение поверхностей.

С начала требуется определение номинального размера при помощи

рычажными индикаторными нутромерами.

Измерительным устройством в индикаторном нутромере служит индикатор часового типа или головок типа МКМ, 1ГР33 и др.

Индикатор 1 устанавливается в трубчатый корпус 7 прибора и закрепляется гайкой 8. На другом конце трубчатого корпуса имеется измерительная головка. Конструкция измерительной головки у приборов с различными пределами измерений различна.

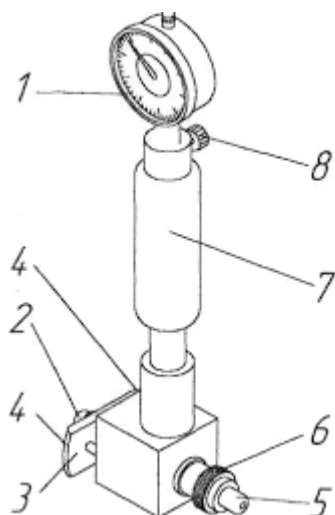


Рисунок 3.5 Рычажной индикаторный нутромер

Измерительная головка имеет с одной стороны измерительный стержень 2, с другой укрепляется сменная измерительная вставка 5 при помощи винта 6.

К нутромеру прилагается шесть штук сменных измерительных вставок. Для промежуточных размеров имеются шайбы, которые в случае необходимости надеваются на сменную измерительную вставку, увеличивая на соответствующую величину ее размера.

Нутромеры имеют центрирующий мостик 4, служащий для совмещения линии измерения с диаметральной плоскостью измеряемого отверстия при помощи направляющим 3.

При измерении отверстия перемещение измерительного стержня передается подвижному стержню, который, в свою очередь, передает перемещение измерительному стержню индикатора.

При работе прибор следует держать за теплоизоляционную ручку.

У прибора наибольшая глубина измерения равна 140 мм, перемещения измерительного стержня от среднего положения равны $\pm 0,5$ мм,

допустимая погрешность показаний $\pm 0,005$ мм в пределах любого участка перемещения измерительного стержня, равного $\pm 0,1$ мм.

После каждой смены измерительной (рис.3.6) вставки увеличивая на соответствующую величину ее размера проводится контроль

установленного размера по аттестационным кольцам, по

удлинительным блокам, микрометрами или цифровыми

штангенциркулями.

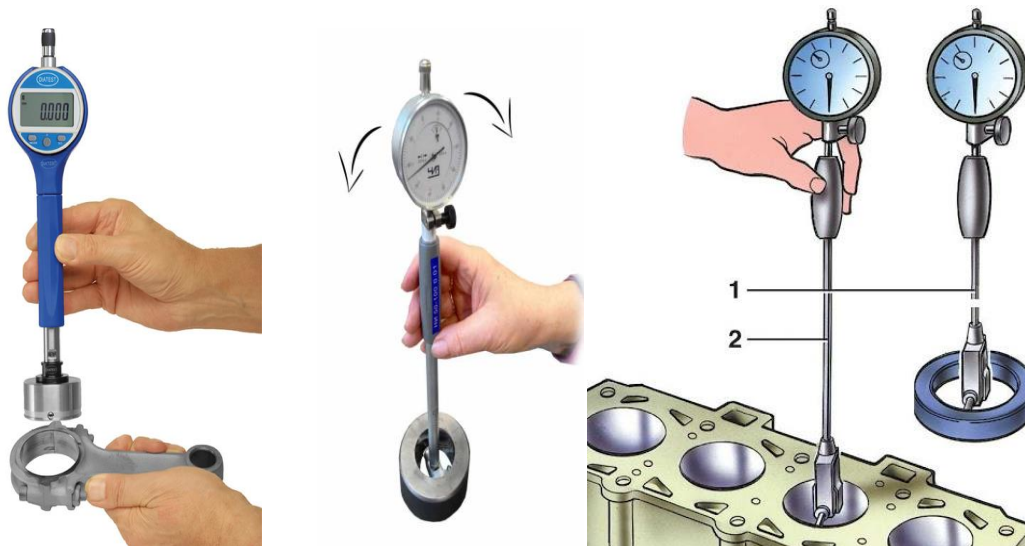


Рисунок 3.6 Нутромеры для измерения различных диаметров

В нутромерах обычного типа применяются индикаторы с ценой деления 0,01 мм, в нутромерах повышенной точности применяются рычажно-зубчатые головки с ценой деления 0,001 или 0,002 мм.

Предел измерений делений по основной шкале у индикатора часового типа (рис.3.7) равен 100. Цена каждого деления равен 0,01 мм. В индикаторах этого типа перемещение измерительного стержня вызывает перемещение большой стрелки по основной шкале. Перемещение малой стрелки по малой шкале.

Маленькая шкала является указателем поворотов и по ней отсчитывается целое число оборотов большой стрелки. Одно деление маленькой шкалы это один оборот большой стрелки.



Рисунок 3.7 **Индикатор часового типа**

Измерительным устройством в индикаторном нутромере служит индикатор часового типа измеряющий отклонение внутренних поверхностей. Индикаторный нутромер (рис.3.8) часового типа в основном состоит из индикатора, корпуса с рукояткой, измерительного стержня и сменного измерительной вставки. Для обеспечения износостойкости измерительной стержней и сменной измерительной вставок изготавливают из твердого сплава или легирующей стали.

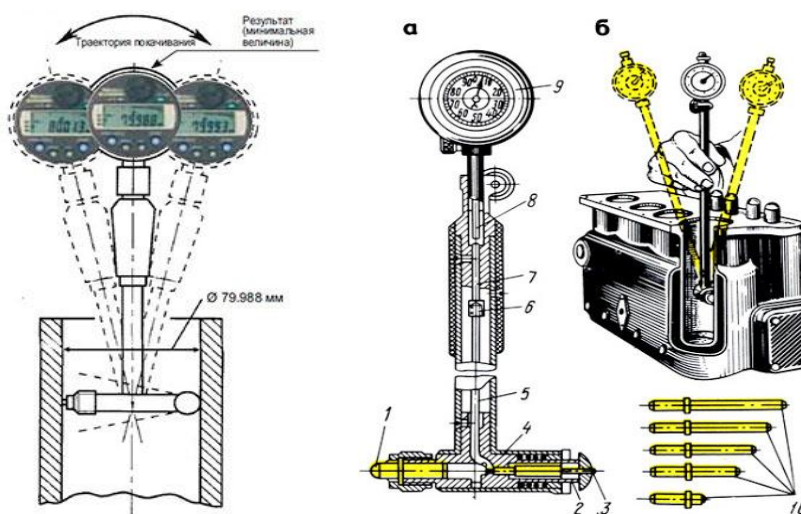


Рисунок 3.8 **Индикаторный нутромер**

В данный момент у нас и в соседних странах в основном используется цифровые индикаторные нутромеры с ценой деления 0,001 или 0,002 мм .

Перед началом измерения нутромер необходимо настроить на нуль по блоку плиток, имеющему размер, равный номинальному размеру сопряжения.

Для настройки блок плиток установить между двумя боковичками и закрепить в специальной струбцине.

Нутромер своими измерительными наконечниками ввести между выступающими кольцами боковичков.

Покачиванием нутромера в различных плоскостях добиться того, чтобы показания его стали минимальными. В этом случае линия измерения перпендикулярна рабочим плоскостям боковичков и путем поворота шкалы прибор настроить на нуль.

Измерение внутреннего диаметра кольца проводится, как и для валиков, в трех точках в среднем сечении кольца.

Среднее арифметическое значение из полученных результатов считается действительным размером отверстия.

Необходимо помнить, что нутромер показывает лишь отклонения размера отверстия от его номинального значения, причем положительные отклонения отсчитываются в направлении против часовой стрелки.

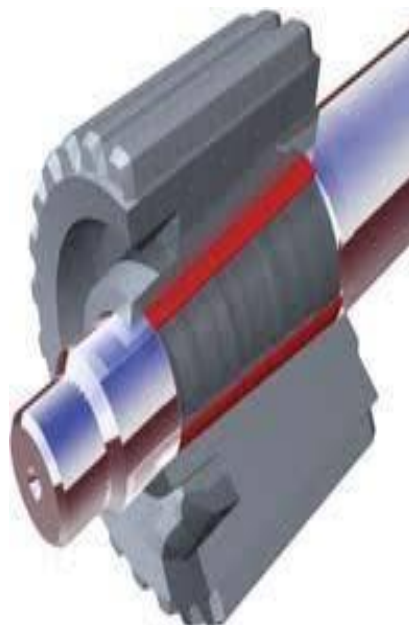
Условное обозначение нутромеров указывается:

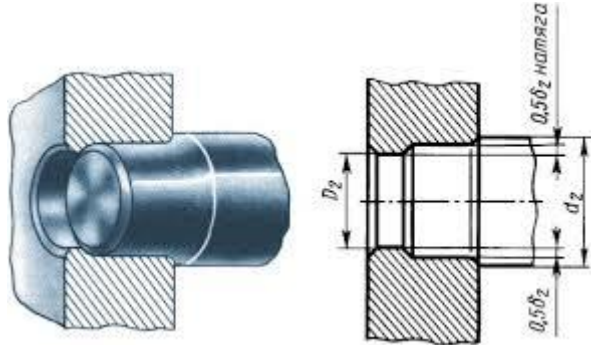
Нутромер18 - 50 (0,002) ГОСТ 9244-2000.

Здесь интервал измерения 18...50 мм, точность деления 0,002 мм.

Порядок выполнения работы:

- 1.Выполнить эскиз сопрягаемых деталей.
- 2.В таблицу отчета записать из ГОСТ 25347-2001 предельные отклонения и допуски для всех размеров.
- 3.Подсчитать предельные размеры, допуски размеров и результаты занести в соответствующие графы таблицы отчета.
- 4.Произвести выбор рычажных скоб, рычажных индикаторных приборов и индикаторного нутромера для измерения каждого размера.
- 5.Определить отклонение поверхностей всех диаметров, глубин, длин и внутренних поверхностей измеряемых деталей .
- 6.Измерение каждого размера производить в двух положениях.
- 7.После каждого расчета определить допуск размеров.
- 8.Вычертить схему расположения полей допусков для всех размеров по указанию преподавателя



Задача: Измерение размеров		Эскиз измеряемой детали						
Деталь №								
Результаты измерений, mm								
Послед.	Наименование	Сечения, перпендикулярные к оси						Заключение о годности
		I		II		III		
		Направления						
1								
2								
3								
4								
5								
Дата выполнения работы				Дата сдачи работы				
Подпись студента				Подпись преподавателя				

Контрольные вопросы:

1. Рычажные инструменты. Виды и область применения?
2. Пассаметр, порядок работы, цена деления измерительной шкалы?
3. Пассаметр и область применения?
4. Рычажные нутромеры и область применения?
5. Индикаторные нутромеры и порядок работы?
6. Основная шкала индикаторного нутромера и единица измерения ?

TOPIC No. 3.
MEASURING LINEAR DIMENSIONS
BY HANDLING WITH LEVER INSTRUMENTS.

Task:

1. Determine the deviations of the surfaces of the mating parts.
2. Make calculation of the current work.

Purpose of work:

Acquisition of skills to use lever devices. Mastering the measurements.

Determine suitability, surface deviations and tolerance of mating parts.

Measuring instruments and objects for the current work:

Indicator caliper, lever - toothed, lever, lever - threaded, lever bracket - passameter, lever bracket for measuring internal diameters - passimeters, indicator, dial indicator, plane-parallel end measures, gear type indicator and measurable details.

Work execution rules:

1. The main types of lever tools, indicators, indicator calipers. The study of readout indicator device and scope.
2. To develop a methodology for reading the main scale of lever brackets, indicators, indicator calipers.
3. Measurements with various lever tools of parts.
4. Based on these results, draw up a schematic measurement table.
5. Define analysis of the results.

Theoretical information:

To simplify the tolerances can be depicted graphically in the form of tolerance fields according to GOST-25347-2002. In this case, the axis of the product is always located under the diagram. The tolerance field is limited by the upper and lower deviations (Fig.3.1). Tolerance fields are determined by position relative to the nominal size. In the graphic image, the tolerance field is enclosed between the corresponding upper and lower deviations relative to

the zero line. The zero line corresponds to the nominal size. Dimension deviations from the zero line are plotted for tolerances and landings graphically (Fig.3.2). If the zero line is horizontal, positive deviations are laid up from it, and negative ones down.

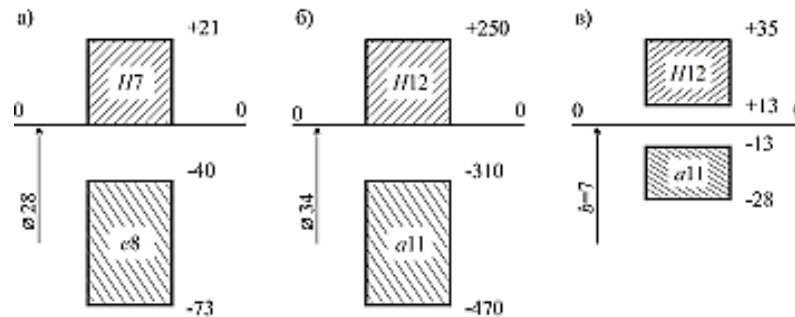


Figure 3.1 **Limit deviation**

$$\phi 28 \begin{pmatrix} +0,021 \\ 0 \end{pmatrix}; \phi 28 \begin{pmatrix} -0,040 \\ -0,073 \end{pmatrix}; \phi 34 \begin{pmatrix} +0,250 \\ 0 \end{pmatrix}; \phi 34 \begin{pmatrix} -0,310 \\ -0,470 \end{pmatrix}; 7 \begin{pmatrix} +0,035 \\ +0,013 \end{pmatrix}; 7 \begin{pmatrix} -0,013 \\ -0,028 \end{pmatrix}$$

After selecting the maximum deviations according to the standard, you can determine the maximum dimensions:

$$D_{\max} = D_n + ES; \quad d_{\max} = d_n + es; \quad 3.1$$

$$D_{\min} = D_n + EI; \quad d_{\min} = d_n + ei.$$

Tolerance is the difference between the largest and smallest limit sizes, or the algebraic difference between the upper and lower deviations. Tolerance is denoted by the letter - the letter - **T** from fr. "Tolerance". The hole tolerance is **TD** and the shaft tolerance is **Td**.

$$TD = D_{\max} - D_{\min} \quad 3.2$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min}$$

With upper and lower deviations.

$$TD = |ES - EI| \quad 3.3$$

$$Td = |es - ei|$$

Tolerance is always positive. With an increase in tolerance, product quality deteriorates, and manufacturing costs decrease.

The image on the drawings of parts dimensional tolerance is distorted.

Therefore, to simplify the size of the tolerance is depicted graphically in the form of a tolerance field.

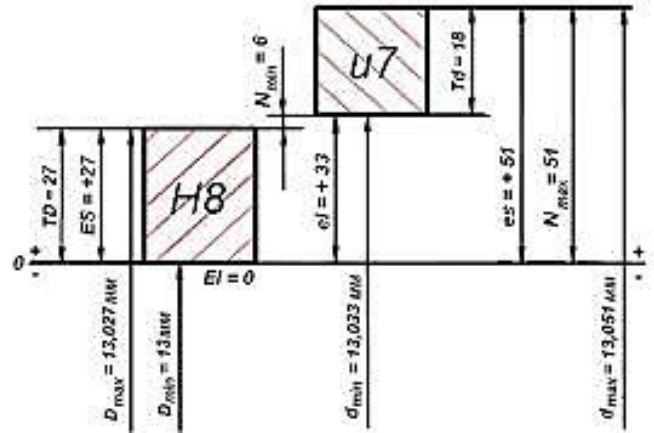


Figure 3.2 **Graphic representation of tolerance**

With a graphic image, the tolerance field is taken as a scale, for example, 1 mcm = 1 mm; 1 mcm = 2mm, etc.

In the connection of parts that enter one into the other, there is a covering - hole and covered - a surface shaft. The terms hole and shaft refer not only to cylindrical parts of circular cross section, but also to elements of parts of another shape limited by two parallel planes - a groove, a key. For the main shaft, the upper deviation is zero - $es = 0$. At the main hole, the lower deviation is zero - $EI = 0$. The tolerances of the dimensions of the female and male surfaces will be abbreviated as the hole tolerance -TD and the shaft tolerance -Td.

At present, an indicator caliper is used to determine the surface deviation (Fig.3.3), lever-toothed, lever, lever-threaded, lever bracket - passameter, lever bracket for measuring internal diameters - passimeters, indicator, dial gauges, plane-parallel end measures, gear type indicators.



Indicator calipers



Indicator bracket SI 100 GOST 11098–2000



Indicator calipers:

NI 10–18–1 GOST 868–2002,

NI 18–50 –1 GOST 868–2002,

NI 100–160 –1 GOST 868–2002



Depth gauge

GI – 100 GOST 7661–2000



Indicator thickness gauge

TR – 25–60B GOST 11358–2001



Indicator thickness gauge

TN – 10–60 GOST 11358–2001



Indicator thickness gauges for measuring walls of parts.

S – 2 GOST 11358–2001 S – 10A GOST 11358–2001

S – 25 GOST 11358–2001 S – 10B GOST 11358–2001



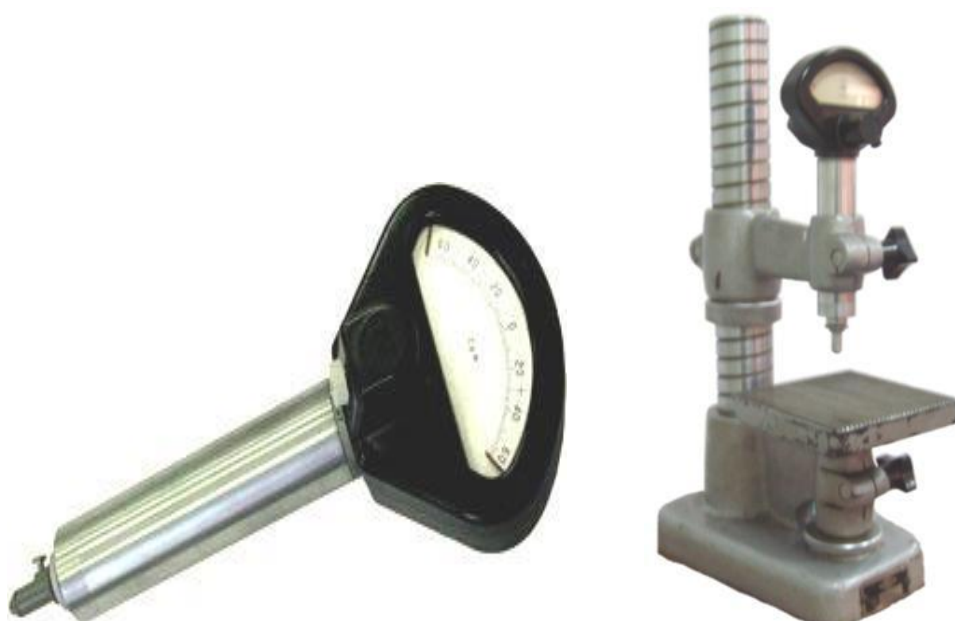
Electronic indicator calipers



Lever-gear indicators

IRB GOST 5584–2000

IRT GOST 5584–2000



Mikroskop:

2IGP GOST 6933-2001.

Installation clamp



Special lever caliper



Digital Indicator Bore Gauges



Indicator calipers



Passameters

Figure 3.3 Devices for determining the deviation of surfaces

Measurements by these devices are carried out by relative and contact measurement methods. Using lever tools to determine the maximum dimensions relative to the nominal. For execution, two types of lever tools are used:

1. Lever bracket - passameter, passimeters.

2. Lever indicator devices.

Using lever instruments it is not possible to determine the actual size of the measured surfaces. These instruments determine the accuracy and deviation of the measured surfaces.

Consider the lever brackets - passameters and passimeters.

Passimeters are used to measure the internal diameters of parts.

Passameter(Fig.3.4) is a lever bracket is a device for relatively accurate measurements of the outer diameter of individual types of parts.

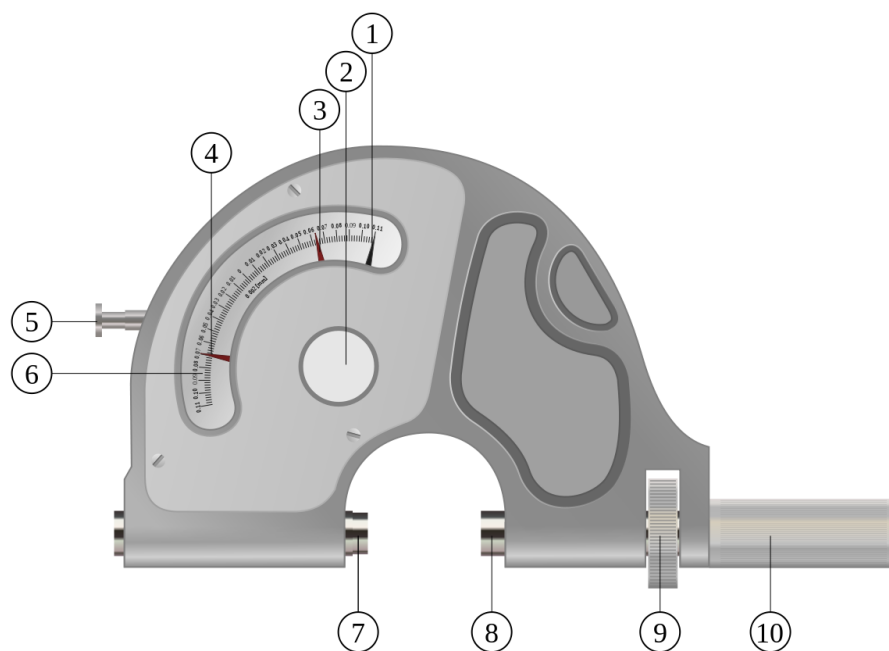


Figure 3.4 Passameter

The passameter consists of the outer bracket body, the main scale is-6, the actual deviation limit indicator is -1-3, the arrow is - 4, the movable heel is - 7, the adjustable fixed heel is - 8, the safety cover is - 10, the lock nut is - 9, the arrestor button is - 5, and the deviation limit identifier is - 2.

Passameter works simply. During measurement, a special heel moves. Its movement drives the measuring arm. There is a gear section on this lever. As a result of its displacement, the gear is rotated and the arrow fixed on the axis of this wheel.

A spiral spring is always foreseen, which draws the gear to the desired section of the lever. As a result, there is no gap between them. A small screw helps set the instrument to zero. Set this mark using the end block.

It is impossible to start measurements until it is normally set to the zero mark on the block of end measures. This will require release the stopper that locks the rigidly fixed heel.

Then take it away from the moving part during the measurement process to a distance clearly greater than the size of the end-block. Place this block exactly between the heel ends. When turning the screw, stop when the arrow reaches the zero position. Fix the usually fixed heel of the passameter again with the stopper. If the previous operation was not done accurately enough and the arrow moved, it is worth repeating the adjustment procedure from the very beginning.

When the zero adjustment is complete, you can start measuring. The measurement technique is also simple: you need to summarize the size of the block of end measures and the deviation rate shown by the arrow.

In the first case, the microscrew is twisted until a zero value is reached on the reference “arrow-scale”. The micrometer reading device helps to establish what the measured value is. When using it, interpolate the division fraction by the eye method. The mechanism of the levers and teeth turns out to be a null indicator, that is, essentially a limiter of the measuring ability. Then the measured value will have to be determined immediately by two reading devices. First they figure out what the micrometric part of the device showed. Then, a countdown on the “arrow-scale” is added to the resulting figure in an algebraic way. Lever brackets are also sometimes mounted in

special racks. However, this semblance of a stationary measuring device is subject to the same methodological measurement errors as a smooth micrometer.

An adjustable bracket is made and calibrated with Johanson tiles in accordance with the requirements of GOST 11098-2000.

The tool is used to measure as accurately as possible parts in the form of bodies of revolution: shafts, various axes, bolts, thickness and length of various objects.

Allows you to measure the size of objects, blanks in mechanical metalworking with an error of not more than 1-2 microns. -0.002mm.

The tool is designed to control the entire deviation from the required tolerances. The cost of passameters is very high, for this reason, and also because of their narrow specialization, they are used only in serious industrial enterprises.

Lever indicator instruments include indicator calipers, lever - gear, lever, lever - threaded indicators, dial gauges, etc.

Lever indicator devices determine the similarity of exact dimensions and the deviation of the surfaces (Fig.3.5).

From the beginning, it is necessary to determine the nominal size using lever indicator calipers.

The measuring device in the indicator caliper is an indicator of the sentry type or heads of the MKM, 1GR3Z type, etc.

The indicator 1 is installed in the tubular body 7 of the device and fixed with a nut 8. At the other end of the tubular body there is a measuring head. The design of the measuring head for devices with different measurement limits is different.

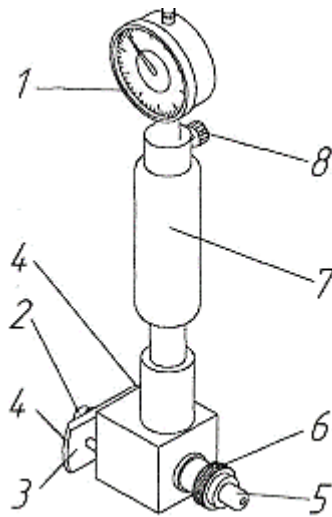


Figure 3.5 Lever Indicator Bore Gauge

The measuring head has a measuring rod 2 on one side, and a replaceable measuring insert 5 is fixed on the other with a screw 6. Six pieces of interchangeable measuring inserts are attached to the nutromera. For intermediate sizes, there are washers that, if necessary, are worn on a removable measuring insert, increasing its size by an appropriate amount. Nutrometers have a centering bridge 4, which serves to align the measurement line with the diametrical plane of the measured hole using guides 3.

When measuring a hole, the movement of the measuring rod is transmitted to the movable rod, which, in turn, transfers the movement to the measuring rod of the indicator.

During operation, the device should be held by the heat-insulating handle. The device has the largest measurement depth of 140 mm, the displacements of the measuring rod from the middle position are ± 0.5 mm, the permissible error of readings $= + 0.005$ mm within any portion of the movement of the measuring rod equal to ± 0.1 mm.

After each change of the measuring insert, increasing by the appropriate size of its size, the established size is checked by certification rings, extension blocks, micrometers or digital calipers(Fig.3.6) .

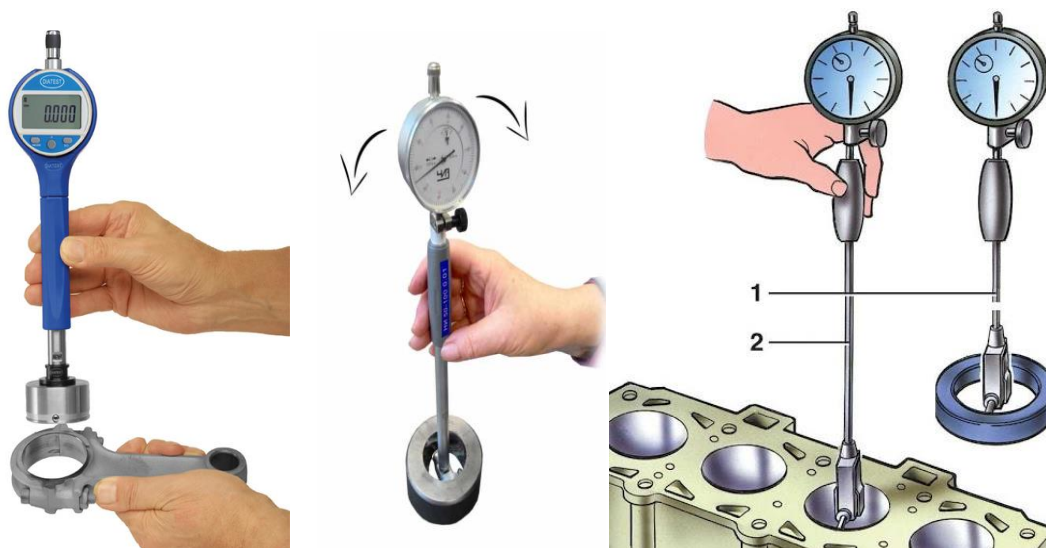


Figure 3.6 Bore gauges for measuring various diameters

Indicators with a division value of 0.01 mm are used in conventional calipers, and lever-toothed heads with a division price of 0.001 or 0.002 mm are used in calipers of increased accuracy.

The measurement limit of the divisions on the main scale of the dial (Fig.3.7) indicator is 100. The price of each division is 0.01 mm. In indicators of this type, the movement of the measuring rod causes the movement of a large arrow on the main scale. Move the small arrow on the small scale.

The small scale is a pointer to the turns, and an integer number of turns of the big arrow is counted on it. One division of a small scale is one revolution of a large arrow.



Figure 3.7

Clock indicator

The measuring device in the indicator caliper is a dial indicator measuring the deviation of the internal surfaces.

The dial-type indicator caliper mainly (Fig.3.8) consists of an indicator, a housing with a handle, a measuring rod and a replaceable measuring insert. To ensure the wear resistance of the measuring rods and interchangeable measuring inserts are made of hard alloy or alloy steel.

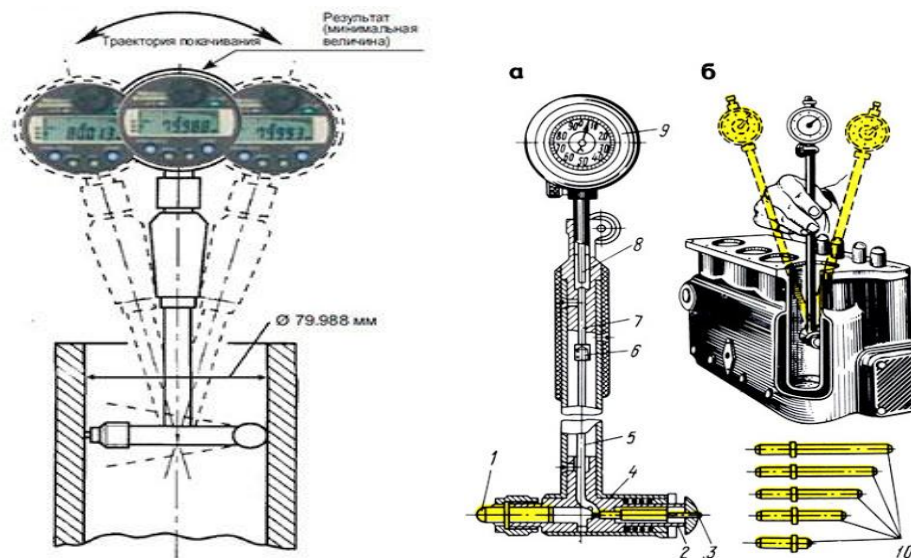


Figure 3.8 Indicator bore gauge

At the moment, we and in neighboring countries mainly use digital indicator calipers with a division value of 0.001 or 0.002 mm.

Before starting the measurement, the caliper must be set to zero on the block of tiles having a size equal to the nominal size of the interface. To set up a block of tiles, install between two side plates and fix in a special clamp. Insert the nutrometer with its measuring tips between the protruding rings of the sidewalls. By swaying the caliper in various planes, ensure that its readings become minimal. In this case, the measurement line is perpendicular to the working planes of the sidewalls and by turning the scale the device is set to zero.

The measurement of the inner diameter of the ring is carried out, as for the rollers, at three points in the middle section of the ring. The arithmetic mean of the results obtained is considered the actual hole size. It must be

remembered that the caliper only shows deviations in the size of the hole from its nominal value, and positive deviations are counted in the counterclockwise direction.

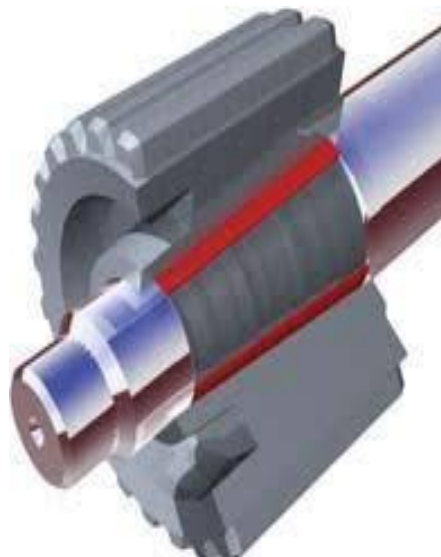
The symbol of the calipers is indicated:

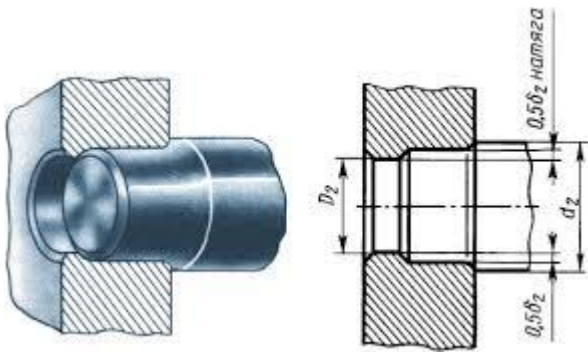
Nutromer18 - 50 (0,002) GOST 9244-2000.

Here the measurement interval is 18 ... 50 mm, the division accuracy is 0.002 mm.

Work execution order:

1. Make a sketch of the mating parts.
2. In the reference table, write down from GOST 25347-2001 limit deviations and tolerances for all sizes.
3. Calculate the size limits, size tolerances and results to enter in the appropriate columns of the report table.
4. Make a selection of lever brackets, lever indicator devices and indicator caliper for measuring each size.
5. Determine the deviation of the surfaces of all diameters, depths, lengths and internal surfaces of the measured parts.
6. Measure each size in two positions.
7. After each calculation, determine the dimensional tolerance.
8. Draw the layout of tolerance fields for all sizes as instructed by the teacher



Task: Dimension Measurement		Sketch of the measured part						
Detail №								
								
Measurement results, mm								
Sequences	Name	Sections perpendicular to the axis						Validity Conclusions
		I		II		III		
		Directions						
1								
2								
3								
4								
5								
Date of completion					Date of delivery of work			
Student's signature					Teacher Signature			

Test questions:

1. Lever tools. Types and application area?
2. Passameter, operating procedure, price of measuring scale?
3. Passimeter and application area?
4. Lever calipers and application area?
5. Indicator calipers and operating procedures?
6. The main scale of the indicator caliper and unit of measurement?

MÖVZU № 4

BUCAQLARIN VƏ KONUSLARIN ÖLÇÜLƏRİNİN XÜSUSİ LƏVAZİMATLARLA ÖLÇÜLMƏSİ

Tapşırıq:

1. Birləşmədə iştirak edən konusvari səthlərdə bucaqların və konusların həqiqi ölçülərini təyin etmək.
2. Hesabatı ölçmədən sonra görülmə işə əsasən tərtib edib qeyd etmək.

İşin məqsədi:

Konusların ölçülməsi(şək.4.1) metodikası və vasitələri ilə tanışlıq.

Bucaqölçənlərdən istifadə və ölçmənin mənimsənilməsi. Birləşmədə iştirak edən konusvari səthlərin yararlılığını təyin etmək.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

Morze alət konusları, bucaqölçənlər, şablonlar, bucaqlıqlar, konus kalibrləri, transportirli bucaqölçənlər, universal bucaqölçənlər və ölçülən nümunələr daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Bucaqölçənlərin əsas növləri, istifadə sahələrini və onların quruluşunu öyrənməli.
2. Bucaqölçənlərin noniuslu şkala üzrə hesabat metodikasını işləməli.
3. Bucaqölçənlər vasitəsi ilə verilmiş konusvari səthləri ölçməli.
4. Ölçmə zamanı alınmış nəticələri cədvələ yerləşdirməli
5. Konusvari səthlərin müəyyənləşdirilərək analizi .

Nəzəri məlumatlar:

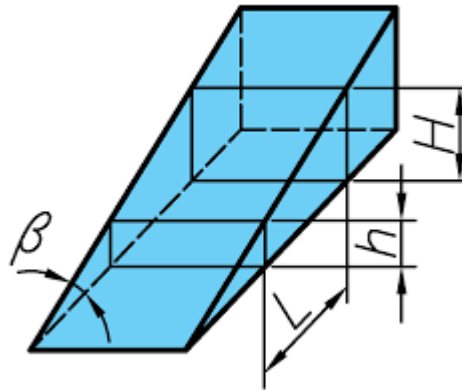
Standart FOCT 7664-2001-ə əsasən müstəvi bucağın ölçü vahidi dərəcə və radiandır. Dərəcə və radian arasında asılılıq belədir:

$$1^0 = \frac{2\pi}{360'} = 0,017453 \text{ rad};$$

$$1' = 0,00029088 \text{ rad};$$

$$1'' = 0,00000485 \text{ rad}.$$

$$1 \text{ pad} = \frac{360^0}{2\pi} = 57^0 17' 44,8'' = 3437' 45'' = 206264''.$$



Şəkil 4.1 Konusların ölçülməsi

Kiçik bucaqlar adətən düzbucaqlı üçbucağın tərəflərinin nisbəti ilə yəni bu bucaqların tangensi və ya sinusu kimi ifadə olunur. Təcrübi olaraq bu nisbətləri radianla işarə olunaraq bucağın özünə bərabər qəbul etmək olar. Bucaqların və konusların ölçmə metodları əsasən **üç növə** bölünür:

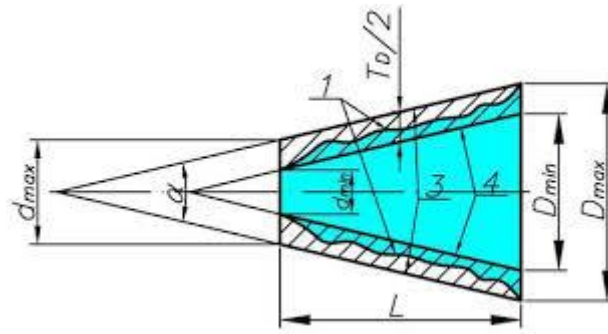
- 1.Sərt birölçülü nümunəvi bucaqölçənlərlə müqayisəli ölçmə metodu.**
- 2. Goniometrik ölçmə metodları.**
- 3.Triqonometrik ölçmə metodları.**

Müqayisəli ölçmə metodlarını bucaqölçənlər, şablonlar, bucaqlıqlar, konus kalibrlərindən istifadə ilə yerinə yetirmək olar.

Goniometrik ölçmə metodlarında bucağın ölçüsünü birbaşa transportirli bucaqölçənlər, universal bucaqölçənlər və sairə vasitəsi ilə yerinə yetirilir.

Triqonometrik ölçmə metodlarında bucağın qiymətini təyin etmək üçün xətti ölçülərin qiymətini ölçmək lazımdır.

ГОСТ 8908-2001,CT–СЭВ 1780-2000 standartlarında konusun diametrinin müsaidəsi(şəkil.4.2) iki üsulla normallaşdırılmışdır. Birinci üsulda aşağıdakı cizgidən göründüyü kimi uzununa kəsildikdə həqiqi konus hədd konusları arasında yerləşir və eyni zamanda konusluq bucağı və forma meyillənmələri də məhdudlaşır. İkinci üsulda isə müsaidə yalnız konusun verilmiş kəsiyində müəyyənləşdirilir və bu zaman konusluq bucağının meyillənməsi və forma meyillənməsi məhdudlaşmır.



Şəkil 4.2

Konusun diametrinin müsaidəsi

Konus birləşmələri üçün ara boşluğu, gərilmə və keçid oturmaları nəzərdə tutulmuşdur. Silindrik birləşmələrdən fərqli olaraq burada iş zamanı ox boyu qüvvənin təsiri ilə burucu momentə uyğun gərilmənin qiymətini dəyişmək mümkündür.

ГОСТ 25307 – 2002 tərəfindən müxtəlif növdə oturmalar yaratmaq üçün xarici konuslara d, e, f, g, h, js, k, m, n, p, r, s, t, u, x, z və daxili konuslara isə H, Js, N əsas meyillənmələri müəyyən olunmuşdur. Bu əsas meyillənmələr 4÷12 – ci kəvalitetlərin müsaidələri ilə birlikdə müsaidə sahələrini yaradırlar.

Konusların qiymətlərinin sayını tənzimləmək üçün CT–CƏB 1780-2000-də üç cərgə normal konuslar nəzərdə tutulmuşdur. Bunlardan başqa xüsusi konuslar da standartlaşdırılmışdır. Ən geniş yayılmış konuslar 0;1;2;3;4;5 və 6 nömrələri ilə işarə edilmiş Morze alət(şək.4.3) konuslarıdır.

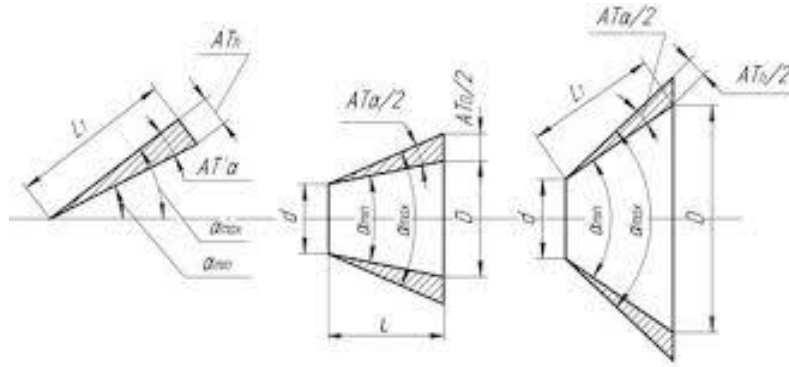


Şəkil 4.3

Morze alət konusları

Şəkildən göründüyü kimi bütün konuslar eyni parametrlərlə işarələnir.

Məlum olduğu kimi konuslar (şək.4.4) böyük - D və kiçik - d diametrləri, konusluq bucağı - α , maillik bucağı - $\alpha/2$ və uzunluğu - L ilə xarakterizə olunurlar. Bunlar arasında aşağıdakı əlaqələri göstərmək olar



Şəkil 4.4 Konuslar

$$(0,5D - 0,5d)/L = \operatorname{tg}\alpha/2$$

Burada

$$(D - d)/L = 2\operatorname{tg}\alpha/2 = C, \quad 4.1$$

Haradakı $2\operatorname{tg}\alpha/2 = C$ konsulluq adlanır.

$C/2 = \operatorname{tg}\alpha/2$ isə maillik - i adlanır.

ГОСТ 8908-2001 - ə əsasən bucaqların müsaidələri üçün 17 dəqiqlik səviyyələri müəyyənləşdirilmişdir: 1, 2, 3,17. Verilmiş dəqiqlik səviyyəsində bucağın müsaidəsini göstərmək üçün AT-yə (ingiliscə bucağın müsaidəsi sözlərinin baş hərfləridir) uyğun dəqiqlik səviyyəsinin nömrəsi əlavə olunur. Məsələn: AT1, AT2, AT3,, AT17. Bucaqların müsaidəsi bir dəqiqlik səviyyəsindən o birinə keçərkən ortaq vurğu $\varphi = 1,6$ olan həndəsi silsilə kimi dəyişir. Hər bir dəqiqlik səviyyəsi üçün ayrıca bucağın AT_α , AT_D və AT_h müsaidələri qəbul olunmuşdur.

$AT_h = AT_\alpha \cdot L \cdot 10^{-3}$ formulu ilə tapılır. Burada AT_h –mkm-lə; AT_α –mkrad-la; L-mm-lədir.

Konusluğu 1:3-dən kiçik konuslar üçün $AT_D = AT_h$ (fərq 2%-dən çox olmur). 1:3-dən böyük konuslar üçün $AT_D = AT_h / \cos\alpha/2$ formulu ilə

təyin olunur. Haradakı α konusun nominal bucağıdır.

Bu onunla izah olunur ki, səthin baza uzunluğu azaldıqca detalın dəzgaha bağlanma dəqiqliyi artır. Nəticədə hissənin (detailın) konus səthinin emalı zamanı emal xətası azalır.

Konusların ölçülməsində istifadə edilən ölçü cihazları və vasitələri birbaşa (nisbi) və ya dolaylı ölçmə metodlarına aid edilir.

Dəzgaha bağlanan tərəfinin səthinin baza uzunluğunun böyüməsi ilə bucaq müsaidesinin dəqiqlik dərəcəsi bir hədd azalması öz əksini

Cədvəl-4.1-də tapmışdır.

Bucaq müsaidesinin dəqiqlik dərəcələri

Cədvəl-4.1

Uzunluq İntervalları, mm	Dəqiqlik dərəcələri					
	AT 5			AT 6		
	AT mkrad	AT rəqs	AT mkm	AT mkrad	AT rəqs	AT mkm
10 kimi	315	1	3.2 ... 4	500	140	5
10-16	250	50	2.5 ... 4	400	120	4 ... 6.3
16-25	160	40	3.2 ... 5	315	1	5 ... 8
25-40	160	22	4 ... 6.3	250	50	6.3 ... 10
40-63	125	26	5 ... 6	200	40	7 ... 12.5
63-100	100	20	6.3 ... 10	160	32	10 ... 16
100-150	80	16	6 ... 12.5	125	26	12.5 ... 20
160-250	63	12	10 ... 12	100	20	16 ... 25
125-400	50	10	12.5 ... 20	80	16	20 ... 22
400-600	40	8	16 ... 25	63	12	25 ... 40
600-1000	31.5	6	20 ... 32	50	10	32 ... 50
1000-1600	25	5	25 ... 40	40	8	40 ... 63
1600-2500	20	4	32 ... 50	31.5	6	50 ... 80

Hal-hazırda morze alət konusları, sinus xətkəşləri, bucaqölçənlər, şablonlar, bucaqlıqlar, konus kalibrləri, transportirli bucaqölçənlər, universal bucaqölçənlərdən (şək.4.5) istifadə edilir.



Morze alət konusları

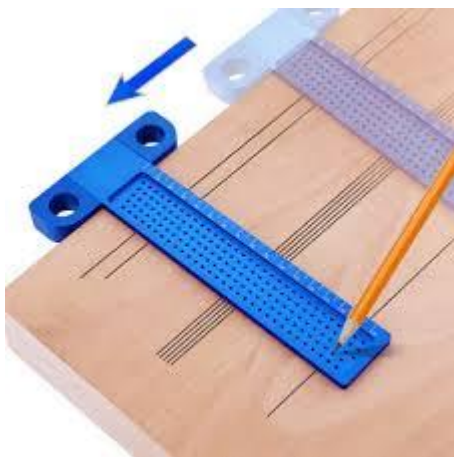


Sinus xətkəsləri

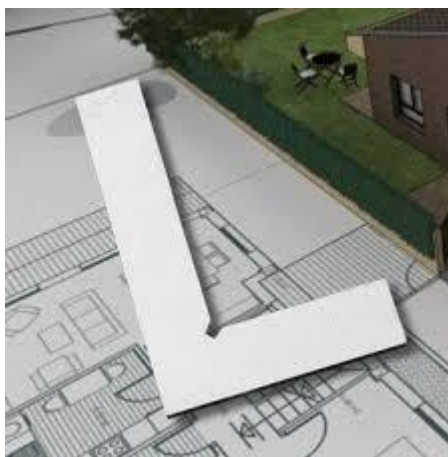


Profillər 5, 10, 20 düymlik

Sinus xətkəsləri



T - tipli 160mm-lik xətkəş



Kvadrat bucaqlıq şablon



Bucaqölçən kalibrlər



Sinus xətkəşləri



Müstəvi bucaqölçənlər



Universal mexaniki və monitorlu bucaqölçənlər



**Transportirli bucaqölçənlər
ГОСТ 5378-2000**



Universal bucaqölçənlər-2YM, 5YM ГОСТ 5378-2000



Bucaqölçənlər -2 ym(2')Tip 1 (0...1)



Bucaqölçənlər – Tip 3-5, 0 - 360°5'



Saattipli sferblatlı bucaqölçənlər – KRİN 0 - 360°



Lingli bucaqölçənlər

Şəkil 4.5 Müxtəlif növ bucaqölçənlər

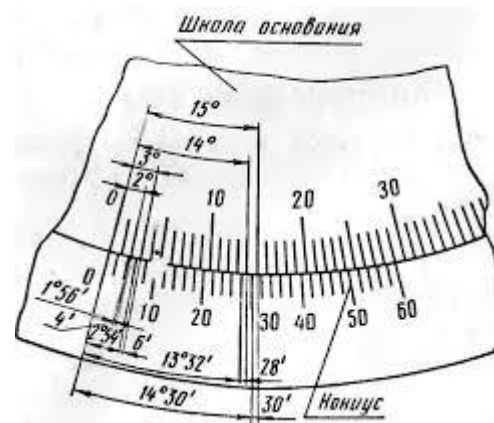
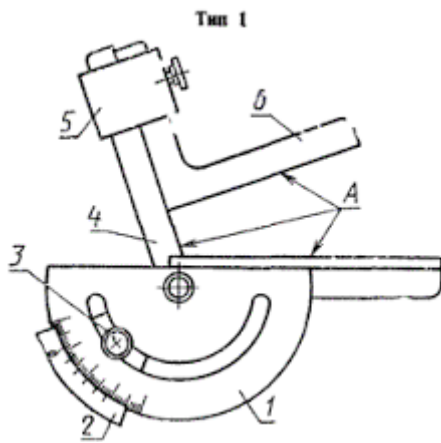
Maşınqayırmada hissələri toxunma metodu ilə ölçmək üçün müvafiq noniusları olan standartlaşdırılmış bucaqölçənlərdən istifadə olunur. Laboratoriya zamanı bucaqların və konusların ölçülməsi üçün **iki tip** bucaqölçənlərdən istifadə edəcəyik:

1.Transportirli bucaqölçənlər.

2.Universal bucaqölçənlər.

Transportirli bucaqölçənləri istifadə etməzdən əvvəl onun hissələrini və hər bir hissənin funksiyasını nəzərdən keçirib öyrənək.

Transportirli bucaqölçənlər(şək.4.6) üzərində 120° qövs olan əsas şkaladan – 1, nonius şkalasından - 2, bərkidici vintdən – 3, xətkəşdən – 4, bucaqlıqdan – 6, tənzimləyici dayandırıcı vintdən - 5 ibarətdir.

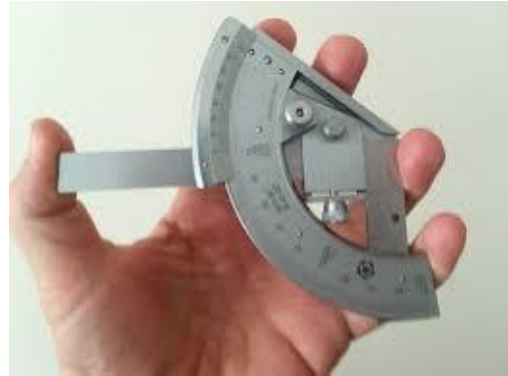
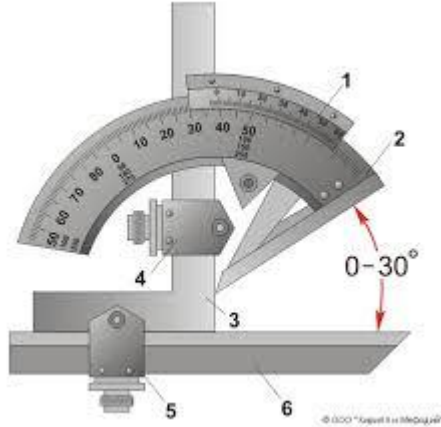


Şəkil 4.6 **Transportirli bucaqölçənlər**

Transportirli bucaqölçən üzərində 120° qövsü olan 0-dan 180° -yə qədər bucaqların ölçülməsi üçün istifadə edilən transportir formalı əsas şkaladan ibarətdir. Şkalanın hər bir bölgüsü 1° -dir. Əsas şkalanın üzərinə sərt surətdə əsas xətkəş birləşdirilmişdir. Hərəkət edən xətkəş nonius şkalası ilə birlikdə fırlanır. Müəyyən bir bucağı dəqiq ölçmək üçün vint bərkidilir və vintin vasitəsilə xətkəş noniusla birlikdə tələb olunan vəziyyətə gətirilir. Bərkidici vint xətkəşi bərkitmək üçün istifadə edilir. 0-dan 90° -yə kimi olan bucaqları ölçmək üçün isə xətkəşin üzərinə bucaqlıq taxılır. 90° -dən 180° -yə qədər olan bucaqları ölçərkən isə bucaqlıqdan istifadə edilmir yəni çıxarılır.

Universal bucaqölçən(şək.4.7) üzərində əsas dərəcə şkalası göstərilmiş seqmentdən - 2 və üzərinə bərkidilmiş nonius – 1 sektordan ibarətdir. Sektor seqmentin üzərində hərəkət edə bilər. Tutqac - 4 vasitəsilə sektorun

üzərində bucaqlığı – 3 bərkitmək olar. Onun da üzərinə çıxarılıb-taxılan xətkəsi – 6 bərkidilir. Əsas noniusu ilə onun xətkəsi sərt bərkidilir. Bucaqölçənin əsas şkalası 130° qövs üzərindədir. Bucaqölçənin hissələrini müxtəlif kombinasiyalarda qurmaqla 0° – 320° arasında olan bucaqları da ölçmək mümkündür.



Şəkil 4.7

Universal bucaqölçən

Bucaqlığın və xətkəşin kombinasiyası zamanı xarici bucaqların ölçülməsinə 0° -dən 50° -yə kimi imkan verir. Bu halda, bucaqölçənin ölçən tərəfləri xətkəşin - 6 qabırğası və lövhəciyin səthləri vasitəsi ilə olur.

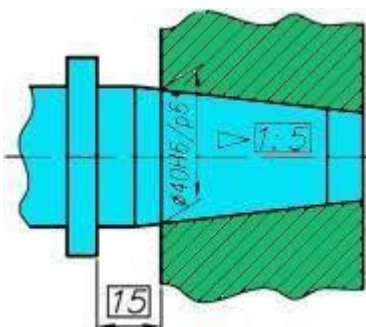
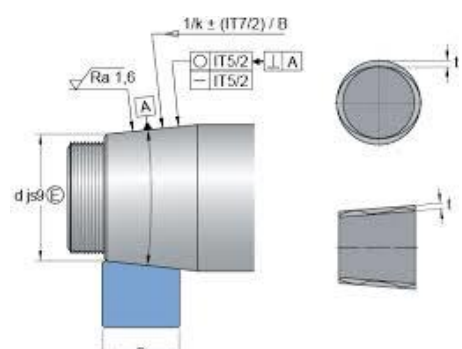
Həmin bucaqları xətkəşin çıxarılmış vəziyyətində də ölçmək olar. Bu halda isə bucaqlığın yerini elə dəyişmək lazımdır ki, onun qısa qabırğası sağ tərəfə yönəlsin. Sıfır vəziyyəti mütləq xətlə qeyd olunub göstərməlidir.

Ancaq tək xətkəş və ya onun əvəzinə bucaqlıq da taxıla bilər. Bu zaman xarici bucaqlar 50° – 140° həddində ölçülə bilər. Hesablama üçün

başlanğıc vəziyyət 50° -dən başlayır və xətlə qeyd olunaraq göstərilir. Bucaqlığın qısa tərəfi və lövhəciyin kombinasiyası ilə 140° -dən 180° -yə qədər xarici küt və 180° -dən 230° -yə qədər daxili bucaqlar ölçmək mümkündür. Ölçmə zamanı başlanğıc vəziyyət mütləq xətlə qeyd olunub göstərməlidir. Bucaqölçənin üzərindən bucaqlıq və xətkəş çıxarıldıqda ancaq 230° – 320° həddində yaxud, əlavə kimi 360° -yə qədər, 130° -dən 40° -yə kimi daxili bucaqların ölçülməsi mümkündür. Beləliklə qeyd etmək olar ki, kombinasiyaların 0° – 180° həddində xarici bucaqları ölçməyə, 180° – 320° həddində və yaxud, əlavə kimi 360° qədər, 40° -dən 180° -yə kimi daxili bucaqları ölçməyə imkan yaradılır.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

- 1.Verilmiş konus səthi olan birləşmədə iştirak edən hissələrin eskizini tərtib etməli.
- 2.Hecabat cədvəlinə konus səthi olan hissələrin işçi cizgisinin üzərində bütün ölçülərini yazmalı.
- 3.Cədvəlin xüsusi qrafasına hesablama nəticəsində alınmış konusluluq və maillilik ölçülərini qeyd etməli.
- 4.Hər bir ölçünü ölçmək üçün bucaqölçən ölçü alətini seçməli.
- 5.Seçilmiş ölçü alətləri vasitəsilə bütün ölçülərin diametr,dərinlik , uzunluqların və konus səthlərinin həqiqi ölçülərini təyin etməli.
- 6.Hər bir ölçülən ölçünü alətin hissənin konus səthinə nəzərən istənilən istiqamətdə və seçilmiş kombinasiyaya əsasən aparmaq lazımdır.
- 7.Hər bir bucaq ölçüsünün hesabı hesablamalardan sonra əldə olunan ölçünün konusluq və ya maillik olduğu müəyyələşdirilir. Ölçülərinin nəticələrini müqayisə edərək hissələrin bucaqlarının xətası müəyyənəşdirilir.Analoju olaraq bütün ölçülər üçün aparmaq lazımdır.
- 8.Müəllimin tapşırığına əsasən bütün bucaq və konusların xəta ölçülərinin sxemi çəkilir.

Tapşırıq:ölçüləri ölçmək		Ölçülən hissələrin (detalın) eskizi Bucaqların və konusların ölçülməsi		
Hissə №				
				
Ölçmənin və hesablamaların nəticələri				
Bucaqlar	Ölçmə	Hesablama $C = 2\text{tg}\alpha/2$	Xəta $\Delta\alpha = \alpha_{\text{haq}} - \alpha_{\text{ölç}}$	Yararlı ol- ması haqqında nəticə
α_1				
α_2				
α_3				
α_4				
α_5				
α_6				
α_7				
α_8				
İşləmə tarixi			İşin təhvil tarixi	
Tələbənin imzası			Müəllimin imzası	

Yoxlama sualları:

1. Bucaqölçənlərin növləri və tətbiqi sahələri?
2. Əsas hissələri, iş prinsipi, ölçü və noniuslu şkalası?
3. Konuslar və onların müsaidə sahələri?
4. Bucaqlar və onların müsaidə sahələri?
5. Universal bucaqölçən və onun üstünlükləri?
6. Transportir bucaqölçən və onun üstünlükləri?

ТЕМА № 4.

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ УГЛОВ И КОНУСОВ СПЕЦИАЛЬНЫМИ ИЗМЕРЯЕМЫМИ СРЕДСТВАМИ.

Задача:

1. Определить действительных размеров угловых и конусных поверхностей сопрягаемых деталей .
2. Составить расчет после проделанной работы.

Цель работы:

Ознакомление методикой и средствами измерений конусных поверхностей(рис.4.1). Освоение измерений и использование угломерами. Определение годности конусных поверхностей сопрягаемых деталей.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Угловые меры, шаблоны, угольники, конусные калибры , угломер транспортирный, угломер универсальный и измеряемые детали.

Правила выполнения работы:

1. Изучение основных видов, отсчетных устройств и область применения угломеров.
2. Разработать методику отсчета нониусной шкалы угломеров.
3. Измерения конусных поверхностей деталей угломерами.
4. Составить таблицу по данным результатам измерения.
5. Анализ результатов конусных поверхностей.

Теоретические сведения:

По ГОСТ - у 7664-2001 единицей измерения плоского угла являются градус и радиан. Соотношение между градусом и радианом следующее:

$$1^{\circ} = \frac{2\pi}{360'} = 0,017453 \text{ рад};$$

$$1' = 0,00029088 \text{ рад};$$

$$1'' = 0,00000485 \text{ рад.}$$

$$1 \text{ рад} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ 17' 44,8'' = 3437' 45'' = 206264''.$$

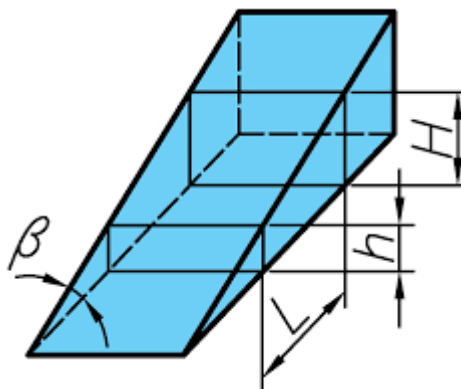


Рисунок 4.1 Измерение конусов

Малые углы часто выражают отношением сторон прямоугольного треугольника - тангенсом или синусом этих углов. Принимая величину этих отношений практической равной величине угла, выраженной в радианной мере.

Существуют сравнительный и тригонометрический методы контроля углов. Методы измерений углов и конусов могут быть разбиты на **три** основные группы:

- 1.Методы измерения сравнением с жесткими одномерными образцовыми угловыми мерами.**
- 2.Гониометрические методы измерений.**
- 3.Тригонометрические методы измерений.**

При измерениях сравнением с жесткими одномерными образцами относятся угловые меры, шаблоны, угольники, конусные калибры.

Гониометрические методы измерений это величины угла непосредственно в угловой мере. Измерение проводится непосредственно транспортирными, универсальными и другими угломерами.

Тригонометрические методы измерения линейных величин служат для определения необходимых углов.

В основу первого метода положено сравнение контролируемых углов с угловыми мерами, угольниками и угловыми шаблонами. С помощью угловых мер определяют наибольший просвет между сторонами измеряемого угла и самой меры.

Для измерения углов с точностью до 2' и грубее применяют угломер с нониусом, универсальный и оптический угломеры. Для проверки центральных углов (углов, образованных двумя радиусами), а также для точных угловых делений при обработке деталей используют оптические делительные головки с ценой деления 5, 10 и 60". Углы между двумя гранями измеряют гониометрами, а малые угловые отклонения от горизонтали и вертикали - уровнями.

Гладкие конические детали с допусками диаметров от IT4 до IT12, степенями точности допусков углов конусов от 4 до 9 и конусностью от 1:3 до 1:50 контролируют конусными калибрами ГОСТ 24932-2001 и СТ СЭВ 2013-2000.

Конусность является основным параметром конического соединения и на чертежах обозначается знаком, который ставится острым концом по направлению к вершине конуса. Например, обозначение $C = 1:30$ говорит о том, что разность диаметров D и d равна 1 мм на длине 30 мм.

По стандартам ГОСТ 8908-2001, СТ СЭВ 1780-2000 устанавливает два способа нормирования допуска (рис.4.2) диаметра конуса. По первому способу устанавливают допуск диаметра, одинаковый в любом поперечном сечении конуса и определяющий два предельных конуса, между которыми должны находиться все точки поверхности действительного конуса. Допуск ограничивает также отклонения угла конуса и отклонения формы конуса, если эти отклонения не ограничены меньшими допусками. При втором способе нормирования устанавливают допуск только в заданном сечении конуса. Этот

допуск не ограничивает отклонения угла и формы конуса.

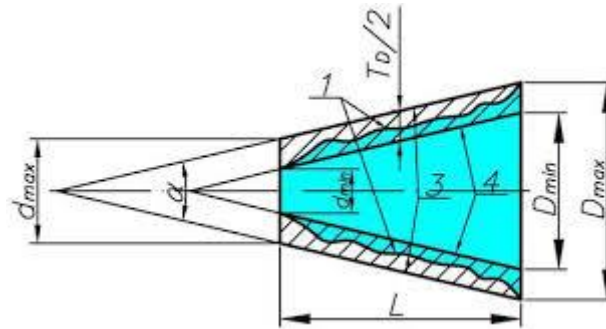


Рисунок 4.2 Допуск диаметра конуса

Для конических соединений установлены посадки с зазором, натягом и переходные. Соединения с натягом могут быть получены путем приложения осевой силы, создающей соответствующий натяг, необходимый при передаче крутящего момента.

Конусные соединения обеспечивают более легкую по сравнению с цилиндрическими соединениями разборку, позволяют регулировать натяг в процессе работы. Для получения различных посадок по ГОСТ 25307 - 2002 установлены следующие основные отклонения: d , e , f , g , h , js , k , m , n , p , r , s , t , u , x , z для наружных конусов и H , Js , N - для внутренних. Эти основные отклонения в сочетании с допусками квалитетов 4 - 12 образуют поля допусков. Для регулирования чисел конусов по СТ СЭВ 1780-2000 предусмотрено три рядов нормальных конусов. Кроме этих специальные конусы стандартизированы. Более распространенные инструментальные конусы Морзе (рис.4.3) под номерами 0;1;2;3;4;5 и 6.



Рисунок 4.3 Инструментальные конусы Морзе

Конус (рис.4.4) наружный, внутренний характеризуется диаметром большого основания - D , диаметром малого основания - d , углом конуса - α , углом уклона $\alpha/2$, длиной конуса L . Угол уклона $\alpha/2$, связан с размерами D , d и L соотношением

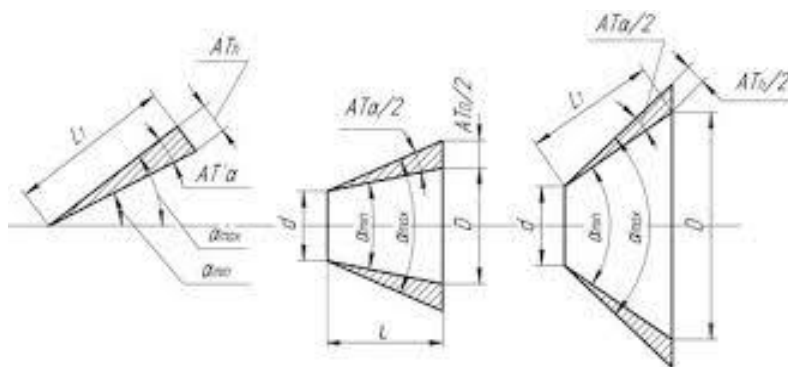


Рисунок 4.4 Конусы

$$(0,5D - 0,5d)/L = \operatorname{tg} \alpha/2$$

или

$$(D - d)/L = 2 \operatorname{tg} \alpha/2 = C,$$

4.1

где называется

$$2 \operatorname{tg} \alpha/2 = C - \text{конусность};$$

$$C/2 = \operatorname{tg} \alpha/2 - \text{уклон } i.$$

ГОСТ 8908-2001 устанавливает 17 степеней точности допусков углов: 1, 2, 3, ..., 17. При обозначении допуска угла заданной точности к обозначению допуска угла АТ (от англ. Angle Tolerance — допуск угла) добавляют номер соответствующей степени точности: АТ1, АТ2, АТ3 ..., АТ17. Допуск угла это разность между наибольшим и наименьшим предельными углами при переходе от одной степени к другой изменяется по геометрической прогрессии со знаменателем $\phi = 1,6$. Для каждой степени установлены: AT_{α} , AT_D и AT_h .

Допуск AT_h назначают на конусы, имеющие конусность более 1 : 3 в зависимости от длины L . Значение допуска AT_h определяют по формуле

$$AT_h = AT_{\alpha} \cdot L \cdot 10^{-3}$$

где AT_h - в мкм; AT_α - в мкрад; L - в мм.

Для конусов с конусностью не более 1 : 3 принимают $AT_D = AT_h$ и назначают допуски AT_α (разность не превышает 2 %).

Для конусов с конусностью более 1 : 3 значение допуска AT_D определяют по формуле: $AT_D = AT_h / \cos \alpha / 2$,
где α — номинальный угол конуса.

При повышении длины базовой поверхности увеличивается точность закрепления деталей на станках. И в заключении уменьшается погрешность обработки конусных поверхностей деталей.

При измерении конусных поверхностей используются измерительные приборы определяющие размеры прямыми или косвенными методами.

В таблице 4.1 дано отношение длины закрепляемой базовой поверхности от степени точности допуска угла.

Степень точности допуска угла **Таблица 4.1**

Интервал длин, мм	Степень точности					
	AT 5			AT 6		
	AT мкрад	AT тан	AT мкм	AT мкрад	AT тан	AT мкм
до 10	315	1	3.2 ... 4	500	140	5
10-16	250	50	2.5 ... 4	400	120	4 ... 6.3
16-25	160	40	3.2 ... 5	315	1	5 ... 8
25-40	160	22	4 ... 6.3	250	50	6.3 ... 10
40-63	125	26	5 ... 6	200	40	7 ... 12.5
63-100	100	20	6.3 ... 10	160	32	10 ... 16
100-150	80	16	6 ... 12.5	125	26	12.5 ... 20
160-250	63	12	10 ... 12	100	20	16 ... 25
125-400	50	10	12.5 ... 20	80	16	20 ... 22
400-600	40	8	16 ... 25	63	12	25 ... 40
600-1000	31.5	6	20 ... 32	50	10	32 ... 50
1000-1600	25	5	25 ... 40	40	8	40 ... 63
1600-2500	20	4	32 ... 50	31.5	6	50 ... 80

В данный момент для измерения углов и конусных поверхностей используется средства(рис.4.5) измерения - инструментальные конусы Морзе, синусные линейки, угловые меры, шаблоны, угольники, конусные калибры, угломер транспортирный, угломер универсальный и др.



Инструментальные конусы Морзе

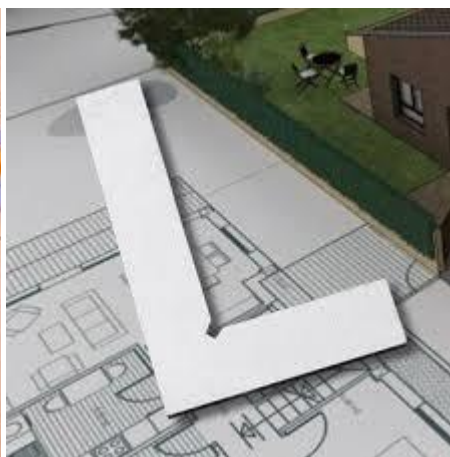
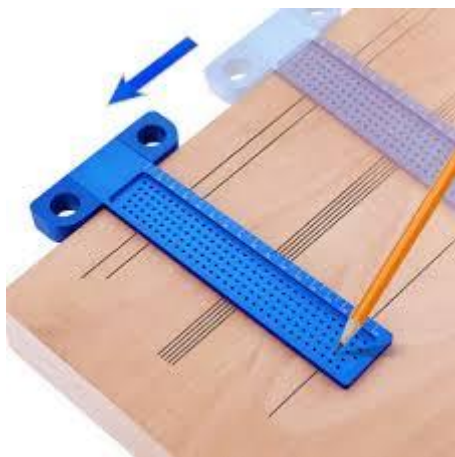


Синусные линейки



Профиля 5, 10, 20 дюймовые

Синусные линейки



Линейка типа-Т – 160мм Угловой квадратный шаблон



Конусные калибры



Синусные линейки

Уровеньмеры плоские
173



Угломеры универсальные механические и с цифровым установкой мониторные



**Угломеры транспортирные
ГОСТ 5378-2000**



Угломеры универсальные -2УМ, 5УМ ГОСТ 5378-2000



Угломеры -2 ум(2')Тір 1 (0...1)



Угломеры – Тип 3-5, 0 - 360°5'



Угломеры циферблатные часового типа – КРИН 0 - 360°



Угломеры специальные

Рисунок 4.5 Угломеры разного вида

Стандартизованы два типа угломеров для измерений углов деталей машиностроения контактным методом с отсчетом по угловому нониусу.

В течении лабораторной занятия для измерения углов и конусов будет использовано **два типа** угломеров.

1. Угломер с нониусом транспортирный

2. Угломер с нониусом универсальный

Величина отсчета по нониусу обоих угломеров - $2'$, цена деления шкалы основания - 1° . До использования угломеров надо рассмотреть из каких частей она состоит и функция частей.

Угломер транспортирный (рис.4.6) состоит из основания- 1, на

котором нанесена основная шкала на дуге 120° , нониусной шкалы – 2, стопорного винта – 3, подвижной линейки – 4, угольник - 6 и микрометрического винта - 5 .

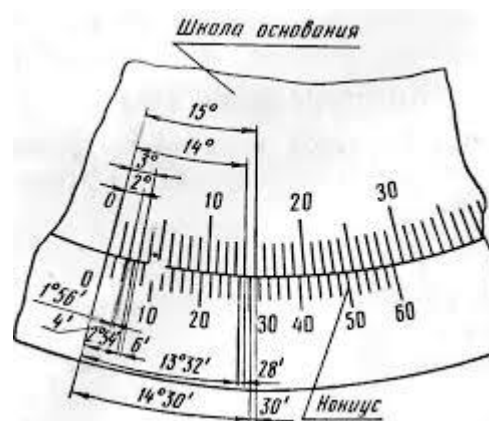
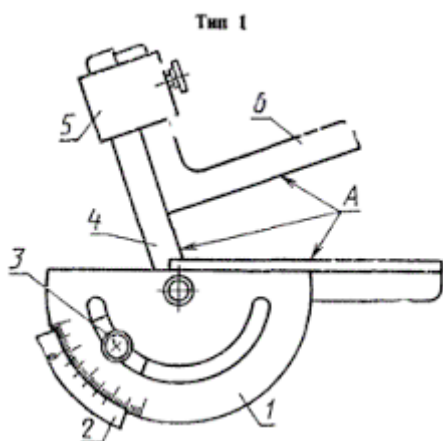


Рисунок 4.6 Угломер транспортный

На основании в котором нанесена шкала на дуге 120° жестко закреплена линейка основания. Подвижная линейка вращается вместе с нониусом. Для точной установки на определенный угол винт стопорится. При помощи микрометрического винта линейка вместе с нониусом приводится в требуемое положение. Стопор служит для закрепления линейки. Для измерений углов от 0 до 90° на линейку надевают державку со съемным угольником и винтом зажима. Для плавности подвода к нужному положению угломер снабжен микрометрической подачей. Если нужно измерить наружный угол в

пределах от 90° до 180° , то освободив зажим, снимают угольник.

Измерение углов от 90 до 180° производится без угольника.

Угломер универсальный (рис.4.7) состоит из основания - 2, на котором нанесена основная градусная шкала, и сектора с закрепленным на нем нониусом - 1. Сектор может перемещаться по основанию. С помощью державки - 4 на секторе можно закреплять угольник - 3, на котором, в свою очередь, закрепляется съемная линейка - 6. Линейка основания жестко соединена с основанием. Основная шкала угломера нанесена на дуге 130° . Путем различных комбинаций в установке измерительных деталей угломера достигается возможность использования угломера в диапазоне $0 - 320^\circ$.

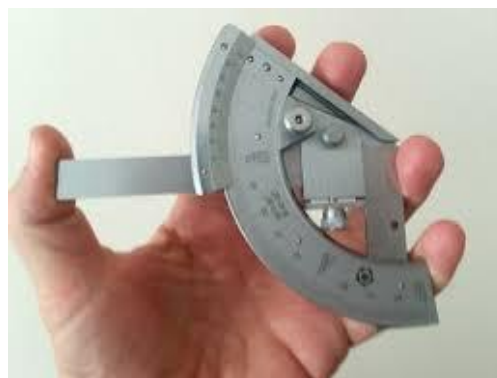
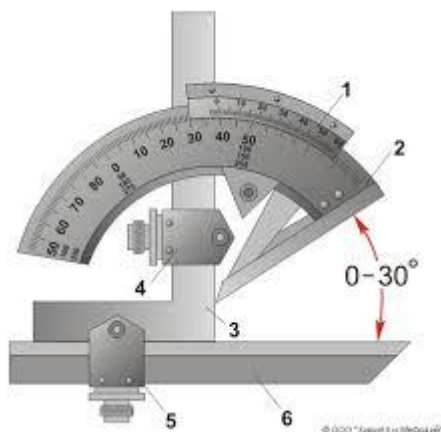


Рисунок 4.7 **Угломер универсальный**

Комбинация угольника и линейки позволяющая производить измерение наружных углов в пределах $0^\circ - 50^\circ$. Измерительными сторонами угломера в этом случае являются ребро линейки и

плоскость пластинки. Измерение этих же углов можно производить при снятой линейке. Переставив угольник таким образом, чтобы его короткое ребро было направлено в правую сторону. Нулевое положение обязательно указывается. При измерении вместо линейки может быть поставлен также и угольник. В этом случае также измеряются наружные углы, но в пределах 50° - 140° . Начальное положение для отсчета 50° отмечается. Сочетанием короткой стороны угольника и плоскости пластинки измеряются наружные тупые углы от 140° до 180° и внутренние тупые углы от 180° до 230° или как дополнение до 360° , от 180° до 130° .

При снятых угольнике, линейке и обойме производится измерение только внутренних углов в пределах 230° - 320° или как дополнение до 360° , от 130° до 40° .

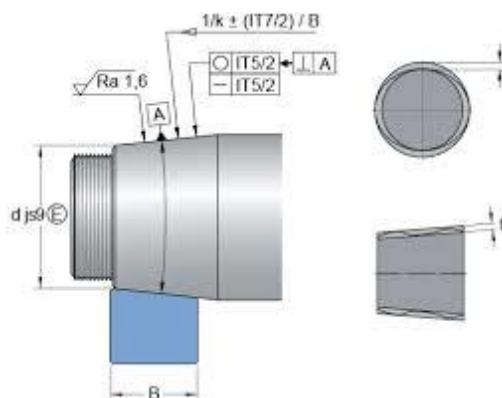
Таким образом, комбинации позволяют производить измерение наружных углов в пределах 0° - 180° и комбинации измерение внутренних углов в пределах 180° - 320° или как дополнение до 360° , от 40° до 180° .

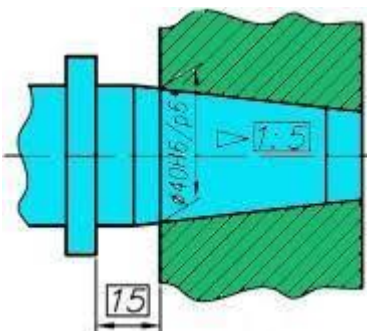
Применяя концевые меры длины, можно одновременно универсальным угломером измерить высоту. В пределах до 115 мм и угол. Правила отсчета величин углов аналогичны правилам отсчета для линейных нониусов. Поверка погрешности показаний угломера с нониусом.

Поверку погрешности показаний угломеров производят по угловым мерам не менее чем в пяти - семи точках, расположенных равномерно по основной шкале и шкале нониуса, при открепленном и закрепленном стопорном винте. Погрешности угловых мер, применяемых для проверки погрешности показаний угломеров, не должны превышать $+30''$ (2-й класс точности мер). Поверку угломеров производят по блокам угловых мер с углами $15^{\circ}10'$, $30^{\circ}20'$, $45^{\circ}30'$, $60^{\circ}40'$, $75^{\circ}50'$ и $134^{\circ}30''$.

Порядок выполнения работы:

1. Составить эскиз деталей, участвующих в соединении конусных поверхностей.
2. Выписать в таблицу отчета всех размеров конусных поверхностей указанных на рабочем чертеже деталей.
3. Занести в соответствующие графы таблицы отчета результаты конусность и уклона.
4. Произвести выбор угломера для измерения каждого размера конусной поверхности.
5. Определить действительные размеры всех диаметров, глубин, длин и конусных поверхностей измеряемых деталей с помощью выбранными угломерами.
6. Измерение каждого размера конусной поверхности производить по выбранному комбинации измерительного инструмента по отношению к детали.
7. После каждого расчета измеряемых конусных поверхностей уточнить конусность или уклон. После сравнения определить погрешность углов деталей. Аналогичное заключение сделать по каждому конусному размеру.
8. Вычертить схему расположения погрешностей углов и конусов по указанию преподавателя.



Задача: Измерение размеров		Эскиз измеряемой детали. Измерение углов и конусов		
Деталь №				
				
Результаты измерений и вычислений, мм				
Углы	Измерения	Вычисления $C = 2\text{tg}\alpha/2$	Погрешность $\Delta\alpha = \alpha_{\text{дей}} - \alpha_{\text{изм}}$	Заключение о годности
α_1				
α_2				
α_3				
α_4				
α_5				
α_6				
α_7				
α_8				
Дата выполнения работы			Дата сдачи работы	
Подпись студента			Подпись преподавателя	

Контрольные вопросы:

1. Угломеры. Виды и область применения?
2. Порядок работы, основные части, цена деления нониусной шкалы?
3. Допуски конусных поверхностей?
4. Допуски углов?
5. Универсальные угломеры и их преимущества?
6. Транспортные угломеры и их преимущества?

TOPIC No. 4.
MEASURING ANGLES AND CONES
SPECIAL MEASURED MEASURES

A task:

1. Determine the actual dimensions of the angular and tapered surfaces of the mating parts.
2. Make a calculation after the work done.

Objective:

Acquaintance with the technique and means of measuring tapered surfaces (Fig.4.1). Mastering measurements and using goniometers. Determination of the suitability of the tapered surfaces of mating parts.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Angle measures, templates, squares, tapered gauges, protractor goniometer, universal goniometer and measured parts.

Work rules:

1. Study of the main types, reading devices and the scope of goniometers.
2. To develop a method of reading the vernier scale of goniometers.
3. Measurements of the tapered surfaces of parts with goniometers.
4. Make a table according to the measurement results.
5. Analysis of the results of tapered surfaces.

Theoretical information:

According to GOST - for 7664-2001, the unit of measure for the plane angle is a degree and a radian.

The relationship between degrees and radians is as follows:

$$1^{\circ} = \frac{2\pi}{360^{\circ}} = 0,017453 \text{ rad};$$

$$1' = 0,00029088 \text{ rad};$$

$$1'' = 0,00000485 \text{ rad}.$$

$$1 \text{ rad} = \frac{360^{\circ}}{2\pi} = 57^{\circ} 17' 44,8'' = 3437' 45'' = 206264''.$$

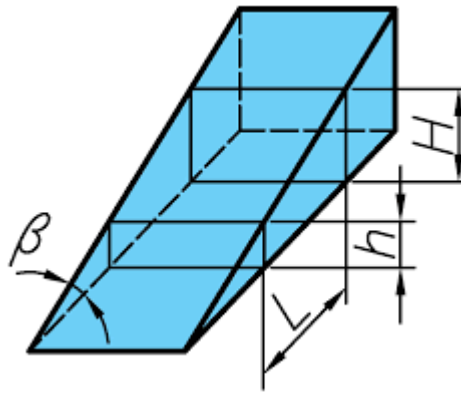


Figure 4.1 **Measuring cones**

Small angles are often expressed by the ratio of the sides of a rectangular a triangle - the tangent or sine of these angles. Taking the value of these ratios to be practically equal to the value of the angle, expressed in radian measure.

There are comparative and trigonometric methods for controlling angles. Methods for measuring angles and tapers can be divided into **three** main groups:

- 1. Methods of measurement by comparison with rigid one-dimensional exemplary angular measures.**
- 2. Goniometric measurement methods.**
- 3. Trigonometric measurement methods.**

When measuring by comparison with rigid one-dimensional samples, angular standards, templates, squares, tapered gauges are included.

Goniometric measurement methods are the values of the angle directly in the angular measure. The measurement is carried out directly with protractor, universal and other protractors.

Trigonometric methods of measuring linear quantities are used to determine the required angles.

The first method is based on the comparison of controlled angles with angular measures, squares and angular patterns. Using angular measures, the

largest clearance between the sides of the measured angle and the measure itself is determined.

To measure angles with an accuracy of 2' and coarser, an angle gage with a vernier, a universal and optical goniometer is used. To check the central angles (angles formed by two radii), as well as for precise angular divisions when processing parts, optical dividing heads with a graduation of 5, 10 and 60" are used. The angles between the two faces are measured with goniometers, and small angles are deviations from horizontal and vertical levels.

Smooth conical parts with diameter tolerances from IT4 to IT12, degrees of cone angle tolerance from 4 to 9 and taper from 1:3 to 1:50 are controlled by cone gauges GOST 24932-2001 and ST SEV 2013-2000.

Taper is the main parameter of a conical connection and is indicated in the drawings by a sign that is placed with a sharp end towards the top of the cone. For example, the designation $C = 1:30$ indicates that the difference between the diameters D and d is 1 mm over a length of 30 mm.

According to the standards GOST 8908-2001, ST SEV 1780-2000 establishes two methods for standardizing the cone diameter tolerance (Fig.4.2). According to the first method, a diameter tolerance is established, which is the same in any cross section of the cone and determines two limit cones, between which all points of the surface of the actual cone must be located. The tolerance also limits deviations in the taper angle and deviations in the shape of the taper, if these deviations are not limited to smaller tolerances. In the second method of standardization, a tolerance is established only in a given section of the cone. This tolerance does not limit deviations in the angle and shape of the cone.

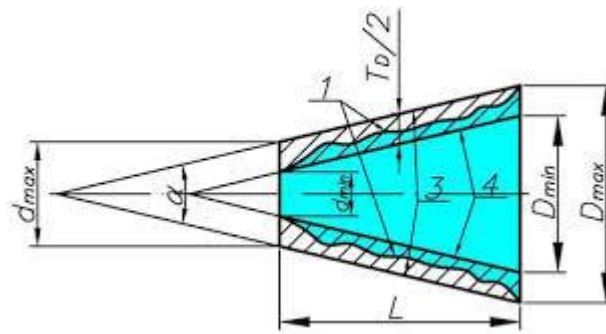


Figure 4.2 Taper diameter tolerance

For conical connections, clearance, interference and transitional fits are established.

Interference connections can be obtained by applying an axial force that creates the appropriate interference necessary to transmit torque.

Tapered joints provide easier disassembly in comparison with cylindrical joints, allow adjusting the tension during operation.

To obtain various landings in accordance with GOST 25307 - 2002, the following basic deviations are established: d, e, f, g, h, js, k, m, n, p, r, s, t, u, x, z for the outer cones and H, Js, N - for internal. These basic deviations, in combination with the tolerances of quality 4-12, form the tolerance fields.

To control the number of cones according to ST SEV 1780-2000, three rows of normal cones are provided. Besides these special cones are standardized.

More common instrument Morse tapers (Fig.4.3) are numbered 0; 1; 2; 3; 4; 5 and 6.



Figure 4.3 Tool tapers Morse

Cones are indicated by the same parameters.

The outer cone (Fig4.4), the inner cone is characterized by the diameter of the large base - D, the diameter of the small base - d, the cone angle - α , the slope angle $\alpha / 2$, the length of the cone L. The slope angle $\alpha / 2$ is related to the dimensions D, d and L by the ratio

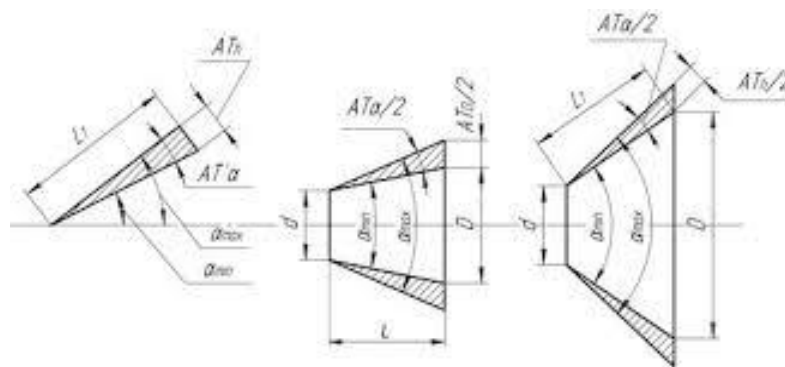


Figure 4.4 **Cones**

Or it was calls $(0,5D - 0,5d)/L = \text{tg}\alpha/2$
или $(D - d)/L = 2 \text{tg} \alpha/2 = C,$ **4.1**
где называется $2\text{tg} \alpha/2 = C$ - конусность;
 $C/2 = \text{tg} \alpha/2$ - уклон i .

GOST 8908-2001 establishes 17 degrees of accuracy of angle tolerances: 1, 2, 3, ..., 17. When designating an angle tolerance of a given accuracy, a number of the corresponding degree is added to the designation of the angle tolerance AT (from the English Angle Toleranse - angle tolerance) accuracy: AT1, AT2, AT3 ..., AT17. Angle tolerance is the difference between the largest and the smallest limiting angles in the transition from one degree to another changes in a geometric progression with the denominator $\phi = 1.6$. For each degree, $AT\alpha$, ATD and ATh are set.

The ATh tolerance is assigned to cones having a taper of more than 1: 3, depending on the length L. The ATh tolerance value is determined by the formula

$$ATh = AT\alpha L 10^{-3}$$

where ATh is in microns; $AT\alpha$ - in mrad; L - in mm.

For cones with a taper of not more than 1: 3, take $ATD = ATh$ and assign $AT\alpha$ tolerances (the difference does not exceed 2%).

For cones with a taper of more than 1: 3, the ATD tolerance value is determined by the formula: $ATD = ATh / \cos\alpha / 2$,

where is the nominal cone angle.

With an increase in the length of the base surface, the accuracy of fixing parts on machine tools increases. And in conclusion, the error in the processing of taper surfaces of parts is reduced.

When measuring tapered surfaces, measuring instruments are used that determine the dimensions by direct or indirect methods.

The table shows the ratio of the length of the fixed base surface to the degree of accuracy of the angle tolerance.

Accuracy degree of angle tolerance

Table 4.1

Length interval, mm	Accuracy degree					
	AT 5			AT 6		
	AT mcrad	AT dance	AT mkm	AT Mcrad	AT dance	AT mkm
до 10	315	1	3.2 ... 4	500	140	5
10-16	250	50	2.5 ... 4	400	120	4 ... 6.3
16-25	160	40	3.2 ... 5	315	1	5 ... 8
25-40	160	22	4 ... 6.3	250	50	6.3 ... 10
40-63	125	26	5 ... 6	200	40	7 ... 12.5
63-100	100	20	6.3 ... 10	160	32	10 ... 16
100-150	80	16	6 ... 12.5	125	26	12.5 ... 20
160-250	63	12	10 ... 12	100	20	16 ... 25
125-400	50	10	12.5 ... 20	80	16	20 ... 22
400-600	40	8	16 ... 25	63	12	25 ... 40
600-1000	31.5	6	20 ... 32	50	10	32 ... 50
1000-1600	25	5	25 ... 40	40	8	40 ... 63
1600-2500	20	4	32 ... 50	31.5	6	50 ... 80

At the moment, measuring instruments are used to measure angles and taper surfaces - instrumental Morse tapers, sinus rulers, angular measures, templates, squares, tapered gauges, protractor goniometer, universal goniometer, etc.



Tool tapers Morse



Sinus rulers

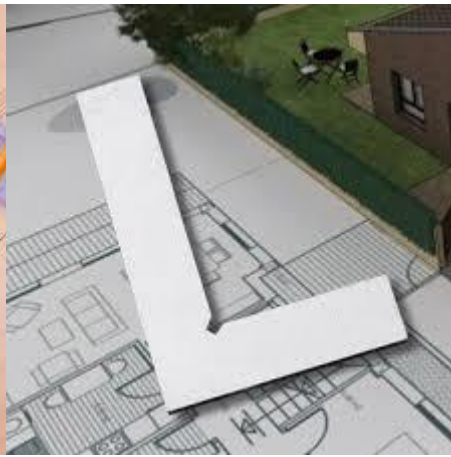


Profile 5, 10, 20 inches

Sinus rulers



Ruler type-T - 160mm



Corner square pattern



Cone gauges



Sinus rulers



Level measure flat



**Protractor universal mechanical and
with digital installation monitor**



Protractors GOST 5378-2000



Universal protractors -2UM, 5UM GOST 5378-2000



Protractors -2 um (2 ') Tip 1 (0 ... 1)



Protractors - Type 3-5, 0 - 36005 '



Dial goniometers - KRIN 0 – 3600



Special protractors

Figure 4.5 Protractors of different types

Two types of goniometers have been standardized for measuring the angles of mechanical engineering parts by the contact method with reading along the angular vernier.

During the course of the lab, **two** types of protractors will be used to measure angles and tapers.

1.Angle with vernier protractor

2.An angle meter with vernier universal

The vernier reading of both protractors is $2'$, the base scale is 1° .

Before using goniometers, it is necessary to consider what parts it consists of and the function of the parts.

The protractor (Fig.4.6) consists of a base - 1, on which the main scale is

applied on an arc of 120° , a vernier scale - 2, a locking screw - 3, movable ruler - 4, square - 6 and micrometer screw - 5.

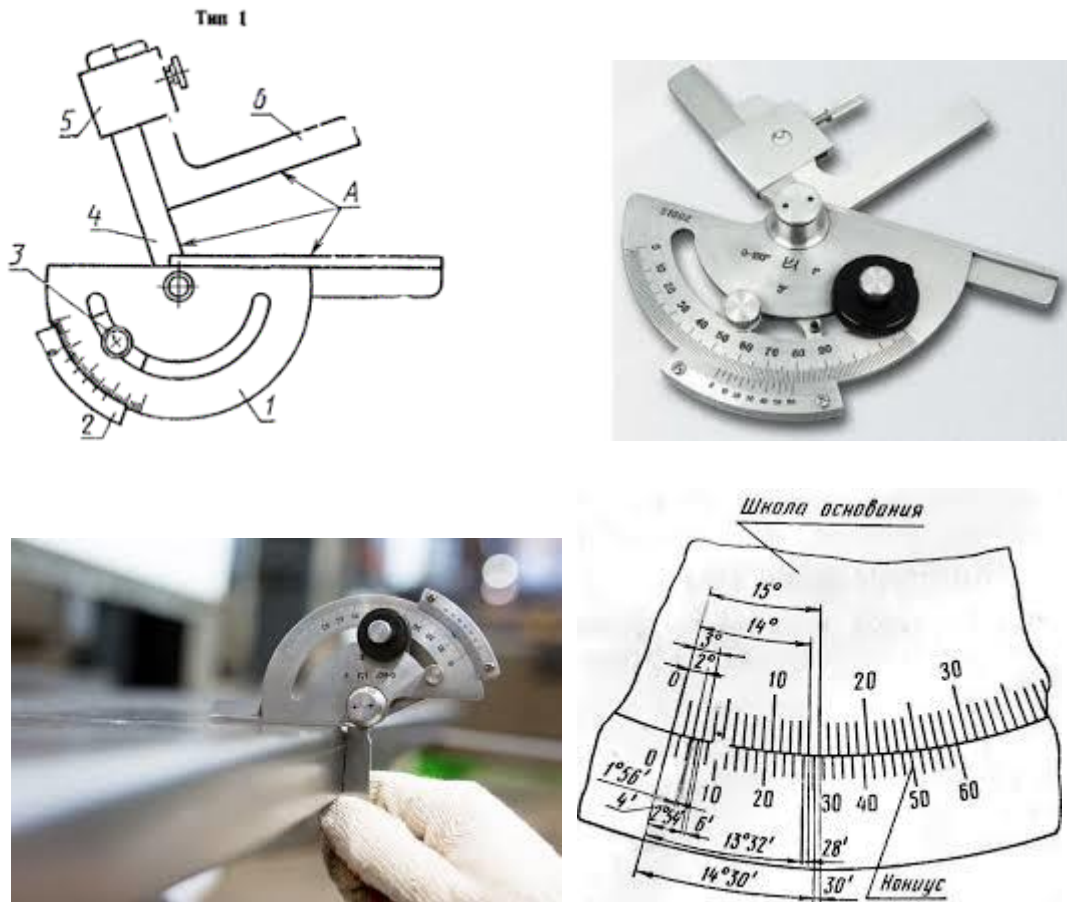


Figure 4.6 Protractors

On the base in which the scale is applied on the 120° arc, the base ruler is rigidly fixed. The movable ruler rotates with the vernier. The screw is locked for precise setting at a certain angle. With the help of a micrometer screw, the ruler together with the vernier is brought to the required position. The stopper is used to secure the ruler. To measure angles from 0 to 90° , a holder with a removable square and a clamping screw is put on the ruler. For smooth approach to the desired position, the protractor is equipped with a micrometric feed. If you need to measure the outer angle in the range from 90° to 180° , then by releasing the clamp, remove the square. Angles from 90° to 180° are measured without a square.

The universal protractor (Fig.4.7) consists of a base - 2, on which the main

degree scale is applied, and a sector with a vernier attached to it - 1. The sector can be moved along the base. With the help of the holder - 4 on the sector, you can fix the square - 3, on which, in turn, the removable ruler is fixed - 6. The base ruler is rigidly connected to the base. The main goniometer scale is marked on an arc of 130° . By means of various combinations in the installation of the measuring parts of the goniometer, it is possible to use the goniometer in the range of $0 - 320^\circ$.

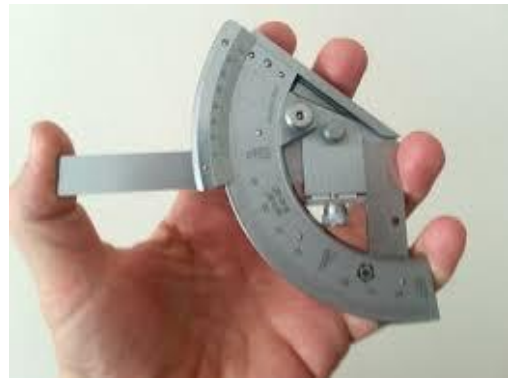
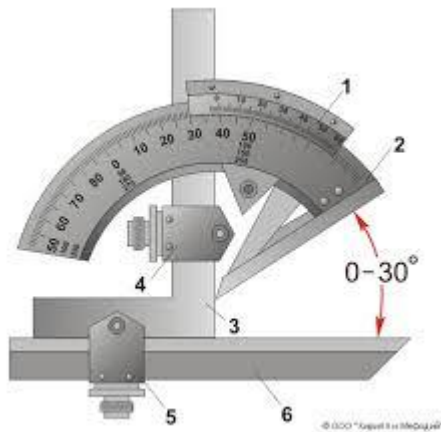


Figure 4.7. Universal protractors

The combination of a square and a ruler allows measuring external angles within the range of $0^\circ - 50^\circ$. The measuring sides of the goniometer in this case are the edge of the ruler and the plane of the plate. Measurement of the same angles can be performed with the ruler removed. By rearranging the

square so that its short edge is directed to the right side. The zero position must be indicated.

When measuring, a square can also be supplied instead of a ruler. In this case, external angles are also measured, but within the range of 50° - 140° . The starting position for 50° readout is marked.

The combination of the short side of the square and the plane of the plate measures external obtuse angles from 140° to 180° and internal obtuse angles from 180° to 230° or, in addition to 360° , from 180° to 130° .

With the elbow, ruler and holder removed, only internal angles are measured in the range of 230° - 320° or, in addition to 360° , from 130° to 40° .

Thus, the combinations allow measurement of external angles in the range of 0° - 180° and combinations of measurement of internal angles in the range of 180° - 320° or, in addition to 360° , from 40° to 180° .

Using gauge blocks, you can simultaneously measure the height with a universal goniometer.

Up to 115 mm and angle. The counting rules for angles are similar to those for linear vernier.

Verification of the error of the goniometer readings with the vernier.

Verification of the error in the readings of the goniometers is carried out according to angular measures at least in five to seven points, located evenly along the main scale and on the vernier scale, with the locking screw detached and fixed.

Errors of angular measures used to verify the error of readings of goniometers should not exceed $+30''$ (2nd class of accuracy of measures).

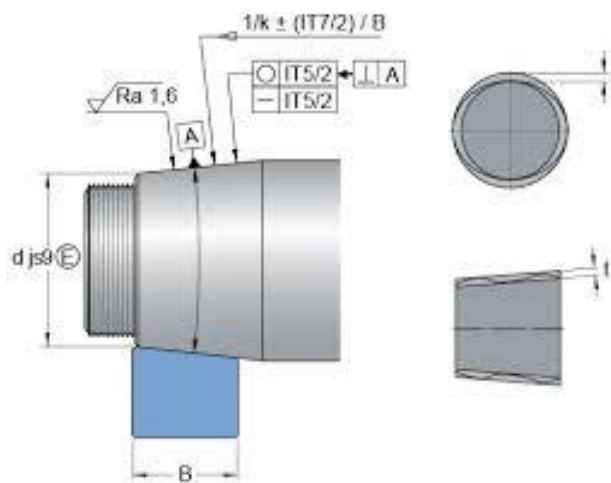
The goniometers are checked using blocks of angular measures with angles $15^{\circ} 10'$, $30^{\circ} 20'$, $45^{\circ} 30'$, $60^{\circ} 40'$, $75^{\circ} 50'$ and $134^{\circ} 30''$.

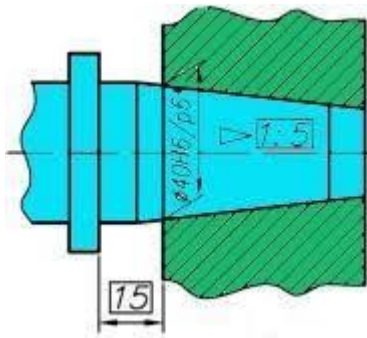
Work order:

1. Make a sketch of the parts involved in the connection of tapered surfaces.
2. Write down in the report table all the dimensions of the tapered surfaces of the parts indicated on the working drawing.
3. Enter the taper and slope results in the appropriate columns of the report table.
4. Make a choice of a protractor to measure each size of the tapered surface.
5. Determine the actual dimensions of all diameters, depths, lengths and tapered surfaces of the measured parts using the selected protractors.
6. Measure each size of the tapered surface according to the selected combination of the measuring tool in relation to the part.
7. After each calculation of the measured tapered surfaces, specify the taper or slope.

After comparison, determine the error of the angles of the parts. Make a similar conclusion for each taper size.

8. Draw a diagram of the location of the errors of angles and cones as instructed by the teacher.



Task: Measuring dimensions		Sketch of the part to be measured. Measuring angles and tapers		
Detail №				
				
Measurement and calculation results, mm				
Corners	Measurements	Calculations $C = 2tg\alpha/2$	Error $\Delta\alpha = \alpha_{дей} - \alpha_{изм}$	Conclusi on on suitabilit
α_1				
α_2				
α_3				
α_4				
α_5				
α_6				
α_7				
Work completion date			Work delivery date	
Student's signature			Teacher signature	

Test questions:

1. Anglers. Types and scope of application?
2. Work order, main parts, price of the vernier scale division?
3. Tolerances of tapered surfaces?
4. Angle tolerances?
5. Universal protractors and their advantages?
6. Protractor goniometers and their advantages?

MÖVZU № 5

HİSSƏLƏRİN ÖLÇÜLƏRİNİN SƏRT VƏ TƏNZİMLƏNƏN KALİBR LƏRLƏ YOXLANILMASI

Tapşırıq

1. Hissələrin birləşmədə iştirak edən səthlərinin həqiqi ölçülərinin formalarının və səthlərinin vəziyyətinin tələb olunan göstəricilərinə uyğun gəldiyini yoxlamaq.
2. Hesabatı görülmə işə əsasən tərtib etmək.

İşin məqsədi

Kalibrlərdən istifadə və ölçmənin mənimsənilməsi. Texnoloji emaldan sonra birləşmədə iştirak edən səthlərin yararlılığını təyin etmək.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

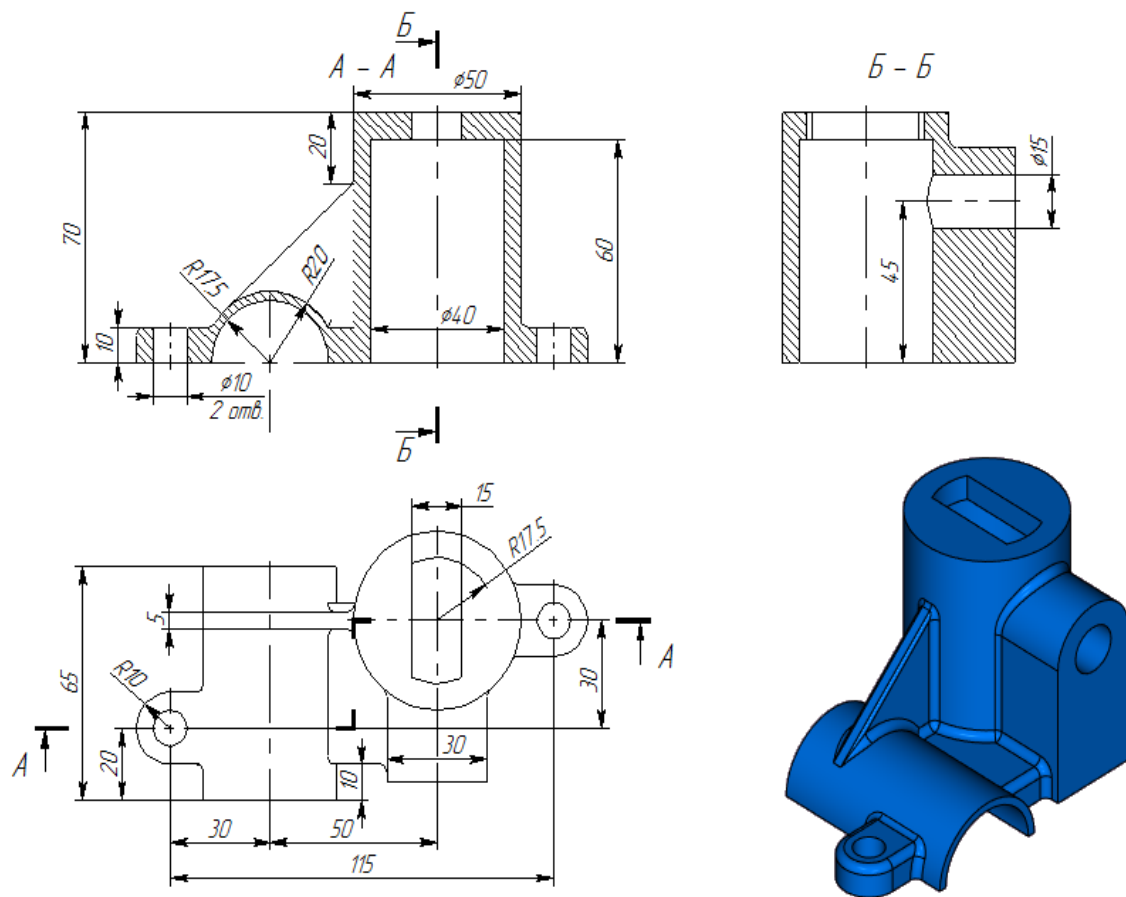
Kalibr bənd, kalibr tıxac, yiv kalibr tıxac, yiv kalibr həlqə, hədd kalibrləri, işçi kalibrlər, nəzarət kalibrləri, sıgallı kalibrlər, sıgallı nizamlanan kalibr bəndlər, yastı paralel tavacıqlar və ölçülən nümunələr daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Kalibrlərin əsas növləri, onların quruluşu və istifadə sahələrini öyrənməli.
2. Hesablanmış ölçülərə görə müəyyən tavacıqlar yığılır.
3. Nizamlanan kalibr bəndlərin ölçülərini nizamlamaq. Müəyyən edilmiş interval arasında tələb edilən ölçüdə qurmaq.
4. Kalibrlər vasitəsi ilə verilmiş hissə nümunələrini ölçməli.
5. Müsəidə sahələrinin yerləşmə sxemini qurub, onların üzərində hədd meyllərinin qiyməqlərini göstərin. Alınmış nəticələri cədvələ yerləşdirməli. Nəticələrin müəyyənləşdirilərək analizi .

Nəzəri məlumatlar:

Maşınqayırma sənayesində nominal **ölçü**, **həqiqi ölçü** və hədd ölçüləri məfhumlarından istifadə olunur. Mexaniki xassələri texnoloji hesabatdan təyin olunmuş nominal ölçülər DUIS-ə görə hissənin işçi cizgisində (şək.5.1) uyğun səthdə yuvarlaqlaşdırılaraq qeydə alınır.



Şəkil 5.1 Hissənin işçi cizgisi

Nominal ölçü ideal ölçüdür . Maşın hissələri səthini nominal ölçüyə uyğun mütləq dəqiq hazırlamaq qeyri-mümkündür.

Həqiqi ölçü əsil ölçüdən ölçmənin xətası qədər fərqlənir. Əsil ölçünün mütləq dəqiq ölçülməsi qeyri-mümkün olduğundan maşınqayırmada bu ölçü işlənilmir.

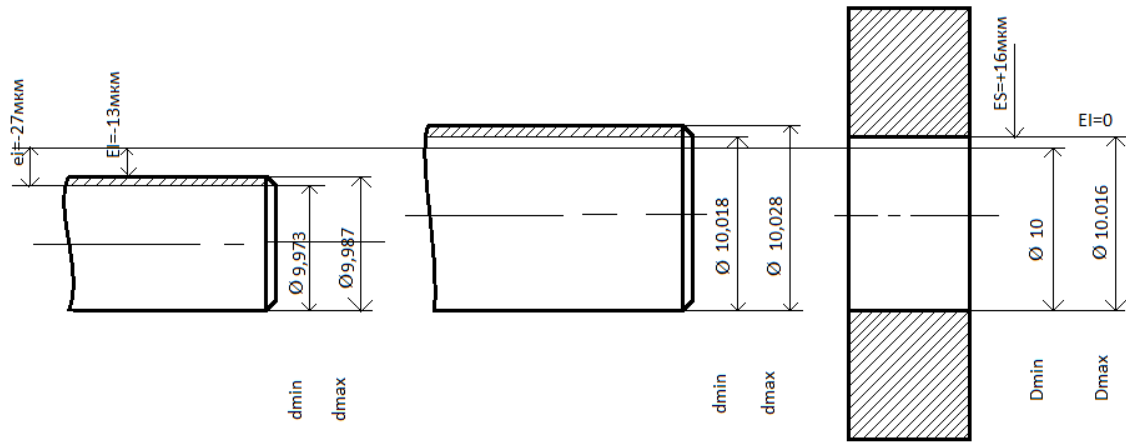
Nominal ölçüyə uyğun maşın hissələri səthini mütləq dəqiq hazırlamaq mümkün deyil. Bu səbəbdən hissələrin cizgisində emal olunan səthin ölçüsü iki buraxıla bilən ölçü(şək.5.2) ilə verilir. Bu ölçülərə **hədd ölçüləri** deyilir.

Hədd ölçüləri ən böyük- D_{max} , d_{max} və ən kiçik – D_{min} , d_{min} olurlar.

Əgər hissə yararlıdırsa, deməli onun səthlərinin həqiqi ölçüləri (şək.5.3) uyğun hədd ölçüləri daxilində yerləşmişdir. Yaxud onlara bərabərdir.

Əgər yuvanın həqiqi ölçüsü ən kiçik hədd ölçüsündən kiçikdirsə, bu cür yuva düzəldilə bilən çıxdaşdır. Əgər yuvanın həqiqi ölçüsü ən böyük hədd

ölçüsündən böyükdürsə, bu düzəldilməsi mümkün olmayan çıxdaşdır (zaydır).



Şəkil 5.2

Buraxıla bilən ölçü

Əgər valın həqiqi ölçüsü ən böyük hədd ölçüsündən böyükdürsə, düzəldilməsi mümkün olan, əgər valın həqiqi ölçüsü ən kiçik hədd ölçüsündən kiçikdirsə, düzəldilməsi mümkün olmayan çıxdaşdır.

İşçi cizgilərində bir ölçünü iki hədd ölçüsü ilə göstərmək əksər hallarda cizgidə qarmaqarışıqlıq yaradır. Bu səbəbdən hədd ölçülərini nominal ölçü və hədd meyillənmələri cəmliyi kimi göstərilir. Hədd meyillənməsi hədd ölçüsü ilə nominal ölçünün cəbri fərqinə bərabərdir. Yuxarı və aşağı hədd meyillənmələri olur.

Yuxarı hədd meyillənməsi, ən böyük hədd ölçüsü ilə nominal ölçünün, aşağı hədd meyillənməsi isə ən kiçik hədd ölçüsü ilə nominal ölçünün cəbri fərqinə bərabərdir. Yuvanın yuxarı hədd meyillənməsi- **ES**, aşağı hədd meyillənməsi – **Eİ**, valın yuxarı hədd meyillənməsi- **es** , aşağı hədd meyillənməsi isə – **ei** ilə işarə olunur.

Qeyd etdiklərimizi ifadə şəklində aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{aligned} ES &= D_{\max} - D_n; & es &= d_{\max} - d_n; \\ EI &= D_{\min} - D_n; & ei &= d_{\min} - d_n. \end{aligned} \quad 5.1$$

Hədd meyillənmələri müsbət, mənfi və sıfır bərabər olurlar. DÜİST 25347-2000 standartında hədd meyillənmələri mikrometrlərlə göstərilmişdir. Cizgilər isə mm-lə göstərilir.

Cizgidə ölçü xəttinin üzərində əvvəlcə nominal ölçü, daha sonra sağ tərəfdə mötərizədə yuxarı və aşağı hədd meyillənmələri mm-lə yazılır, sıfır hədd meyillənməsi isə yazılmır, məsələn:

$$\varnothing 25 \begin{pmatrix} +0,02 \\ -0,02 \end{pmatrix}; \varnothing 30 \begin{pmatrix} +0,027 \\ -0,027 \end{pmatrix}; \varnothing 40 \begin{pmatrix} -0,027 \\ -0,063 \end{pmatrix} \text{ və s.}$$



Şəkil 5.3 Səthlərin həqiqi ölçüləri

Ən böyük və ən kiçik hədd ölçüləri fərqi nə müsbət deyildir və - **T** ilə işarə olunur. Yuvanın müsbəti - **TD**, valın müsbəti isə - **Td** ilə işarə olunur. Yuva və valın müsbəti aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\mathbf{TD = D_{max} - D_{min}} \quad \mathbf{5.2}$$

$$\mathbf{Td = d_{max} - d_{min}}$$

Müsaidənin qiymətini hədd meyillənmələrinə görə də təyin etmək olar.

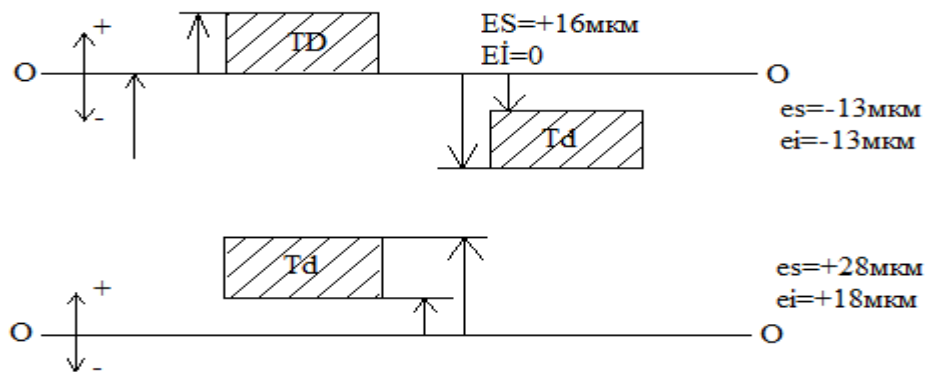
Yuxarı hədd meyillənməsi ilə aşağı hədd meyillənməsinin cəbri fərqinin mütləq qiyməti müsaidənin qiymətinə bərabərdir. Yəni

$$TD = |ES - EI| \quad 5.3$$

$$Td = |es - ei|$$

kimidir. Müsaidənin qiyməti həmişə müsbətdir. Müsaidənin qiyməti böyüdükcə məhsulun keyfiyyəti azalır və dəyəri (qiyməti) aşağı düşür.

Müsaidə sahəsinin qurulması zamanı əvvəlcə hədd meyilləri və müsaidələr üçün hesablama xətti olan və nominal ölçüyə uyğun gələn 0-0 (sıfır-sıfır) xətti çəkilir. Bu xəttin sol cinahında müsbət və mənfi qütblər qeydə alınır. Şərti olaraq nominal ölçünü yuxarıya doğru yönəlmiş və sıfır-sıfır xəttinə söykənmiş oxun üzərində qeydə alınır. Miqyas qəbul edib (məsələn, 1mkm=1mm; 1mkm=2mm və s.) hədd meyillənmələrini miqyasa və işarəsinə uyğun olaraq qeydə almaq lazım gəlir. Alınmış nöqtələrdən 0-0 (sıfır-sıfır) xəttinə paralel xətlər çəkilir, uyğun yerdə dördbucaqlı qurulur. Dördbucaqlının eni 30-dan 50 mm-dək götürülür. Alınmış sahə val, yaxud yuvanın müsaidə sahəsi(şək.5.4) olur.



Şəkil 5.4 Müsaidə sahəsi

Hal-hazırda kalibr - bənd, kalibr - tıxac, yiv kalibr - tıxac, yiv kalibr - həlqə, hədd kalibrləri, işçi kalibrlər, nəzarət kalibrləri, sığallı kalibrlər, sığallı nizamlanan kalibr - bəndlər(şək.5.5) istifadə edilir.



Lazım olan kalibrlər və ölçü tavacıqları



Ölçü kürəkləri



Sinus xətkeşləri JC-1 100x60 , 300x90.



Zərgərlik kalibrləri



Ölçü aləti - ZİQLİN



160 mm T xətkeşi



3D düzbucaq bucaq ölçən MK – 500/400-50



5/10 düymlik kontr Kalibr – xətkəş



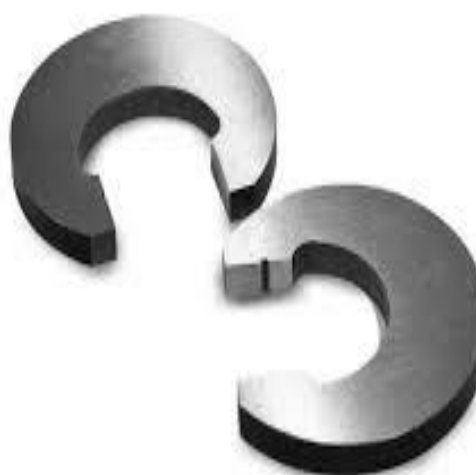
Profil kalibr 4 düymlik /120



Şablon kalibrlər



Kontr kalibrlər 5 , 10 , 20 düymlik



Birtərəfli kalibr bəndlər



Kalibr – bənd



Birtərəfli kalibr bəndlər



İkitərəfli Kalibr – bənd



Tənzimlənən Kalibr – bənd



Hamar kalibrlər



Yiv kalibrləri



Yiv kalibr – tıxaclar



Yiv kalibr – tıxac dəsti



Sıgallı kalibr – tıxac



İkitərəfli Sıgallı kalibr – tıxaclar



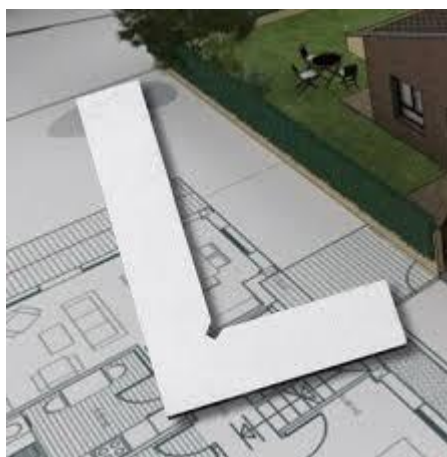
Birtərəfli Sıgallı kalibr – tıxac



Birtərəfli Hamar kalibr – tıxaclar



Yiv kalibr – tıxac və kalibr – bənd dəsti



Şablon kalibr



Yiv kalibrlərinin dəsti



426DS - Kiçik ölçülü yuvalar üçün xüsusi dəstəqli kalibr – tıxaclar



Kürəvi kalibrlər



MOP3E-3 Konus kalibr



Natamam hamar kalibr – bənd 100



AWG – 0 – 36 böyük ölçülü Qaynaqı ölçmək üçün Kalibr – xətkəş



D5H9 $\Pi P = 0$ $HE = + 0$ olan Sığallı kalibr – tıxac



Birtərəfli kalibr bəndlər



840 Marameter və İndikatorlu kalibr bənd

Şəkil 5.5

Müxtəlif növ kalibrlər

Kalibr hissəni ölçmək üçün yox, onun yararlı, yaxud yararsız olmasını yoxlamaq üçün tətbiq edilən alətdir. Küllü və böyük seriyalı istehsallarda hamar silindrik səthlərin nəzarəti kalibrlərlə aparılır. Nəzarətin məqsədi

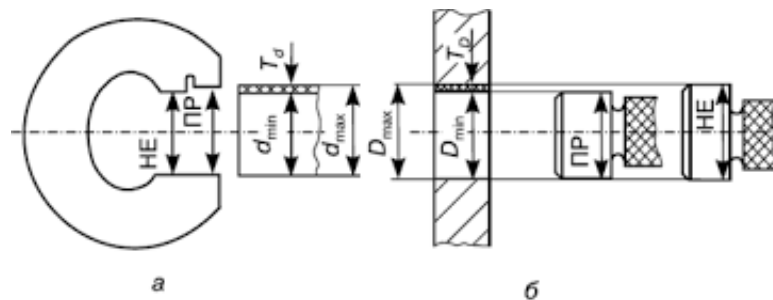
hissənin həqiqi ölçüsünün müsaidə sahəsi hədlərində alınıb-alınmadığını, həqiqi ölçünün qiymətini müəyyən etməklə həmçinin çıxdaşı müəyyən etməkdir. Əgər çıxdaş əmələ gəlsə, bu çıxdaşın düzələn və ya düzəlməyən olduğunu aydınlaşdırmaqdan ibarətdir.

Sığallı silindrik hissələri yoxlamaq üçün tətbiq edilən hədd kalibrləri dəstinin iki tərəfi var:

1.Keçən tərəf– ПП. Bu kalibrin nominal ölçüsü valın ən böyük hədd ölçüsünə, yaxud yuvanın ən kiçik hədd ölçüsünə bərabərdir.

2.Keçməyən tərəf –HE. Bu kalibrin nominal ölçüsü, valın ən kiçik hədd ölçüsünə,yaxud yuvanın ən böyük hədd ölçüsünə bərabərdir.

Hədd ölçü kalibrləri(şək.5.6) vasitəsi ilə nəzarət edilən həndəsi parametrlərin ədədi qiymətləri yox, onların hissənin cizgisində verilmiş ölçüyə uyğun gəlib-gəlməməsi müəyyən edilir. Hədd kalibrləri vasitəsi ilə hissələrin yararlı olub – olmaması, yəni nəzarət edilən həndəsi ölçüsünün aşağı və yuxarı həddlər daxilində olması müəyən edilir.



Şəkil 5.6 Hədd ölçü kalibrləri

Əgər keçən tərəf öz ağırlığı, yaxud təxminən ona bərabər qüvvə təsiri altında yoxlanan hissənin səthindən keçirsə, keçməyən tərəf isə bu səthdən keçmirsə, hissə yararlı hesab edilir. Bu halda yoxlanılan hissənin həqiqi ölçüsü verilmiş ölçü həddləri arasında olur.Ümumiyyətlə, kalibrlər vasitəsi ilə hamar silindrik, konusvari, yivli və dişli hissələrə və eyni zamanda hissələrin girinti və çıxıntı səthlərinin ölçülərinə, səthlərin bir-birinə nəzərən yerləşməsinə və digər həndəsi parametrlərə nəzarət etmək olur.

Hədd kalibrlərinin layihələndirilməsi prosesində **Teylor** prinsipindən istifadə etmək nəzərdə tutulur. Bu prinsipə əsasən keçən kalibrlər formaca ölçülən səthin prototipi olmalıdır. Belə ki, bəzi vallar üçün kalibr həlqə formasında, yuvalar üçün isə val formasında olmalıdır.

Hədd kalibrlərinin növlərinə : kalibr – bənd, kalibr – tıxac, yiv kalibr – tıxac, yiv kalibr – bənd , yiv kalibr – həlqə və sairə aiddir.

Təyinatına görə hədd kalibrləri iki yerə bölünür:

1. İşçi kalibrlər

2.Nəzarət kalibrləri

Hissənin hazırlanması prosesi zamanı yoxlamaq üçün ПП-keçən və HE-keçməyən işçi kalibrlər tətbiq edilir.

İşçi kalibrlərdən məhsul istehsal edən zavod və müəssisələrin texniki-nəzarət şöbəsinin –ТНŞ (ОТК) işçiləri istifadə edirlər. Hissələrin hazırlanması prosesi zamanı yoxlamaq üçün ПП-keçən və HE-keçməyən işçi kalibrlər tətbiq edilir.

İşçi kalibrlər əsasən təyinatına görə iki növə bölünür:

1.Kalibr – tıxac

2.Kalibr – bənd

Bu zaman yuvaları yoxlamaq üçün kalibr tıxaclar, valları yoxlamaq üçün isə kalibr bəndlər(şək.5.7) işlədilir.

Mövcud standartlara əsasən kalibrlər müvafiq olaraq işarələnilrlər:

P - ПП – keçən işçi kalibr;

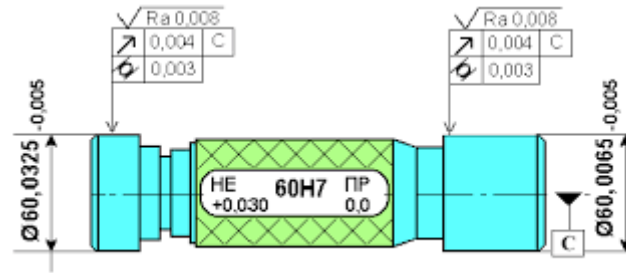
P - HE – keçməyən işçi kalibr;

K - ПП - keçən işçi kalibr (yeni) üçün nəzarət kalibri ;

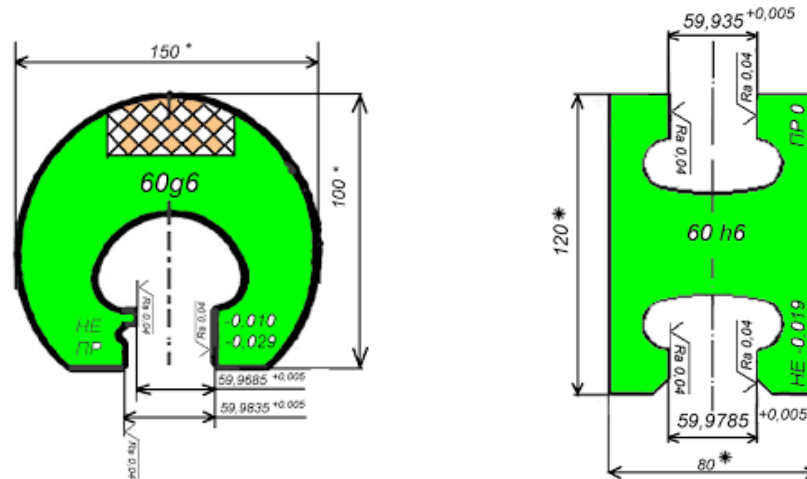
K - HE – keçməyən işçi kalibr (yeni) üçün nəzarət kalibri ;

K - И - işçi kalibrin keçən tərəfinin yeyilməsinə nəzarət edən nəzarət kalibri

Bəzi hallarda, müsaidə sahəsi daxilində qismən yeyilmiş keçən kalibrlərdən də istifadə etmək olar.



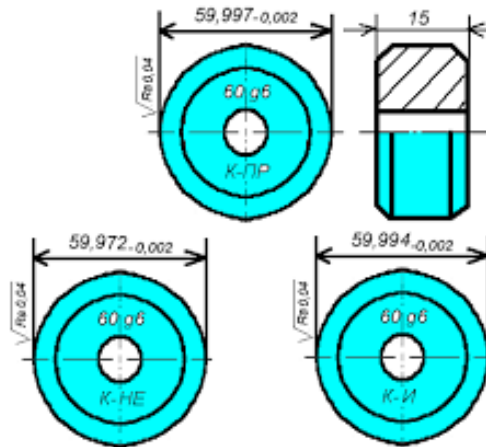
Kalibr – tıxac



Kalibr – bənd

Şəkil 5.7 İşçi kalibrlər

Kalibr-tıxac, nizamlanan və nizamlanmayan hamar kalibr-bəndlərə nəzarət etmək və onların yararlı olub-olmamasını müəyyən etmək üçün nəzarət kalibrlərindən –NK (K-ПП, K-HE, K-И (И - yeyilmiş))(şək.5.8) istifadə edilir. Bunlar vasitəsi ilə istifadədə olmuş, yeyilib və ölçüsünü itirmiş kalibr-tıxac və kalibr-bəndlərin istismardan çıxarılması müəyyən edilir.



Şəkil 5.8 Nəzarət kalibrləri

Bunlar həlqə formasında olurlar.

K-II və **K-HE** nəzarət kalibrləri, **II** və **HE** işlək bəndlərin hazırlanması zamanı onların yoxlanmasında tətbiq olunur. **K-II** nəzarət kalibrləri keçməyəndir. Onlar keçən işçi bəndlərin yeyilməsi nəticəsində istismara yararlı və ya yararsız olmalarını təyin etmək üçündür.

Valların, oxların nəzarəti üçün əsasən kalibr bəndlərdən istifadə olunur.

Kalibr bəndlərin əsas konstruksiyaları ГОСТ 18355 - 2000 ... 18368 – 2000 üzrə müəyyənləşdirilir. İstehsalatda ən çox tətbiq olunan birtərəfli iki həddli (şək5.9) kalibrlərdir.



Şəkil 5.9 Birtərəfli iki həddli kalibrlər

Həmçinin tənzimlənən kalibr bəndlərdən də istifadə olunur. Qeyd etdiyimiz kimi kalibr bəndlər tənzimlənən və tənzimlənməyən olurlar. Bunlardan, əsas etibarilə val və ox tipli hissələrin hazırlanması prosesində onların xarici diametrinə nəzarət etmək üçün istifadə edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, tənzimlənən bəndlər sərt bəndlərə nəzərən nisbətən aşağı dəqiqliyə malik olduğundan, onlardan 8 və ya bundan aşağı kəvalitetlərdə hazırlanan hissələrə nəzarət etmək üçün istifadə edilir.

Kalibr bəndlərə ölçüləri 1 mm-dən 180 mm qədər olan birtərəfli sərt bəndlər daxildir. Ştamlanmış kalibr bəndlər isə, ölçüləri 3 mm-dən 500 mm-ə kimi birtərəfli, və 3 mm-dən 100 mm-ə kimi olan ikitərəfli olur. Ən çox yayılmış

bəndlər – birtərəfli ikihəddli bəndlərdir. Belə bəndlər yoxlama vaxtını qısaldır və bəndin hazırlanmasında materiala qənaət edilir.

Yuvaların nəzarəti üçün ГОСТ 14807 - 69...14827 – 69 üzrə kalibr tıxaclardan istifadə olunur.

Kalibr tıxaclar 50mm-ə qədər olan ölçülər üçün ikitərəfli 50mm-dən yuxarı ölçülər üçün isə birtərəfli olur.

Kalibrlərə çəkilən xərcləri azaltmaq üçün onların yeyilməyə davamlılığını artırmaq lazım gəlir.

Bu nöqteyi nəzərdən kalibrlərin hazırlanmasında 20; 20X; Y7; Y8; XBF; ИХХ15 markalı poladlardan istifadə olunur. Kalibrlərin işçi səthlərində isə BK -6, BK – 8 bərk xəlitədən olan qatlardan da istifadə olunur.

Xəlitədən istehsal olunmuş kalibrlərin yeyilməyə davamlılığı poladdan hazırlananlardan 50... 150 dəfə , xromlanmış kalibrlərə nəzərən isə 25...40 dəfə yüksəkdir.

Kalibrlərin markalanması (işarələnməsi)

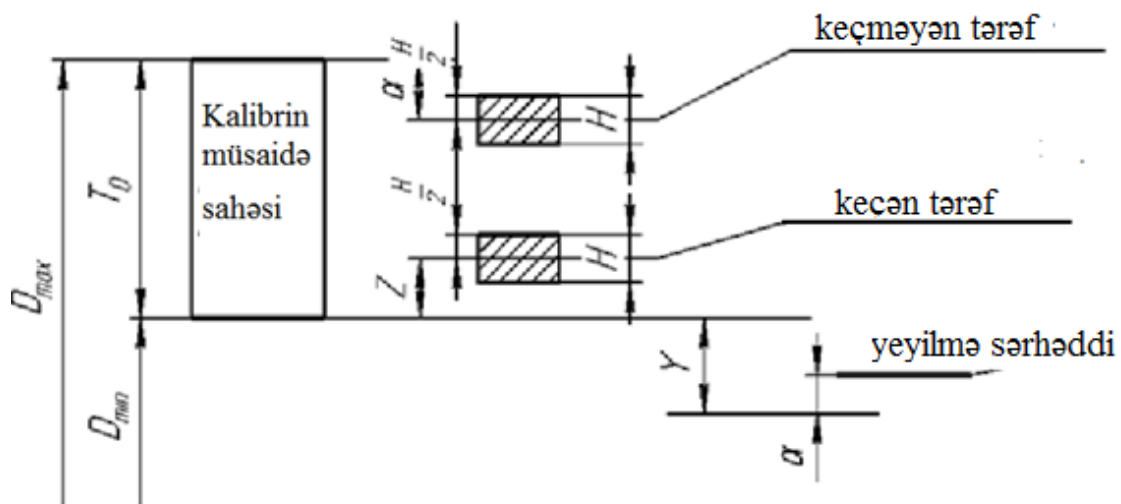
Kalibrlərin üzərində işarələrlə markalanma aşağıdakı ardıcılıqla aparılır:

1. Məmulun nominal ölçüsü - Ø70
2. Məmulun hədd ölçülərinin şərti işarəsi – H 7
3. Məmulun hədd meylləmələrinin qiyməti mm-lə; (+^{0,03})
4. Kalibrin işarələnməsi - ПП, HE
5. İstehsalçı müəssisənin məhsulunun nişanı.

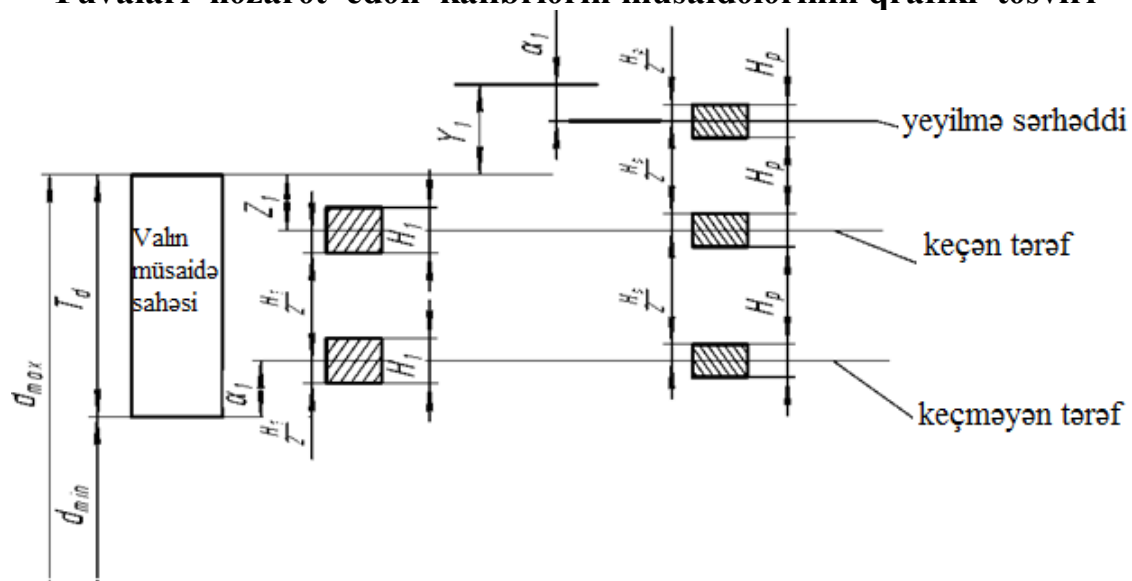
Sığallı (hamar) kalibrlərin istehsal müsaidələri

Kalibrlərin müsaidələri ГОСТ 24853-2001 və СТ CЭВ 157-2000 standartlarında qeyd olunmuşdur.

Standarta görə müəyyən olunmuş müsaidələr (şək.5.10) növbəti ardıcılıqla:



Yuvaları nəzarət edən kalibrlərin müsaidələrinin grafiki təsviri



Vallara və kontrkalibrlərə nəzarət edən kalibrlərin müsaidələrinin grafiki təsviri

Şəkil 5.10 Müsaidələrin grafiki təsviri

Yeni kalibrlərin hazırlanmasında istifadə olunan ölçülərə icraçı ölçülər deyilir. Kalibrlərin icraçı ölçüləri istehsal zamanı işçi cizgisində verilmiş ölçü üzərində qeyd olunur.

ГОСТ 24853-2001 üzrə kalibrlərin müsaidələrinin bir hissəsi cədvəldə qeyd olunub.

Cədvəl 5.1-də işçi kalibrlərin hədd ölçülərini hesablamaq üçün formullar göstərilmişdir.

Cədvəl №5.1

Ölçüyə uyğun kalibrin tərəfləri	Məmulun nominal ölçüsü 180 mm qədər	
	kalibr-tıxac	kalibr-bənd
Kalibrin ən böyük keçən tərəf i - $\Pi P_{\max}$	$D_{\min} + Z + \frac{H}{2}$	$d_{\max} - Z_1 + \frac{H_1}{2}$
Kalibrin ən kiçik keçən tərəf i - $\Pi P_{\min}$	$D_{\min} + Z - \frac{H}{2}$	$d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2}$
Kalibrin keçən tərəfinin yeyilməsi - $\Pi P_{\text{yeyilmə}}$	$D_{\min} - Y$	$d_{\max} + Y_1$
Kalibrin ən böyük keçməyən tərəf i - $HE_{\max}$	$D_{\max} + \frac{H}{2}$	$d_{\min} + \frac{H_1}{2}$
Kalibrin ən kiçik keçməyən tərəf i - $HE_{\min}$	$D_{\max} - \frac{H}{2}$	$d_{\min} - \frac{H_1}{2}$

İcra ölçüsü kalibr bənd üçün minimum hədd ölçüsünün müsbət hədd meyllənməsi ilə və nəzarət kalibr tıxac üçün isə maksimum hədd ölçüsünün mənfi hədd meyllənməsi ilə götürülür.

6,8...10 dəqiqlik kəllitətlərində kalibr bəndin müsaidəsi H_1 kalibr tıxacın müsaidəsindən H - dan 50 %-dən çox olur. Bu səbəbdən kalibr bəndlərin istehsalı öz mürəkkəbliyi ilə izah olunur. Nəzarət kalibrlərinin müsaidəsi H_p bütün növləri üçün eynidir.

Nəzarət zamanı keçən kalibrlərin yeyilməyə məruz qaldığına görə yeyilmənin müsaidəsi nəzərə alınır. Yeyilməyə məruz qalmış kalibrin yeyilməsi nəticəsində məmulun ölçüsünün müsaidə sahəsi sərhəddindən kənara çıxma müsaidəsidir. Bu halda kalibr tıxac üçün Y kalibr bənd üçün isə Y_1 qeyd olunur. 9-cu və daha yüksək dəqiqlik kəllitətlərində Y ı $Y_1 = 0$ qəbul olunur. Bütün keçən kalibrlər üçün müsaidə sahələri H və H_1 məmulun müsaidə sahəsinin kalibr tıxac üçün Z kalibr bənd üçün isə Z_1 qədər yuvanın ən kiçik ($D_{\min}$) və valın ən böyük hədd ölçülərinə ($d_{\max}$) nisbətən meyl etməsidir.

Nominal ölçüsü 180 mm-dən böyük ölçüləri olan yuva və valları kalibrlə nəzarət zamanı buraxılan xətanın əvəzetmə kəmiyyəti yuva üçün - α val üçün isə α_1 işarə olunur.

Verilmiş işi yerinə yetirmək(şək.5.11) üçün bizə ölçülən nümunələr, yastı paralel tavacıqlar, kalibr bənd, kalibr tıxac, həlqə, hədd kalibrləri, işçi kalibrlər, nəzarət kalibrləri, sığallı kalibrlər, sığallı nizamlanan kalibr bəndlər və sairə.



Şəkil 5.11 Verilmiş işi yerinə yetirmək üçün alətlər

Kalibrlərin icra ölçülərinin hesabı

Yeni kalibrlərin istehsalında istifadə olunan hədd ölçülərinə kalibrlərin icra ölçüləri kimi qeyd olunur.

Kalibr bəndin icra ölçüsü ən kiçik hədd ölçüsünün müsbət meyllənməsi, kalibr tıxac və kontrkalibr üçün isə ən böyük hədd ölçüsünün mənfi meyllənməsi qulluq edir. Bütün bunları nəzərə alaraq cizgidəki meyllənmələrini kalibrin öz «üzərinə» qeyd olunur.

Kalibrin icra ölçülərinin hesablanmasının metodikasını nəzərdən keçirək.

Məsələn. Ölçüsü $\varnothing 90_{\text{K6}}$ olan vala nəzarət edən kalibrin hədd və icra ölçülərini təyin etmək tələb olunur

ГОСТ 25347 – 02- dən hədd meyllənmələrini təyin edirik

Valın: $es = +25 \text{ mkm}$ $ei = +3 \text{ mkm}$

Valın ən böyük və ən kiçik hədd ölçüləri:

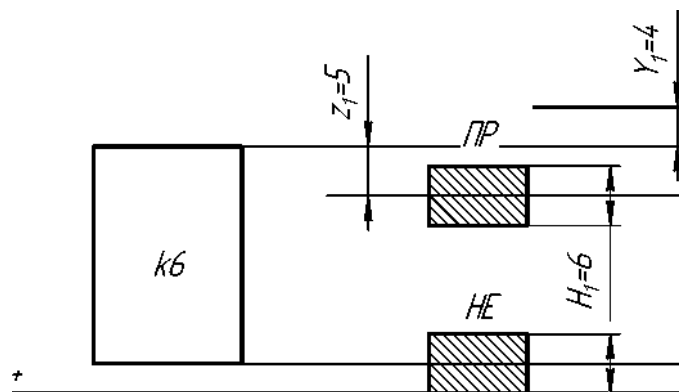
$$d_{\max} = d_H + es = 90 + 0,025 = 90,025 \text{ MM}$$

$$d_{\min} = d_H + ei = 90 + 0,003 = 90,003 \text{ MM}$$

ГОСТ 24853 – 01-dən 6 –cı dəqiqlik kəlalitəti və ölçü intervalı 80 ...120 mm kalibrin hesabı üçün verilənləri seçirik:

$$H_1 = 6 \text{ mkm} \quad Z_1 = 5 \text{ mkm} \quad Y_1 = 4 \text{ mkm} \quad H_p = 2,5 \text{ mkm} \quad \alpha_1 = 0$$

Verilənlər əsasında müsaidənin qrafiki təsvirini (şək.5.12) qururuq:



Şəkil 5.12 $\varnothing 90_{\text{K6}}$ ölçülü vala nəzarət edən kalibr və kontrkalibrin müsaidə sahələrinin qrafiki təsviri

Yeni keçən kalibr bəndin ən kiçik ölçüsü:

$$\Pi P_{\min} = d_{\max} - Z_1 - H_1/2 = 90,025 - 0,005 - 0,003 = 90,017 \text{ mm}$$

Yeyilməyə məruz qalmış keçən kalibr bəndin ən böyük ölçüsü:

$$\Pi P_{\text{yeyil}} = d_{\max} + Y_1 = 90,025 + 0,004 = 90,029 \text{ mm}$$

Keçməyən kalibr bəndin ən kiçik ölçüsü:

$$HE_{\min} = d_{\min} - H_1/2 = 90,003 - 0,003 = 90,000 \text{ mm}$$

İşçi cizgidə verilmiş ölçü üzərində qeyd olunması üçün icraçı ölçülər:

$$90,017^{+0,006}; \quad 90,000^{+0,006}$$

Nəzarət kalibrlərinin ölçüləri:

$$K - \Pi P_{\max} = d_{\max} - Z_1 + H_p/2 = 90,025 - 0,005 + 0,00125 = 90,02125 \text{ mm}$$

$$K - HE_{\max} = d_{\min} + H_p/2 = 90,003 + 0,00125 = 90,00425 \text{ mm}$$

$$K - I_{\max} = d_{\max} + Y_1 + H_p/2 = 90,025 + 0,004 + 0,00125 = 90,03025 \text{ mm}$$

Cizgidə qeyd olunması üçün icraçı ölçülər:

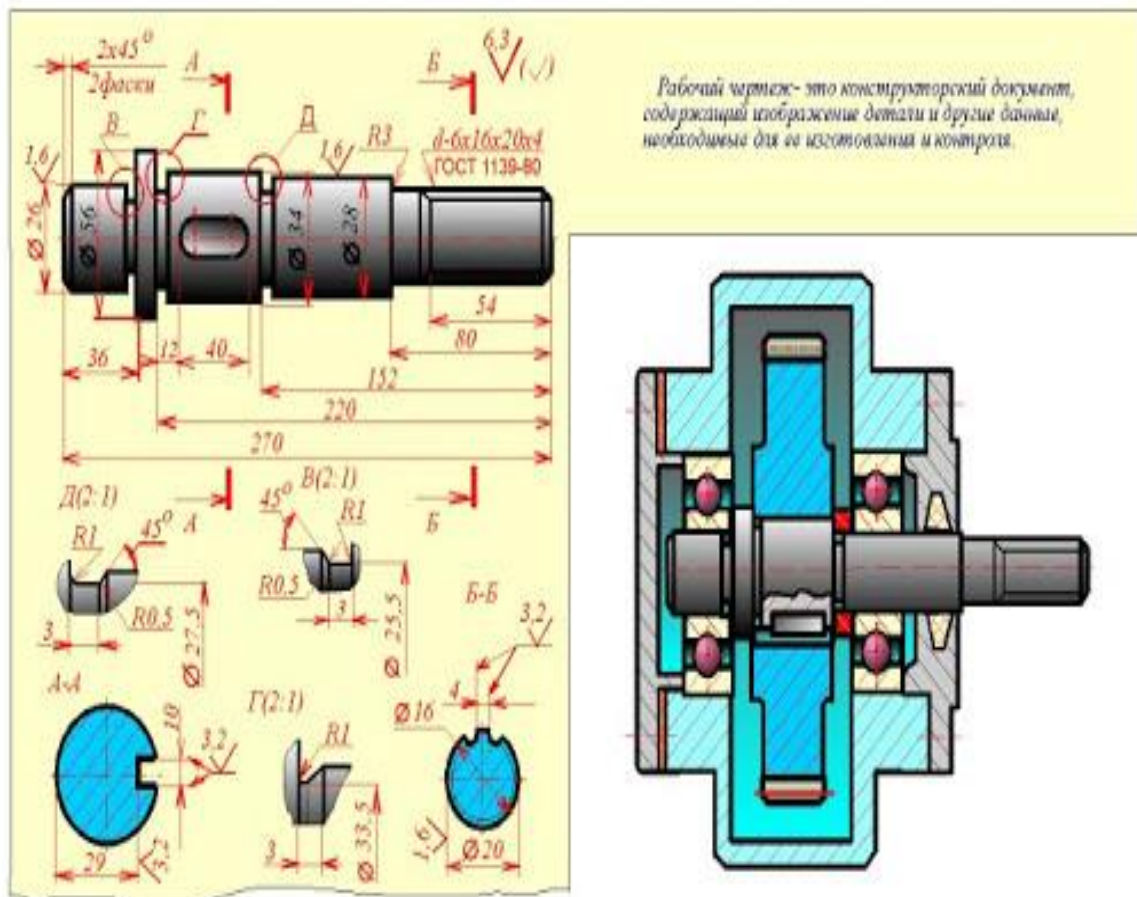
$$\varnothing 90,02125^{-0,0025} \quad \varnothing 90,00425^{-0,0025} \quad \varnothing 90,03025^{-0,0025}$$

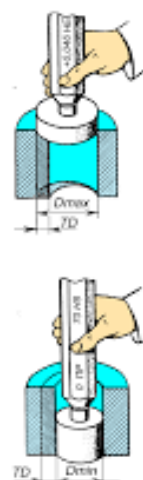
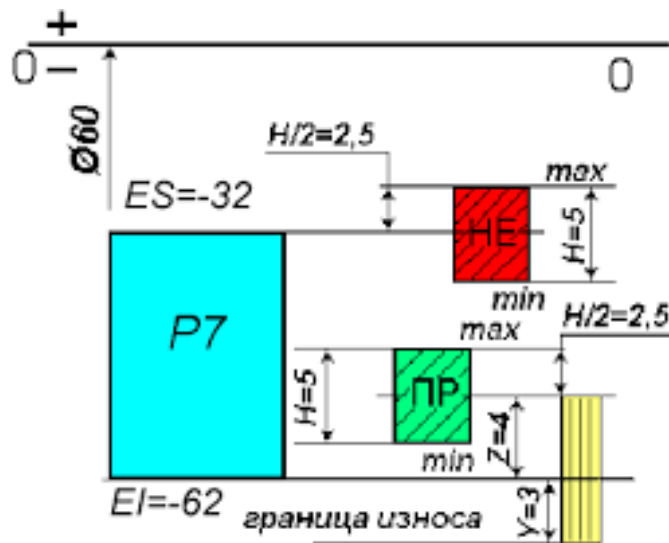
Hesabatı apardıqdan sonra əldə olunan ölçüyə əsasən kalibr bəndi tənzimləmək olar. Nizamlanan hədli sığallı bəndləri tavacıqlar vasitəsilə müəyyən interval daxilində tədab olunan ölçüdə qurmaq olar. Nizamlanan bəndin nizamlama qovşağı vasitəsi ilə vintin yerini dəyişməklə ölçünü azaltmaq və ya çoxaltmaq olar. Ölçünü artırmaq lazım gəldikdə qurğunun vintlərinin açılmış vəziyyətində başlığı sıxmaqla da kifayətlənmək olar. ΠP -dəsti üzrə bəndin xarici dodaqcıqları qurulur. Bu kalibr üçün keçən tərəfdir.

HE -dəsti üzrə bəndin daxili dodaqcıqları qurulur. Bu isə kalibrin keçməyən tərəfdir.

İşin aparılma qaydası:

1. Ölçüləcək nümunələrin eskizini çəkmək.
2. Nümunənin işçi cizgisi üzərində bütün ölçülərin ГОСТ 25347-81-dan hədd meyllənmələrini seçib yazmaq və hesabat cədvəlində qeyd etmək.
3. Vala nəzarət edən kalibrlərin hədd və icra ölçülərini təyin etmək. Nəticəni müvafiq olaraq cədvəldə qeyd etmək.
4. Yastı paralel tavacıqlar vasitəsi ilə hesabatdan alınan ölçülər yığılır .
5. Müvafiq ölçülərə görə tənzimlənən kalibr bənd hesabatdan alınan ölçülərə uyğun olaraq sazlanır.
6. Hər bir ölçünü ölçmə zamanı hissənin (A-A, B-B) kəsiyi istiqamətində aparılır.
7. Yararlı və yararsız hissələr müəyyən olunur.
8. Müəllimin göstərişi ilə kalibrlərin tələb olunan müsaidə sahələrinin qrafiki təsviri çəkilir.





Tapşırıq: Nizamlanan kalibrlərin müsaidə sahələrinin yerləşmə sxemini qurmaq			Nizamlanan ölçülərinin yoxlanması		
					
kalibr – bənd					
K-IP		K-HE		K-II	
Bəndi nizamlamaq üçün tavacıqlar dəstinin ölçüsü					
Dəstin adı	Ölçü tavacıqlarının ölçüsü, mm				
	1-ci	2-ci	3-cü	4-cü	5-ci
IP					
HE					
II					
İşləmə tarixi				İşin təhvil tarixi	
Tələbənin imzası				Müəllimin imzası	

Yoxlama sualları:

1. Kalibrlər. Növləri və tətbiqi sahələri?
2. İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı?
3. Ölçü nəyə deyilir və ölçünün növləri?
4. Həqiqi ölçü nəyə deyilir və praktik izahı ?
5. Müsaidə nəyə deyilir və necə ifadə olunur ?
6. Hədd ölçüsü nəyə deyilir və hədd meyillənməsi nədir?

ТЕМА № 5

ПРОВЕРКА РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ЖЕСТЬКИМИ И РЕГУЛИРУЕМЫМИ КАЛИБРАМИ

Задача:

- 1.Контралировать действительных размеров форм и требуемых показателей сопрягаемых поверхностей деталей.
- 2.Составить расчет о проделанной работе.

Цель работы:

Приобретение навыков пользования калибрами. Освоение измерений калибрами. Определение после технологического процесса годности деталей.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Калибр-скоба, калибр-пробка, резьбовой калибр-пробка, резьбовой калибр-кольцо, предельные калибры, рабочие калибры, контрольные калибры, гладкие калибры, гладкие регулируемые скобы, плоскопараллельные концевые меры и измеряемые детали.

Правила выполнения работы:

1. Основные виды калибров. Изучение устройство измерение и область применения.
2. По данному расчету размера набирают плоскопараллельные концевые меры.
3. Регулировать размеры по данному интервалу гладких регулируемых скоб.
4. Измерения различными пределами деталей калибрами.
5. Построить схему расположения полей допусков и указать предельных отклонений размеров. Составить таблицу по данным результатам измерения. Провести анализ результатов.

Теоретические сведения:

В машиностроении в основном пользуются номинальным, действительным и предельными размерами.

Номинальный размер это размер, на основании инженерных расчетов, опыта проектирования, обеспечения конструктивного совершенства изготовления детали - изделия округляют обычно в большую сторону и ближайшее его значение выбирается по ГОСТ-у который указывают (рис5.1) на чертеже.

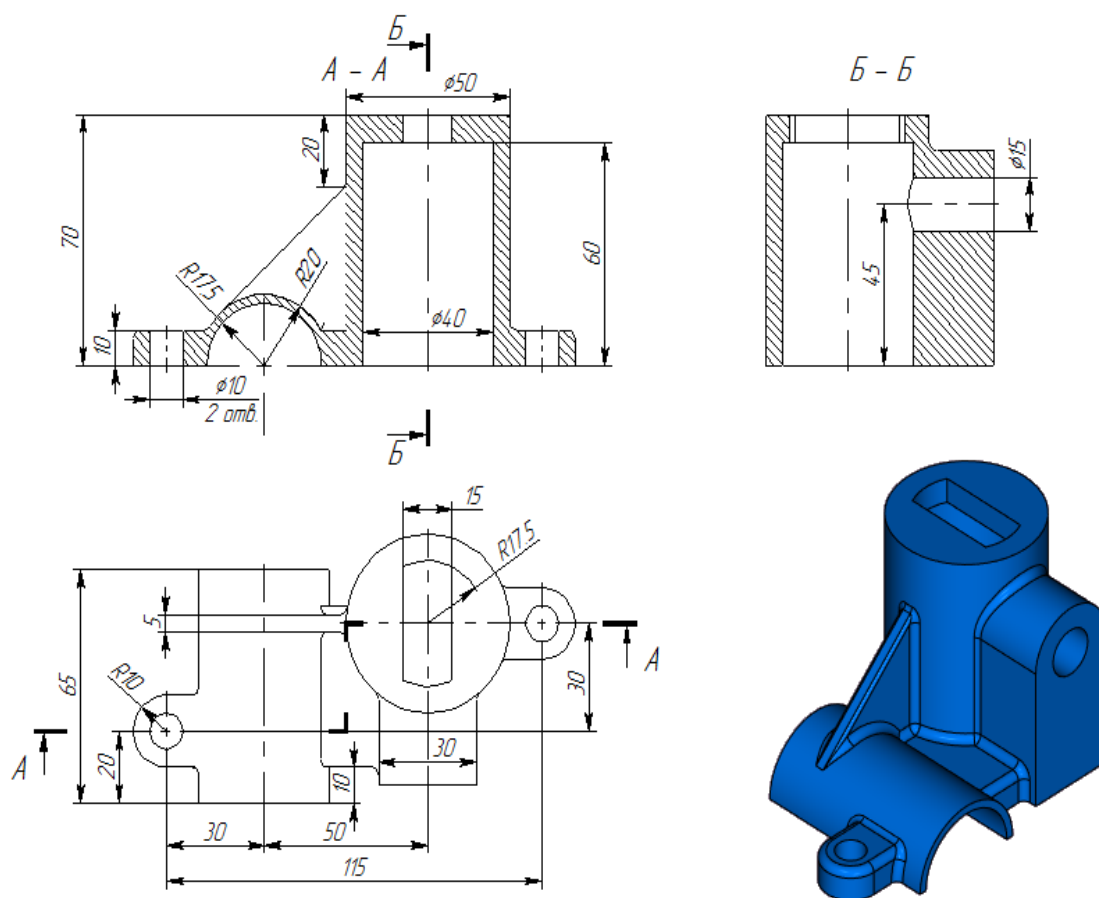


Рисунок 5.1

Рабочий чертеж детали

Номинальный размер - это абсолютный размер. Его в производстве получить невозможно.

Действительный размер от существующего размера отличается по погрешности измерения.

В машиностроении невозможно выполнить абсолютно точно

требуемые размеры деталей. Поэтому существует понятие – действительный размер(рис.5.2) детали. При изготовлении и измерении под влиянием различных погрешностей получается рассеивание размеров. Детали, которые изготавливаются при одних и тех же технологических условиях получаются не с одинаковыми размерами. Изготовление деталей по одному размеру сложно. Надо учитывать допустимую неточность изготовления. Поэтому детали изготавливают в двух пределах, которые называют предельными размерами.

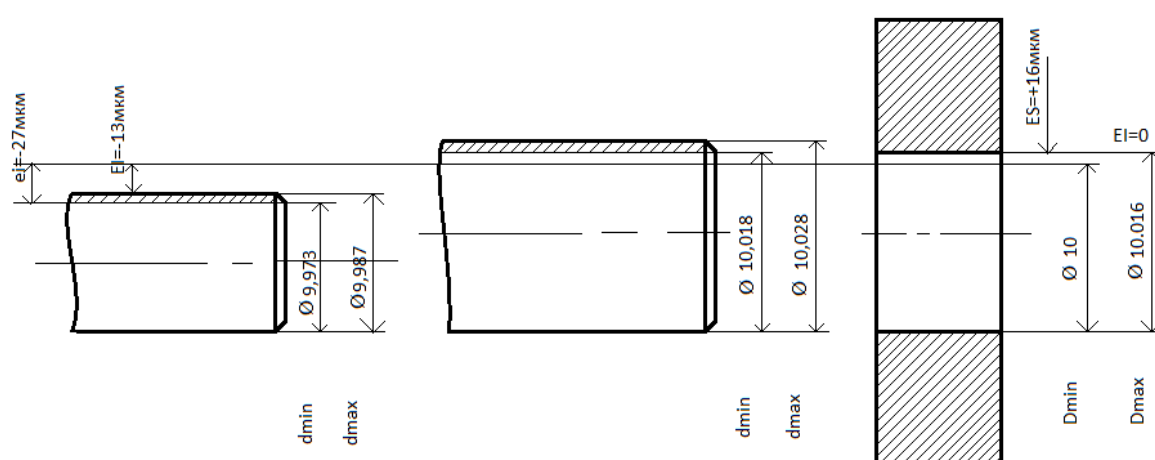


Рисунок 5.2 Допустимые размеры

Предельный размер - это два допустимых размера, между которыми должен находиться и которому может быть равен действительный размер.

Предельный размер бывает наибольшим – D_{max} , d_{max} и наименьшим – D_{min} , d_{min} . Предельные размеры характеризуют точность (рис.5.3) изготовления.

Если действительный размер отверстия меньше минимального предельного размера, такой отверстие является исправимым браком. Если действительный размер больше максимального предельного размера отверстия, это неисправимый брак.

Если действительный размер вала больше максимального предельного

размера, это является исправимой браком. Если действительный размер вала меньше минимального предельного размера, это неисправимый брак.

Простановка на чертежах предельных размеров очень усложняет чертеж. Поэтому предельные размеры заменяют предельными отклонениями.

Предельное отклонение - это разность между номинальным и предельными размерами. Предельные отклонения бывают верхние и нижние.

Верхнее отклонение - это алгебраическая разность между наибольшими предельными и номинальными размерами.

Нижнее отклонение - это алгебраическая разность между наименьшими предельными и номинальными размерами.

Предельные отклонения обозначаются - верхнее отклонение отверстия - ES , нижнее отклонение отверстия - EI , верхнее отклонение вала - es , нижнее отклонение вала - ei .

Учитывая теоретическое значение:

$$\begin{aligned} ES &= D_{\max} - D_n; & es &= d_{\max} - d_n; \\ EI &= D_{\min} - D_n; & ei &= d_{\min} - d_n. \end{aligned} \quad 5.1$$

Предельное отклонение может быть положительным, отрицательным и равным нулю. По ГОСТ-у 25347-2000 в таблице стандартов отклонения указывают в мкм-ах а на чертежах в мм-ах. На чертежах отклонение показывают слева от номинального размера более мелко, положительное отклонение сверху, а отрицательное - снизу. Отклонение, равное нулю на чертежах не показывают. Если верхние и нижние отклонения одинаковы по величине и различны по знаку, то их

показывают. Например: $\varnothing 25 \begin{pmatrix} +0,02 \\ -0,02 \end{pmatrix}$; $\varnothing 30 \begin{pmatrix} +0,027 \\ -0,027 \end{pmatrix}$; $\varnothing 40 \begin{pmatrix} -0,027 \\ -0,063 \end{pmatrix}$ и. т. д.



Рисунок 5.3 Действительный размер поверхностей

Допуск размеров - это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Допуск обозначают буквой - **T** (от фр. «tolerance»). Допуск обозначается для отверстия - **TD**, допуск вала – **Td**. Относительно вышесказанного:

$$\mathbf{TD = D_{max} - D_{min}} \quad \mathbf{5.2}$$

$$\mathbf{Td = d_{max} - d_{min}}$$

Или же алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями.

Допуск всегда положителен. С увеличением допуска качество

продукции ухудшается, а стоимость изготовления снижается.

$$TD = |ES - EI| \quad 5.3$$

$$Td = |es - ei|$$

Изображение на чертежах деталей допуска к размерам является искаженным, т. к. размер детали и допуск сильно отличаются друг от друга. Поэтому для упрощения допуска размера целесообразно изображать графически в виде поля допуска.

Поле допуска - это прямоугольник, верхняя сторона которого соответствует верхнему предельному отклонению, а нижняя сторона - нижнему предельному отклонению. Ширина прямоугольника берется в пределах от 30 до 50 мм. Для построения прямоугольника принимается определенный масштаб (например, 1 мкм = 1 мм; 1 мкм = 2 мм и т.д.), вместо номинального размера ставится нулевая линия 0-0 (ноль-ноль), т. е. нулевая линия заменяет номинальный размер и является началом (рис. 5.4) отсчета отклонений. Положительные отклонения всегда располагают вверх от нулевой линии, а отрицательные - вниз. Отклонения, равные нулю, совпадают с нулевой линией.

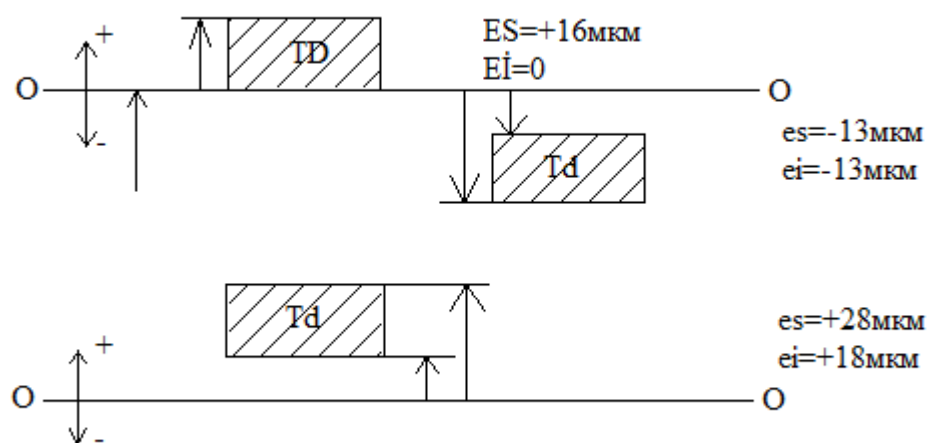


Рисунок 5.4

Поле допуска

В данный момент используется средства измерения(рис.5.5) калибр-скоба, калибр-пробка, резьбовой калибр-пробка, резьбовой калибр-кольцо, предельные калибры, рабочие калибры, контрольные калибры, гладкие калибры, гладкие регулируемые скобы и др.



Калибры и плоскопараллельные концевые меры использованные на занятии



Измерительные шупы



Синусные линейки ЛС-1 100х60 , 300х90.



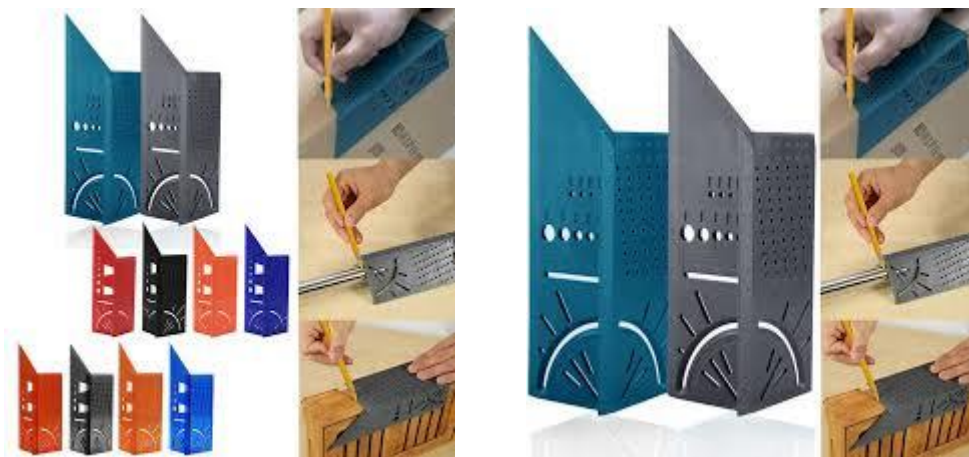
Ювелирные калибры



**Измерительный инструмент
ZIQLINT**



160 мм Т линейка



3D угол измерения квадратной МК – 500/400-50



5/10 дюймовый контурный Калибр – линейка



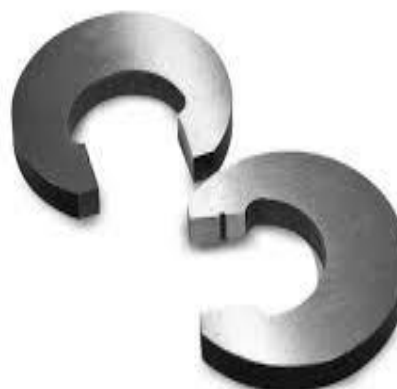
Профиль калибр 4 дюйма /120



Шаблонные калибры



Контурный калибры 5 , 10 , 20 дюймовые



Калибр скоба односторонняя



Калибр-скоба



Калибр-скоба односторонняя



Калибр-скоба двухсторонняя



Калибр – скоба регулируемая



Гладкие калибры



Резьбовые калибры



Резьбовой калибр-пробка



Комплект резьбовых калибр – пробок



Гладкие калибр - пробки



Двухсторонняя гладкие калибр - пробки



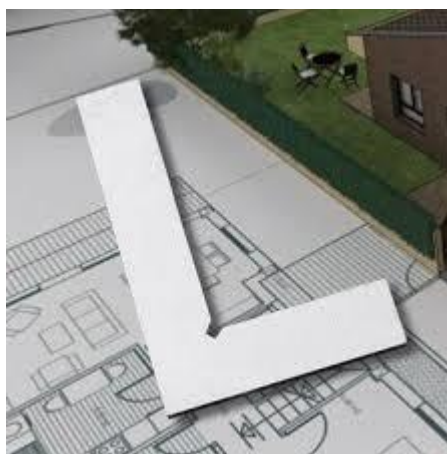
Односторонняя гладкий калибр - пробка



Односторонняя гладкие калибр - пробки



Комплект резьбовых калибров скоб и пробок



Шаблонный калибр



Комплект резьбовых калибров



Калибр -пробка гладкие с ручкой для малых диаметров - 426DS



Шаровой калибр



Калибр Конус МОРЗЕ-3



Калибр – пробка гладкая неполная 100



Калибр – толщине линейка Горячая – 0 – 36 крупный AWG для Сварочного контроля

EXACTOPLUG - 89



Калибр пробка гладкая D5H9 ПР = 0 НЕ = +0



Односторонняя калибр-скоба



840Мараметер и Индикаторный калибр-скоба

Рисунок 5.5 Разные виды калибров

Калибрами называются инструменты для контроля изделий, не измеряющие изделия. Калибрами устанавливают их годность или негодность – брак изделия. Брак изделия бывает в двух видах.

Исправимые браки и неисправимые браки изделия.

Устанавливающие соответствие или несоответствие действительных

отклонений размера назначенный предельным отклонениям. Годность деталей, особенно при массовом и крупносерийном производствах, наиболее часто проверяют предельными калибрами. Комплект предельных калибров (рис.5.6) для контроля размеров гладких цилиндрических деталей состоит из двух сторон:

1.Проходная сторона калибра - ПР, номинальный размер которого равен наибольшему предельному размеру вала или наименьшему предельному размеру отверстия;

2.Непроходная сторона калибра - НЕ, номинальный размер которого равен наименьшему предельному размеру вала или наибольшему предельному размеру отверстия.

Деталь считается годной, если проходная сторона калибра под действием собственного веса или усилия, примерно равного ему, проходит а его - проходная сторона калибра не проходит по контролируемой поверхности детали.

В этой случае действительный размер контролируемой детали находится между заданными предельными размерами.

Если проходной калибр не проходит, то контролируемая деталь является исправимым браком. А если непроходной калибр проходит, то деталь является неисправимым браком, т.к. размер такого вала меньше наименьшего допустимого, а размер только отверстия больше наибольшего допустимого.

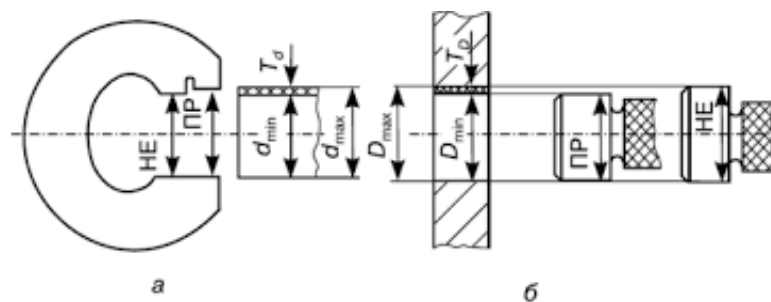


Рисунок 5.6

Предельные Калибры

Таким образом, предельные калибры - это безшкальные измерительные инструменты, предназначенные не для определения числового значения измеряемых параметров, а для определения их годности.

Предельные калибры применяются для измерения цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых поверхностей.

При конструировании предельных калибров должен выполняться принцип **Тейлора**, согласно которому проходной калибр является прототипом сопрягаемой детали и контролирует размер по всей длине соединения с учетом погрешностей формы.

Непроходной калибр должен контролировать только собственно размер детали и поэтому имеет малую длину для устранения влияния погрешностей формы.

Виды предельных калибров: калибр-скоба, калибр-пробка, резьбовой калибр-пробка, резьбовой калибр-кольцо и т. д.

По технологическому назначению предельные калибры делятся на два вида :

1. Рабочие калибры

2. Контрольные калибры

Рабочие калибры (**ПР** ; **НЕ**) предназначены для проверки изделий в процессе их изготовления. Этими калибрами пользуются рабочие и контролеры ОТК завода - изготовителя.

Рабочие калибры по виду назначения делятся на два вида:

1. Калибр пробка

2. Калибр скоба

Калибр (рис.5.7) пробка предназначена для контроля отверстий а калибр скоба предназначена для контроля валов.



Рисунок 5.7 Рабочий Калибр

Согласно действующим стандартам калибры имеют следующие обозначения:

Р - ПР - проходной рабочий калибр;

Р - НЕ - непроходной рабочий калибр;

К - ПР - контрольный калибр для проходного рабочего (нового) калибра;

К - НЕ - контрольный калибр для непроходного рабочего (нового) калибра;

К - И - контрольный калибр для контроля износа проходной стороны рабочего калибра.

Контрольные калибры (К-ПР, К-НЕ, К-И (И - изношенный)) (рис.5.8) предназначены для контроля или регулировки размеров рабочих калибров.

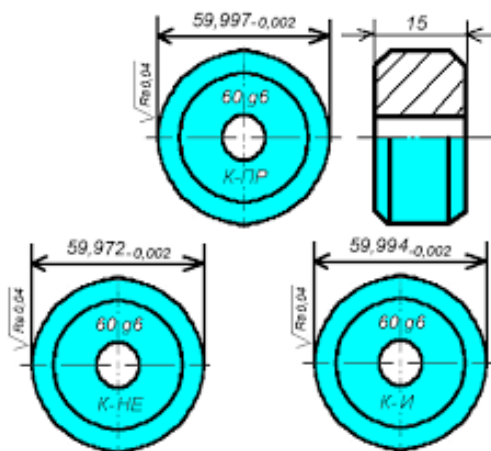


Рисунок 5.8 **Контрольные калибры**

Они имеют форму шайб. Контрольные калибры К-ПР и К-НЕ используют соответственно для проверки рабочих скоб ПР; НЕ при их изготовлении. Контрольные калибры К-И являются непроходными и служат для изъятия из эксплуатации вследствие износа проходной рабочей скобы. Для контроля валов используют главным образом скобы. Основные конструкции калибров скоб установлены по ГОСТ 18355 - 00...18368-00. Наиболее распространены односторонние (рис.5.9) двух предельные скобы.



Рисунок 5.9 **Односторонние двух предельные скобы**

Применяют также регулируемые скобы, которые можно настраивать на различные размеры.

Регулируемые скобы имеют меньшую точность и надежность, поэтому их применяют для контроля изделий 8 - го и грубее квалитетов.

При размерах от 1мм до 180 мм применяется односторонняя цельная калибр скоба. Для размеров от 3мм до 500мм односторонняя а при размерах от 3мм по 100мм применяются двухсторонние штаповонные калибр скоба.

Для контроля отверстий применяют калибры - пробки конструкции, которых установлены по ГОСТу 14807 - 00...14827 - 00. Калибры - пробки могут быть двухсторонними для размеров до 50 мм и односторонними для размеров свыше 50 мм.

Для снижения затрат на калибры стремятся увеличить их износостойкость.

Для изготовления калибров используются стали марок 20; 20Х; У7; У8; ХВГ; ШХ15; Для рабочих поверхностей калибров используются пластинки из твердых сплавов ВК -6, ВК - 8.

Калибры, оснащенные сплавами имеют износостойкость в 50...150, хромированные 25...40 раз выше, чем стальные.

Маркировка калибров

На калибрах наносят следующую маркировку:

- 1.Номинальный размер изделия - **Ø70**
2. Условное обозначение предельных отклонений изделия – **Н 7**
- 3.Величины предельных отклонений изделия в мм; **(+^{0,03})**
- 4.Обозначение калибра - **ПР, НЕ**
- 5.Товарный знак завода - изготовителя.

Допуски на изготовление гладких калибров

Допуски на изготовление гладких калибров и контркалибров регламентированы по ГОСТу 24853 - 00, который предусматривает следующие(рис.5.10) допуски:

Таблица №1

Стороны калибра соответствующие по размерам	Номинальный размер изделия до 180 мм	
	Калибр пробка	Калибр скоба
Наибольший размер проходной стороны калибра - ПР_{max}	$D_{\text{min}} + Z + \frac{H}{2}$	$d_{\text{max}} - Z_1 + \frac{H_1}{2}$
Наименьший размер проходной стороны калибра - ПР_{min}	$D_{\text{min}} + Z - \frac{H}{2}$	$d_{\text{max}} - Z_1 - \frac{H_1}{2}$
Износ проходной стороны калибра - $\text{ПР}_{\text{износ}}$	$D_{\text{min}} - Y$	$d_{\text{max}} + Y_1$
Наибольший размер непроходной стороны калибра - НЕ_{max}	$D_{\text{max}} + \frac{H}{2}$	$d_{\text{min}} + \frac{H_1}{2}$
Наименьший размер непроходной стороны калибра - НЕ_{min}	$D_{\text{max}} - \frac{H}{2}$	$d_{\text{min}} - \frac{H_1}{2}$

В качестве исполнительными размера для скобы берется ее наименьший предельный размер с положительными отклонениями, а для пробки и контрольного калибра их наибольший размер с отрицательными отклонениями.

В качествах 6,8 ...10 допуски Н_1 для скоб на 50 % больше допусков Н для пробок, что объясняется большей сложностью изготовления скоб. Допуски для всех типов контрольных калибров Н_p одинаковы.

Для проходных калибров, которые изнашиваются в процессе контроля, предусмотрен допуск на износ. Допустимый выход размера изношенного калибра за границу поля допуска изделия регламентируется величиной Y для пробок и величиной Y_1 для скоб. В качествах 9-ом и грубее Y и $Y_1 = 0$.

Для всех проходных калибров поля допусков Н и Н_1 сдвинуты внутрь поля допуска изделия на величину Z для пробок и величину Z_1 для скоб.

При номинальных размерах более 180 мм поле допуска непроходного калибра и граница износа ПР калибра также сдвигается внутрь поля допуска детали на величину α для пробок и величину α_1 для скоб. Для выполнения лабораторной работы (рис. 5.11) нам понадобятся измеряемые детали, плоскопараллельные концевые меры, калибр-скоба, калибр-пробка, кольцо, предельные калибры, рабочие калибры, гладкие регулируемые скобы и др.

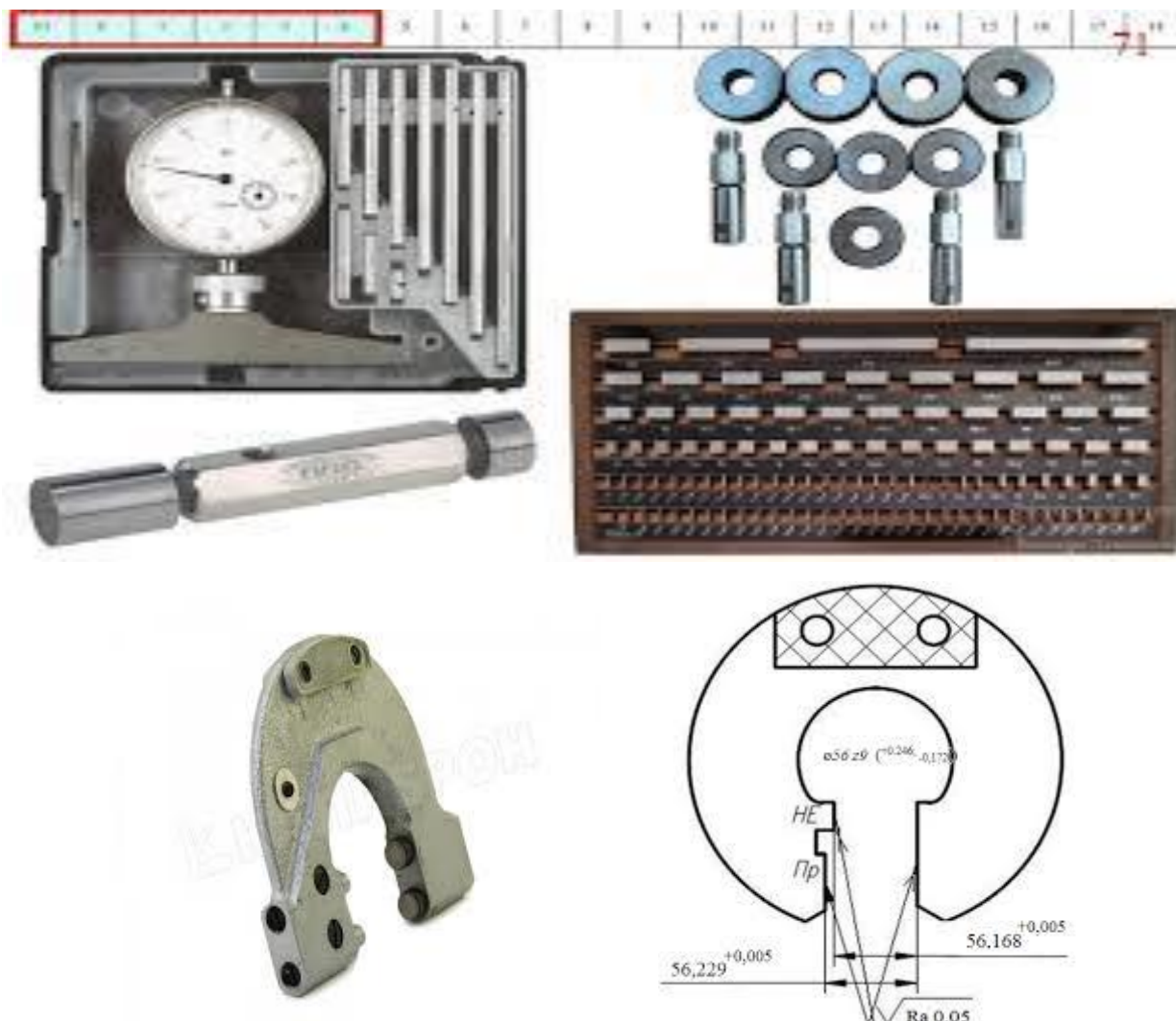


Рисунок 5.10 **Используемые средства измерения для выполнения данных работ**

Расчет исполнительных размеров калибров

Исполнительным называют предельный размер калибра, по которому изготавливают новый калибр.

Исполнительным размером скобы служит её наименьший предельный размер с положительным отклонением, для пробки и контркалибра - их наибольший предельный размер с отрицательным отклонением. Таким образом, на чертеже отклонение проставляют в «**теле**» калибра.

Рассмотрим пример расчета исполнительных размеров калибра.

Пример. Определить предельные и исполнительные размеры калибров для

контроля вала $\varnothing 90\text{к}6$.

По ГОСТу 25347 - 02 находим предельные отклонения

вала: $es = +25 \text{ мкм}$ $ei = +3 \text{ мкм}$

Наибольший и наименьший предельные размеры вала:

$$d_{\max} = d_n + es = 90 + 0,025 = 90,025 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d_n + ei = 90 + 0,003 = 90,003 \text{ мм}$$

По ГОСТу 24853 - 01 для качества 6 и интервала размеров 80 ...120 мм находим данные для расчета размеров калибров:

$$H_1 = 6 \text{ мкм} \quad Z_1 = 5 \text{ мкм} \quad Y_1 = 4 \text{ мкм} \quad H_p = 2,5 \text{ мкм} \quad \alpha_1 = 0$$

Строим схему (рис.5.12) расположения полей допусков:

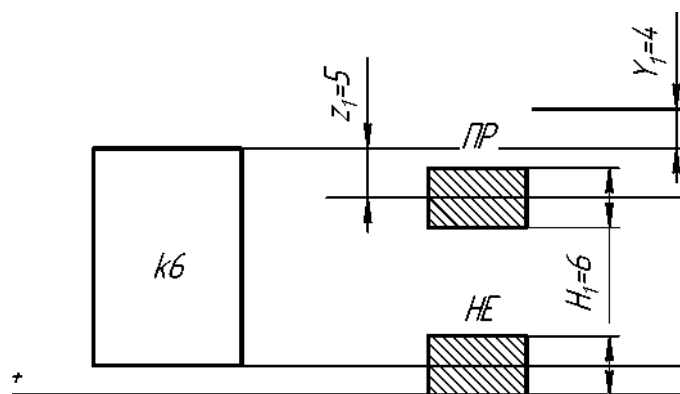


Рисунок 5.12 Схема расположения полей допусков калибров и контркалибров для контроля вала $\varnothing 90\text{к}6$.

Наименьший размер проходного нового калибра - скобы:

$$ПР_{\min} = d_{\max} - Z_1 - H_1/2 = 90,025 - 0,005 - 0,003 = 90,017$$

Наибольший размер изношенного проходного калибра - скобы:

$$ПР_{\text{изнош}} = d_{\max} + Y_1 = 90,025 + 0,004 = 90,029 \text{ мм}$$

Наименьший размер непроходного калибра - скобы:

$$НЕ_{\min} = d_{\min} - H_1/2 = 90,003 - 0,003 = 90,000 \text{ мм}$$

Исполнительные размеры для простановки на чертеже:

$$90,017^{+0,006}; 90,000^{+0,006}$$

Размеры контрольных калибров:

$$К - ПР_{\max} = d_{\max} - Z_1 + H_p/2 = 90,025 - 0,005 + 0,00125 = 90,02125 \text{ мм}$$

$$К - НЕ_{\max} = d_{\min} + H_p/2 = 90,003 + 0,00125 = 90,00425 \text{ мм}$$

$$К - И_{\max} = d_{\max} + Y_1 + H_p/2 = 90,025 + 0,004 + 0,00125 = 90,03025 \text{ мм}$$

Исполнительные размеры для простановки на чертеже:

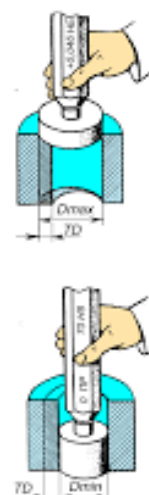
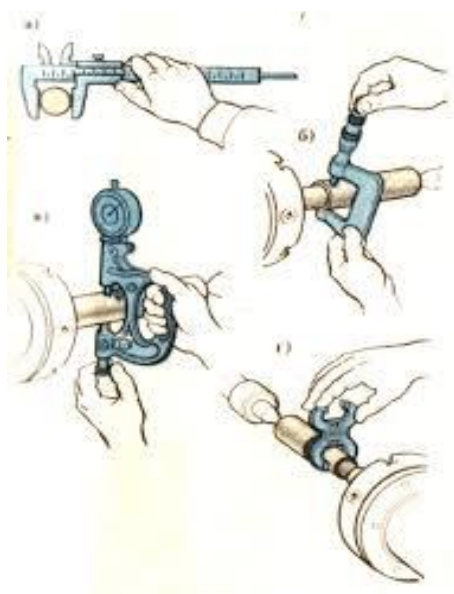
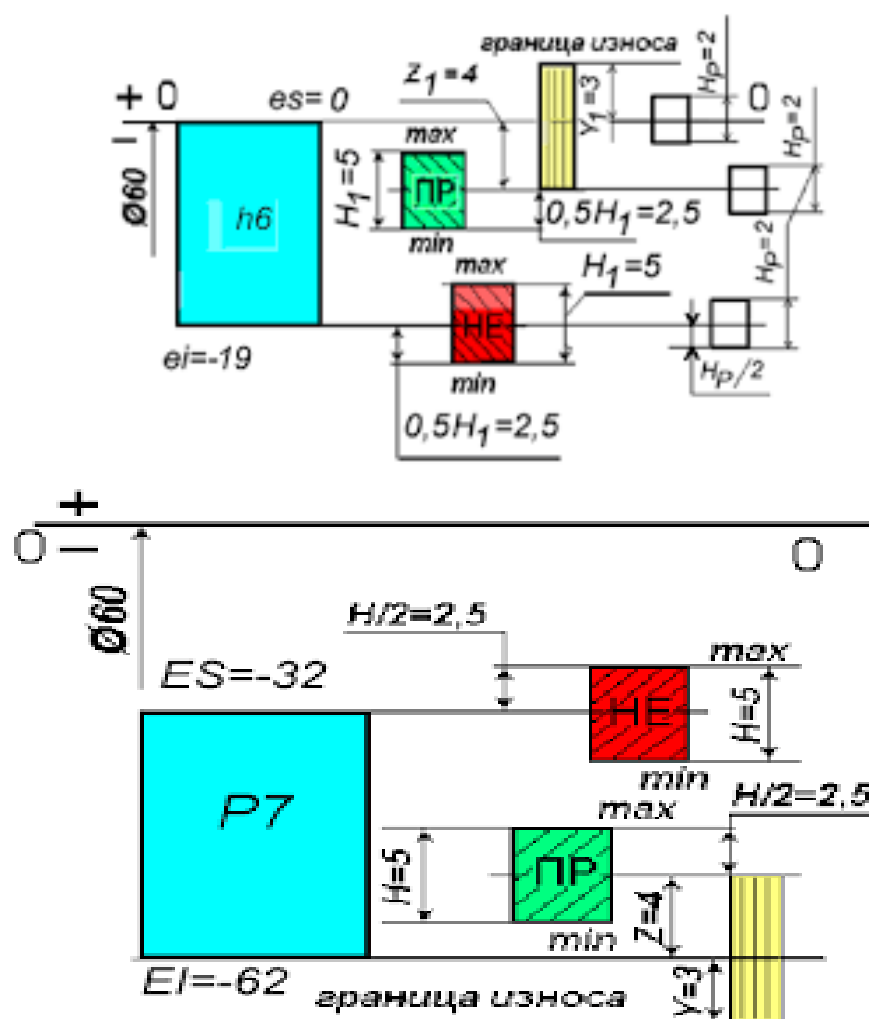
$$\varnothing 90,02125_{-0,0025} \quad \varnothing 90,00425_{-0,0025} \quad \varnothing 90,03025_{-0,0025}$$

После расчета можно отрегулировать гладкие регулируемые скобы. При помощи плоскопараллельных концевых мер устанавливаются рассчитанные размеры и регулируется скоба.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить эскиз измеряемых деталей.
2. В таблицу отсчета выписать из ГОСТа 25347-2001 предельные отклонения на рабочем чертеже детали для всех размеров.
3. Определить предельные и исполнительные размеры калибров для контроля вала. Результаты занести в соответствующие графы таблицы отчета.
4. При помощи плоскопараллельных концевых мер устанавливаются рассчитанные размеры.

-



Задача: Построить схему расположения допуска регулируемых калибров			Проверка регулируемых размеров		
					
Калибр скоба					
К-ПР		К-НЕ		К-И	
Размеры плоскопараллельных концевых мер для установки					
Название	Размеры плоскопараллельных концевых мер, мм				
	1-ci	2-ci	3-cü	4-cü	5-ci
ПР					
НЕ					
И					
Дата выполнения работы			Дата сдачи работы		
Подпись студента			Подпись преподавателя		

Контрольные вопросы:

1. Калибры. Виды и область применения?
2. Порядок работы?
3. Что такое размеры и виды размеров?
4. Что называют действительный размер?
5. Что называют допуском?
6. Что называют предельные размеры и предельные отклонения?

TOPIC No 5
CHECKING THE PARTS SIZE RIGID AND ADJUSTABLE
CALIBRATION

Task:

1. To control the actual dimensions of the shapes and the required indicators of the mating surfaces of the parts.
2. Make a calculation of the work done.

Objective:

Acquiring skills in using calibers. Mastering measurements with calibers.

Determination after the technological process of the suitability of parts.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Clamp gauge, plug gauge, threaded plug gauge, threaded ring gauge, limit gauges, working gauges, control gauges, smooth gauges, smooth adjustable clamps, plane-parallel gage blocks and parts to be measured.

Work rules:

1. The main types of calibers. Study device measurement and scope.
2. According to this calculation of the size, plane-parallel end measures are taken.
3. Adjust the dimensions to the given interval of smooth adjustable brackets.
4. Measurements of different limits of parts with calibers.
5. Build a diagram of the location of the tolerance fields and indicate the maximum size deviations. Draw up a table based on these measurement results. Analyze the results.

Theoretical information:

In mechanical engineering, they mainly use nominal, valid and limiting dimensions.

Nominal size is the size based on engineering calculations, experience

design, ensuring constructive manufacturing excellence details - products are usually rounded up and the nearest the value is selected according to GOST, which is indicated on the drawing (Fig5.1).

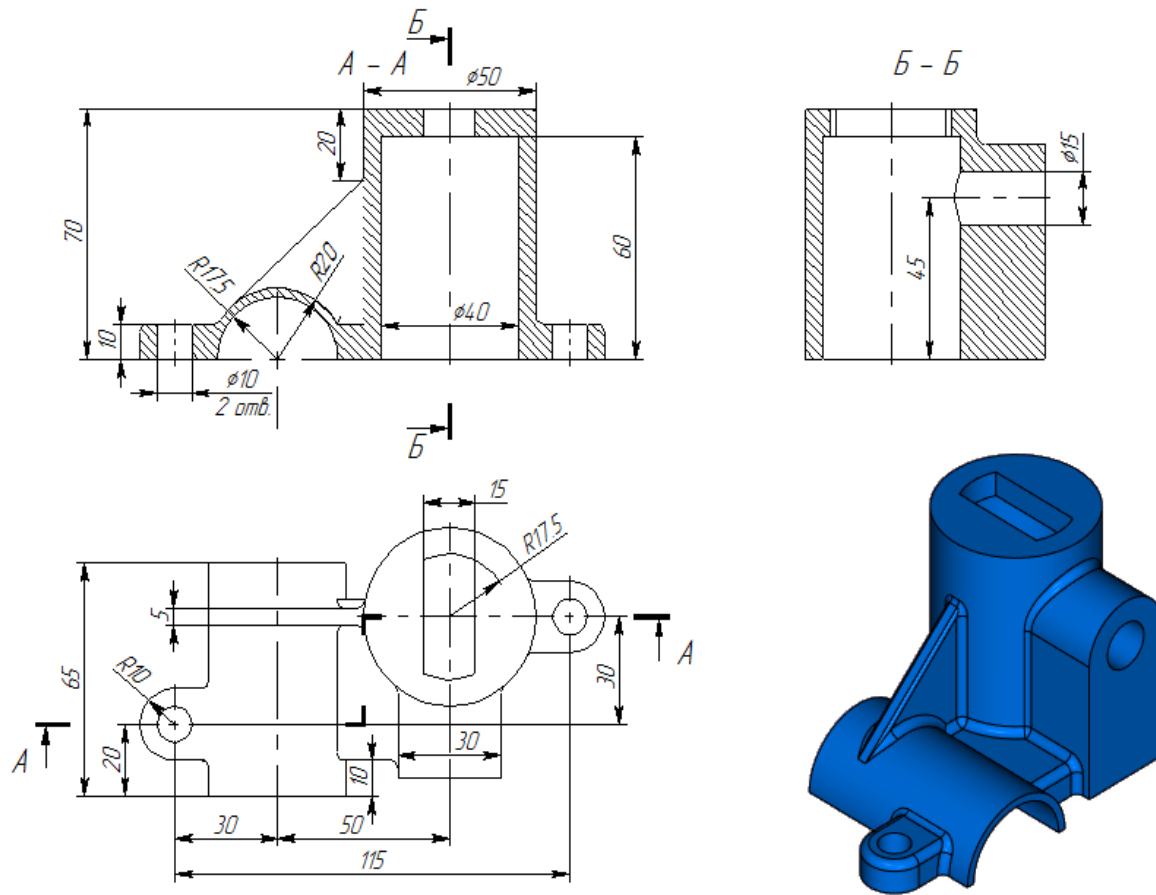


Figure 5.1 Working drawing of the part

The nominal dimension is the absolute dimension. It is impossible to get it in production. Actual size differs from existing size in measurement error.

In mechanical engineering, it is impossible to perform absolutely exactly the required dimensions of parts. Therefore, there is a concept - the actual size of the part (Fig5.2). During manufacture and measurement, under the influence of various errors, dimensional scattering is obtained. Parts that are manufactured under the

same technological conditions are not obtained with the same dimensions. Making parts in one size is difficult. It is necessary to consider acceptable manufacturing inaccuracy. Therefore, parts are made within two limits, which are called limiting dimensions.

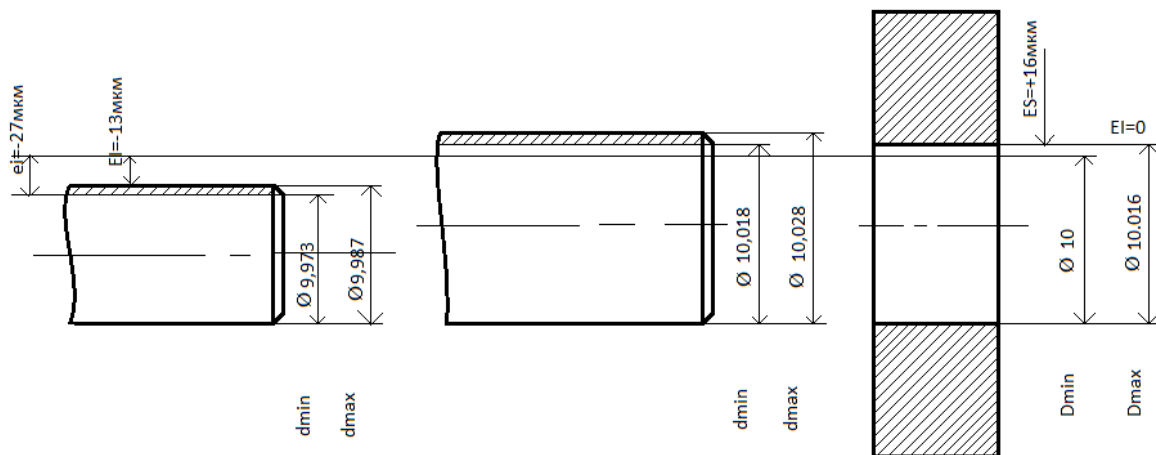


Figure 5.2 Available sizes

The size limit is the two allowable sizes between which the to be located and to which the actual size can be equal.

The maximum size is the largest $-D_{\max}$, $d_{\max}$ and the smallest $-D_{\min}$, $d_{\min}$. The limiting dimensions characterize the manufacturing accuracy (Fig.5.3).

If the actual hole size is less than the minimum size limit, such a hole is a recoverable marriage. If the actual size is greater than the maximum hole size limit, this is an irreparable defect.

If the actual shaft size is greater than the maximum size limit, this is a recoverable marriage. If the actual size of the shaft is less than the minimum limit size, this is an irreparable marriage.

Setting limits on the drawings greatly complicates the drawing.

Therefore, the limiting dimensions are replaced by limiting deviations.

Limit deviation is the difference between nominal and limiting dimensions.

Limit deviations are upper and lower.



Figure 5.3 **Actual size of surfaces**

Upper deviation is the algebraic difference between the largest limiting and nominal sizes.

The lower deviation is the algebraic difference between the smallest limiting and nominal sizes.

Limit deviations are indicated by - upper hole deviation - **ES**, lower hole deviation - **EI**, upper shaft deviation - **es**, lower shaft deviation - **ei**.

Given the theoretical value:

$$\mathbf{ES = D_{max} - D_n; es = d_{max} - d_n;} \quad \mathbf{5.1}$$

$$\mathbf{EI = D_{min} - D_n; ei = d_{min} - d_n.}$$

The limit deviation can be positive, negative and equal zero. According to GOST-u 25347-2000 in the table of standards, deviations are indicated in μm -ah and on drawings in mm -ah. In the drawings, the deviation is shown on the left smaller than nominal size, positive deviation from above, and negative - from below. A deviation of zero is not shown in the drawings.

If the upper and lower deviations are the same in magnitude and different in sign, then they are shown. For instance:

$$\varnothing 25 \begin{pmatrix} +0,02 \\ -0,02 \end{pmatrix}; \varnothing 30 \begin{pmatrix} +0,027 \\ -0,027 \end{pmatrix}; \varnothing 40 \begin{pmatrix} -0,027 \\ -0,063 \end{pmatrix} \text{ and. etc.}$$

Dimensional tolerance is the difference between the largest and smallest limiting dimensions. Tolerance is denoted by the letter - **T** (from French "tolerance").

Tolerance is indicated for the hole - **TD**, shaft tolerance - **Td**. Relatively of the above:

$$\mathbf{TD} = \mathbf{D_{max} - D_{min}} \quad \mathbf{5.2}$$

$$\mathbf{Td} = \mathbf{d_{max} - d_{min}}$$

Or the algebraic difference between the upper and lower deviations.

$$\mathbf{TD} = | \mathbf{ES - EI} | \quad \mathbf{5.3}$$

$$\mathbf{Td} = | \mathbf{es - ei} |$$

The tolerance is always positive. With increasing tolerance, product quality deteriorates and the manufacturing cost decreases.

The image in the drawings of parts of the tolerance to dimensions is distorted, i.e. because the part size and tolerance are very different from each other.

Therefore, to simplify the size tolerance, it is advisable to depict graphically as a tolerance field.

Tolerance is a rectangle whose top side corresponds to the upper limit deviation, and the lower side - the lower limit deviation. The width of the rectangle is taken from 30 up to 50mm. To construct a rectangle, a certain scale (for example, 1mm = 1mm; 1mm = 2mm, etc.), instead of the nominal size is set to a zero line 0-0 (zero-zero), that is, the zero line replaces the nominal size is the starting point (Fig.5.4) for deviations.

Positive deviations always point upwards from the zero line, and negative - down. Zero deviations are the same as zero line.

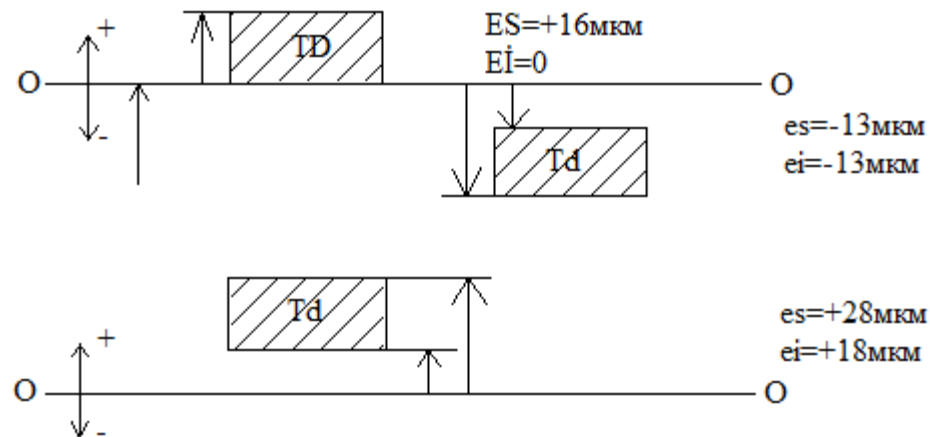


Figure 5.4 Tolerance field

At the moment, measuring instruments (Fig.5.5) are used: caliber-staple, gauge-plug, threaded gauge-plug, threaded gauge-ring, limit gauges, working gauges, control gauges, smooth gauges, smooth adjustable staples, etc.



Gauges and plane-parallel gauge blocks used in the lesson



Measuring Probes



Sinus rulers LS-1 100x60, 300x90.



Jewelry calibers



Measuring tool – ZiQLiNT

160 mm T Ruler



3D square measurement angle MK – 500/400-50



5/10 inch contour gauge - ruler



Profile caliber 4 inches / 120



Template gauges



Contour gauges 5, 10, 20 inch



Caliber clamp one-sided



Caliber clip



Caliber-clamp one-sided



Caliber-clamp, double-sided



Caliber - adjustable bracket



Smooth gauges



Thread gauges



Thread plug gauge



Set of thread gauges – plugs



Smooth gauge - plugs



Double Sided Smooth Gauge - Plugs



One Sided Smooth Gauge – Cork



Single Sided Smooth Gauge - Plugs



Set of threaded gauges for staples and plugs



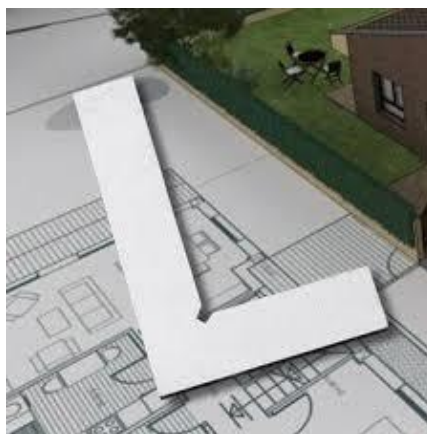
Threaded gauge set



Gauge - smooth plug with handle for small diameters - 426DS



Ball gauge



Ball gauge



Caliber Cone MORSE-3



Caliber - plug smooth incomplete 100



Gauge - Thickness Ruler Hot - 0 - 36 Coarse AWG for welding control



Caliber plug smooth D5H9 PR = 0 NE = +0



Single-sided caliber clip



840 Parameter and Indicator gauge-clip

Figure 5.5

Different kinds of calipers

Calibers are tools for product control that do not measure products. Calibers establish their suitability or unsuitability - a product defect. There are two types of defective products. Correctable defects and irreparable defects of the product. Establishing the conformity or non-conformity of the actual size deviations assigned to the maximum deviations. The suitability of parts, especially in mass and large-scale production, is most often checked by limiting calibers. A set of limit gauges for controlling the dimensions (Fig.5.6) of smooth cylindrical parts consists of two sides:

1. **Passage side of the gauge - PR**, the nominal size of which is equal to the largest limiting shaft size or the smallest limiting hole size;
2. **The non-penetrating side of the gauge - NE**, the nominal size of which is equal to the smallest limiting shaft size or the largest limiting hole size.

A part is considered suitable if the passing side of the gauge, under the influence of its own weight or a force approximately equal to it, passes, but the passing side of the gauge does not pass along the controlled surface of the part. In this case, the actual size of the controlled part is between the specified limit dimensions.

If the pass gauge does not pass, then the controlled part is fixable marriage. And if the no-pass gauge passes, then the part is an incorrigible marriage, because the size of such a shaft is smaller the smallest allowable, and the size of only the hole is larger than the largest permissible.

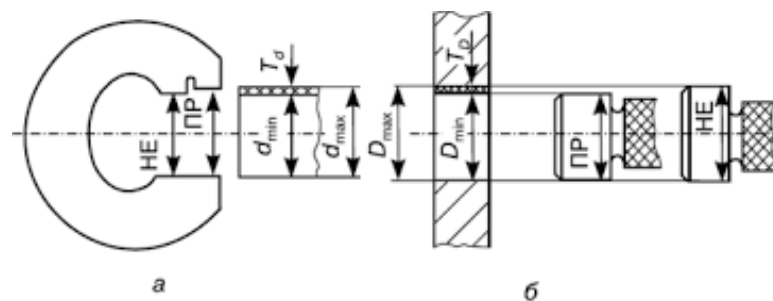


Figure 5.6

Limit Gauges

Thus, the limiting calibers are scaleless measuring tools not designed to determine a numerical value measured parameters, and to determine their suitability.

Limit gauges are used to measure cylindrical, tapered, threaded and spline surfaces.

When designing limit gauges, the **Taylor** principle should be followed, according to which the bore gauge is a prototype of the mating part and controls the size along the entire length of the joint, taking into account form errors.

A no-go gauge should only control the actual size of the part and therefore has a short length to eliminate the influence of form errors.

Types of limit gauges: clamp gauge, plug gauge, threaded plug gauge, threaded ring gauge, etc.

For technological purposes, the limit calibers are divided into two types:

- 1. Working gauges**

- 2. Control calibers**

Working gauges (**PR; NE**) are designed to check products during their manufacture.

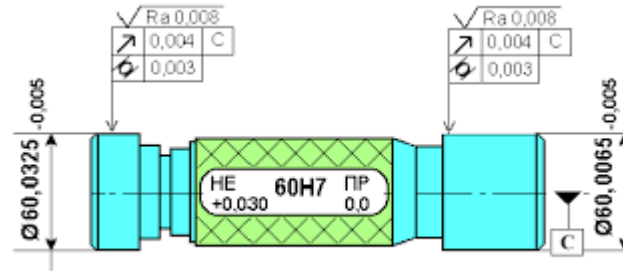
These calibers are used by workers and inspectors of the quality control department of the manufacturer.

Working calibers (Fig.5.7) are divided into two types according to the type of purpose:

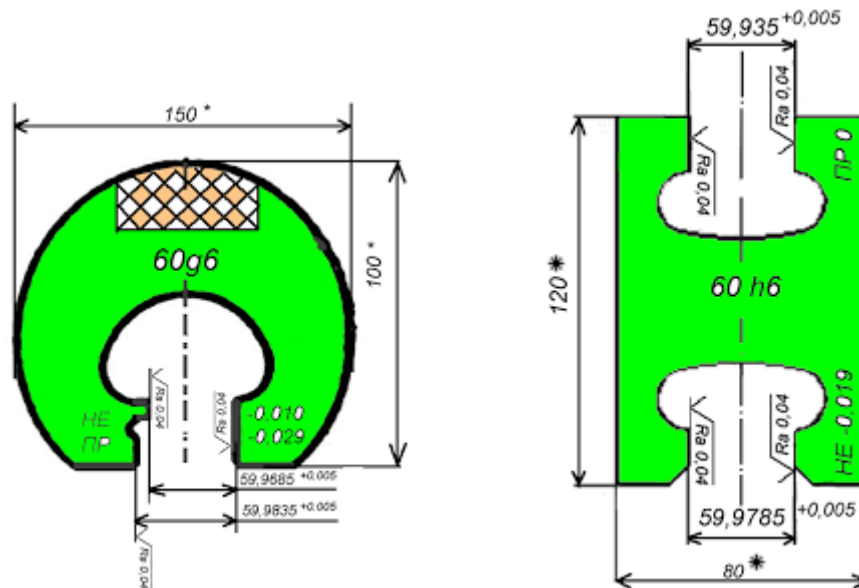
- 1. Gauge plug**

- 2. Gauge staple**

Gauge plug is designed to inspect holes and gauge clamp is designed to inspect shafts.



Gauge plug



Caliber staple

Figure 5.7

Working Caliber

According to current standards, calibers have the following designations:

P - PR - continuous working gauge;

P - NE - non-passable working gauge;

K - PR - control gauge for the through working (new) gauge;

K - NE - control gauge for non-passable working (new) gauge;

K - I - control gauge for monitoring the wear of the working gauge through

passage. Control gauges (**K-PR, K-NE, K-I (I - worn out)**) (Fig.5.8) designed to control or adjust the size of working calibers.

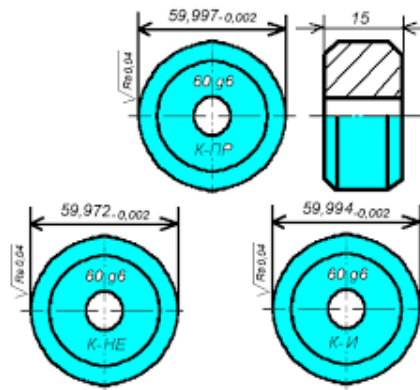


Figure 5.8 Control calibers

They are in the form of washers. Control calibers K-PR and K-NE use respectively for checking the working brackets PR; NE in their manufacture.

Control gauges K-I are non-passable and are used for removal from operation due to wear of the pass-through working bracket.

Clamps are mainly used to control the shafts. Basic designs of calibers - staples are installed in accordance with GOST 18355 - 73 ... 18368 - 73. One-sided two limit staples (Fig.5.9) are the most common.



Figure 5.9 One sided two limit brackets

Adjustable brackets are also used, which can be adjusted to different sizes.

Adjustable brackets have less accuracy and reliability, therefore they are used to control products of the 8th and rougher quality.

For sizes from 1mm to 180mm, a one-sided one-piece caliber staple is used.

For sizes from 3mm to 500mm, one-sided and for sizes from 3mm to 100mm, double-sided shtapovonny caliber staples are used.

To control the holes, gauges are used - design plugs, which are installed in accordance with GOST 14807 - 00 ... 14827 - 00.

Gauges - plugs can be double-sided for sizes up to 50 mm and one-sided for sizes over 50 mm.

To reduce the cost of calibers, they seek to increase their wear resistance.

For the manufacture of calibers, steel grades 20 are used; 20X; U7; U8; CVH; SHX15; For the working surfaces of the calibers, plates from hard alloys VK-6, VK-8 are used.

Calibers equipped with alloys have wear resistance 50 ... 150, chrome plated 25 ... 40 times higher than steel.

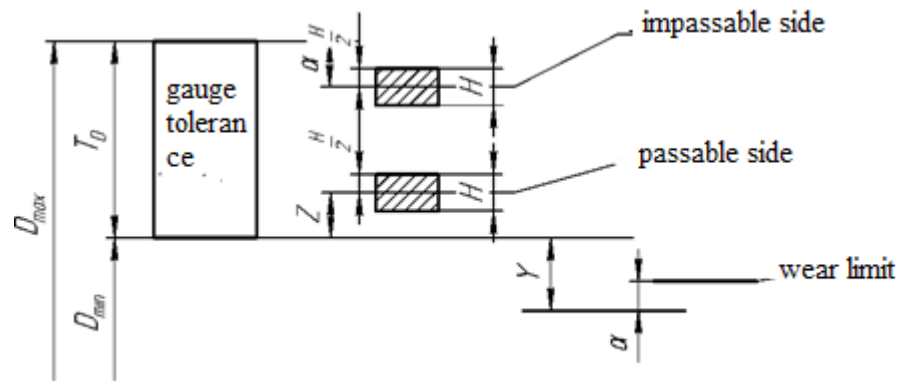
Caliber marking

The calibers are marked with the following markings:

1. Nominal product size - **Ø70**
2. Conventional designation of maximum deviations of the product - **H 7**
3. The values of the maximum deviations of the product in mm; **(+0.03)**
4. Caliber designation - **PR, NE**
5. Trademark of the manufacturer.

Smooth gauge manufacturing tolerances

Tolerances for the manufacture of smooth gauges and counter gauges are regulated by GOST 24853 - 01, which provides for the following (Fig.5.10) tolerances:



Layout of tolerance fields for gauges for hole inspection

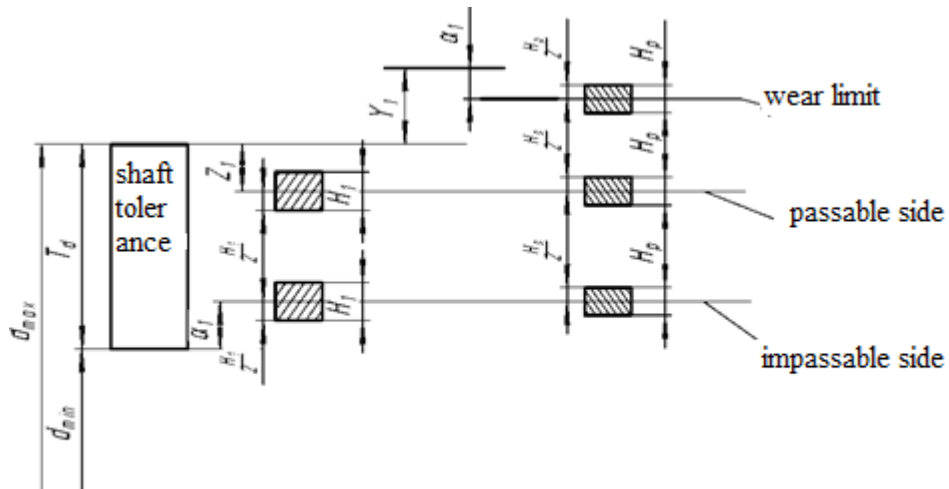


Figure 5.10 Arrangement of tolerance fields

Layout of tolerance fields for gauges for checking shafts and counter gauges
Caliber tolerances are given in the standards GOST 24853-2001 and ST SEV 157-2000.

The executive size of the calibers is the size of the caliber indicated on its drawing for manufacturing.

According to GOST 24853-2001, part of the caliber tolerances are given in the table

Table №1

Sides of caliber corresponding in size	Nominal product size up to 180 mm	
	Gauge plug	Caliber staple
The largest size of the passage side of the gauge - $PR_{\max}$	$D_{\min} + Z + \frac{H}{2}$	$d_{\max} - Z_1 + \frac{H_1}{2}$
The smallest size of the passage side of the gauge - $PR_{\min}$	$D_{\min} + Z - \frac{H}{2}$	$d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2}$
Gauge lead-through wear P_{wear}	$D_{\min} - Y$	$d_{\max} + Y_1$
The largest dimension of the no-passage side of the gauge - $HE_{\max}$	$D_{\max} + \frac{H}{2}$	$d_{\min} + \frac{H_1}{2}$
Smallest no-pass side of the gauge - $HE_{\min}$	$D_{\max} - \frac{H}{2}$	$d_{\min} - \frac{H_1}{2}$

The smallest bracket is taken as an executive size limiting size with positive deviations, and for cork and control gauge their largest size with negative deviations.

In qualifications 6.8 ... 10, the H_1 tolerances for staples are 50% more than the H tolerances for plugs, which is explained by the greater complexity of the manufacture of staples. The tolerances for all types of reference gauges HP are the same.

For bore calibers that wear out during the inspection process, a wear tolerance

is provided. The permissible output of the size of the worn gauge outside the product tolerance field is regulated by the Y value for plugs and the Y_1 value for staples. In the 9th and coarser grades Y and $Y_1 = 0$.

For all pass-through calibers, the H and H_1 tolerance fields are shifted inside the product tolerance field by the Z value for plugs and the Z_1 value for staples.

With nominal dimensions more than 180 mm, the tolerance field of the non-passable gauge and the wear limit of the **PR** gauge also shifts inside the tolerance field of the part by the value α for plugs and the value α_1 for staples.

To perform laboratory (Fig5.11) work, we need the parts to be measured, plane-parallel gauge blocks, clamp gauge, plug gauge, ring, limit gauges, working gauges, smooth adjustable clamps, etc.



Image 5.10 **Measuring instruments used for laboratory work**

Calculation of the executive dimensions

The executive is called the limiting size of the caliber by which a new caliber is made.

The operating size of the bracket is its smallest limiting size with a positive deviation, for a plug and counter gauge - their largest limiting size with a negative deviation. Thus, in the drawing, the deviation is applied to the “body” of the caliber.

Let's consider an example of calculating the size of a caliber.

Example. Determine the limiting and working dimensions of calibers for shaft control $\varnothing 90k6$.

According to GOST 25347 - 82 we find the maximum deviations shaft: $es = +25$ microns $ei = +3$ microns The largest and smallest limiting shaft dimensions:

$$d_{\max} = d_n + es = 90 + 0.025 = 90.025 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = d_n + ei = 90 + 0.003 = 90.003 \text{ mm}$$

According to GOST 24853 - 81 for quality 6 and a size range of 80 ... 120 mm we find the data for calculating the sizes of calibers:

$$H_1 = 6 \text{ mcm } Z_1 = 5 \text{ mcm } Y_1 = 4 \text{ mcm } H_p = 2.5 \text{ mcm } \alpha_1 = 0$$

We build the layout of the tolerance (Fig.5.12) fields:

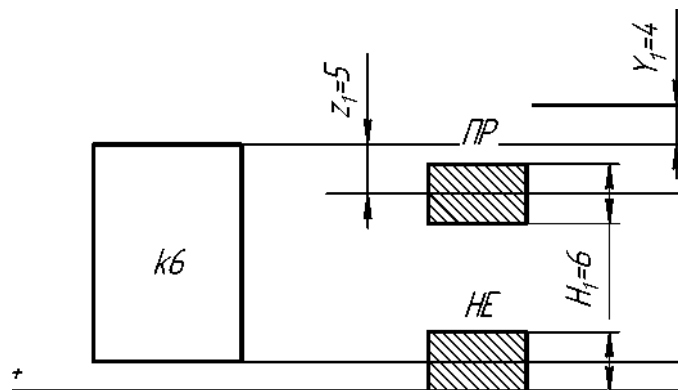


Figure 5.12 Arrangement of tolerance fields for calibers and counter calibers for shaft inspection $\varnothing 90k6$.

Layout of tolerance fields for calibers and counter calibers for control of shaft Ø 90k6.

The smallest size of the new pass-through caliber - staples:

$$\Pi P_{\min} = d_{\max} - Z_1 - H_1 / 2 = 90.025 - 0.005 - 0.003 = 90.017$$

The largest size of the worn through passage gauge - staples:

$$\text{Wear} = d_{\max} + Y_1 = 90.025 + 0.004 = 90.029 \text{ mm}$$

Smallest no-go gauge - staples:

$$HE_{\min} = d_{\min} - H_1 / 2 = 90.003 - 0.003 = 90.000 \text{ mm}$$

Executive dimensions for placement on the drawing:

$$90.017 + 0'006; 90,000 + 0'006$$

Sizes of control gauges:

$$K - \Pi P_{\max} = d_{\max} - Z_1 + H_p / 2 = 90.025 - 0.005 + 0.00125 = 90.02125 \text{ mm}$$

$$K - HE_{\max} = d_{\min} + H_p / 2 = 90.003 + 0.00125 = 90.00425 \text{ mm}$$

$$K - \Pi_{\max} = d_{\max} + Y_1 + H_p / 2 = 90.025 + 0.004 + 0.00125 = 90.03025 \text{ mm}$$

Executive dimensions for placement on the drawing:

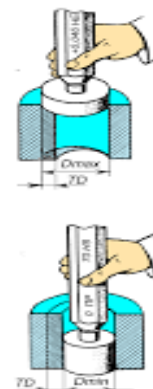
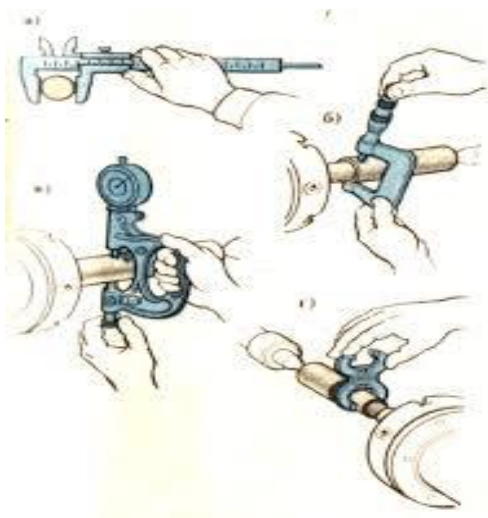
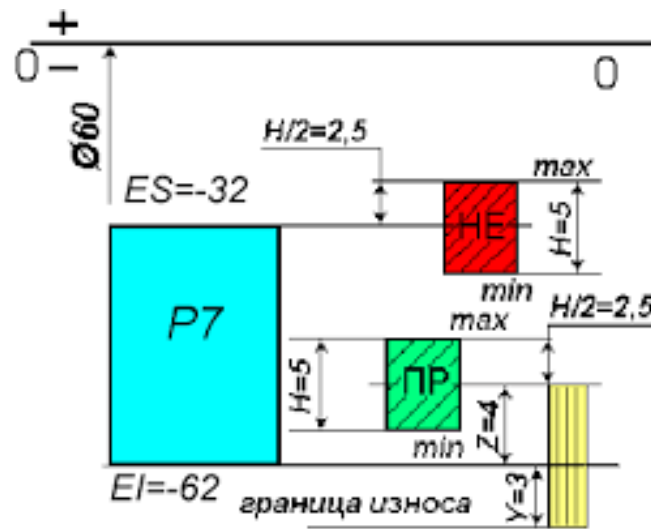
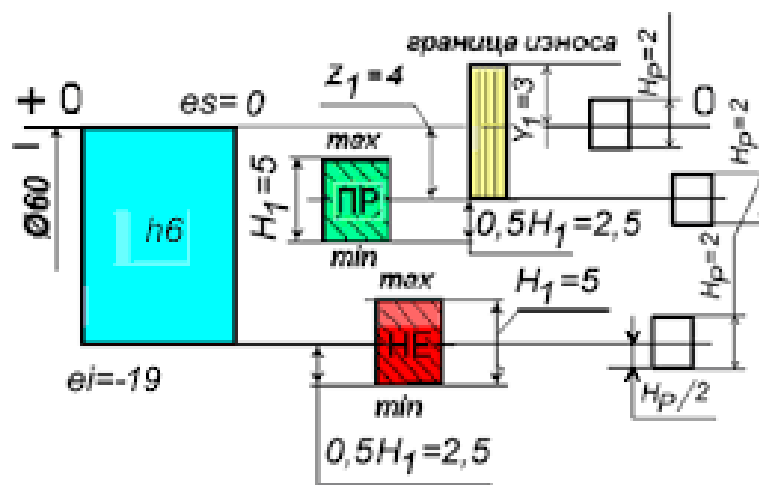
$$\text{Ø } 90.02125_{-0.0025} \text{ Ø } 90.00425_{-0.0025} \text{ Ø } 90.03025_{-0.0025}$$

After calculation, the smooth adjustable braces can be adjusted. Using plane-parallel gauge blocks, the calculated dimensions are established and the bracket is adjusted.

Work order:

1. Make a sketch of the parts to be measured.
2. In the reference table, write out the maximum deviations in the working drawing of the part for all sizes from GOST 25347-2001.
3. Determine the limiting and working dimensions of calibers for shaft control. Enter the results in the appropriate columns of the report table.

-
- Technical drawing of a mechanical part, likely a shaft or pin, showing dimensions and a cross-section view. The main view includes dimensions: $2 \times 45^\circ$, $2 \times \text{фаски}$, $6.3 \sqrt{(\checkmark)}$, $R3$, 1.6 , $R3$, $d=6 \times 16 \times 20 \text{ мм}$, ГОСТ 1139-80 , 5.4 , 80 , 152 , 220 , 270 , 36 , 12 , 40 , 1.6 , 2.6 , 5.0 , 7.4 , 2.8 . The cross-section view (B-B) shows a central hole with a diameter of $\varnothing 16$ and a total width of 29 . Other dimensions for the cross-section include 1.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$, 45° , $R1$, $R0.5$, 3 , 2.5 , 3.2 , $\varnothing 27.5$, 3 , 4 , 1.6 , $\varnothing 16$, 2.0 , 3.2 , 1.9 , 2.9 , 3.2 , 1.6 , $\varnothing 20$, 3 , 3.5 , $R1$,



Task: Build a diagram of the location of the tolerance of adjustable calibers				Checking adjustable sizes	
					
Caliber staple					
K-PR		K-NE		K-I	
Dimensions of Plane Gauge Blocks for Installation					
Name	Dimensions of plane-parallel end, measures, mm				
	1st	2nd	3th	4th	5th
PR					
NE					
I					
Work completion date				Completion date	
Student's signature				Teacher signature	

Control questions:

1. Calibers. Types and scope of application?
2. How to work?
3. What are the sizes and kinds of sizes?
4. What is the actual size called?
5. What is called a tolerance?
6. What are the limiting sizes and maximum deviations?

MÖVZU № 6
DƏZGAH ƏMƏLİYYATLARI ÜÇÜN TEXNİKİ
VAXT NORMALARININ TƏYİNİ

Tapşırıq

1. Texnoloji əməliyyatın quruluşunu və rəşional istiqamətinin öyrənilməsi.
2. Texniki vaxt normasının elementlərinin öyrənilməsi.
3. Analitik hesablamə və xronometrik üsullarla dəzgah əməliyyatı üçün vaxtın texniki normalaşdırılmasının mənimsənilməsi.

İşin məqsədi

Dəzgah əməliyyatları üçün texniki vaxt normalarının metodikasının öyrənilməsi və təcربی yeniliklərin mənimsənilməsi.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

Mövcud şəraitdə olan dəzgah, tərtibat, kəsici alətlər, saniyəölçən, ştangenpərgar, hamar mikrometrlər, emal olunacaq və ölçülən hissələrin nümunələri daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Hissənin pəstahının və işçi cizgisini tərtib etməli .
2. Verilmiş texnoloji əməliyyatlarla tanış olmalı.
3. Hissəni dəzgahda yerləşdirməni, bağlaməni, açmaməni, alətin yerləşdirilməsini, keçidləri və gedışlərin sayını təyin etməklə dəzgah əməliyyatının qurulmasını tərtib etməli.
4. Tərtib edilmiş dəzgah əməliyyatlarını yerinə yetirildiyi ardıcılığı saniyəölçənlə qeyd edərək cədvəldə yerləşdirməli.
5. Texnoloji əməliyyatların eskizini tərtib etməli.
6. Əməliyyat üçün elementar qayda ilə diferensial üsulla texniki vaxt normasını hesablamalı - əsas, köməkçi, hazırlama- tamamlama, iş yerinə xidmət və tənəffüz vaxtı.
7. Verilmiş əməliyyatın xronometrajını tərtib etməli.

Nəzəri məlumatlar:

Texniki cəhətdən əsaslandırılmış vaxt norması texnoloji əməliyyatın(şək.6.1) müəyyən texniki-təşkilati şəraitində yerinə yetirilməsi üçün sərf olunan vaxta deyilir.

Texniki əsaslandırılmış vaxt normasına əsasən maya dəyəri məhsulun qiyməti hesablanır, avadanlığın məhsuldarlığı təyin edilir və təqvim planı tərtib olunur. Texniki istehsal norması vaxt normasının əks göstəricisidir.

Vaxt normasının təyin olunmasının üç üsulu mövcuddur:

- 1.Vaxt normasını mövcud normativlər üzrə hesablamaq
- 2.Vaxt normasını sərf olunan işçi vaxta nəzarət etməklə hesablamaq
3. Müqayisə üsulu və ümumiləşdirilmiş tipik normalar üzrə hesablamaq

Texniki əsaslandırılmış vaxt norması və texniki istehsal norması hər bir əməliyyat üçün (şək.6.2) təyin edilir.

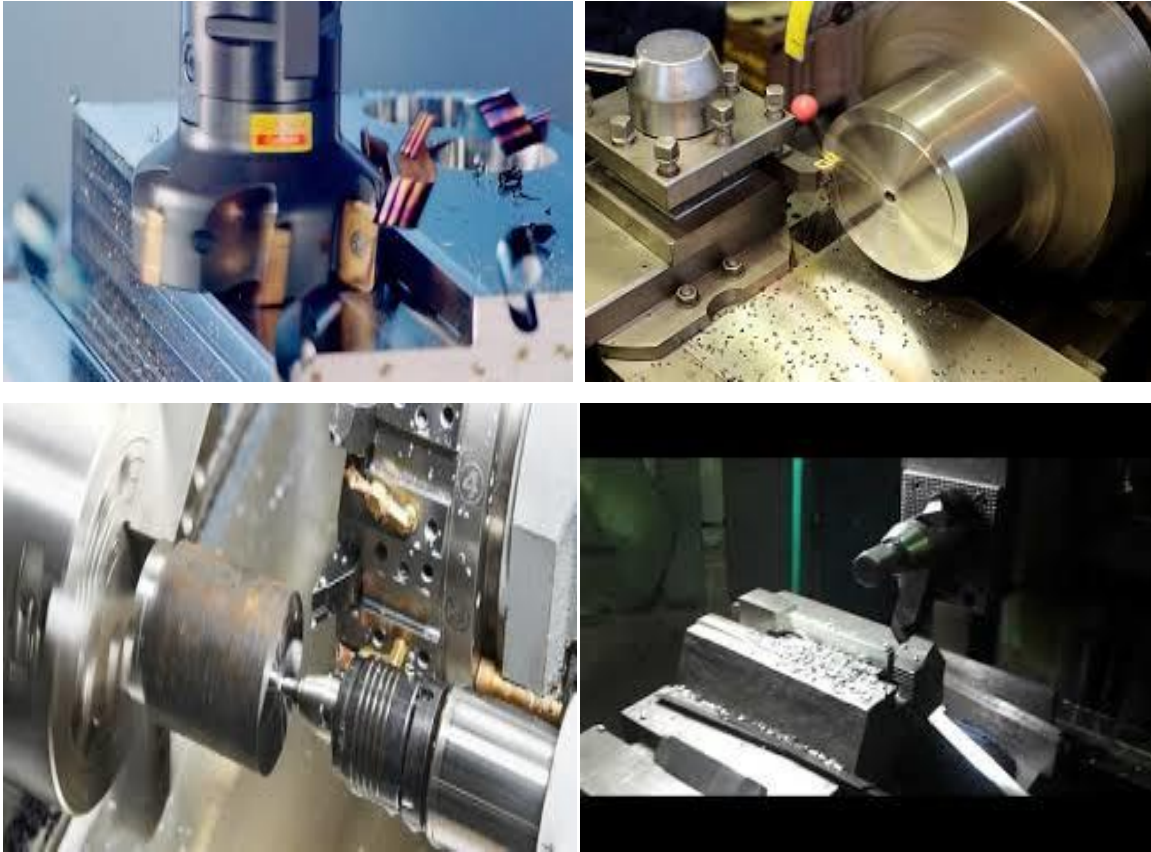
Birinci iki üsul seriyalı və küllü istehsalda, üçüncüsü isə xırda seriyalı və fərdi istehsalda tətbiq olunur.



Şəkil 6.1

Texnoloji əməliyyat

Ədəd vaxtı - texniki əməliyyat tsiklinin yerinə yetirilməsinə sərf olunan vaxtın həmin vaxt ərzində emal və ya təmir olunan hissələrin sayına nisbətində və ya təqvim üzrə yığılma əməliyyatına sərf olunan vaxta deyilir.



Şəkil 6.2

Müxtəlif texnoloji əməliyyatlar

Ədəd vaxtı :

- 1. Tamamlama vaxtı** - hazırlıq - tamamlama vaxtı işçinin özünün və iş yerinin müəyyən bir texnoloji əməliyyatın aparılması üçün hazırlanmasına və iş növbəsi qurtardıqdan sonra yığışdırılmasına sərf olunan vaxta deyilir.
- 2. Əsas texnoloji vaxt** - istehsal olunan məhsulun mexaniki emalına (şək.6.3) və ya yığma prosesinə sərf olunan vaxtları və sonrakı nəzarət vaxtlarını nəzərdə tutur.
- 3. Köməkçi vaxt** - emal olunan pəstahın yerləşdirilməsinə, bağlanmasına və açılmasına, dəzgahın idarə olunmasına, ölçməyə və i.a. hərəkətlərə sərf olunan vaxt daxildir.
- 4. Operativ vaxt** - əsas vaxtla köməkçi vaxtın cəminə operativ vaxt deyilir.

$$T_{op} = T_{əs} + T_{köm}$$

6.1

Operativ vaxt texniki vaxt normasının əsas hissəsini təşkil edir.

6. Şəxsi tələbata sərf olunan vaxt – təbii tələbatları yerinə yetirmə və tənəffüs vaxtına deyilir.

xarakterizə olunur.

Ttən - tənəffüs vaxtı, şəxsi tələbat vaxtıdır, dəq.



$$t = \frac{L \cdot i}{S_{d\acute{e}q}} ; d\acute{e}q \quad 6.4$$

Burada

L - hesabi emal uzunluğu, mm hesabi uzunluq, emal uzunluğu ilə kəsici alətin əlavə getdiyi giriş və çıxışın cəmindən alınır

i - hesablanan keçiddə gedişlərin sayı

S_{dəq} - alətin bir dəqiqədəki verişidir, mm.

Emalın hesabi uzunluğu aləti əl ilə yaxınlaşdırdıqda aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$L = l + l_{gir} + l_{çix} \quad 6.5$$

l - alətin əsas emal yolu

l_{gir} - alətin emala giriş yolu

l_{çix} - alətin emaldan çıxış yolu

İş vaxtının normallaşdırılmasının öyrənməsinin **iki üsulu** mövcuddur:

1.Xronometraj

2. İş gününün fotoqrafiyası

Xronometrajdan tez-tez təkrar olunan əl və ya maşınla yerinə yetirilən əməliyyata sərf olunan vaxtı əsasında normalar sənədi hazırlamaq lazım olduqda istifadə olunur.

İş gününün fotoqrafiyası növbə ərzində bütün görülmə işlərə sərf olunan vaxtın cəmi deməkdir.

Müəyyən bir **məhsulun istehsalında** tətbiq olunan texnoloji prosesin yerinə yetirilməsinə sərf olunan

1. Əmək insan-saat miqdarı

2. Əmək tutumu

3. Dəzgah-saat miqdarı hesablanır.

Texniki vaxt norması **üç usulla** təyin edilə bilər:

1.Normativlərə görə hesablama

2.İş vaxtı sərfini müşahidə

3.Mövcud tipik normalarla müqayisə

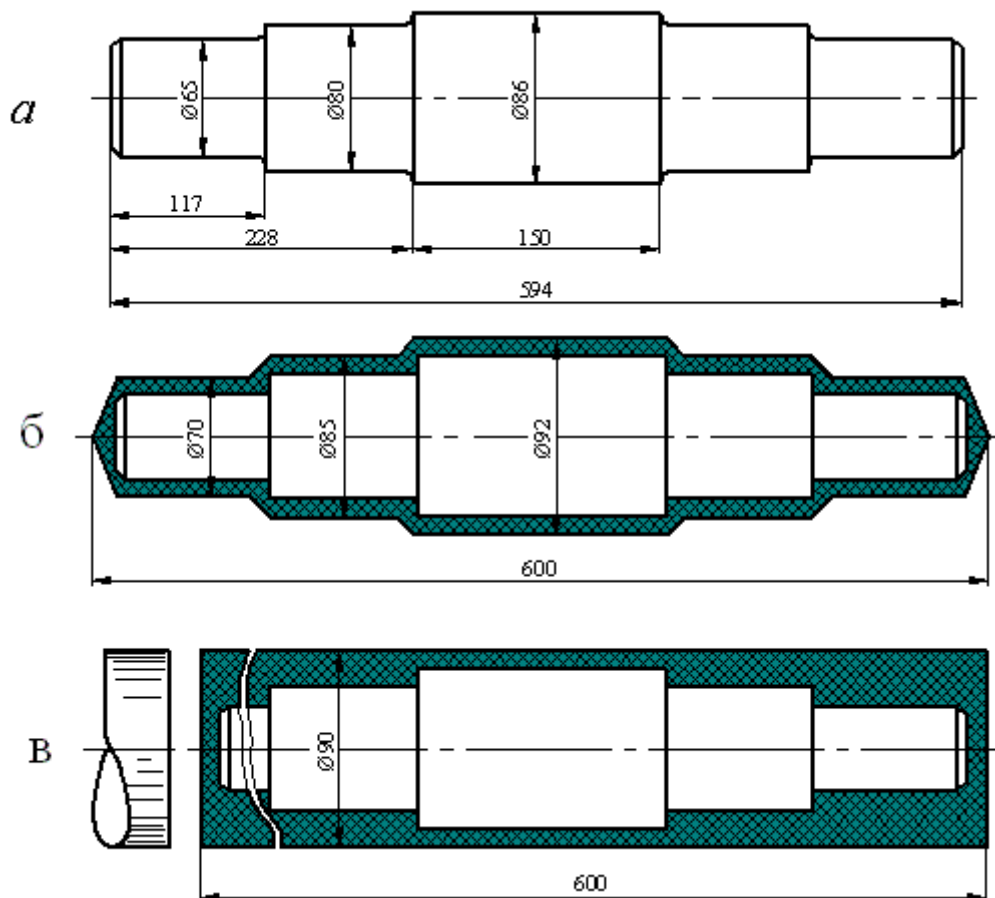
Hal-hazırda mövcud şəraitdə olan dəzgah , tərtibat, kəsici alətlər,saniyəölçən, ştangenpərgar, hamar mikrometrlər, emal olunacaq və ölçülən hissələrin (şək.6.4)nümunələri istifadə edilir.



Şəkil 6.4

Hissələrin nümunələri

Verilmiş işi yerinə yetirmək üçün hissənin pəstahının və həmçinin onun işçi cizgisini(şək.6.5) tərtib etmək lazımdır.



Şəkil 6.5

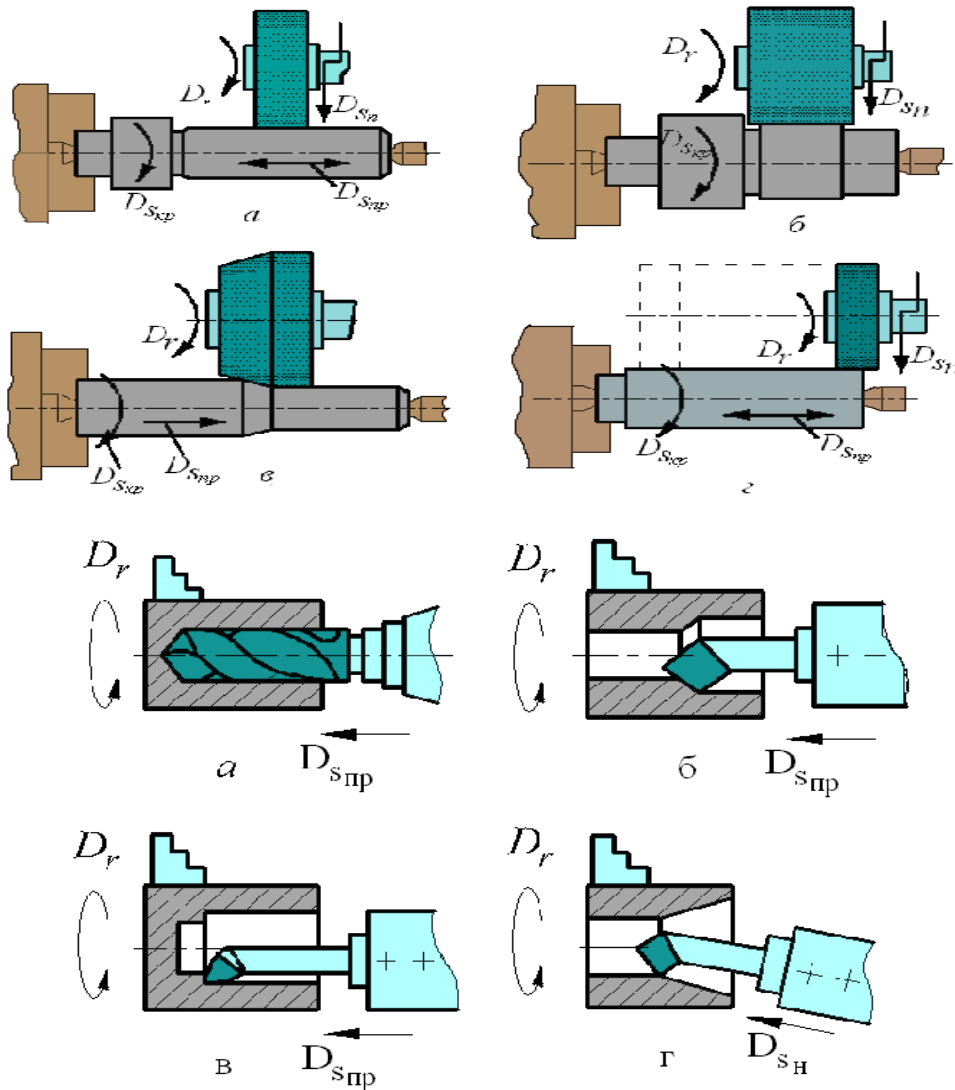
Hissənin pəstahının və onun işçi cizgisi

Emal üçün verilmiş texnoloji əməliyyatlarla tanış olduqdan sonra görülmək işin ardıcılığını tərtib etmək lazımdır.

Əvvəlcə hazırlama-tamamlama vaxtını - T_{tam} saniyəölçən vasitəsilə ölçüb cədvəldə qeyd etməli.

Ardıcıl olaraq köməkçi vaxtları – $T_{\text{köm}}$ hissəni dəzgahda üçyumrucuqlu patronda yerləşdirmə,bağlama, açma əməliyyatını, alətin yerləşdirilməsi, bərkidilməsi və dəzgahın kəsmə rejimlərinə uyğun sazlanması. Keçidləri və gedişlərin sayını təyin etməklə dəzgah əməliyyatlarının(şək.6.6) qurulmasını tərtib etmək lazımdır.

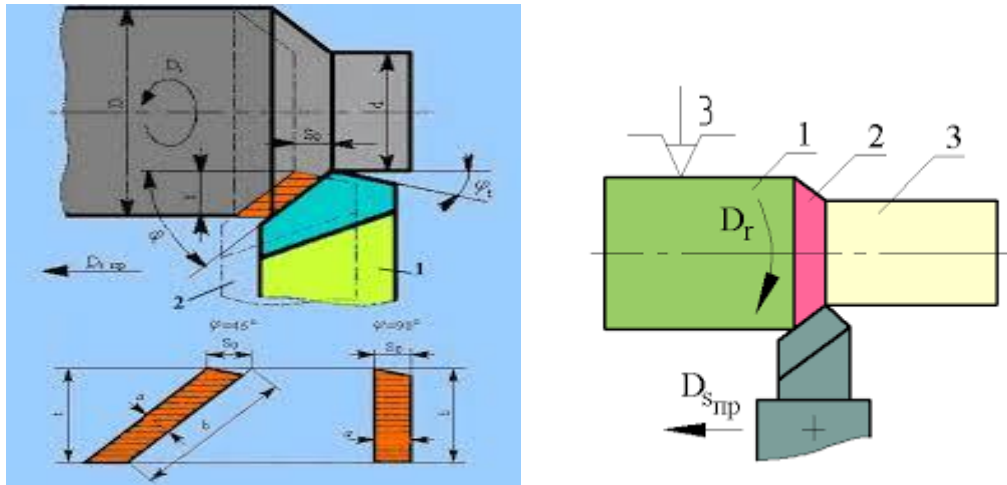
Texnoloji əməliyyatların emal texnologiyasının eskiz xəritəsini tərtib etməli.



Şəkil 6.6

Dəzgah əməliyyatları

Tərtib edilmiş dəzgah əməliyyatlarını yəni səthlərin emalı(şək.6.7) yerinə yetirildiyi ardıcılığı - $T_{\text{əsas}}$ vaxtı saniyəölçənlə qeyd edərək cədvəldə yerləşdirməli.



Şəkil 6.7

Səthlərin emalı

Əməliyyatlar üçün elementar qayda ilə xronoloji ardıcılığı həmçinin ölçülən qiymətləri qeyd etmək və təcrübə şəraiti üçün normativi qəbul etmək lazımdır. Sonra düsturdan istifadə edərək texniki vaxt normasını yəni - əsas, köməkçi, hazırlama - tamamlama, iş yerinə xidmət və tənəffüz vaxtını hesablamaq. Verilmiş əməliyyatın yerinə yetirilmə xronometrajını tərtib etmək lazımdır.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

1. Hissənin cizgisini miqyas çəkməli və əməliyyatlarla tanış olmalı.
2. Dəzgahın adı və növünü müəyyənləşdirmək. Dəzgah əməliyyatının qurulmasını tərtib edilməsindən irəli gələn yerləşdirməni, keçidi və gedişlərin sayını təyin etmək və hazırlama- tamamlama vaxtını ölçmək.
3. Əməliyyat marşrut xəritəsinin işlənməsi. Texnoloji əməliyyatın eskiz xəritəsini tərtib etməli.
4. Mövcud şəraitdə əsas, köməkçi, hazırlama- tamamlama, iş yerinə xidmət və tənəffüz vaxtlarını ölçüb cədvəldə qeyd etmək.
5. Texniki vaxt normasını mövcud formuldan istifadə edərək hesablamaq.
6. Xronometraj xəritəsini tərtib etməli .

Tapşırıq: Texnoloji vaxt normaları		Ölçülən hissələrin (detalın) və əməliyyatın eskizi						
								
Ölçmənin nəticəsi, dəq								
Sıra №-si	Texnoloji əməliyyatlar	Saniyəölçnin göstərişi						Xronometraj
		T _{tam}	T _{köm}	T _{əsas}	T _{xid}	T _{tən}	T _{əd}	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
İşləmə tarixi					İşin təhvil tarixi			
Tələbənin imzası					Müəllimin imzası			

Yoxlama suallar:

1. Texnoloji vaxt norması nəyə deyilir?
2. Köməkçi vaxt, hazırlama-tamamlama vaxtı, texniki və təşkilati xidmət vaxtlarına hansı işlər daxildir?
3. Vaxtın texniki normalaşdırmağa nəzərən üstünlüyü nədədir?
4. Xronometraja və İş gücünün fotoqrafiyası nəyə deyilir?
5. Xronometrajın vəzifəsi nədən ibarətdir, onun yerinə yetirilməsi üçün hansı vacib hazırlıqlar aparılır?
6. Ədəd vaxtı nəyə deyilir və ifadəsi?

ТЕМА № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ СТАНОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Задача:

1. Изучить структуру и рациональную корректировку технологической операции.
2. Изучение элементов технической нормы времени.
3. Освоение технического нормирования времени работы машин аналитическим расчетом и хронометрическими методами.

Цель работы:

Изучение методики и приобретение практических навыков определения технических норм времени выполнения станочных операций.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Станки любого марки имеющийся в данных условиях, приспособление, режущие инструменты, секундомер, штангенциркуль, гладкие микрометры, обрабатываемые и измеряемые детали.

Правила выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж детали и заготовки.
2. Ознакомиться последовательности технологическими операциями.
3. Установить деталь на станке, закрепить, открыть, закрепить режущего инструмента, определить и составить количество переходов и ходов.
4. С помощью секундомера отметить время последовательности станочных операций и поместить в таблице.
5. Составить эскиз технологических операций.
6. Рассчитать техническую норму времени по элементарным правилам и дифференциальным методом - основное, вспомогательное,

подготовительно-завершающее, уход служебного место и время отдыха.

7. Составить хронометраж данной операции.

Теоретические сведения:

Нормирование необходимое для выполнения какой-либо операции или целого технологического процесса (рис.6.1) в нормальных производственных условиях называют **Нормой времени**.

Исходя из технички нормы времени рассчитывается стоимость продукта, определяется производительность оборудования и составляется календарный план.

Норма технического производства противоположна нормы времени.

Определение нормы времени существует тремя способами:

1. Расчет нормы времени по существующим нормам.
2. Расчет нормы времени контролируя затраченного рабочей времени.
3. Рассчитать по методу сравнения и обобщенным типовым нормам.

Технически нормы времени и норма технического производства рассчитывается для каждой (рис.6.2) операции.

Первый два способа применяется в серийных и массовых производствах а третий в мелкосерийных и штучных производствах.



Рисунок 6.1 Технологический процесс

Штучное время - это отношение времени, затраченного на цикл

обслуживания, к количеству деталей, обработанных или отремонтированных за это время, или время затраченное на операцию сборки по календарю.



Şəkil 6.2 **Разные технологические операции**

Штучное время:

- 1. Подготовительно-заключительное время** - затраты времени исполнителем на подготовку средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведение последних в порядок после окончания смены.
- 2. Основное технологическое время** - это время, затрачиваемое на механическую обработку (рис.6.3) или сборку продукта и учитывающие последующих контрольных времен.
- 3. Вспомогательное время** - это время, затрачиваемое на действия, подготовку оборудования к работе настройка и управление оборудованием, ориентирование и установка и снятие заготовок технологических переходы и др.

4. Оперативное время - сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем:

$$T_{оп} = T_{ос} + T_{вс} \quad 6.1$$

Оперативное время составляет основной части технической нормы времени.

5. Время обслуживания $T_{обс}$ рабочего места - часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом. Время обслуживания рабочего места подразделяется на время **технического** и время **организационного** обслуживания. Время обслуживания рабочего места учитывается 0,6-7,1% в станочных а в слесарных 2-8% операциях оперативного времени.

6. Время на личные потребности $T_{отд}$ - это часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и при утомительных работах на дополнительный отдых.

характеризуется.

$$T_{шт} = T_{пд} + T_{ос} + T_{вс} + T_{обс} + T_{отд} \quad 6.2$$

$T_{пд}$ - подготовительно-заключительное время, мин.;

$T_{ос}$ - основное технологическое время, мин.;

$T_{вс}$ - вспомогательное время, мин.;

$T_{обс}$ - время обслуживания рабочего места, мин.;

$T_{отд}$ - время отдыха и на личные потребности, мин.

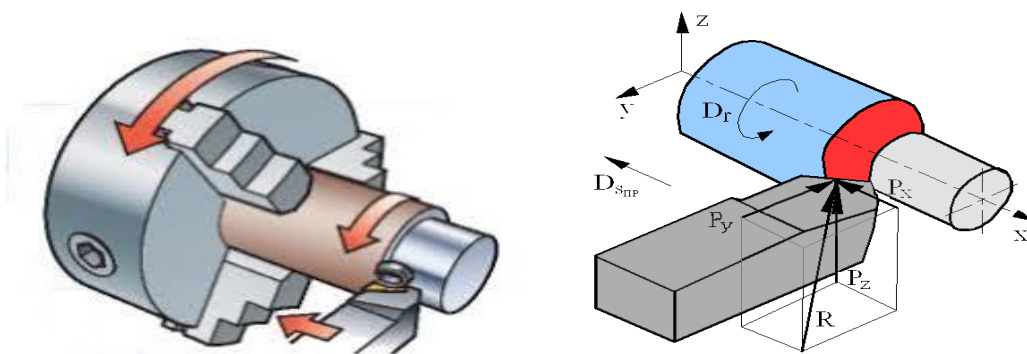


Рисунок 6.3

Механическая обработка продукта

В Автоматизированном производстве штучное времени определяют как сумму следующих времени:

$$t_{шт} = t_{вс} + t_{ор.обс} + t_{тех.обс} + t_{отд} \quad 6.3$$

где

$t_{шт}$ - основное технологическое время;

$t_{вс}$ - вспомогательное время;

$t_{ор.обс}$ - время организационного обслуживания;

$t_{тех.обс}$ - время технического обслуживания;

$t_{отд}$ - время отдыха и на личные потребности.

Если обработка производится на станке то основное технологическое время рассчитывается по следующей формуле:

$$t = \frac{L \cdot i}{S_{мин}} ; \text{ мин.} \quad 6.4$$

Где

L - расчетная длина обработки, мм расчетная длина состоит от длины обработки и от захода и выхода режущего инструмента;

i - количество ходов в расчетном переходе;

$S_{мин.}$ – подача резца за одну минуту, мм.

При приближении режущего инструмента вручную **расчетная длина обработки** определяется следующим образом:

$$L = l + l_{зах} + l_{вых} \quad 6.5$$

l - основное путьобработки резца

$l_{зах}$ - заход пути обработки резца

$l_{вых}$ - выход пути обработки резца

Существует два способа нормализации рабочего времени:

1.Хронометраж

2. Фотография рабочего дня

Хронометраж используется при подготовке документов нормирование часто применяемых ручных и машинных времен.

Фотография рабочего дня это совокупность всех работ за одну смены.

Используемого при производстве продукта на реализацию технологического процесса

1. Труд человек-количество часы

2. Трудоемкость

3. Станок - количество часы

рассчитывается.

Техническую нормы времени определяют **тремя способами** :

1. Расчет по нормативам

2. Соблюдению расхода рабочего времени

3. Сравнение с существующими типовыми нормами

В данный момент используется станки любого марки имеющийся в данных условиях, приспособление, режущие инструменты, секундомер, штангенциркуль, гладкие микрометры, обрабатываемые и измеряемые (рис.6.4) детали.



Рисунок 6.4 Обрабатываемые и измеряемые детали

Для проведения данных работ необходимо составить рабочий чертеж (рис.6.5) заготовки и детали.

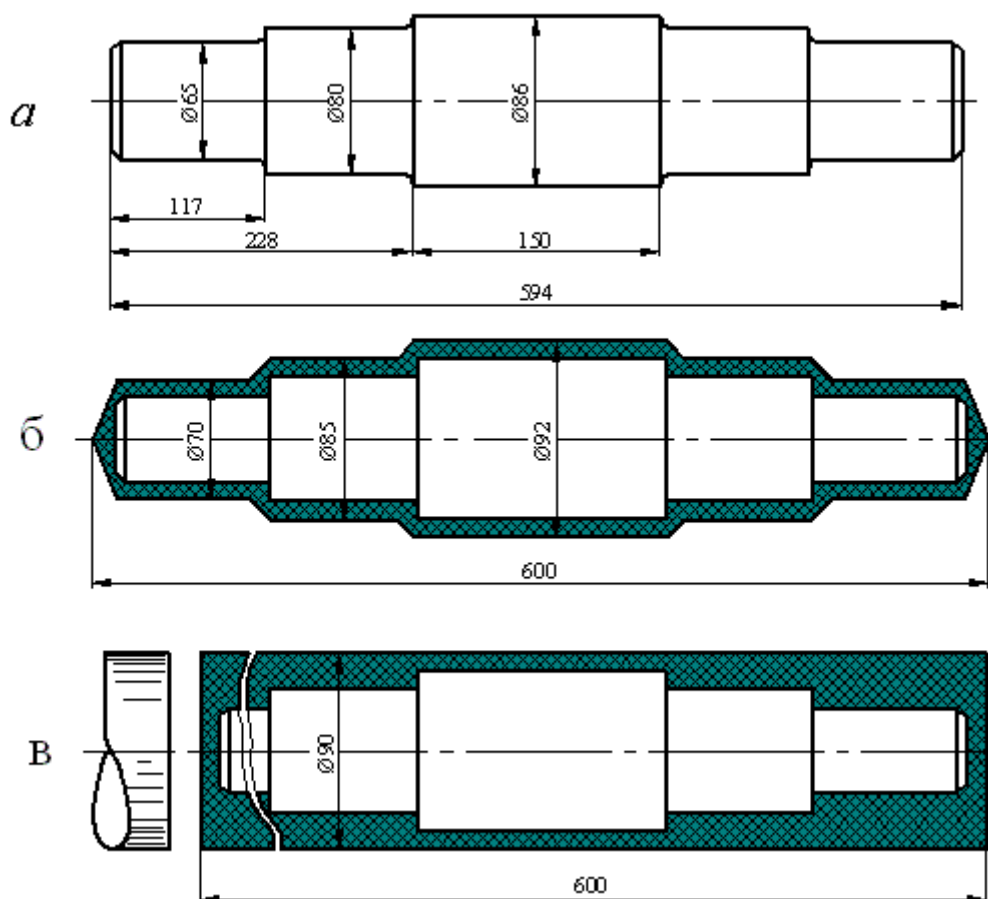


Рисунок 6.5 Рабочий чертеж заготовки и детали

Ознакомившись с технологическими операциями по обработке, необходимо составить последовательность выполняемых работ.

С начало измерив при помощи секундомера $T_{пд}$ - подготовительно-заключительное время записываем в таблицу.

Последовательно измеряем вспомогательное время – $T_{вс}$ который включает в себя установка детали на станке в трех кулачковом патроне, закрепление, освобождение детали, размещение и закрепление режущего инструмента и

регулировку станка по режимам резания.

С определением количество переходов и ходов надо составить настройку станочных операций (рис.6.6).

За тем составить эскизную карту технологических операций обработки.

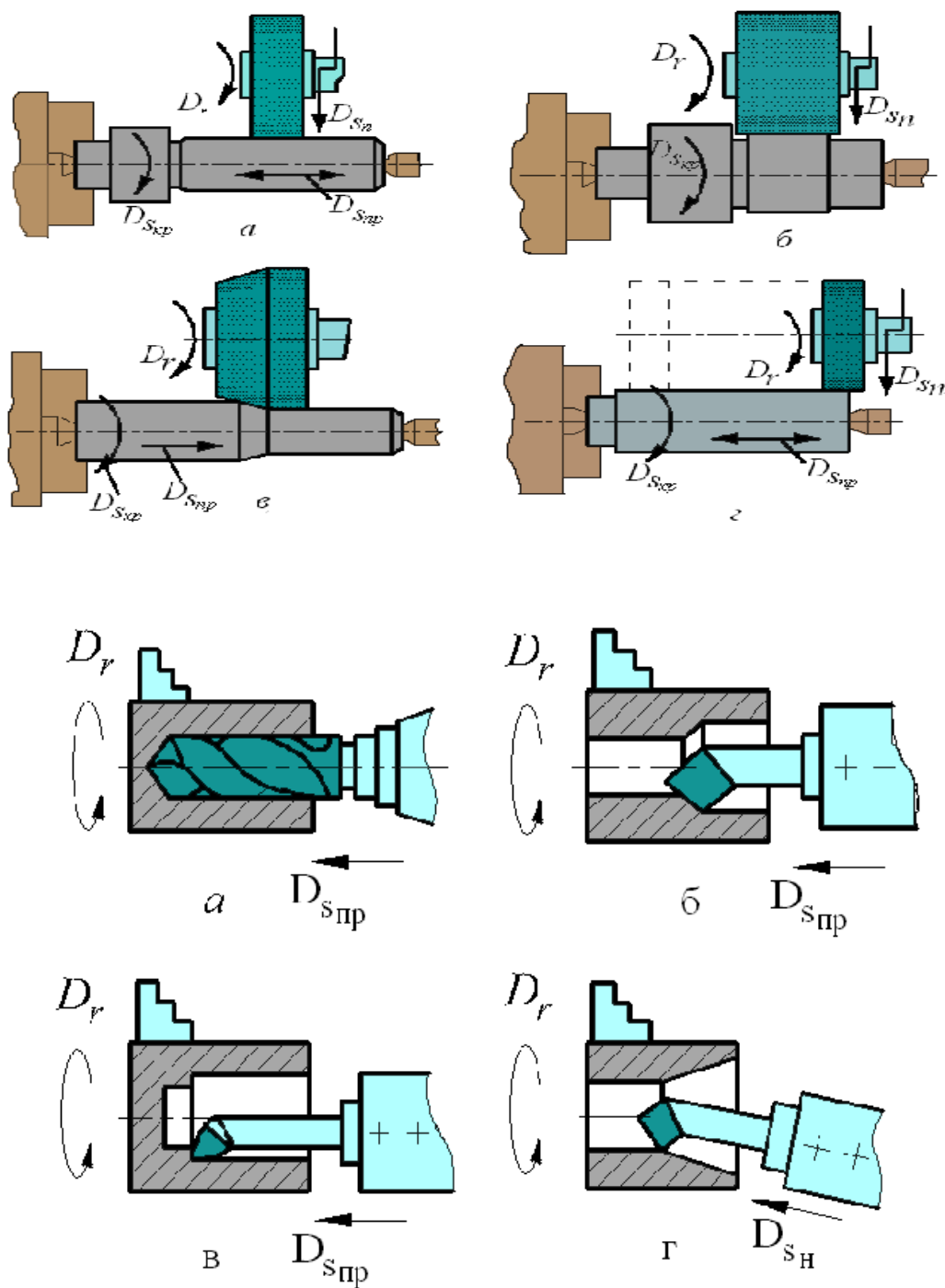


Рисунок 6.6 **Станочные операции**

При помощи секундомера измерить основное время – T_{oc} по последовательности обрабатываемых поверхностям (рис.6.7) станочных операции и поместить в таблице.

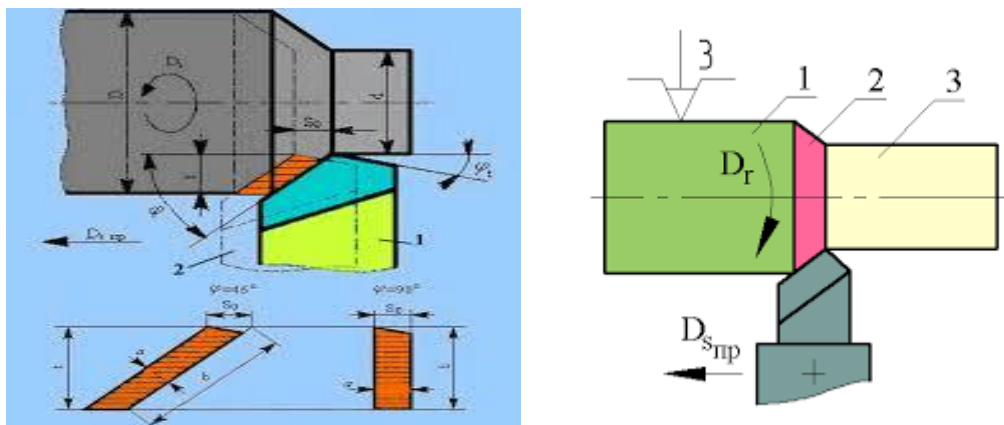


Рисунок 6.7 Обрабатываемые поверхности

Для операций с элементарным порядком надо составить хронологическую последовательность. В данных условиях надо принимать нормативы.

Последовательно используя формулы рассчитать технического нормы времени – основное, вспомогательное, подготовительно-заключительное, обслуживания рабочего места и время отдыха.

Составить хронометраж выполнение данной операции.

Порядок выполнения работы:

1. Начертить чертеж детали по масштабу и ознакомиться данных операции.
2. Определить модель и название станка.
3. Выполнить установку на станке возникшие в результате операции, определить число ходов и переходов и замерить подготовительно-заключительное времени.
4. Разработать маршрутную карту операции. Составить эскизную карту технологические операции.
5. Измерить в данных условиях основное, вспомогательное, подготовительно-заключительное, обслуживания рабочего места и время отдыха и записывать в таблицу.
6. Рассчитать технических норм времени.
7. Составить карту хрономонтажа и указать элементы операции.

Задача: Технологические нормы времени				Эскиз измеряемой детали и операции				
								
Результаты измерений, мин.								
Послед. №-№	Технологические операции	Показатели секундомера						Хронометраж
		T _{под}	T _{вс}	T _{ос}	T _{обс}	T _{отд}	T _{шт}	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
Дата выполнения работы				Дата сдачи работы				
Подпись студента				Подпись преподавателя				

Контрольные вопросы:

1. Что такое технических норм времени ?
2. Что входит в состав времен вспомогательное, подготовительно-заключительное, обслуживания рабочего места ?
3. Какое преимущество имеет время от технического нормирования?
4. Что такое хронометраж и фотография рабочего дня ?
5. Для выполнения хронометраж какие важные подготовки надо произвести?
6. Что такое штучное время и формула?

TOPIC No 6
DEFINITION OF TECHNICAL STANDARDS OF TIME
PERFORMANCE OF MACHINING OPERATIONS

A task:

1. To study the structure and rational adjustment of the technological operation.
2. Study of the elements of the technical standard of time.
3. Mastering the technical regulation of the operating time of machines by analytical calculation and chronometric methods.

Objective:

The study of the methodology and the acquisition of practical skills for determining the technical standards for the execution time of machine-tool operations.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Machine tools of any brand available in the laboratory, fixtures, cutting tools, stopwatch, vernier calipers, smooth micrometers, workpieces and parts to be measured.

Work rules:

1. Make a working drawing of the part and the blank.
2. Get acquainted with the sequence of technological operations.
3. Install the part on the machine, fix, open, fix the cutting tool, determine and compose the number of transitions and strokes.
4. Using a stopwatch, mark the time of the sequence of machine operations and place it in the table.
5. Make a sketch of technological operations.
6. Calculate the technical standard of time according to elementary rules and the differential method - the main, auxiliary, preparatory-final, leaving the office and rest time.
7. Draw up the timing of this operation.

Theoretical information:

The rationing required to perform any operation or a whole technological process (Fig.6.1) in normal production conditions is called the **Time Norm**. Based on the technical standard of time, the cost of the product is calculated, the performance of the equipment is determined and a schedule is drawn up. The rate of technical production is the opposite of the rate of time.

There are three ways to determine the time norm:

1. Calculation of the norms of time according to the existing norms.
2. Calculation of the time norm while controlling the spent working time.
3. Calculate using the comparison method and generalized standard standards.

Technically, time rates and technical production rates are calculated for each operation (Fig.6.2).

The first two methods are used in batch and mass production, and the third in small batch and piece production.



Figure 6.1 **Technological process**

Piece time is the ratio of the time taken for a service cycle to the number of parts processed or repaired during that time, or the time spent in a calendar assembly operation.



Figure 6.2 Different technological operation

Piece time:

- 1. Preparatory and final time** - the time spent by the contractor on the preparation of technological equipment for the performance of technological operations and bringing the latter in order after the end of the shift.
- 2. Main processing time** - is the time spent on machining or assembly (Fig.6.3) of the product and taking into account subsequent control times.
- 3. Ancillary time** - is the time spent on actions, preparation of equipment for operation, adjustment and control of equipment, orientation and installation and removal of workpieces technological transitions and etc.
- 4. Operational time** - the sum of the main and auxiliary time is called operational time:

$$\mathbf{T_{op} = T_{os} + T_{vs}} \qquad \mathbf{6.1}$$

Operational time is the main part of the technical time standard.

5. Time of maintenance of the T_{OBS} of the workplace - part of the piece time spent by the contractor to maintain the means of technological equipment in working condition and care for them and the workplace. Workplace service time is subdivided into **technical service** time and **organizational service** time. Workplace maintenance time is taken into account 0.6-7.1% in machine tools and in locksmith operations 2-8% of operational time.

6. Time for personal needs T_{OTD} is a part of the piece time spent by a person on personal needs and during tedious work for additional rest. characterized.

$$T_{pc} = T_{pd} + T_c + T_{vs} + T_{bs} + T_{td} \quad 6.2$$

T_{pd} - preparatory and final time, min;

T_{os} - main technological time, min;

T_{vs} - auxiliary time, min;

T_{obs} - time of service of the workplace, min.;

T_{td} - rest time and for personal needs, min.

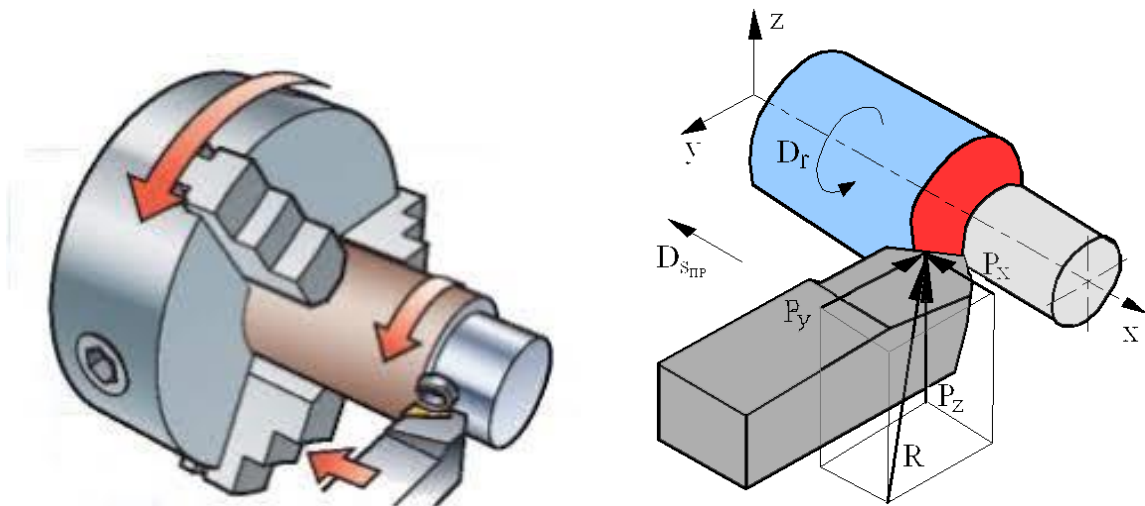


Figure 6.3 Mechanical processing of the product

In **Automated Manufacturing**, piece time is defined as the sum of the following times:

$$t_{\text{sh}} = t_{\text{vs}} + t_{\text{or. obs}} + t_{\text{tech. obs}} + t_{\text{td}} \quad 6.3$$

Where

t_{pc} is the main technological time;

t_{vc} - auxiliary time;

$t_{op.obs}$ - organizational service time;

$t_{tech.obs}$ - maintenance time;

t_{otd} - time for rest and for personal needs.

If processing is carried out on a machine, then the main technological time is calculated using the following formula:

$$t = \frac{L \cdot i}{S_{min}} ; \text{ min.} \quad 6.4$$

Where

L - estimated length of processing, mm

the calculated length consists of the machining length and the entry and exit of the cutting tool

i - the number of moves in the calculated transition

S_{min} - cutter feed in one minute, mm.

When approaching the cutting tool manually, the calculated **machining length** is determined as follows:

$$L = l + l_{ent} + l_{out} \quad 6.5$$

Where

l - the main way of cutting the cutter

l_{ent} - cutter path approach

l_{out} - cutter path exit

There are **two ways** to normalize working hours:

1. Timing

2. Photo of the working day

Timing is used in the preparation of documents rationing of frequently used manual and machine times.

A photo of a working day is a collection of all jobs in one shift.

Used in the manufacture of the product for the implementation of the technological process

1. Labor man-number of hours

2. Labor intensity

3. Machine - number of hours

calculated.

Technical time norms are defined in **three ways**:

1. Calculation according to standards

2. Compliance with the consumption of working time

3. Comparison with existing standard codes

At the moment, we use machines of any brand available in laboratory conditions, a device, cutting tools, a stopwatch, a vernier caliper, smooth micrometers, machined and measured parts (Fig.6.4).



Figure 6.4 Workpieces to be processed and measured

For the experiments carried out, it is necessary to prepare the working drawing of the workpiece (Figure 6.5) and the part.

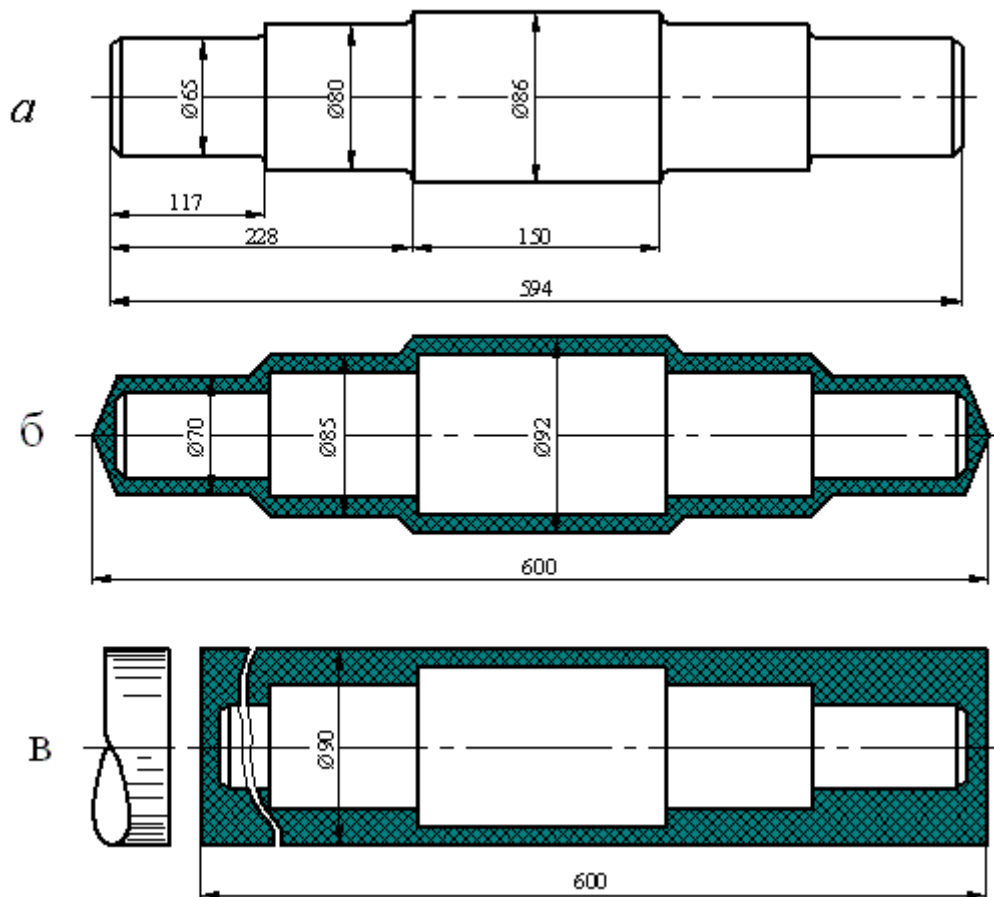


Figure 6.5 Working drawing of stock and part

Having familiarized yourself with the technological processing operations, it is necessary to draw up a sequence of work performed.

From the beginning, having measured T_{pd} using a stopwatch, we write the preparatory and final time into the table.

We consistently measure the auxiliary time - T_{vs} , which includes the installation of the part on the machine in a three jaw chuck, fastening, releasing the part, placing and fastening the cutting tool and adjustment of the machine for cutting modes.

With the determination of the number of transitions and strokes, it is necessary to make a setting for machine operations.

Then draw up a sketch map of technological processing operations.

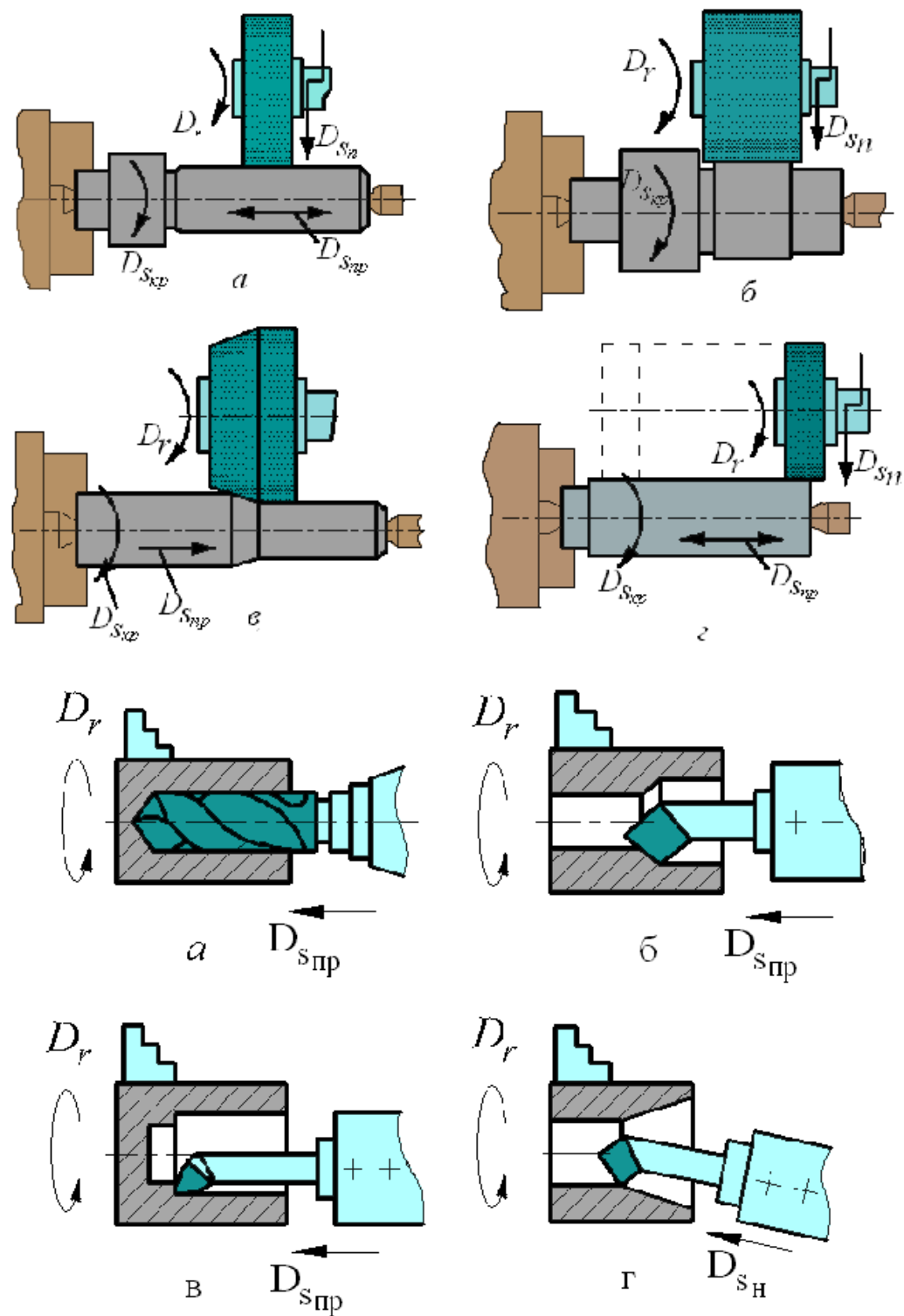


Figure 6.6 Machine operations

Using a stopwatch, measure the main time - T_{os} according to the sequence of machined surfaces of machine operations (Fig.6.7) and place it in the table.

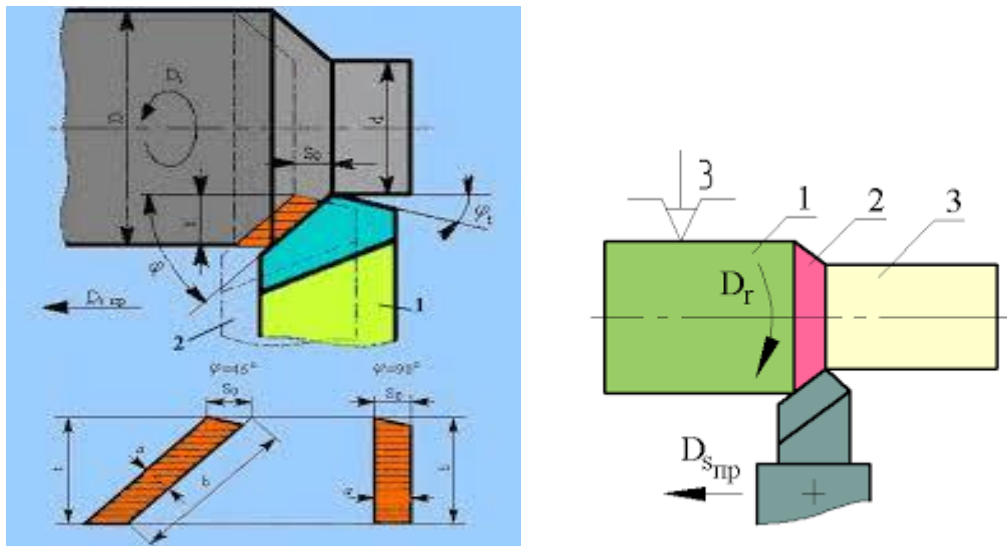


Figure 6.7 **Surfaces to be treated**

For operations with elementary order, a chronological sequence must be drawn up. In laboratory conditions, standards must be adopted.

Consistently using formulas to calculate the technical norms of time - main, auxiliary, preparatory and final, maintenance of the workplace and rest time. Draw up the timing of this operation.

Work order:

1. Draw a drawing of the part to scale and familiarize yourself with the operation data.
2. Determine the model and name of the machine.
3. Perform the installation on the machine resulting from the operation, determine the number of moves and transitions and measure the preparatory and final time.
4. Develop a route map of the operation. Draw up a sketch map of technological operations.
5. Measure in laboratory conditions the main, auxiliary, preparatory and final, maintenance of the workplace and the time of rest and record in the table.
6. Calculate technical norms of time.
7. Draw up a timeline map and indicate the elements of the operation.

Task: Technological norms of time		Sketch of the measured part and operation						
								
Measurement results, min.								
Sequences	Technological operations	Inticators of stopwatch						Timing
		T _{под}	T _{вс}	T _{ос}	T _{обс}	T _{отд}	T _{шт}	
1								
2								
3								
4								
5								
Work completion date					Work delivery date			
Student's signature					Teacher's signature			

Test questions:

1. What is the technical time standard?
2. What is included in the composition of the auxiliary, preparatory and final, maintenance of the workplace?
3. What is the advantage of time from technical rationing?
4. What is timing and photography of the working day?
5. What are the important preparations for timing?
6. What is unit time and formula?

MÖVZU № 7

KƏSİCİ ALƏTİN ÖLÇÜ YEYİLMƏSİ

VƏ ONUN KƏSMƏ YOLUNDAN ASILILIĞININ TƏYİNİ

Tapşırıq

1. Kəsici alətin(şək.7.1) ölçü yeyilməsinin kəsmə yolundan asılılığının eksperimentə təcrübə yolla təyini.
2. Kəskinin ölçü yeyilməsinin hesablanması empirik asılılığını qurmaq.

İşin məqsədi

Kəsici alətlərdən istifadə bacarıqlarına yiyələnmə. Kəsici alətin yeyilməsini mənimsəmək. Hissələrin forma meyillənməsinə və ölçü xətasına səbəb olan mexaniki emal dəqiqliyinə birbaşa təsirini təyin etməli.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

Dəzgah, xüsusi tərtibatlar, kranşteyn, indikator , saat tipli indikator, mikron indikator, kəsici alətlər – kəsici, frez, burğu, kalibrlər, mikrometrlər, ölçü tavacıqları, emal olunan pəstahlar daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Metalkəsən alətlərin (şək.7.3) əsas növləri, indikator, saat tipli indikator, mikron indikator.İndikatorların quruluşu və istifadə sahələrini öyrənməli.
- 2.İndikatorun ölçü şkalası üzrə hesabat metodikasını işləməli.
- 3.Kəskinin yeyilmiş səthini ölçməzdən əvvəl ətraf mühitin temperaturuna uyğun təbii və ya süni yolla nail olmaq lazımdır.
4. Kranşteyndə mikron indikatoru elə bərkitmək lazımdır ki onun ölçü ucluğu kəskinin ucluğuna (tərəsinə) toxunmuş olsun. İndikatorun gərilməsi 0,1 mm-dir.
- 5.Kəskinin bu vəziyyətində indikatorun göstəricisini sıfır qoyub kəskini çıxarmaq lazımdır.
- 6.Verilmiş ifadəyə əsasən bütün vaxt intervallarına görə gedilən yolu hesablamaq lazımdır. Sxematik forması tərtib edilməli və alınmış nəticələri cədvələ yerləşdirməli.

7. Nəticələrin müəyyənləşdirilərək analizi .

Nəzəri məlumatlar:

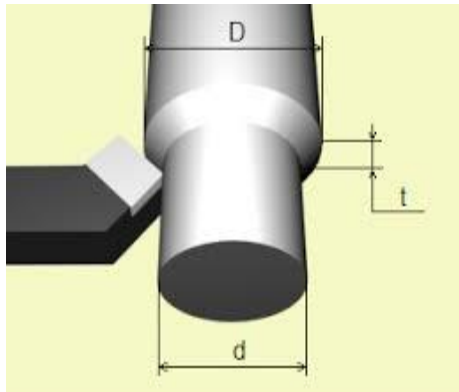
Kəsmə nəzəriyyəsində kəsici alətin yeyilməsinə əsas diqqət yetirilir.

Yeyilmənin qiymətindən asılı olaraq kəsici alətin iqtisadi dayanıqlığı müəyyən olunur.

Kəsici alətin yeyilməsinin bir neçə növünü qeyd etmək olar:

1. Arxa üz üzrə yeyilmə
2. Qabaq üz üzrə yeyilmə
3. Eyni vaxtda həm qabaq həm də arxa üz üzrə yeyilmə

Təcrübi olaraq emal dəqiqliyinin hesabatlarında ən vacib maraq doğuran məsələlərdən biri metalkəsən alətlərin ölçülərinin yeyilməsidir.

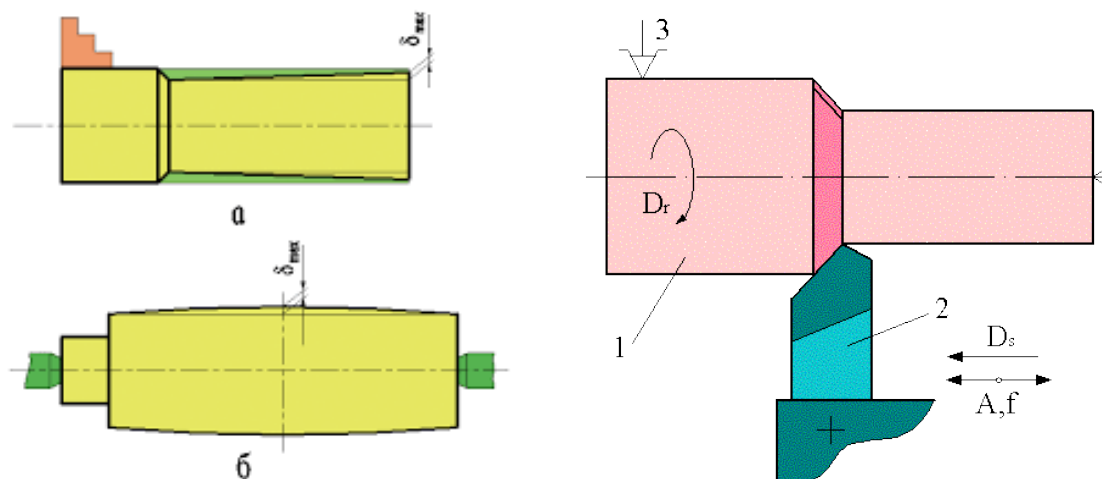


Şəkil 7.1 Kəsici alət

Kəsici alətin yeyilməsinin mümkün qədər birbaşa və dolayısı yolu ilə ölçmə metodları möcuddur. Daha dəqiq birbaşa ölçmə metodudur. Birbaşa ölçmə metodunda kəsici alətin ucundan (təpəsindən) baza səthinə qədər olan ən kiçik məsafə götürülür və ölçülür. Bu ölçmə prosesini alət mikroskoplarında (şək. 7.2) və ya dəqiq ölçmə cihazlarında aparılır.



Şəkil 7.2 Alət mikroskopu

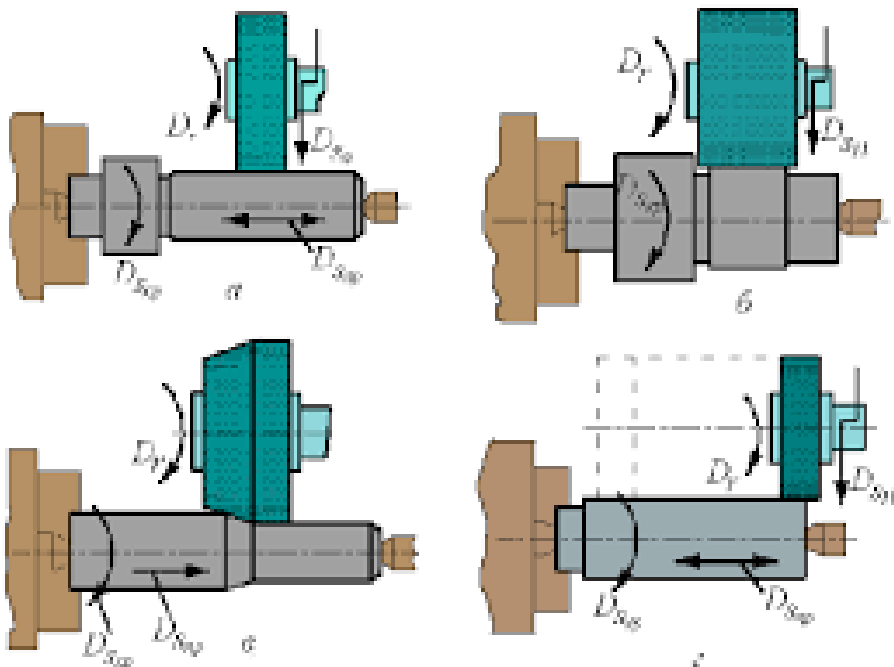


1. a

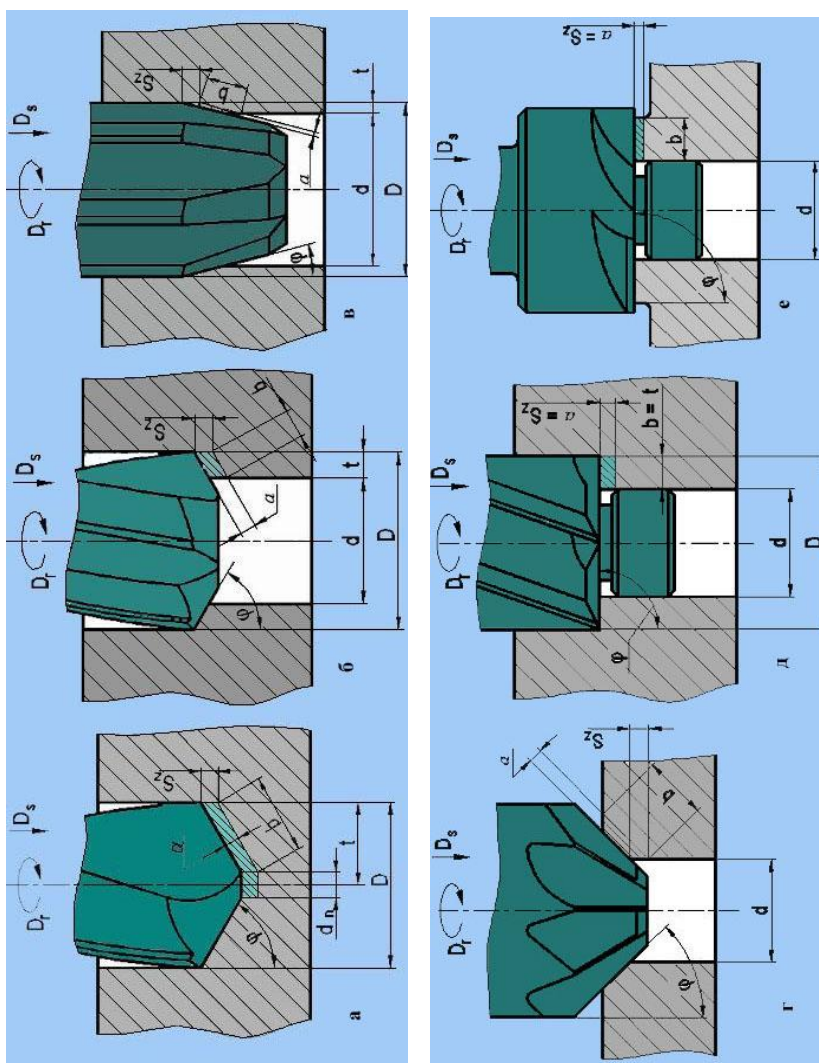


1. b

Kəski və frez ilə emal



Pardaq dairələri ilə emal

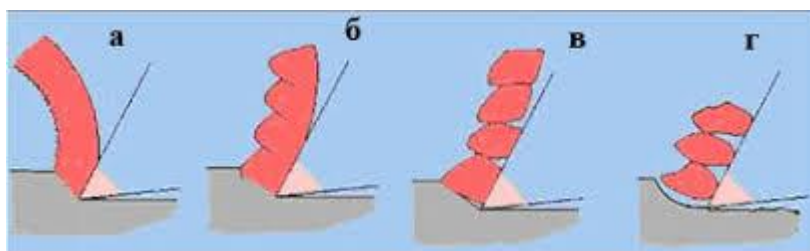


Burğu alətləri ilə emal

Şəkil 7.3

Metalkəsən alətlər

Kəsici alətin yeyilməsi birbaşa mexaniki emalın dəqiqliyinə yəni emal olunan hissənin forma və ölçülərinin xətasının yaranmasına səbəb olur. Bu yeyilmə maşınqayırma texnologiyasında kəsici alətin **ölçü yeyilməsi** adlanır. **Ölçü yeyilməsi** kəsici alətin ucundan(təpəsindən)(şək.7.4) emal olunan səthə normal istiqamətində ölçülür.

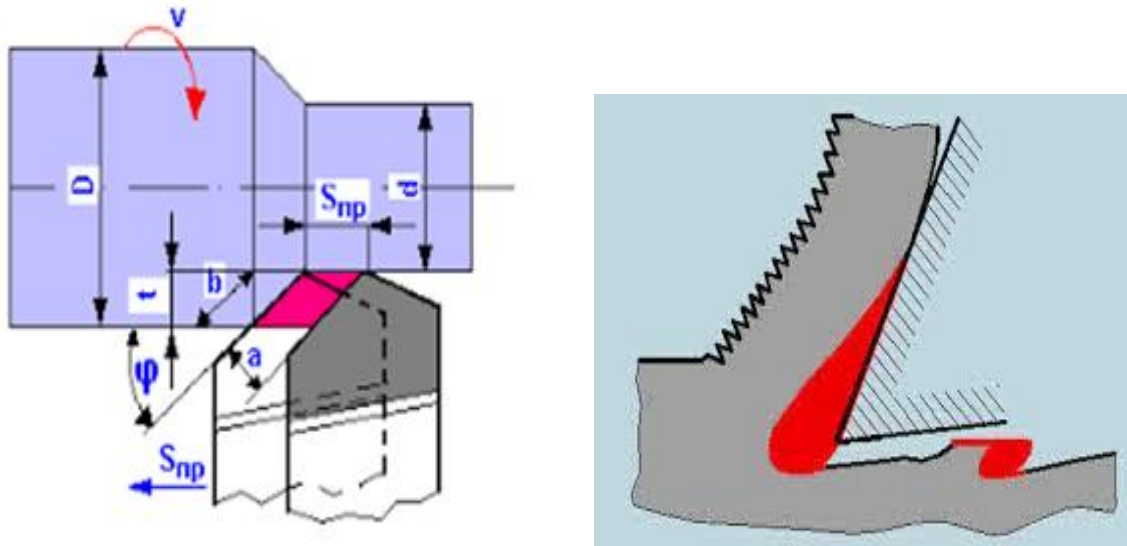


Şəkil 7.4

Kəsici alətin ucu (təpəsi)

Kəskinin hədd yeyilməsi(şək.7.5) onun tam kütləşərək mütləq dəyişilməsinə gətirib çıxarır.

Müəyyən sayda hissələrin emalından sonra dəzgahların sazlanması bir qayda olaraq **alətlərdə ölçü yeyilməsinin** əmələ gəlməsinə səbəb olur.



Şəkil 7.5

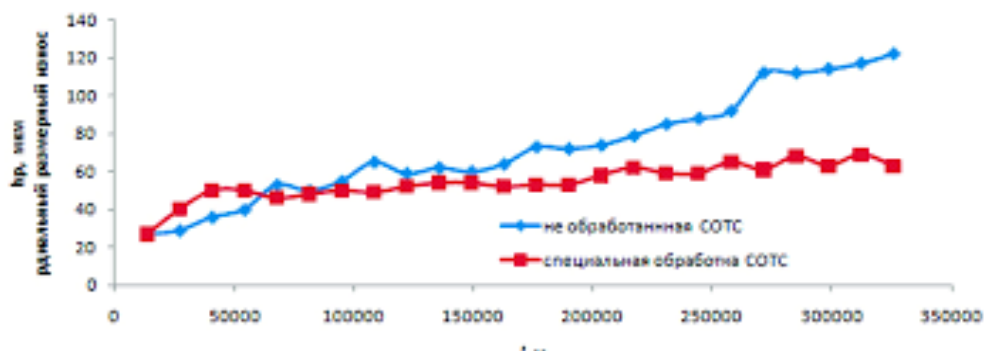
Kəskinin hədd yeyilməsi

Maşınqayırma texnologiyasında mexaniki emal zamanı hesablama dəqiqliyini sadələşdirmək üçün ölçü yeyilməsi alətin kəsən tilinin metal üzərində getdiyi yoldan asılı olaraq müəyyən olunur. Ona kəskinin getdiyi yol deyilir və L km-lə işarələnir. Kəsmə yolunun - L verişə - S hasili emal olunacaq səthin sahəsini - F tapmağa imkan verir. Kəsmə əməliyyatı zamanı alətin ölçü yeyilməsi tədricən qeyri bərabər əmələ gəlir.

Kəsici alətin yeyilməsini (şək.7.6) əsasən üç dövrə bölürlər:

1.İlkin yeyilmə 2.Normal yeyilmə 3.İntensiv yeyilmə - dağılma.

Kəsmə zamanı ilk mərhələdə - L_{ilk} ilkin yüksək yeyilmə yaranır - u_{ilk} . Daha sonra normal mərhələdə yol - L_{hop} normal xətti yeyilmə ilə - u_{hop} xarakterizə olunur.Üçüncü yeyilmə mərhələsində yeyilmə daha sürətlə intensiv gedir və sonu dağılma ilə nəticələnir.



Şəkil 7.6 Kəsici alətin yeyilməsini

İlkin yeyilmə mərhələsi və ölçüsü alətin kəsən tilinin itilənməsinin və çətdırma əməliyyatının keyfiyyətindən asılıdır. Keyfiyyətli itilənmə və çətdırma əməliyyatı aparıldıqda ilkin yeyilmə əksərən olmur. Bu halda ölçü yeyilməsi intensiv yeyilmə mərhələsinə çatana qədər bütün emal yolu boyu bərabər olacaq. Yeyilmənin intensivliyi yeyilmə xəttinin absis oxu ilə əmələ gətirdiyi bucağın qiyməti ilə xarakterizə olunur.

Demək olar ki ölçü yeyilməsi alətin materialından, emal olunan hissənin materialından, kəsmə rejimlərindən, kəsici alətin həndəsi ölçülərindən və SYM(COЖ) asılıdır.

Xətti asılılıq $u = f(L)$ 7.1

texnoloji əməliyyatların konkret parametrlərində intensiv yeyilməni xarakterizə etməyə imkan yaradır.

Nisbi yeyilmə kəsici alətin normal mərhələdə **1 km** gedilən yolda **mm**-lə ölçü yeyilməsidir:

$$u_0 = \frac{u_{nop}}{L_{nop}} = \operatorname{tg} \alpha \frac{M_u}{M_L}, \quad 7.2$$

Harada

u_0 – nisbi yeyilmə **mm / mm**;

u_{nop} - normal yeyilmə sahəsində ölçü yeyilməsi **mm**;

L_{nop} - normal yeyilmə sahəsində gedilən yol **m**;

M_u - ölçü yeyilməsinin miqyası **mm/mm**;

M_L – emal yolunun miqyası **mm/mm**.

Nisbi yeyilmənin qiyməti müəyyən konkret şəraitdə kəsici alətin ölçü yeyilməsinin dayanıqlılığını xarakterizə edir.

Kəsici alətin nisbi ölçü yeyilməsi u_0 , emal olunacaq səthin sahəsi – F və veriş - S məlum olduqda emalın xətasını təyin etmək olar.

Emal səthinə yenidən itilənmiş alətlə emal etdikdə emal dəqiqliyinin hesablamasında onu nəzərə almaq çətin olur.

A.P.Sokolovskiyy hesabatlarda ilkin yeyilməyə «əlavə yol» əlavə etməyi təklif etmişdir. Hansı ki onun qiyməti alətin kəsən tilinin itilənməsinin və çatdırma əməliyyatının keyfiyyətindən asılıdır.

Ona əsasən ölçü yeyilməsinin qiyməti ifadə ilə təyin olunur:

$$u = u_0 (L + L_{\text{əl}}), \quad 7.3$$

harada L - emal yolu m ;

$L_{\text{əl}}$ - əlavə emal yolu m .

Kəsici alətin ölçü yeyilməsini həmçinin bu ifadə ilə təyin etmək olar:

$$u = u_{\text{ilk}} + u_0 L, \quad 7.4$$

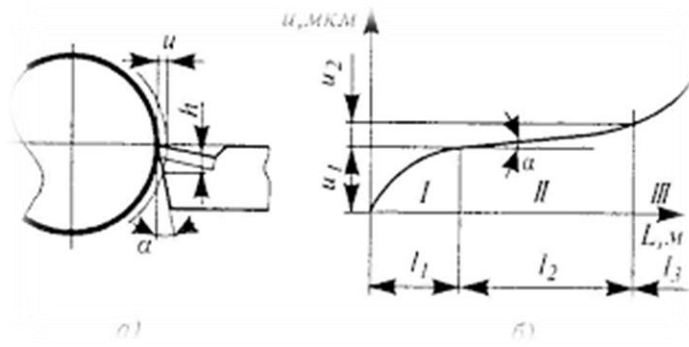
harada

u_{ilk} – ordinat ölçüsü.

Ölçü yeyilməsinin ayrılmasının forma və meyillənməsi emal olunan hissənin materialından, kəsici alətin materialından, kəsmə rejimlərindən, kəsici alətin həndəsi ölçülərindən və SYM(COЖ) asılı olaraq dəyişə bilər.

Hal hazırda istifadə olunan kəsən hissəsi bərk xəlitədən olan kəsici alətlərin təmiz emal zamanı ölçü yeyilməsi öyrənilir- tədqiq edilir. Tədqiqi olaraq ölçü yeyilməsinin dəyişikliklərini kəsici alətin ucundan (təpəsindən) seçilmiş bazaya qədər olan məsafə kimi təyin etmək olar. Kəskinin ölçmə zamanı temperaturunu daimi sabit saxlamaq lazımdır. Hər ölçmədən əvvəl kəskini sabit temperaturlu su vannasında saxlayıb istifadə edirlər. Tədqiqat ölçmələri nəticəsində kəsmə yolundan asılı (şək.7.7) olaraq növbəti qrafik alınır:

$$u = f(L)$$



Şəkil 7.7 Ölçü yeyilməsinin - u kəsmə yolundan - L asılılıq qrafiki

Funksiyanın qrafikini normal yeyilmə üçün təxmini(approksimasiya) olaraq xətti $u = f(L)$ götürsək A_0 və A_1 əmsallarının təyini

$$u = A_0 + A_1 L \quad 7.5$$

üzrə olar.

Tədqiqat məlumatları kiçik kvadratlar meodundan istifadə edərək işlədilir.

Bu halda qrafikdəki ilkin yeyilmə nöqtəsi nəzərə alınmır.

İfadədən bütün lazım olan məlumatları təyin edərək əldə etmək olar.

$u = A_1$ -dan

$$L_{01} = A_0 / A_1 \quad 7.6$$

Hal hazırda çoxlu növ və müxtəlif təyinatlı kəsici alətlər(şək.7.8) mövcuddur.



Mətbəx kəsici alətləri



Manikür kəsici alətləri



Yumuşaq oyuncaqları hazırlamaq üçün istifadə olunan kəsici alətləri



Bağban kəsici alətləri



Kafelkəsən kəsici alətləri



Cərrahiyyə kəsici alətləri



Elektrik kəsici alətləri



Əl kəsici alətləri



Taxta üçün kəsici alətləri



Quyular üçün qazma alətləri



Zərgərlik alətləri



Lay yaran alətləri



Düz kəsici xətkəş



Əl kəsici alətləri



Almaz kəsici alətləri



Metal üzrə Borfrez PFERD



Torna kəsici alətləri



Burğulama kəsici alətləri



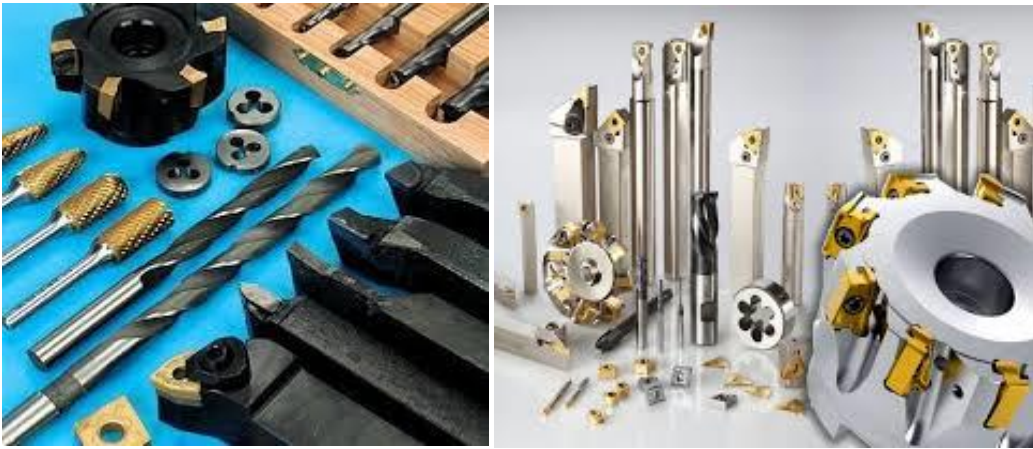
Frezləmə kəsici alətləri



Müasir kəsici alətləri



Yiv emal etmək üçün kəsici alətlər Metçik

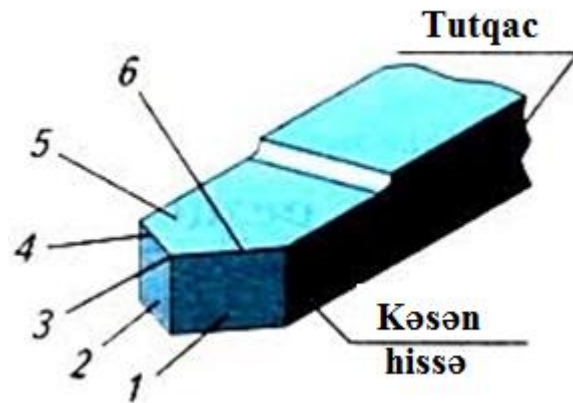


Metalkəsən alətlər

Şəkil 7.8

Müxtəlif təyinatlı kəsici alətlər

Kəskilərin(şək.7.9) ölçü yeyilməsini öyrənəcəyik.Bu əməliyyat təmiz emal zamanı kəsmə rejimlərindən istifadə edərək yerinə yetirilir.



Şəkil 7.9

Kəski

Kəski əsasən **iki hissədən** ibarətdir:

1.Kəsən hissə

2. Tutqac –(tiyə- gövdə)

Kəsən hissə qabaq səth -5, əsas arxa səth-1, köməkçi arxa səth -2, əsas kəsən til-6, köməkçi kəsən til--4, ucluq(təpə)-3 hissələrindən ibarətdir.

Torna kəsikləri fərqlənir:

1.Keçən – xarici silindrik və konus səthləri emal etmək üçün

2.Yonuş –keçən və dayaq– tam və yarımçıq(kor) yuvaları emal etmək üçün

3.Doğrama – pəstahları doğramaq üçün

4.Yiv – daxili və xarici yivlərin emalı üçün

5.Fasonlu – fasonlu səthləri emal etmək üçün

6.Kəsən – dairəvi qanovcuqların emalı üçün

7.Qaltelli– valların pillələrarası keçidlərini radius üzrə emal etmək üçün

Torna kəsikləri emalın xarakterindən asılı olaraq fərqlənir:

1.Kobud emal üçün

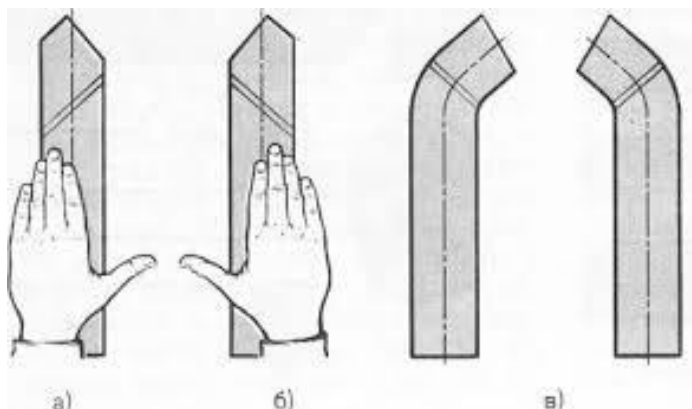
2.Yarımtəmiz emal üçün

3.Təmiz emal üçün

Torna kəsikləri emal zamanı **verişin istiqamətindən** asılı olaraq fərqlənir:

1.Sağ

2.Sol



Torna kəskiləri konstruksiyalarından(şək.7.10) asılı olaraq fərqlənir:

1.Bütöv



2.Qaynaq və ya pərçimlənmiş lövhəcikli



3.Taxma və ya dəyişdiriləbilən lövhəcikli



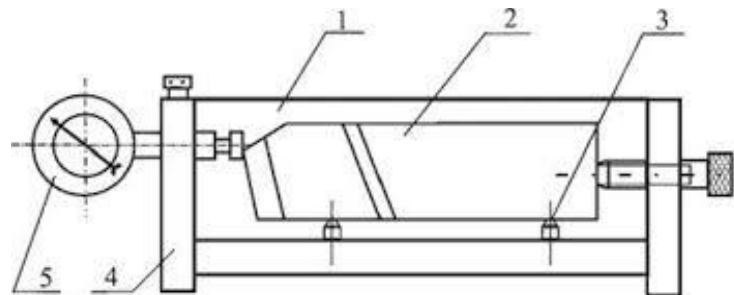
Şəkil 7.10

Müxtəlif konstruksiyalı kəskilər

Hal hazırda kəsici alətin ölçü yeyilməsini təyin etmək üçün müəyyən şəraitində olan dəzgah, xüsusi tərtibatlar, kranşteyn, indikator , saat tipli indikator, mikron indikator, kəsici alətlər – kəski, frez, burğu, kalibrlər, mikrometrlər, ölçü tavacıqları, emal olunan pəstahlar istifadə edilir.

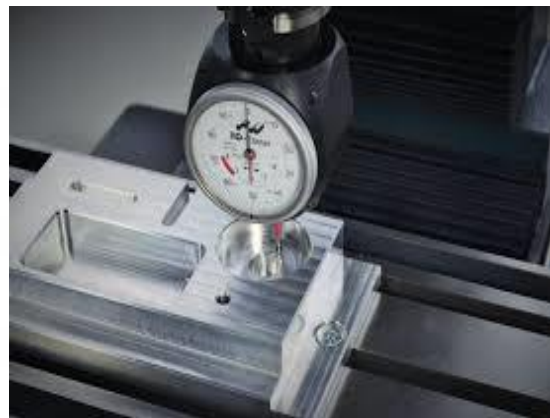
İşi yerinə yetirmək üçün pəstahı Torna dəzgahında yerləşdirib bərkitmək lazımdır. Emal əməliyyatından sonra kəskini çıxarıb su ilə dolu vannada 5 dəqiqə saxlayıb ölçüsünü ölçmək üçün xüsusi tərtibatda yerləşdiririk.

Kəskinin xüsusi tərtibatda (şək.7.11) elə yerləşdirmək lazımdır ki, kəskinin tutqacının (tiyəsinin-gövdəsinin) səthi tərtibatın yerləşdirmə səthinə tam otursun.



Şəkil 7.11 Kəsicinin alətin ölçü yeyilməsini təyin etmək üçün tərtibat:
1 – gövdə, 2 – kəski, 3 – dayaq, 4 – sütun, 5 – indikator.

Kranşteynin tərtibatında mikron indikatoru (şək.7.12) yerləşdirib bərkidirik. İndikatorun ölçən ucluğu elə yerləşdirilməlidir ki, o kəskinin ucluğuna (təpəsinə) toxunsun. İndikatorun gərilməsi 0,1 mm-dir.



Şəkil 7.12 Mikron indikatoru

Kəskinin bu vəziyyətində indikatorun (şək.7.13) göstəricisini sıfıra qoyub kəskinin çıxarmaq lazımdır.

Böyük siferblatın üzərindəki bölgülərin sayı 100-ə bərabərdir. Hər bölgünün qiyməti 0,01 mm-dir. Balaca siferblatın göstəricisi böyük siferblatın

əqrəbinin hərəkəti ilə yaranan dövrlər sayını göstərir. Yəni böyük əqrəb bir tam dövr etdikdə kiçik əqrəb bir bölgü gədər hərəkət edir.



Şəkil 7.13

İndakator

Yeyilmiş səthin ölçülməsi üçün indikatorlardan istifadə olunur.

Mexanizm pəzliliyi ölçmə və hesablayıcı indikatorlardan ibarətdir. Yeyilməni ölçən zaman ölçü xətti ilə kəskinin ucluğunun bir-birinin üzərinə düşməsinə təmin etmək üçün tərtibat mərkəzləşdirici körpücük ilə təhciz edilmişdir.

Kəskinin kəskinlikdə elə yerləşdirmək lazımdır ki, onun uzununa oxu dəzgahın oxuna perpendikulyar olsun.

Ardıcıl olaraq dəzgahı verilmiş rejimə sazlamaq lazımdır. Dəzgahı işə salırıq. İşə başladıqdan 2 dəqiqə sonra kəskinin pəstahdan kənara çəkib dəzgahı söndürürük.

Sonra kəskinin dəzgahdakı alət tərtibatından çıxarıb, soyudub və sonra xüsusi tərtibatda yerləşdirib bərkidirik. Ardıcıl olaraq kəskinin kəsən tilinin ölçüsünü indikatorla ölçüb əvvəlki göstəricisi ilə müqayisə edirik.

Kəskinin yerləşdirməzdən əvvəl və kəskinin çıxarıldıqdan sonra indikatorun ölçən ucluğu düymə ilə geri qaytarılmalıdır.

Bütün zaman intervallarından asılı olaraq kəsmə yolunu ifadədən istifadə edərək hesablamalı:

$$L = vT/1000 \qquad 7.7$$

Harada v - kəsmə sürəti $m/dəq$;

T - kəsici alətin iş vaxtı – emal vaxtı $dəq$.

Qrafikdə L , u_i koordinatlarını qurmaq. Tədqiqat zamanı əldə olunmuş bütün göstəricilərin hesabatını aparmaq. Sonunda aparılmış ölçmələri, hesabatları cədvəldə qeyd etmək.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

1. Pəstahı Torna dəzgahında yerləşdirməli və bərkitməli.
 2. Kranşteyn tərtibatında mikron indikatoru bərkitməli. Kəskinin bu vəziyyətində indikatorun göstəricisini sıfıra qoyub kəskini çıxarmaq lazımdır.
 3. Dəzgahı verilmiş rejimə sazlamalı və işə salmalı.
- $S = 0,1 \div 0,2 \text{ mm/dəq}$; $t = 0,2 \div 0,5 \text{ mm}$; $v = 50 \div 100 \text{ m/dəq}$.
4. Dəzgah işə başladıqdan 2 dəqiqə sonra kəskini pəstahdan kənara çəkib dəzgahı söndürürük. Sonra kəskini dəzgahdakı alət tərtibatından çıxarıyıq. Emal əməliyyatından sonra kəskini çıxarıb su ilə dolu vannada 5 dəqiqə saxlayıb soyuduruq.
 5. Kəskini tərtibatda yerləşdirib kəskinin kəsən tilinin ölçüsünü indikatorla ölçüb qeyd edirik. Indikatorun əvvəlki göstəricisi ilə müqayisə edirik
 6. Bütün vaxt intervalları üçün kəsmə yolunu hesablayırıq.
- T - 2,5,10,20,30,40 dəq .
7. Qrafikdə L , u_i koordinatlarını qurmaq. Tədqiqat zamanı əldə olunmuş bütün göstəriciləri qeyd etmək.
 8. Hesabatı tərtib edib cədvəldə qeyd etmək.

Tapşırıq: Yeyilmənin ölçülməsi		Ölçüləcək kəskinin eskizi					
Hissə №							
							
Ölçmənin nəticəsi , mkm							
Sıra №-	Adı	Kəskinin təcrübənin əvvəlindən iş vaxtı, T dəq					
		0	5	10	20	30	40
1	Kəsmə yolunun uzunluğu L , m						
2	Kəskinin ölçü yeyilməsi U_0 , mkm						
İşləmə tarixi				İşin təhvil tarixi			
Tələbənin imzası				Müəllimin imzası			

Yoxlama sualları:

1. Kəsici alətlər. Növləri və tətbiqi sahələri?
2. Mikrometrik indikator iş prinsipi, bölgüsü, ölçü şkalası?
3. BAM –böyük alət mikroskopu və tətbiqi sahələri?
4. Kəskilər, növləri və tətbiqi sahələri?
5. Kəsici alətin ölçü yeyilməsi və onun kəsmə yolundan asılılığı?
6. Indikatorun əsas şkalası və ölçü vahidi?

ТЕМА № 7

РАЗМЕРНЫЙ ИЗНОС РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПУТИ РЕЗАНИЯ

Задача:

1. Экспериментально исследовать зависимости размерного износа режущего инструмента (рис.7.1) от пути резания.
2. Построить эмпирическую зависимость для расчета величины размерного износа резца.

Цель работы:

Приобретение навыков пользования режущими инструментами. Освоение износа режущего инструмента. Определить непосредственно влияние на точность механической обработки который приводит к погрешностям формы и размера обрабатываемых деталей.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Станок, специальные приспособления, кронштейн, индикатор, индикатор часового типа, микронный индикатор, металлорежущие инструменты - резцы, фрезы, сверла, калибры, микрометры, плоскопараллельные концевые меры, обрабатываемые заготовки.

Правила выполнения работы:

1. Основные виды металлорежущих инструментов (рис.7.3), индикаторов, индикатор часового типа, микронный индикатор. Изучение отсчетные устройство индикаторов и область применения.
2. Разработать методику отсчета основной шкалы индикаторов.
3. Перед измерением резца необходимо дать ему время на остывание или производить искусственное его охлаждение до температуры окружающей среды.
4. На кронштейне приспособления закрепить микронный индикатор так как измерительная поверхность плоского наконечника индикатора

должна касаться вершины резца. Натяг индикатора 0,1 мм.

5. При таком положении резца индикатор поставить, на нуль и снять резец.

6. Подсчитать путь резания для всех интервалов времени по формуле. По данным результатам составить схематическую таблицу измерения.

7. Определить анализ результатов.

Теоретические сведения:

В теории резания уделяется внимание износу режущего инструмента. С его величиной определяется период экономической стойкости инструмента.

Можно выделить несколько видов износа:

1. По задней поверхности
2. По передней поверхности
3. По задней и передней поверхностям одновременно.

Практический размерный износ металлорежущих инструментов представляет интерес только при расчетах точности обработки.

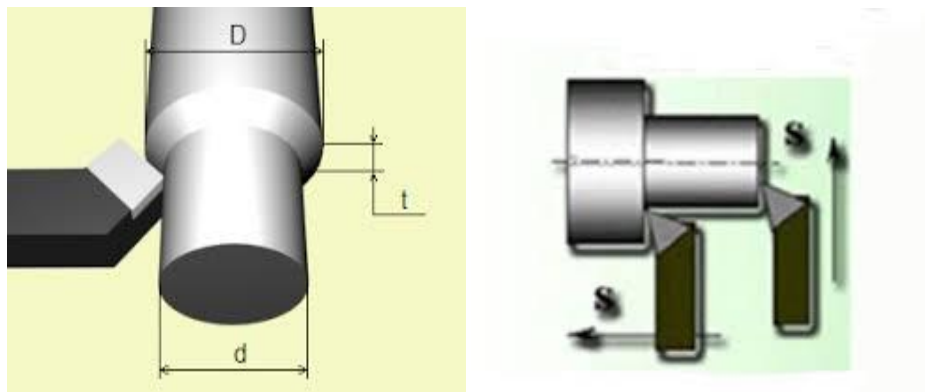


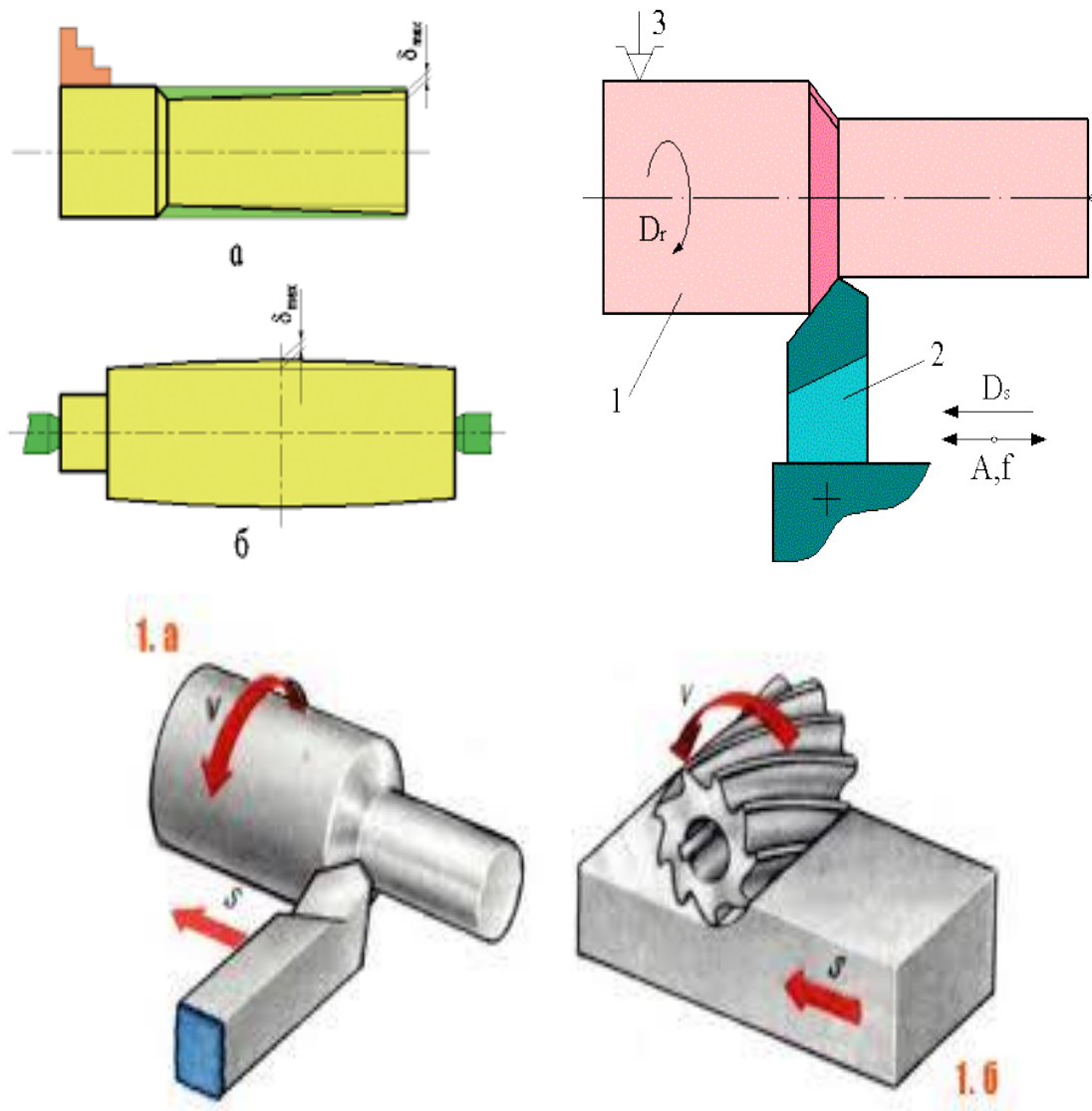
Рисунок 7.1 Режущий инструмент

Существует достаточное количество прямых и косвенных методов измерения размерного износа инструмента. Наиболее точными являются прямые методы измерения. Прямые методы измерения уменьшения размера от вершины режущего лезвия инструмента до определенной базовой поверхности или точки на инструменте.

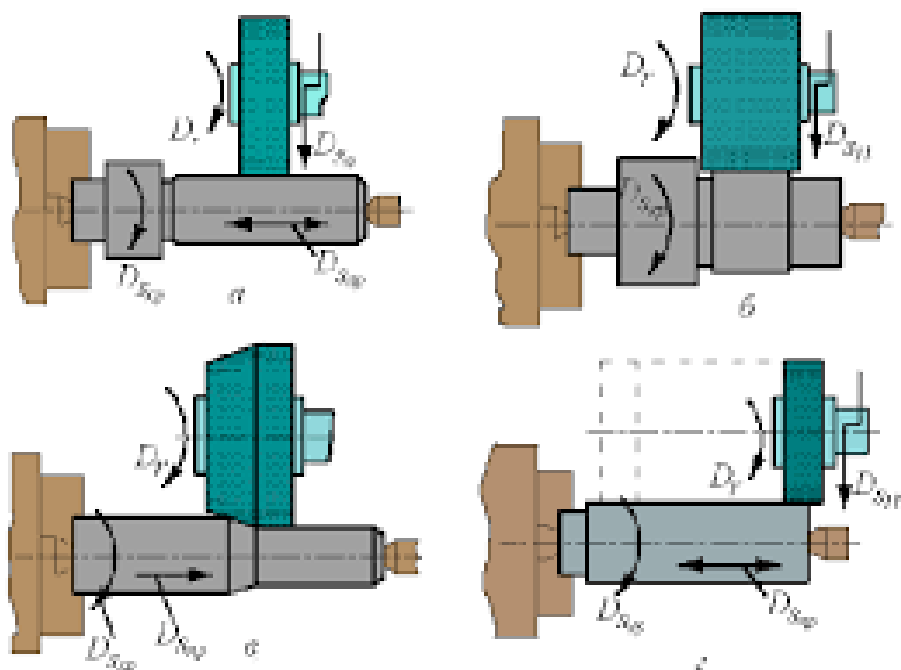
Например, на оправке резца. Такое измерение можно проводить либо с помощью микроскопов (рис.7.2), либо точными измерительными приборами.



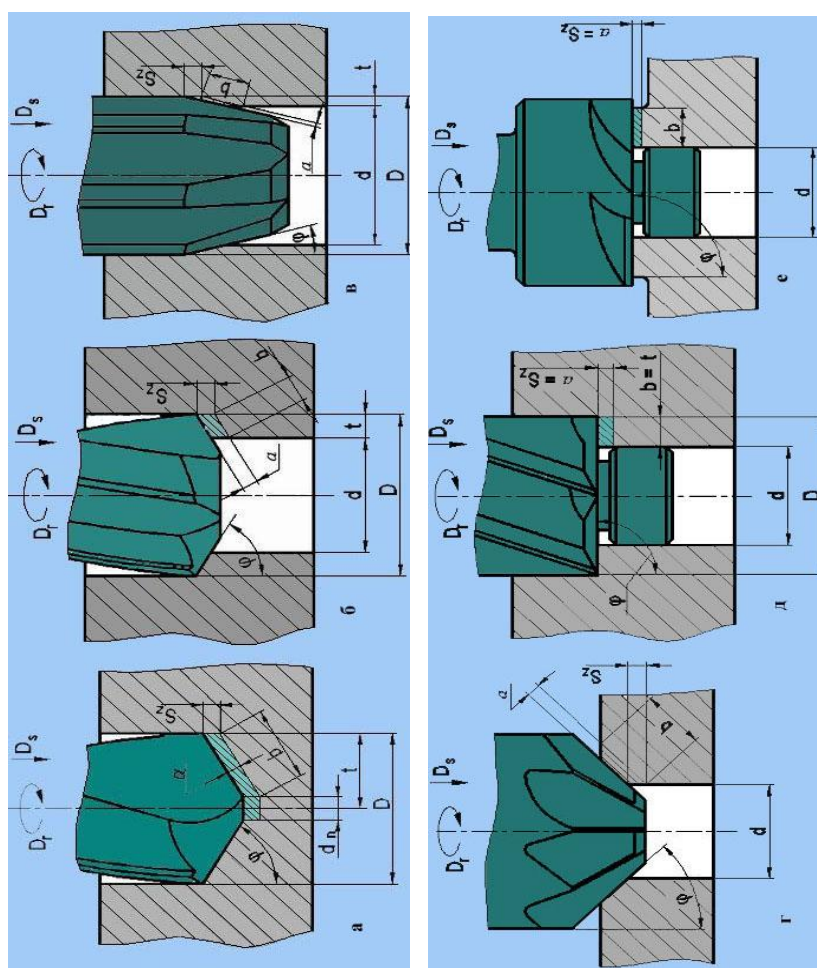
Рисунок 7.2 **Инструментальный микроскоп**



Обработка резцами и фрезой



Обработка шлифовальными кругами



Обработка сверлильными инструментами

Рисунок 7.3

Металлорежущие инструменты

Износ режущего инструмента непосредственно влияет на точность механической обработки, приводя к погрешностям формы и размера обрабатываемых деталей.

Этот износ в технологии машиностроения назван **размерным износом** режущего инструмента. **Размерным износом** измеряется на вершине (рис.7.4) инструмента в направлении, нормальном к обрабатываемой поверхности.

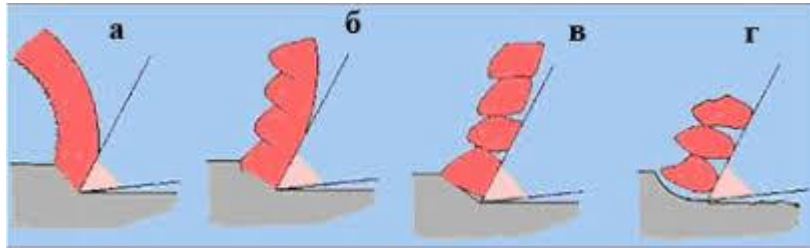


Рисунок 7.4 Вершина инструмента

Предельный износ (рис.7.5) это полное затупление, приводит к необходимости его замены. Периодические поднастройки станков при обработке партий деталей, как правило, вызываются **размерным износом инструмента**.

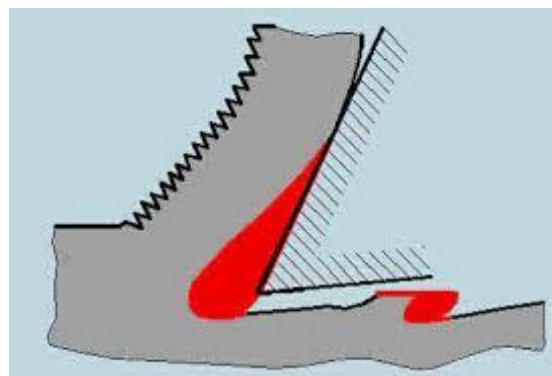
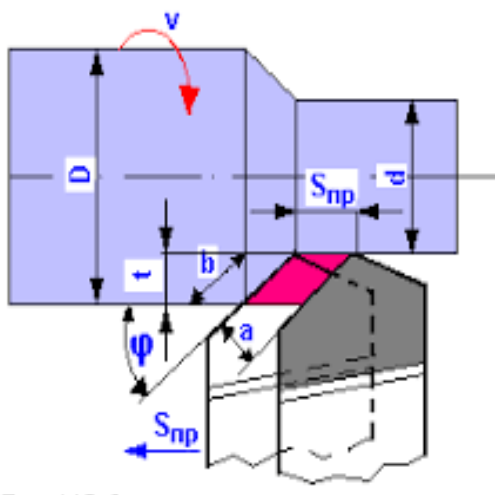


Рисунок 7.5 Предельный износ инструмента

Для упрощения расчетов точности механической обработки в технологии машиностроения размерный износ изучается в зависимости от пути, пройденного лезвием инструмента в металле - путь резания L в км.

Умножая путь резания $-L$ на подачу $-S$, можно легко получить площадь $-F$ обработанной поверхности. Размерный износ инструмента в процессе резания протекает неравномерно.

Различают три зоны износа (рис.7.6) инструмента:

1. Начального износа инструмента 2.Нормального износа инструмента 3.Катастрофического износа инструмента. В начальный период резания $L_{нач}$ происходит повышенный начальный износ $u_{нач}$. Далее наступает наиболее продолжительный период - путь $L_{нор}$ нормального износа $u_{нор}$, характеризующийся линейной зависимостью размерного износа от пути резания. Период интенсивного катастрофического износа приводит к разрушению режущего лезвия инструмента.

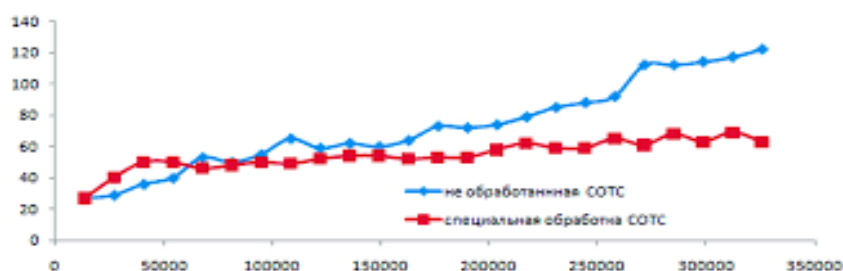


Рисунок 7.6 Зоны износа инструмента

Период начального износа и его величина зависят в основном от качества заточки и доводки инструмента. При хорошей заточке и доводке период начального повышенного износа может совершенно отсутствовать. В этом случае размерный износ на всем пути резания до периода катастрофического износа будет равномерным.

Интенсивность износа характеризуется углом наклона линии износа к оси абсцисс. Тогда размерный износ зависит от материала инструмента, обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего инструмента и СОЖ.

Линейная зависимость

$$u = f(L)$$

7.1

дает характеризовать интенсивность износа при конкретных параметрах технологического процесса.

Относительным износом называется размерный износ режущего инструмента в **мкм** на пути резания в **1км** в зоне нормального износа:

$$u_0 = \frac{u_{нор}}{L_{нор}} = tg\alpha \frac{M_u}{M_L}, \quad 7.2$$

Где **u₀** – относительный износ в **мкм/мм**;

u_{нор} - размерный износ на участке нормального износа в **мкм**;

L_{нор} - путь резания на участке нормального износа в **м**;

M_и - масштаб размерного износа в **мкм/мм**;

M_L - масштаб пути резания в **мкм/мм**.

Величина относительного износа характеризует размерную износостойкость режущего инструмента при конкретных условиях обработки. Зная относительный размерный износ режущего инструмента **u₀**, площадь обрабатываемой поверхности **F** и подачу **S** можно определить погрешность обработки.

Сложно учитывается в расчетах точности обработки когда обработка поверхности начинается вновь заточенным инструментом.

А.П.Соколовский предложил при расчетах учитывать начальный износ путем прибавления «дополнительного пути». Величина которого зависит от качества заточки и доводки режущего инструмента.

При этом величина размерного износа определяется по формуле

$$u = u_0 (L + L_{доп}), \quad 7.3$$

где **L**- путь резания в **км**;

L_{доп} - дополнительный путь в **км**.

Размерный износ режущего инструмента можно также определять и по формуле:

$$u = u_{нач} + u_0 L, \quad 7.4$$

где $u_{нач}$ – величина ординаты.

Форма и наклон кривых размерного износа могут значительно изменяться в зависимости от обрабатываемого материала, материала режущего инструмента, режима резания, геометрии режущего инструмента, СОЖ.

В настоящей работе и изучается размерный износ резцов, оснащенных пластинками твердого сплава, при режимах резания чистовой обработки.

Экспериментально размерный износ можно определить изменением от вершины резца до выбранной измерительной базы. Необходимо выдерживать постоянство температуры резца при его измерениях. Каждым измерением резец выдерживают в ванне с водой постоянной температуры. В результате проведения эксперимента (рис.7.7) будет получен график

$$u = f(L)$$

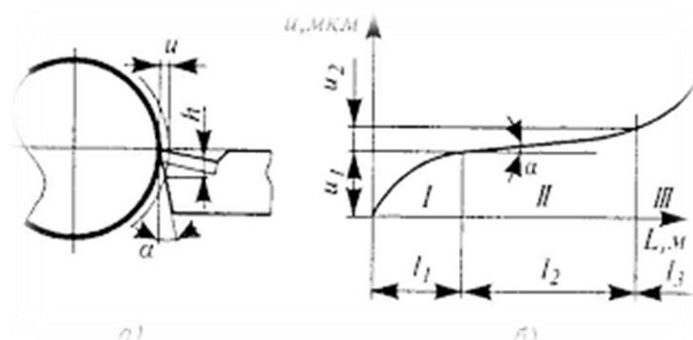


Рисунок 7.7 График зависимости размерного износа- u от пути резания – L

Обработка графика сводится к линейной аппроксимации функции $u = f(L)$ на нормального износа, т.е. к определению коэффициентов A_0 и A_1 в уравнении

$$u = A_0 + A_1 L \quad 7.5$$

Обработки экспериментальных данных производится методом наименьших квадратов. При обработке не принимаются во внимание точки графика, лежащие на начального износа.

Из уравнения определяются все данные, необходимые для расчета погрешности обработки от размерного износа режущего инструмента, так как $u = A_1$;

$$L_{\text{доп}} = A_0 / A_1. \quad 7.6$$

В настоящее время существует много видов режущих инструментов (рис.7.8) разного назначения.



Кухонные режущие инструменты



Маникюрные режущие инструменты



Основы шитья мягких игрушек - режущие инструменты



Садовые режущие инструменты



Режущие инструменты для резки кафеля



Хирургические режущие инструменты



Режущий инструмент электрика



Ручные инструменты



Режущий инструмент по дереву



Буровой инструмент для скважин



Ювелирные инструменты



Породоразрушающие инструменты



Линейка прямой резки



Ручные инструменты



Алмазные режущие инструменты



Борфрезы по металлу PFERD



Токарные режущие инструменты



Сверлильные режущие инструменты



Фрезерные режущие инструменты



Современные режущие инструменты



Метчики для нарезание резьбы



Металлорежущие инструменты

Рисунок 7.8 Режущие инструменты разного назначения

В настоящей работе изучается размерный износ резцов (рис.7.9). Это выполняют при режимах резания чистовой обработки.

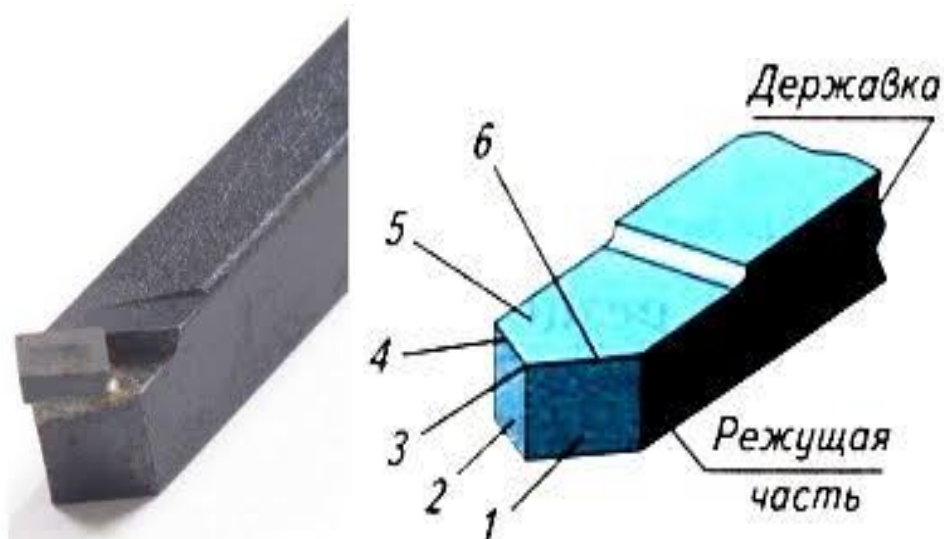


Рисунок 7.9

Резец

Резец в основном состоит **из двух** частей:

1.Режущая часть

2. Державка

Режущая часть состоит из передняя поверхность-5, главная задняя поверхность-1, вспомогательная задняя поверхность-2, главная режущая кромка-6, вспомогательная режущая кромка-4, вершина резца-3.

Различают токарные резцы:

- 1.Прходные** – для обтачивания наружных цилиндрических и конических поверхностей
- 2.Расточные** – проходные и упорные – для растачивания глухих и сквозных отверстий
- 3.Отрезные** – для отрезания заготовок
- 4.Резьбовые** – для нарезания наружных и внутренних резьб
- 5.Фасонные** – для обработки фасонных поверхностей
- 6.Прорезные** – для протачивания кольцевых канавок
- 7.Галтельные** – для обтачивания переходных поверхностей между ступенями валов по радиусу.

Классификация токарных резцов по характеру обработки:

1.Черновые

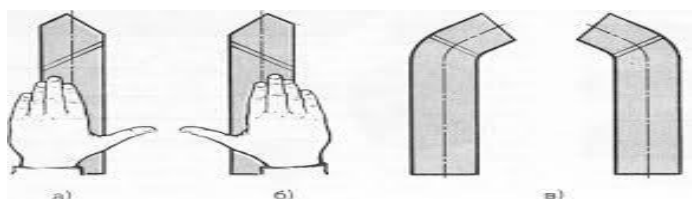
2.Получистовые

3.Чистовые

Классификация токарных резцов по направлению движения подачи:

1.Правые

2.Левые



Классификация токарных резцов по конструкции (рис.7.10) :

1.Цельные



2.С приваренной или припаянной пластиной



3.Со сменными пластинами



Рисунок 7.10 Резцы разных конструкции

В данный момент для определения износа режущих инструментов используется станок, специальные приспособления, кронштейн, индикатор, индикатор часового типа, микронный индикатор, металлорежущие инструменты, резцы, фрезы, сверла, калибры, микрометры, плоскопараллельные концевые меры, обрабатываемые заготовки.

Для проведения работы заготовку надо установить и закрепить на токарном станке. После обработки детали снимаем резец и опускаем в ванну с водой что бы охладить его в течение 5 мин.

Устанавливаем резец в приспособлении (рис.7.11) так, чтобы базовые плоскости державки резца плотно прилегали к установочным поверхностям приспособления.

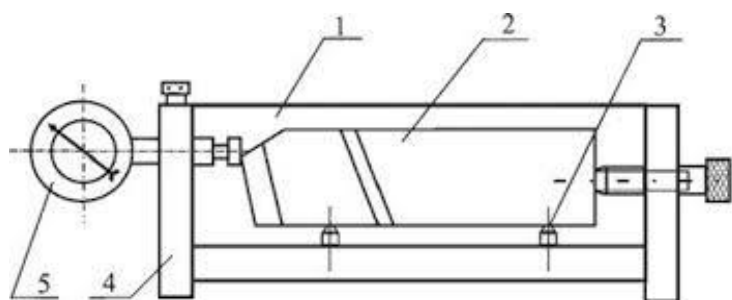


Рисунок 7.11 Приспособление для измерения размерного износа режущего инструмента:
1 – корпус, 2 – резец, 3 – опоры, 4 – стойка, 5 – индикатор

Закрепляем на кронштейне приспособления микронный индикатор (рис.7.12). Измерительная поверхность плоского наконечника индикатора должна касаться вершины резца. В основном натяг индикатора 0,1 мм.

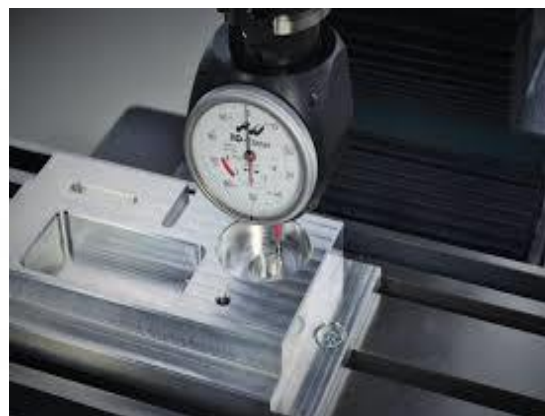


Рисунок 7.12 Микронный индикатор

При таком положении резца индикатор (рис.7.13) поставить, на нуль и снять резец.

Предел измерений делений по основной шкале у индикатора равен 100. Цена каждого деления равен 0,01 мм. В индикаторах этого типа перемещение измерительного стержня вызывает перемещение большой

стрелки по основной шкале. Перемещение малой стрелки по малой шкале.

Маленькая шкала является указателем поворотов и по ней отсчитывается целое число оборотов большой стрелки. Одно деление маленькой шкалы это один оборот большой стрелки.



Рисунок 7.13 **Индикатор**

Измерительным устройством служит индикатор измеряющий износ поверхностей. Индикатор в основном состоит из корпуса с рукояткой, измерительного стержня и сменного измерительный вставки. Для обеспечения износостойкости измерительной стержней и сменной измерительной вставок изготавливают из твердого сплава или легирующей стали.

Надо установить и закрепить резец в резцедержателе так, чтобы его продольная ось была перпендикулярна оси станка. Последовательно надо настроить станок на заданный режим резания. Пустить станок. Через 2 мин после начала работы отвести резец от заготовки и выключить станок. Снять со станка, охладить, установить в приспособление и измерить величину размерного износа как разность двух показаний индикатора.

Перед установкой и снятием резца измерительный наконечник индикатора должен быть отведен за пуговку.

Подсчитать путь резания для всех интервалов времени по формуле

$$L = vT/1000 \quad 7.7$$

Где v - скорость резания в м/мин;

T - время работы резца от начала работы в мин..

Нанести точки с координатами L, u_i на график и обработать результаты экспериментов так, как указано выше, проведя все необходимые расчеты.

И в конце составить отчет и записать в таблицу.

Порядок выполнения работы:

1. Установить и закрепить на токарном станке заготовку.
 2. Закрепить на кронштейне приспособления микронный индикатор.
- При таком положении резца индикатор поставить, на нуль и снять резец.
3. Настроить станок на заданный режим резания и пустить станок.
 $S = 0,1 \div 0,2$ мм/мин; $t = 0,2 \div 0,5$ мм; $v = 50 \div 100$ м/мин.
 4. Через 2 мин после начала работы отвести резец от заготовки и выключить станок. Снять со станка. Опустить резец в ванну с водой и охлаждать его в течение 5 мин.
 5. Установить в приспособление и измерить величину размерного износа как разность двух показаний индикатора.
 6. Подсчитать путь резания для всех интервалов времени
 T - 2,5,10,20,30,40мин. .
 7. Нанести точки с координатами L, u_i на график и обработать результаты экспериментов.
 8. Составить отчет и записать в таблицу.

Задача: Измерение износа		Эскиз измеряемого резца					
Деталь № 							
Результаты измерений, мкм							
Последо. №-	Наименование	Время работы резца от начала опыта, Т мин					
		0	5	10	20	30	40
1	Длина пути резания L, м						
2	Размерный износ резца U ₀ , мкм						
Дата выполнения работы					Дата сдачи работы		
Подпись студента					Подпись преподавателя		

Контрольные вопросы

1. Режущие инструменты. Виды и область применения?
2. Микрометрный индикатор, порядок работы, цена деления измерительной шкалы?
3. БИМ – большой инструментальный микроскоп и область применения?
4. Резцы, виды и область применения?
5. Износ режущего инструмента и его зависимости от пути резания?
6. Основная шкала индикатора и единица измерения?

TOPIC № 7

DIMENSIONAL WEAR OF THE CUTTING TOOL AND DETERMINATION OF ITS DEPENDENCE ON THE CUTTING WAY

A task:

1. To experimentally study the dependence of the dimensional wear of the cutting tool (Fig.7.1) on the cutting path.
2. Construct an empirical relationship to calculate the size of the cutter's dimensional wear.

Objective:

Acquisition of skills in using cutting tools. Mastering cutting tool wear. Determine directly the effect on the accuracy of machining, which leads to errors in the shape and size of the processed parts.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Machine tool, special devices, bracket, indicator, dial gauge, micron indicator, metal-cutting tools - cutters, cutters, drills, gauges, micrometers, plane-parallel end blocks, workpieces to be processed.

Work rules:

1. Main types of metal-cutting (Fig.7.3), tools, indicators, dial indicator, micron indicator. Study of the reading device of indicators and the scope of application.
2. To develop a method of reading the main scale of indicators.
3. Before measuring the cutter, it is necessary to give it time to cool down or artificially cool it to ambient temperature.
4. On the bracket of the fixture, fix the micron indicator so that the measuring surface of the flat tip of the indicator should touch the tip of the cutter. The indicator tension is 0.1 mm.
5. With this position of the cutter, set the indicator to zero and remove the cutter.

6. Calculate the cutting path for all time intervals using the formula. Based on the results, draw up a schematic measurement table.
7. Determine the analysis of the results.

Theoretical information:

In cutting theory, attention is paid to the wear of the cutting tool. Its value determines the period of economic durability of the instrument.

Several types of wear can be distinguished:

1. On the back surface
2. At the front surface
3. On the back and front surfaces simultaneously.

Practical dimensional wear of metal-cutting tools is of interest only when calculating machining accuracy.

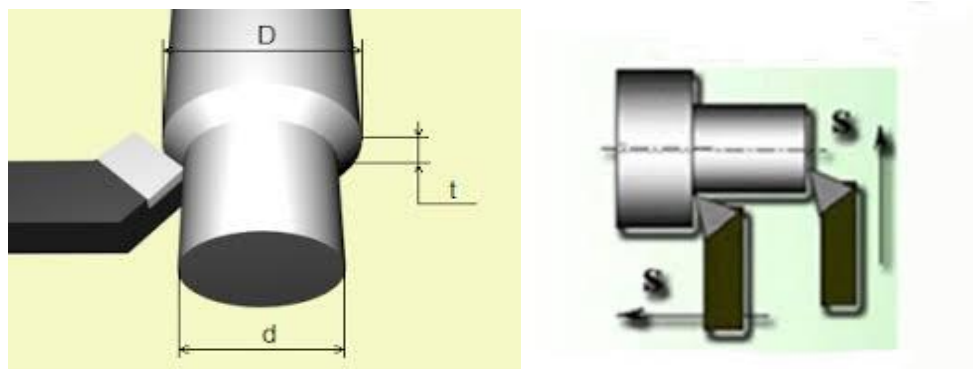
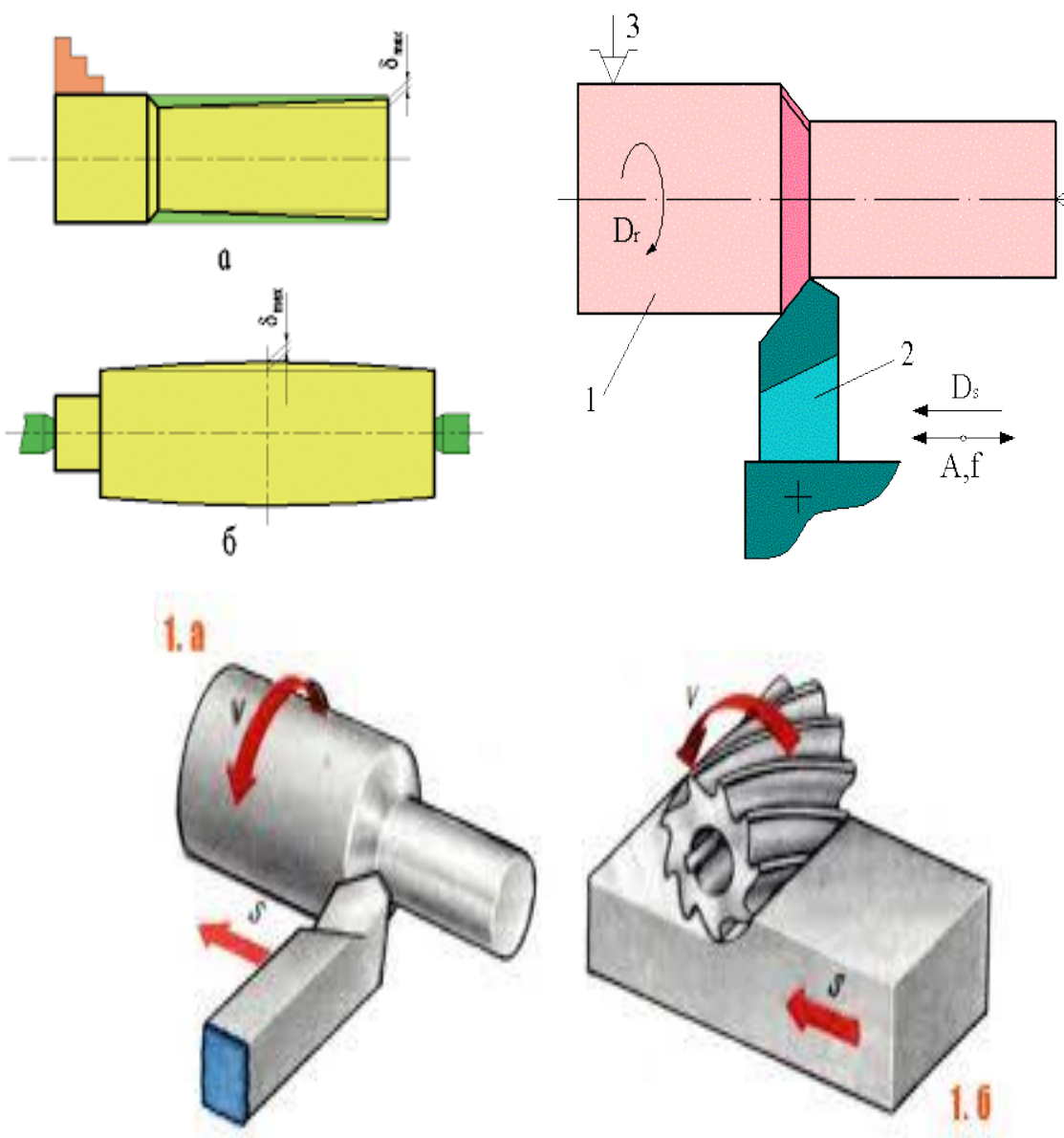


Figure 7.1 **Cutting tool**

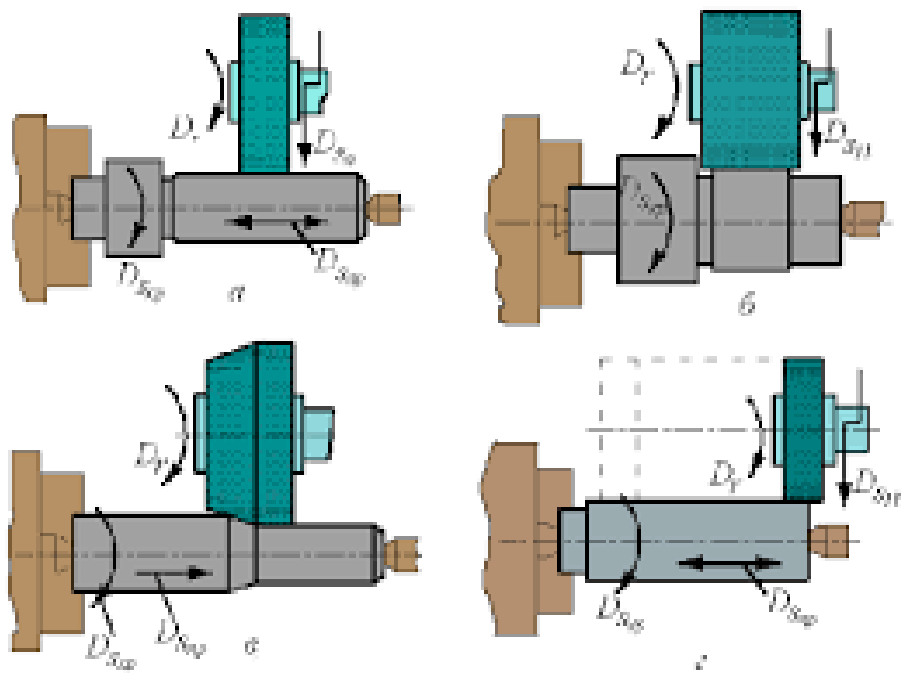
There are a sufficient number of direct and indirect methods for measuring the dimensional wear of the tool. Direct measurement methods are the most accurate. Direct methods for measuring the reduction in size from the tip of the cutting blade of a tool to a specific reference surface or point on the tool. For example, on a tool holder. This measurement can be carried out either using microscopes (Fig.7.2), or precise measuring instruments.



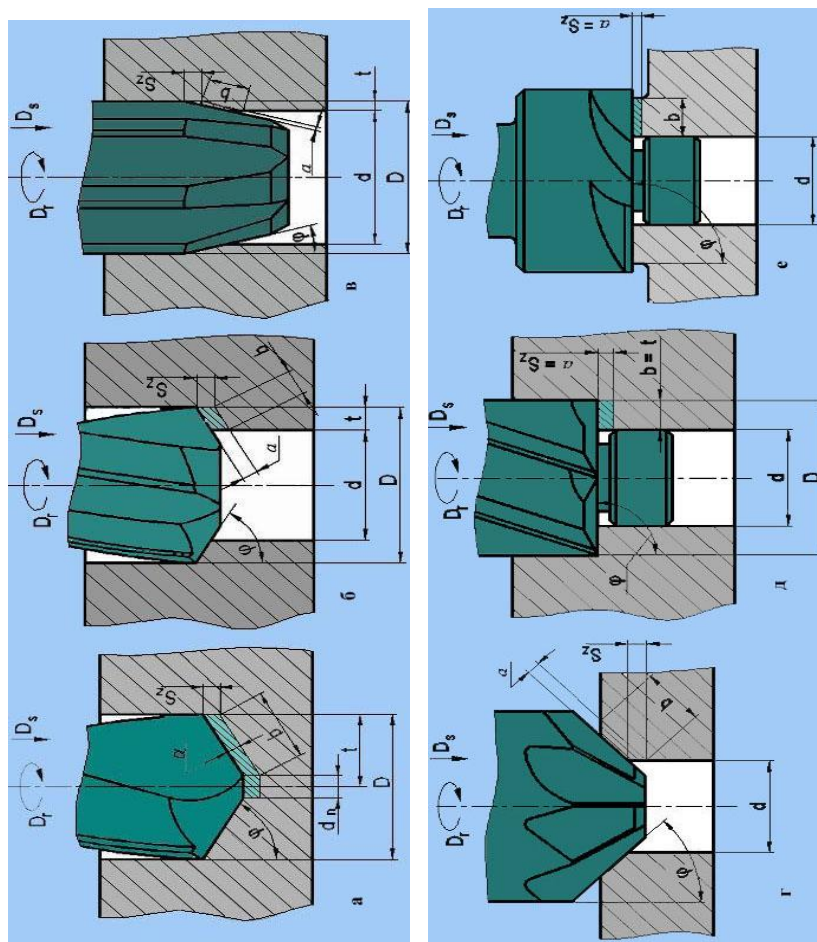
Figure 7.2 Instrumental microscope



Processing with cutters and milling cutters



Grinding wheels



Processing with boring tools

Figure 7.3

Metal cutting tools

Cutting tool wear directly affects machining accuracy, leading to shape and size errors in workpieces.

This wear in mechanical engineering technology is called **dimensional wear** of the cutting tool. **Dimensional wear** is measured (Fig.7.4) at the tip of the tool in the direction normal to the work surface.

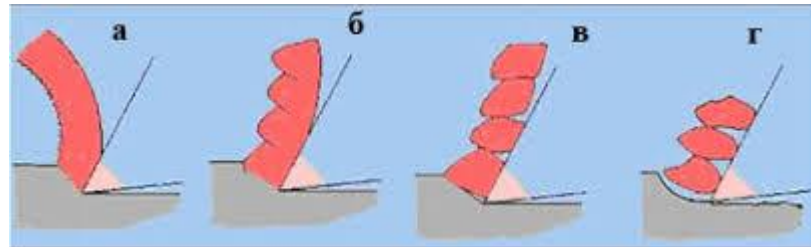


Figure 7.4 **Tool top**

Limiting wear is complete bluntness, leading to the need to replace it. Periodic adjustments of machine tools when processing batches of parts are usually caused by **dimensional wear of the tool**.

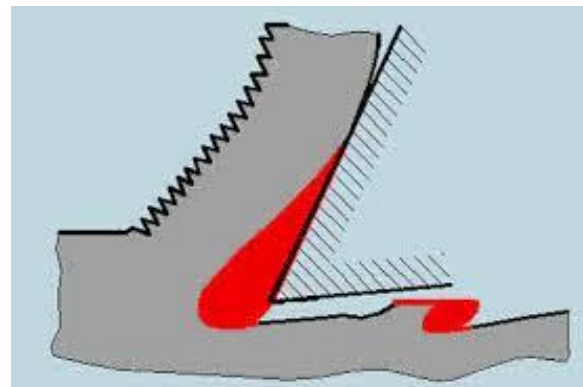
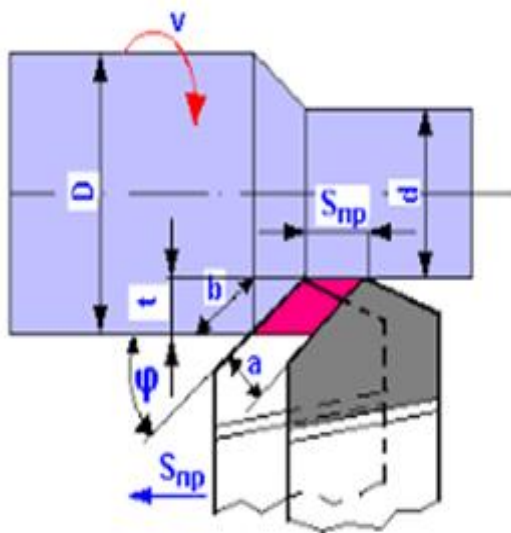


Figure 7.5 **Tool wear limit**

To simplify the calculations of the accuracy of machining in mechanical engineering technology, dimensional wear is studied depending on the path traveled by the tool blade in the metal - the cutting path **L** in km.

By multiplying the cutting path -**L** by the feed -**S**, you can easily get the area-**F** of the machined surface. The tool wear is uneven during the cutting process. There are three zones (Fig.7.6) of tool wear:

1. Initial wear of the tool
2. Normal wear of the tool
3. Catastrophic wear of the tool.

Then comes the longest period - the path L_{nor} of normal wear u_{nor} , characterized by a linear dependence of dimensional wear on the cutting path. A period of intense catastrophic wear leads to the destruction of the cutting edge of the tool.

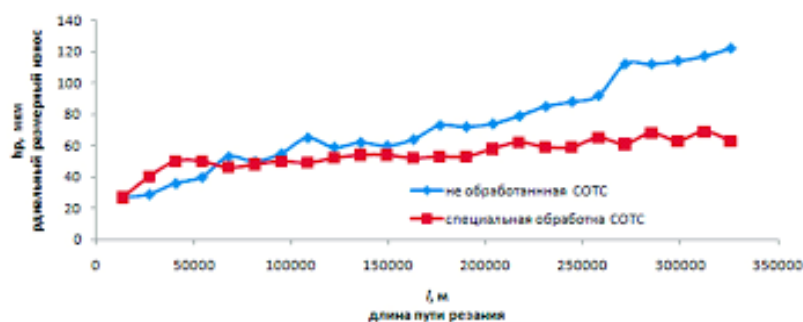


Figure 7.6 Tool wear zones

The period of initial wear and its magnitude depend mainly on the quality of sharpening and finishing of the tool. With good sharpening and finishing, the period of initial increased wear may be completely absent. In this case, dimensional wear along the entire cutting path until the period of catastrophic wear will be uniform.

The wear rate is characterized by the angle of inclination of the wear line to the abscissa axis. Then dimensional wear depends on the material of the tool, the material being processed, the cutting mode, the geometry of the cutting tool and the coolant.

Linear dependence $u = f(L)$ 7.1

gives to characterize the intensity of wear at specific parameters of the technological process.

The relative wear is the dimensional wear of the cutting tool in microns along the cutting path of **1 mkm** in the normal wear zone:

$$u_0 = \frac{u_{nor}}{L_{nor}} = \operatorname{tg} \alpha \frac{M_u}{M_L} \quad 7.2$$

Where

u_o - is the relative wear in $\mu\text{m} / \text{mm}$;

u_{nor} - dimensional wear in the area of normal wear in microns;

L_{nor} - cutting path in the area of normal wear in m;

M_i is the scale of dimensional wear in $\mu\text{m} / \text{mm}$;

M_L is the scale of the cutting path in $\mu\text{m} / \text{mm}$.

The value of relative wear characterizes the dimensional wear resistance of the cutting tool under specific processing conditions. Knowing the relative dimensional wear of the cutting tool u_o , the area of the machined surface F and the feed S , it is possible to determine the machining error.

Difficult to take into account in machining accuracy calculations when surface machining starts with a new sharpened tool.

A.P. Sokolovsky suggested taking into account the initial wear by adding an "additional path" in the calculations. The value of which depends on the quality of sharpening and finishing of the cutting tool.

In this case, the size of dimensional wear is determined by the formula

$$u = u_o (L + L_{\text{add}}), \quad 7.3$$

where L is the cutting path in **km**;

L_{add} - additional path in **km**.

The dimensional wear of the cutting tool can also be determined by formula:

$$u = u_{\text{beg}} + u_o L, \quad 7.4$$

where u_{beg} is the value of the ordinate.

The shape and slope of dimensional wear curves can vary significantly depending on the material being processed, the material of the cutting tool, the cutting mode, the geometry of the cutting tool, and the coolant.

In this work, the dimensional wear of cutters equipped with carbide plates is studied in the cutting conditions of finishing.

Dimensional wear can be determined experimentally by changing from the

tip of the cutter to the selected measuring base. It is necessary to maintain a constant temperature of the cutter during its measurements. For each measurement, the cutter is kept in a constant temperature water bath. As a result of the experiment (Fig.7.7), a graph will be obtained

$$u = f(L)$$

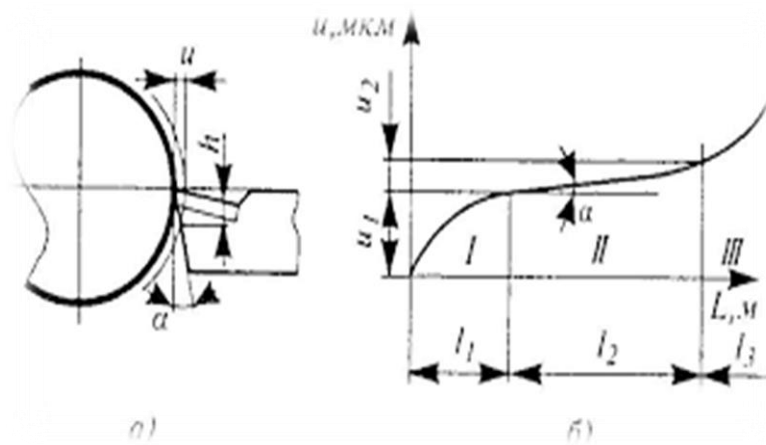


Figure 7.7 The graph of the dependence of dimensional wear - u on the cutting path – L

Processing the graph is reduced to a linear approximation of the function $u = f(L)$ for normal wear, i.e. to the determination of the coefficients A_0 and A_1 in the equation

$$u = A_0 + A_1 L \quad 7.5$$

The experimental data are processed by the least squares method. The machining does not take into account the points on the graph that lie on the initial wear.

From the equation, all the data necessary for calculating the machining error from dimensional wear of the cutting tool are determined,

since $u = A_1 L$;

$$L_{dop} = A_0 / A_1. \quad 7.6$$

Currently, there are many types of cutting tools for different purposes.



Kitchen cutting tools



Manicure Cutting Tools



Stuffed Toy Sewing Basics - Cutting Tools



Garden Cutting Tools



Tile cutting tools



Surgical cutting instruments



Electrician's cutting tool



Hand tools



Wood cutting tool



Drilling tool for wells



Jewellery tools



Rock cutting tools



Straight cutting ruler



Hand tools



Diamond cutting tools



Rotary burrs for metal PFERD



Turning cutting tools



Drilling cutting tools



Milling Cutting Tools



Modern cutting tools



Taps for threading



Metal cutting tools

Figure 7.8 **Cutting tools for various purposes**

In this work, the dimensional wear of the cutters is studied (Fig.7.9). This is done with finishing cutting conditions.

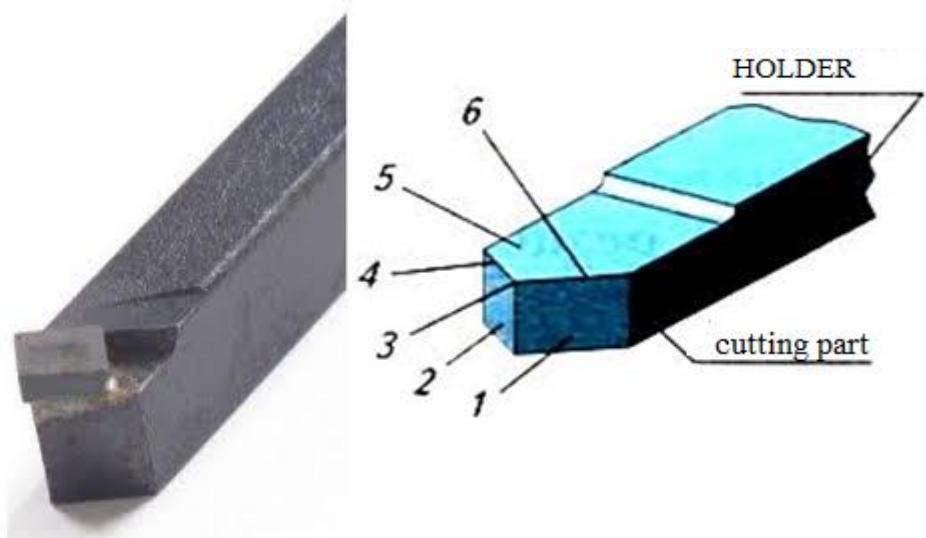


Figure 7.9 **Cutter**

The cutter basically consists of **two parts**:

1. Cutting part

2. Holder

The cutting part consists of the front surface-5, the main rear surface-1, the auxiliary rear surface-2, the main cutting edge-6, the auxiliary cutting edge-4, the top of the cutter-3.

There are turning tools:

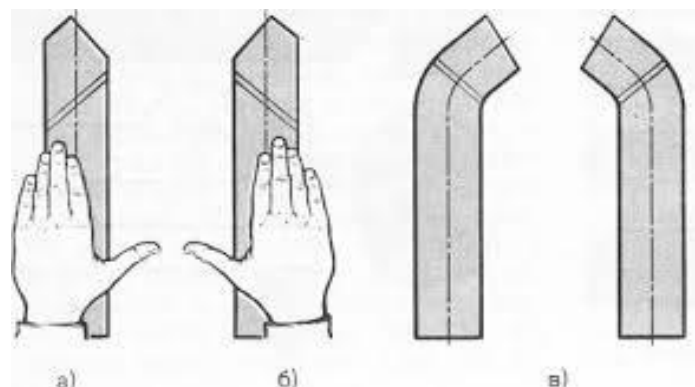
- 1. Pass-through** - for turning the outer cylindrical and conical surfaces
- 2. Bore** - bore and thrust - for boring blind and through holes
- 3. Cut-off** - for cutting off workpieces
- 4. Threaded** - for cutting external and internal threads
- 5. Shaped** - for processing shaped surfaces
- 6. Slotted** - for turning circular grooves
- 7. Galley** - for turning transition surfaces between the steps of the shafts along the radius.

Classification of turning tools by the nature of processing:

- 1. Roughing**
- 2. Semi-finished**
- 3. Cleaning**

Classification of turning tools in the direction of feed movement:

- 1. Right**
- 2. Left**



Classification of turning tools by design (Fig.7.10):

1. Whole



2. With welded or soldered plate



3. With replaceable plates



Figure 7.10 Cutters of different designs

At the moment, to determine the wear of cutting tools, a machine, special devices, a bracket, an indicator, a dial indicator, a micron indicator, metal-cutting tools, cutters, cutters, drills, gauges, micrometers, plane-parallel end blocks, workpieces are used.

For laboratory work, the workpiece must be installed and fixed on a lathe.

After processing the part, remove the cutter and

immersed in a bath of water to cool it for 5 minutes.

We install the cutter in the fixture so that the base planes of the cutter holder fit snugly against the mounting surfaces of the fixture (Fig.7.11).

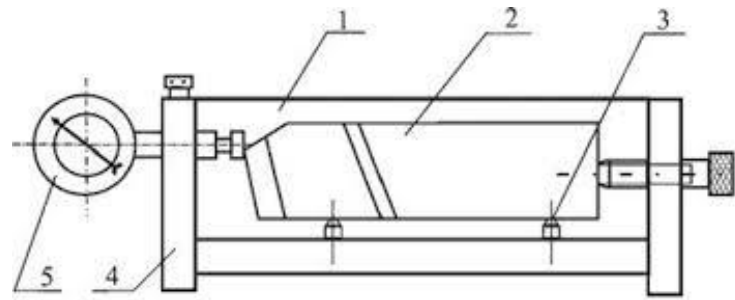


Figure 7.11 Tool for measuring the dimensional wear of the cutting tool:

1 – body, 2 – cutter, 3 – supports, 4 – stand, 5 – indicator

We fix the micron indicator (Fig.7.12) on the bracket of the fixture. The measuring surface of the indicator flat tip should touch the tip of the cutter. Basically, the indicator tension is 0.1 mm.

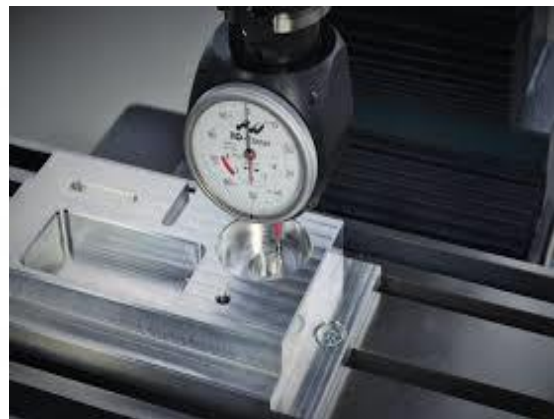


Figure 7.12 Micron indicator

With this position of the cutter, set the indicator (Fig.7.13) to zero and remove the cutter.

The measurement range of divisions on the main scale of the indicator is 100. The price of each division is 0.01 mm. In indicators of this type, movement of the measuring rod causes the movement of the large arrow on

the main scale. Move the small arrow on the small scale.

The small scale is the direction indicator and the whole number of revolutions of the large hand is counted from it. One division of the small scale is one revolution of the large hand.



Figure 7.13 **Indicator**

The measuring device is an indicator that measures the wear of surfaces. The indicator mainly consists of a housing with a handle, a measuring rod and a replaceable measuring insert. To ensure wear resistance of measuring rods and replaceable measuring inserts are made of hard alloy or alloy steel.

It is necessary to install and fix the tool in the tool holder so that its longitudinal axis is perpendicular to the axis of the machine. Consistently it is necessary

adjust the machine to the specified cutting mode. Start up the machine. 2 minutes after starting work, move the tool away from the workpiece and turn off the machine. Remove from the machine, cool, install in the device and measure the amount of dimensional wear as the difference between the two indicator readings.

Before installing and removing the cutter, the measuring tip of the indicator must be retracted by the button.

Calculate the cutting path for all time intervals using the formula

$$L = \pi v T / 1000 \quad 7.7$$

Where v is the cutting speed in m / min;

T - time of work of the cutter from the beginning of work in minutes.

Plot points with coordinates L , u_i on the graph and process the experimental results as indicated above, after carrying out all the necessary calculations.

And at the end, draw up a report and write it down in a table.

Work order:

1. Place and fix the workpiece on the lathe.
2. Fasten the micron indicator to the bracket of the fixture. With this position of the cutter, set the indicator to zero and remove the cutter.
3. Adjust the machine to the specified cutting mode and start up the machine.

$S = 0.1 \div 0.2$ mm / min; $t = 0.2 \div 0.5$ mm; $v = 50 \div 100$ m / min.

4. After 2 minutes after starting work, move the tool away from the workpiece and turn off the machine. Remove from the machine. Immerse the cutter in a bath of water and cool it for 5 minutes.

5. Install in the fixture and measure the amount of dimensional wear as the difference between the two indicator readings.

6. Calculate the cutting path for all time intervals

T - 2,5,10,20,30,40min. ...

7. Plot points with coordinates L , u_i on the graph and process the results of experiments.

8. Make a report and write it down in the table.

Task: Measurement of wear		Sketch of the cutter to be measured					
Detail №							
							
Measurement results, mcm							
Sequences №	Name	Cutter working time from start experience, T min					
		0	5	10	20	30	40
1	Cutting path length L, m						
2	Dimensional cutter wear U₀, MKM						
Work completion date				Work delivery date			
Student's signature				Teacher's signature			

Test questions:

1. Cutting tools. Types and scope of application?
2. Micrometer indicator, operating procedure, division price measuring scale?
3. BIM - large instrumental microscope and scope?
4. Cutters, types and scope?
5. Cutting tool wear and its dependence on the cutting path?
6. Is the main indicator scale and unit of measure?

MÖVZU № 8

SƏTHİN KƏLƏ KÖTÜRLÜYÜNÜN TƏYİNİ

Tapşırıq:

- 1.Hissələrin səthlərinin kələ kötürlüklərini təyin etmək.
- 2.Görülən işə əsasən hesabatı tərtib etmək.

İşin məqsədi:

Səthin kələ kötürlüyünün ölçülməsinin yenilikləri. Kələ kötürlüyün ölçülməsinin mənimsənilməsi. Səthlərin yararlılığını texnoloji emaldan sonra təyin etmək.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

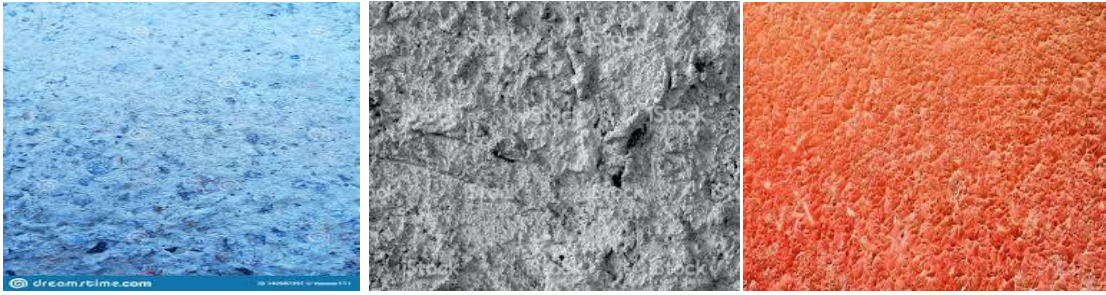
Mikroskop, lupa, elektron kələ kötürlük ölçən –**TP 200**, profiloqraf, profilometr,MİS-11, mikroiinterferometr, mikrometr, dayaq, kələ kötürlüyün numunələri, müxtəlif formada və sayda emaldan sonra ölçülən nümunələr daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

- 1.Mikroskopların əsas növləri, onların quruluşu və istifadə sahələrini öyrənməli.
- 2.Mikroskopların hesabat metodikasını işləməli.
3. Elektron kələ kötürlük ölçənlərin əsas növləri- **TP 200**, onların quruluşu və istifadə sahələrini öyrənməli.
- 4.Müxtəlif ölçü vasitələri ilə verilmiş hissə nümunələrinin səthlərinin kələ kötürlüyünü ölçməli.
- 5.Alınmış nəticələri cədvələ yerləşdirməli və sxematik formasını tərtib edilməli.
- 6.Nəticələrin müəyyənləşdirilərək analizi .

Nəzəri məlumatlar:

Hər texnoloji əməliyyatdan sonra emal olunmuş səthlərdə nahamarlıqlar (şək.8.1) alınır.



Şəkil 8.1 Nahamarlıqlar

Pəstahların emal olunmuş səthlərində alınan nahamarlıqlar (şək.8.2) bir sıra səbəblərdən: emal rejimi, kəsici alətin soyutma və yağlama şərtlərindən, emal olunan materialın kimyəvi tərkibi və mikrostrukturundan, konstruksiyasından, alətin kəsmə qabiliyyəti və həndəsi quruluşundan, avadanlığın növü və vəziyyətindən, köməkçi alət və tərtibatlardan asılıdır .



Şəkil 8.2 Səthlərdə alınan nahamarlıqlar

Nahamarlıqlarda nəzəri səthdən üç meyllənmə müşahidə olunur:

1.Makrohəndəsi meyllənmə

2.Dalğavarilik

3. Mikrohəndəsi meyllənmə

Makrohəndəsi meyllənmə - əsas həndəsi formadan ovallılıq, konusluluq və sairə meyllənmələrlə xarakterizə olunur. Bu meyllənmə **səthdən forma meyllənməsi** adlanır.

$$1000\text{mkm} < S/H \quad 8.1$$

ilə ifadə olunur.

Dalğavarilik - texniki sistemin titrəməsi və kəsmə ilə emal prosesində qeyri bərabərliklərin nəticəsidir.

$$50 \text{ mkm} < S/H < 1000 \text{ mkm}$$

8.2

ilə ifadə olunur.

Mikrohəndəsi meyllənmə - kəsmə prosesi zamanı emal olunan səthdə materialın plastik deformasiyası və alətin kəsici tilinin təsiri nəticəsində yaranır. Bu səthin **kələ kötürlüyü**dür.

$$S/H < 50 \text{ mkm}$$

8.3

ilə ifadə olunur.

Harada **S**-nahamarlıqların addımı

H- nahamarlıqların a hündürlüyü.

Nahamarlıqların xarakteri və istiqaməti əsas emalın və verişin hərəkət istiqamətindən asılıdır.

Nahamarlıqların müxtəlif növ istiqaməti

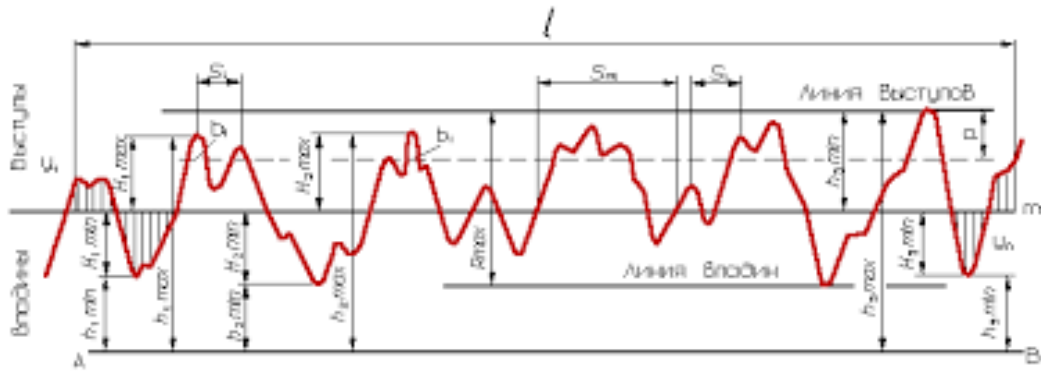
Cədvəl 8.1

Kələ-kötürlüyün istiqaməti	Sxematik şəkli	İşarəsi	Kələ-kötürlüyün istiqaməti	Sxematik şəkli	İşarəsi
paralel			ixtiyari		
perpendikulyar			dairəvi		
çarpaz			radial		

Maşın hissələrinin səthlərinin keyfiyyəti üz qatının səthlərinin kələ kötürlüyü və mexaniki xassələrinin fizikası ilə təyin olunur.

Real səth (şək.8.3) emal metodundan asılı olmayaraq müxtəlif addımlı - S qabarıqlıq və çökəkliklərin birləşməsindən ibarətdir.

Səthin relyefini əmələ gətirən, **L(l)** - baza uzunluğunda baxılan, kiçik addımlı nahamarlıqların məcmusuna kələ kötürlük deyilir.



Şəkil 8.3 Real səth

Səthin kələ kötürlüyünü emal olunmuş səthdə kəskinin əsas hərəkəti ilə verişinin izi kimi nəzərdən keçirmək olar.

Səthin **kələ kötürlüyünün parametrləri** məlumdur:

1. Profilin orta hesabı(arifmetik) meyllənməsi - **R_a**
2. On nöqtə üzrə profilin nahamarlıqlarının hündürlüyü - **R_z**

R_a = 400...0,008 mkm;

R_z = 1600...0,025 mkm;

S – nahamarlıqların orta addımı

S = 12,5 ...0,002 mm.

Profilin orta hesabı(arifmetik) meyllənməsi - R_a profilin meyllənmələrinin - $y_1, y_2, \dots, y_n$ mütləq qiymətlərinin orta arifmetik qiymətidir.

$$R_a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} y(x) dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad 8.4$$

Profilin meyllənməsi “ y_i ”- profilin nöqtəsindən keçən orta xəttə perpendikulyar olan xətt üzrə ölçülmüş həmin nöqtə ilə orta xəttin arasındakı məsafədir. **n**- ölçülmüş həmin nöqtələrin sayı.

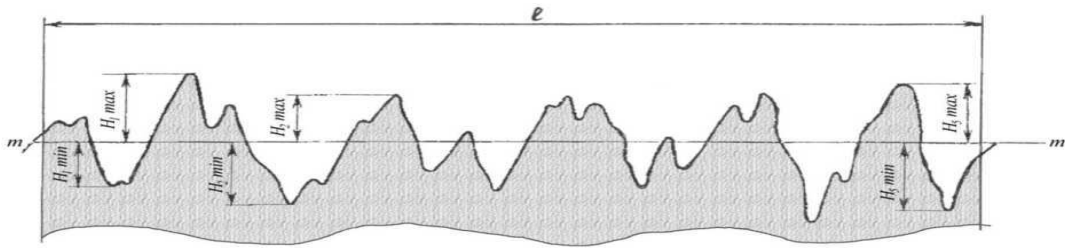
Səthin kələ-kötürlüyünü öyrənmək üçün seçilən sahənin uzunluğuna baza uzunluğu deyilir- **L(l)**. Nahamarlığın addımı və hündürlüyü azaldıqca baza uzunluğu azalır. Baza uzunluğunun qiymətlərini aşağıdakı sıradan seçirlər: 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8; 25 mm.

On nöqtə üzrə profilin kələ-kötürlüyünün hündürlüyü(şək.8.4) - **R_z** baza

uzunluğunda yerləşən beş ən yüksək çıxıntının hündürlüklərinin və beş ən alçaq çökəyin dərinliklərinin orta xəttə paralel olaraq götürülən arasındakı məsafəsinin orta qiyməti ilə xarakterizə olunur.

$$R_z = [(h_1 + h_3 + \dots + h_9)] + [(h_2 + h_4 + \dots + h_{10})] / 5 \quad 8.5$$

harada $h_1, h_3, \dots + h_9$ - ən yüksək çıxıntının hündürlüklərinin orta xəttə paralel xəttə qədər; $h_2, h_4, \dots + h_{10}$ - ən alçaq çökəyin dərinliklərinin orta xəttə paralel xəttə qədər olan məsafə.

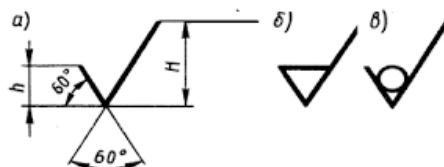


Şəkil 8.4 Kələ-kötürlüyünün hündürlüyü

$$R_z = \frac{\left| \sum_{i=1}^5 H_{i \max} \right| + \left| \sum_{i=1}^5 H_{i \min} \right|}{5} \quad 8.6$$

Profilin kələ kötürlüyünün hündürlüyü baza uzunluğunda yerləşən ən yüksək çıxıntının hündürlüklərinin və ən alçaq çökəyin dərinliklərinin mütləq qiymətlərinin orta qiymətidir. ГОСТ 25142-2002-a əsasən müəyyən baza uzunluğunda səthin xarakterindən asılı olaraq nahamarlıqların məcmusuna səthin kələ kötürlüyü deyilir.

Səthin kələ kötürlüyünün işarələnməsi (şək.8.5) zamanı emal üsulu məlum olmayan səthlər üçün – **a** işarəsi qeyd olunur. Səthin kələ kötürlüyü metalı emal zamanı, məsələn



yonma, burğulama, frezləmə, paradaqlama və sair əməliyyatlarda – **b** işarəsi qeyd olunur. Emal tələb olunmayan səthlər zamanı, məsələn tökmə,

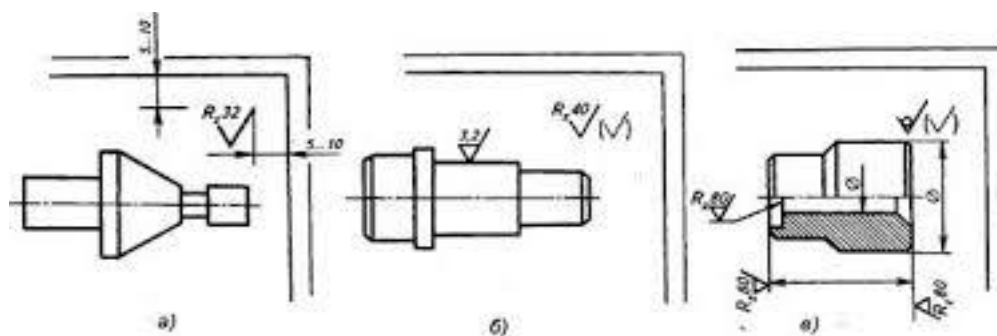
şamlama və sair səthlərdə cizgi üzərində - B işarəsi qeyd olunur.

Cədvəl 8.2

Baza uzunluğundan asılı olaraq kələ kötürlüklərin parametrləri

Təmizlik sinfi	Profilin orta hesabı(arifmetik) meyllənməsi - R _a ,mkm	Kələ kötürlüyünün hündürlüyü, R _z , mkm	Baza uzunluğu, L(l),mm
	Ən böyük		
1	80	320	8
2	40	160	
3	20	80	
4	10	40	2,5
5	5	20	
6	2,5	10	0,8
7	1,25	6,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	
13	0,02	0,1	0,08
14	0,01	0,05	

Məsələn:



Şəkil 8.5 Səthin kələ kötürlüyünün işarələnməsi

Müasir maşın istehsalının təkmilləşdirilməsi, istehsalın intensivləşdirilməsində, gəlirliliyinin artırılmasında və məhsulların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasında texnologiyanın rolu böyükdür. Məhsulun

keyfiyyəti, məhsulun təyinatına uyğun olaraq müəyyən ehtiyacları ödəməyə uyğunluğunu təyin edən xüsusiyyətlərinin məcmusu kimi başa düşülür.

Məhsulun keyfiyyəti dörd göstərici ilə xarakterizə olunur:

1. Texniki - texnoloji
2. İstismar
3. İqtisadi
4. Estetik

İstismar göstəricilərinə etibarlılıq, davamlılıq, dinamiki keyfiyyət və s. daxildir.

Maşınqayırma sənayesinin məhsullarını dünya bazarına uğurla təqdim etmək üçün beynəlxalq standartlara uyğun olaraq K0-9001 standartına və ISO-nun tələblərinə cavab verməsi lazımdır.

ISO sistemində dəqiqlik sinifləri əvəzinə, keyfiyyət - dəqiqlik dərəcəsindən istifadə olunur. Keyfiyyət istehsal olunan məhsulun müəssisəsinin qiymətini təyin edir. Keyfiyyətin yüksək qiymətində müəssisəsinin qiyməti kiçik olur.

ISO sistemində 19 keyfiyyət var. Onlar işarələnir:

0,1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

0,1-ci keyfiyyət ən dəqiq, 17-ci keyfiyyət ən kobud dəqiqlik keyfiyyətidir. Maşın istehsalında ən çox 5-dən 15-ə dəqiqlik keyfiyyətlərindən istifadə olunur.

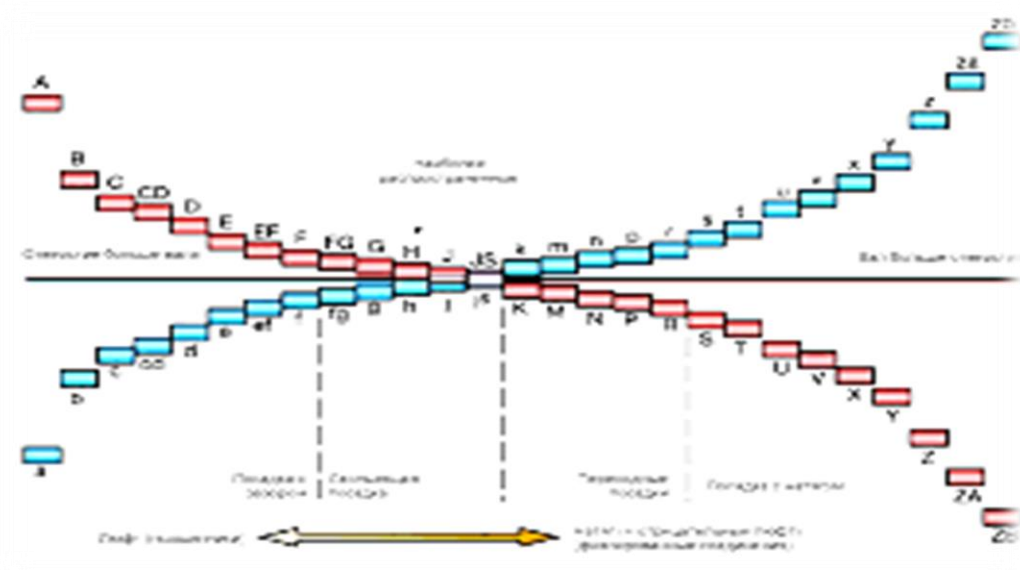
Cədvəl 8.3

Müsaidələr	Etalonlar üçün			Kalibrələr üçün			Birləşmədə iştirak edən səthlər üçün								Sərbəst ölçülər üçün				
Müsaidə vahidinin miqdarı							7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600
Keyfiyyətlər	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Onlardan 5-12 birləşmədə iştirak edən səthlər üçün, 13-15 sərbəst ölçülər üçün istifadə olunur.

Nominal diametri 500 mm-ə qədər olan yuvalar və vallarda müxtəlif növdə oturtmalar yaratmaq üçün İSO sistemində Beynəlxalq ölkələrin standartlarında 28 variantda əsas meyillənmələr (şək.8.6) qəbul olunmuşdur.

Yuvalar üçün əsas meyillənmələr latın əlifbasının böyük, vallar üçün isə kiçik hərfləri ilə işarə olunur. İSO sistemində yuva və val üçün 21 əsas meyillənmə aiddir.

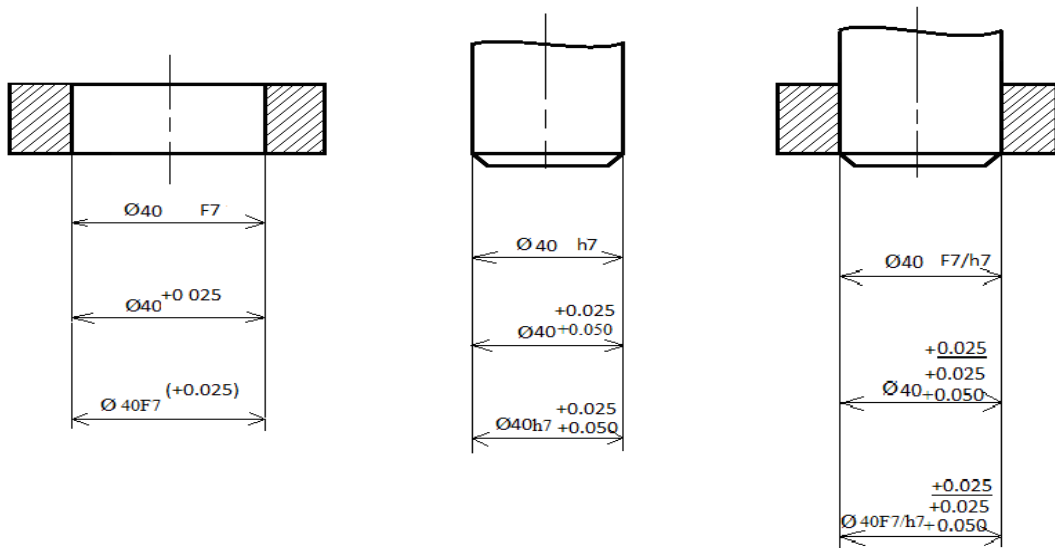


Şəkil 8.6 Əsas meyillənmələr

Bundan əlavə 3 aralıq meyillənmə - cd, ef, fg; CD, EF, FG ara boşluqlu oturtma üçün, 3 aralıq meyillənmə - za, zb, zc; ZA, ZB, ZC gərilməli oturtmalar üçün var. Bu aralıq meyillənmələr dəqiq mexanika və saat istehsalatında 10 mm-ə qədər olan ölçülərə tətbiq olunur.

Yuvalar	A,B,C,CD,D,E,EF,F,FG,G	H	J,Js,K,M,N	P,R,S,T,U,V,X,Y,Z,ZA,ZB,ZC
Vallar	a,b,c,cd,d,e,ef,f,fg,g	h	j,js,k,m,n	P,r,s,t,u,v,x,y,z,za,zb,zc
Oturtmaların qrupu	Ara boşluqlu oturtma ← ara boşluqlunun artması	Əsas yuva və əsas val	Keçid oturtması	Gərilmə ilə oturtma → gərilmənin artması

Yuxarıda qeyd etdiklərimiz cizgide göstərilmişdir:



Göstərilmiş cizgide:

Ø40 - birləşmədə iştirak edən səthlərin nominal ölçüsü;

F7 – istinad edir: F –ara boşluqlu yuva, 7 - ci dəqiqlik sinfi;

h7 - istinad edir: h - əsas val , 7 - ci dəqiqlik sinfi;

7 - ci kvalitet dəqiqlik sinfinin müsaidəsi verilənlərə görə 16 mkm.

Səthin kələ kötürlüyü **iki əsas metodla** qiymətləndirilir:

1.Keyfiyyət üzrə

2.Kəmiyyət üzrə

Keyfiyyət üzrə qiymətləndirmə metodu emal olunmuş səthin etalonla, çılpaq gözlə və ya mikroskop altında, əl, barmaq, ovuc, dırnaqla toxundurmaqla əyani müqayisəsinə əsaslanır. Əyani müqayisə üçün istifadə olunan etalonları müqayisə olunacaq hissə ilə eyni materialdan, eyni formada, eyni emal metodu ilə emal olunmuş səthdə hazırlayırlar. Daha dəqiq müqayisə etmək üçün mikroskop və ya lupadan istifadə edərək beş və ya daha çox dəfə böyütməklə yerinə yetirmək olar.

Kəmiyyət metodu üzrə nahamarlıqların ölçülməsi bəzi avadanlıqlarla:

profiloqraf, profilometr, MİS-11, mikrointerferometr və sairə ilə aparılır.

İstehsalatda texnoloji əməliyyatdan əvvəl və sonra (şək.8.7) əldə olunan hissələri nəzərdən keçirək:



Torna əməliyyatından əvvəl və sonra



Qumlama – qumla təzyiq altında təmizləmə əməliyyatı



Frezləmə əməliyyatından əvvəl və sonra



3D formatında emal və cilalama



Pardaqlama əməliyyatından sonra



Elektromexaniki emal



Lazer sərtləşdirmə

Ржавая деталь (до обработки)



Деталь после VpCl-Corverter



Pasdan təmizləmə əməliyyatı

До обработки



После обработки



Образец: детали, литьё. Материал: латунь

Latun emalı



Yuvaların cilalanması və almaz sığallama



Təmizləmə



Hissələrin nikellənməsi



Tutqunlaşdırma - matlaşdırma



Kimyəvi aşındırma ilə



Тəmizləmə



Alüminium hissələri tutqunlaşdırma – matlaşdırma



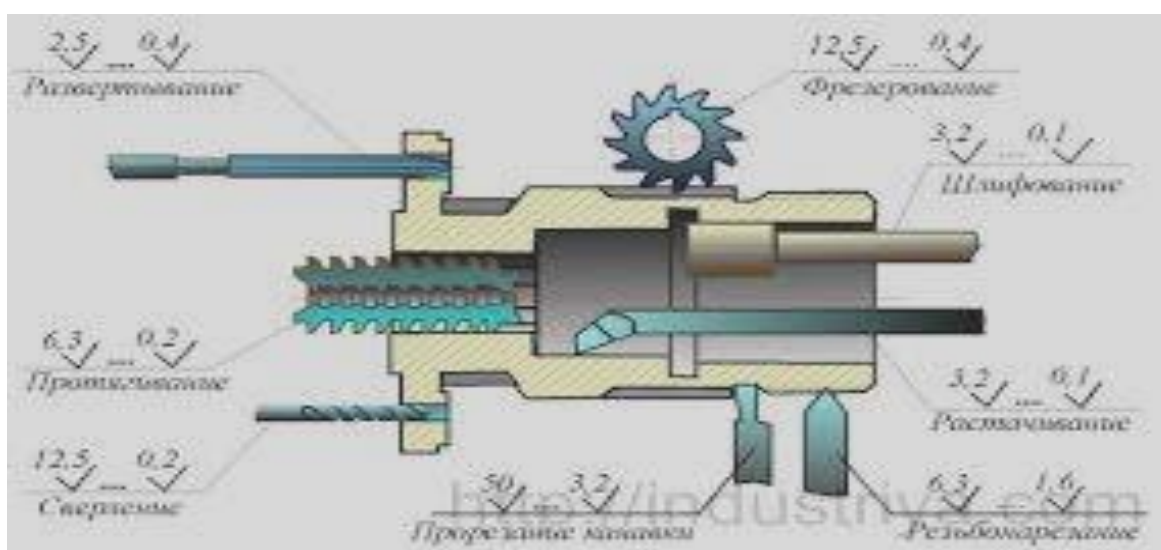
Qumlama – qumla təzyiq altında təmizləmə əməliyyatı



Müxtəlif hissələrin təmizlənməsi



Tutqunlaşdırma – matlaşdırma



Müxtəlif emal növləri

Şəkil 8.7

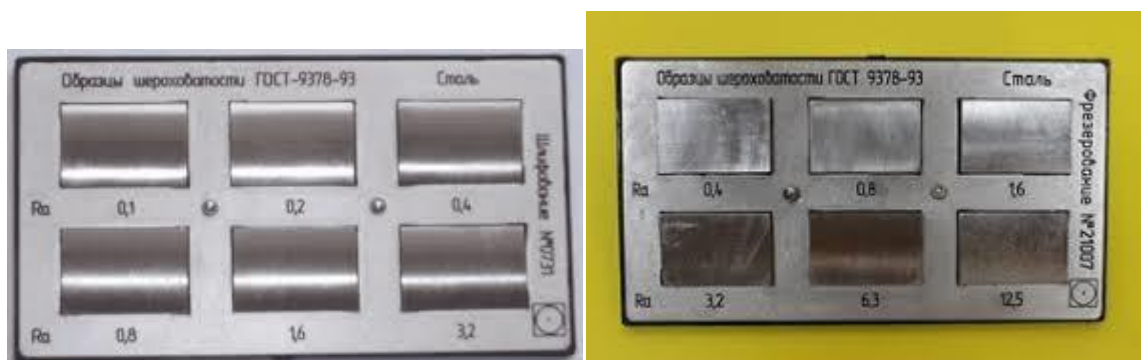
İstehsalatda texnoloji əməliyyatdan əvvəl və sonra əldə olunan hissələr

Hal hazırda mövcud şəraitdə olan ölçü alətlərindən mikroskop, lupa, elektron kələ kötürlük ölçən –**TP 200**, profiloqraf, profilometr, ikiqat mikroskop MİS-11, mikrointerferometr, mikrometr, dayaq, kələ kötürlüyün numunələri, müxtəlif formada və sayda emaldan sonra ölçülən nümunələrdən istifadə olunur.

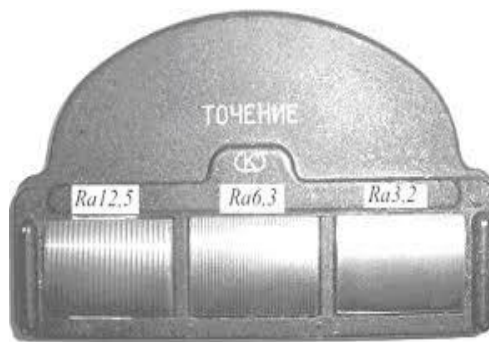
İstehsalat şəraitində ölçü aləti kimi kələ kötürlüyün numunələrindən (şək.8.8) də istifadə olunur.



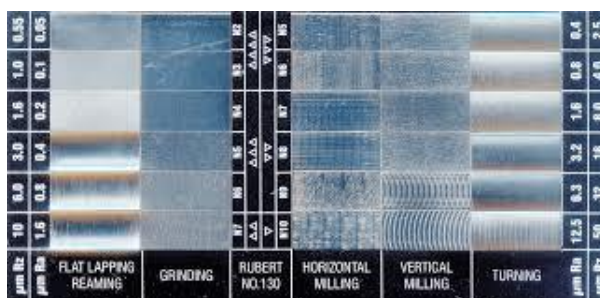
Kələ kötürlüyün etalonları



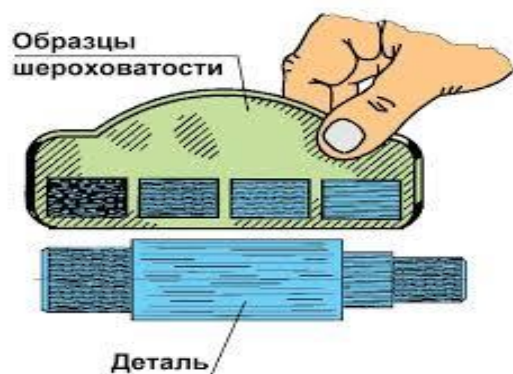
Kələ kötürlüyün numunələri



Мүхтəлїф тєхнəлəјї əмəлїятлардан sonra Кəлə кəтүрлүкүн нумунəлєрі



Emal olunmuş səthi etalonla ,çılpaq gözlə və ya mikroskop altında, əl, barmaq, ovuc, dırnaqla toxundurmaqla əyani müqayisəsini edirik. Əyani müqayisə ilə səthin kələ kötürlüyünü daha dəqiq təyin etmək mümkündür.



Əyani müqayisə üçün istifadə olunan nümunələri müqayisə olunacaq hissə ilə eyni materialdan, eyni formada, eyni emal metodu ilə hazırlayırlar. Mümkün şəraitdə etalonlardan əlavə ölçmək üçün ölçü aləti kimi lupalardan da istifadə olunur. Emal olunmuş səthi lupa(şək.8.9) vasitəsi ilə daha keyfiyyətli ,beş və daha artıq böyütmək yolu ilə əldə etmək olar.

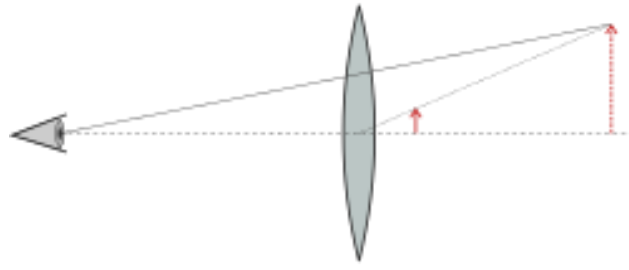


Şəkil 8.9

Lupa

Lupa - böyüdücü şüşə - bir və ya daha çox linzadan ibarət olan və uzaq məsafədə yerləşən kiçik obyektləri böyütmək və müşahidə etmək üçün nəzərdə tutulmuş optik sistemdir.

Biologiya, tibb, arxeologiya, bankçılıq və zərgərlik, məhkəmə elmi, saatların, elektron avadanlıqların təmirində, eləcə də filateliya, numizmatika və bonistika kimi bir çox insan fəaliyyəti olan sahələrdə istifadə olunur.



Müşahidə olunan hissə, lupanın fokus məsafəsindən bir qədər az məsafədə yerləşdirilir. Bu şərtlərdə lupa əşyanın birbaşa böyüdülmüş və xəyali görüntüsünü verəcəkdir. Təsvirdən gələn şüalar, cismin özündən gələn şüalardan daha böyük bucaq altında gözə daxil olur. Lupanın böyütmə qabiliyyəti bununla izah olunur.

Mövcud şəraitdə nümunə -etalonlardan və lupalardan əlavə ölçmək üçün mikroskoplardan (şək.8.10) da ölçü aləti kimi istifadə olunur. Təmiz emaldan sonra əldə olunan səthləri mikroskop vasitəsi ilə daha yüksək dəqiqliklə ölçmək mümkündür. İstifadə olunan mikroskoplar emal olunmuş səthin vizual müqayisəsinə əsaslanır.

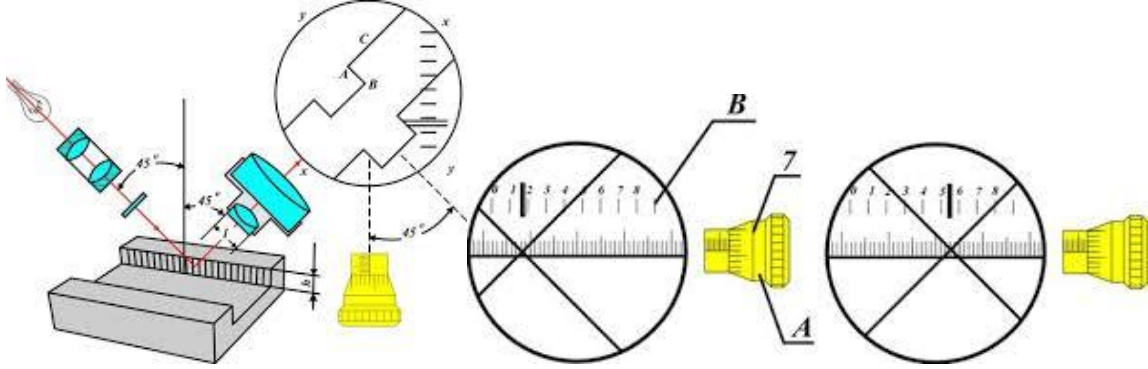


Şəkil 8.10

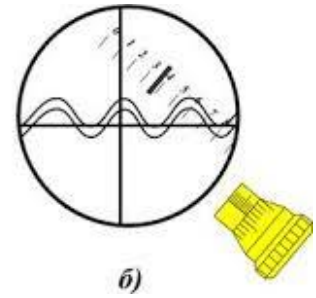
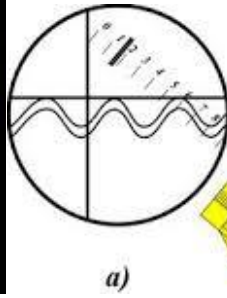
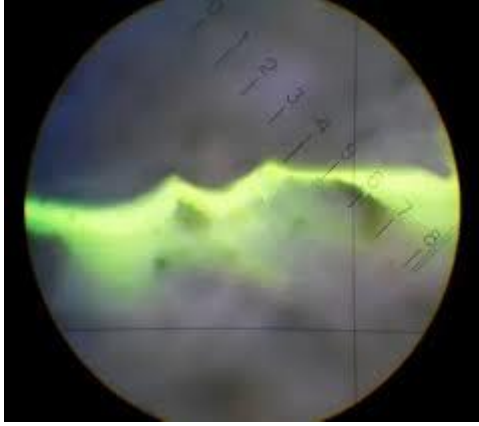
Mikroskop - MİS-11

Əsasən MİS-11 mikroskopundan istifadə olunur. İkiqat mikroskop MİS-11 hissələrin emal olunmuş xarici səthlərinin keyfiyyətini yoxlamaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Mikroskop xarici səthlərinin keyfiyyətini akademik B.P.Linnik metodu ilə nahamarlıqların mikroprofilini 0,8 – 40mkm həddində ölçmək üçün tətbiq olunur. Mikroskop otaq temperaturu $+10^{\circ}\text{C}$ -dən $+40^{\circ}\text{C}$ -ə və nəmliyi 80% qapalı normal şəraitdə işləməlidir.

İkiqat mikroskop, obyektivin hədəf nöqtələri birləşdirilmiş iki mikroskopun sistemindən ibarət.



Mikroskopların oxlarının öz aralarındakı bucaq 90° və bu bucağın bölünməsi isə ölçülən səthin normalı ilə üst-üstə düşür.



Mikroskoplardan biri proyeksiya çəkən o birisi isə müşahidəçi vəzifəsini yerinə yetirir. Nahamarlıqların hündürlüyünü ölçmək üçün mikroskopda okulyar mikrometr yerləşdirilmişdir.



İkiqat mikroskop, tədqiq edilmiş hündürlüyü 0,9... 60 mkm olan nahamarlıqların səthini çəkməyə imkan verir.

Hündürlüyü 0,1...6 mkm olan nahamarlıqların 400,500dəfə böyütməklə ölçülməsi üçün interferens xətti mikroiinterferometrdən istifadə olunur. Bəzi hallarda rəqəmsal mikroskoplardan(şək.8.11) da istifadə olunur.



Şəkil 8.11 Rəqəmsal Mikroskop

Mümkün şəraitdə nümunə -etalonlardan , lupalardan və mikroskoplardan əlavə ölçmək üçün ölçü aləti kimi elektron kələ kötürlük ölçən –**TP 200**, profiloqraf, profilometr, mikroiinterferometrlərdən istifadə olunur.

Səthin nahamarlığının profiloqraf, profilometr, mikroiinterferometrlə və sairə ölçü alətləri ilə ölçülməsinə(şək.8.12) kəmiyyət metodu deyilir.



Elektron kələ kötürlük ölçən –TP 200 markalı



Profilometr AURA –M



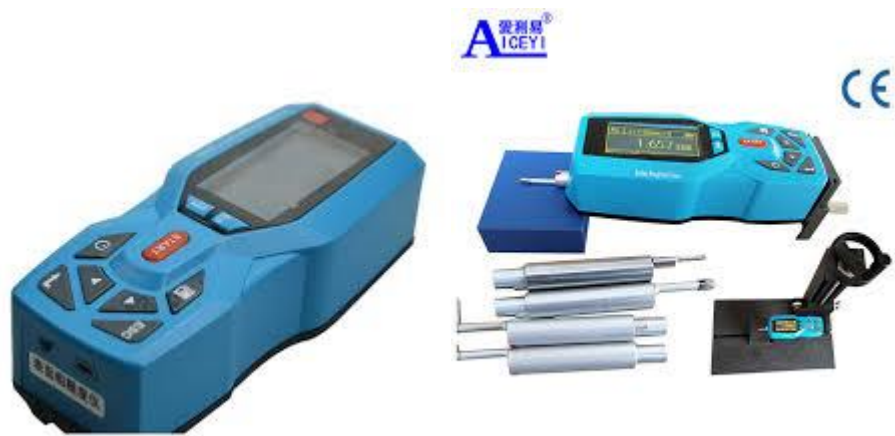
Profilometr TR 110



Səthin kələ kötürlük ölçən– TR 200 markalı



Profilometr - profiloqraf



Səthin kələ kötürlüyünü ölçən yüksək dəqiqlikli cihaz



Profilometrler



Profiloqraf – kontroqraf

Şəkil 8.12 Səthin nahamarlığının kəmiyyət metodu ilə ölçülməsi

Kontakt profilometr cihazı səthin nahamarlıqlarını ölçmək üçün təyin olunmuşdur. Əksər hallarda səthin nahamarlığını qiymətləndirmək üçün xüsusi göstəricidən – səthin kələ kötürlüyündən istifadə olunur.

Tipik profilometrdeki xüsusi bölgü şkalası səthin kələ kötürlüyünün göstəricisini hesablayır.

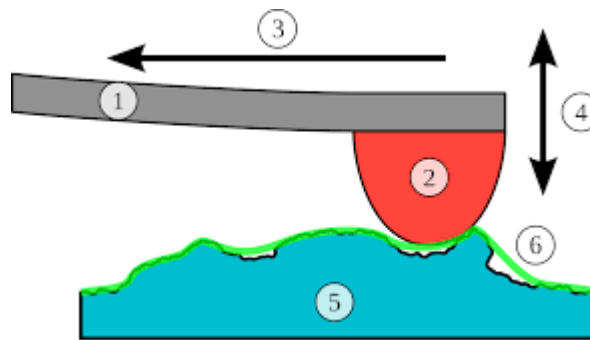


Texnikada profilometrlər maşınqayırma, cihazqayırma və başqa müəssisələrdə laborator və sex şəraitində məhsulun səthinin kələ kötürlüyünü- hansı ki ölçü müstəvisində kəsiyi düz xətt - ölçmə zamanı istifadə etmək nəzərdə tutulub..



Səthin kələ kötürlüyünün parametrlərinin ölçülməsi orta xətt sistemi üzrə

ГОСТ 2789-2003-da nəzərdə tutulan uyğun nomenklatur və diapazonda aparılır.

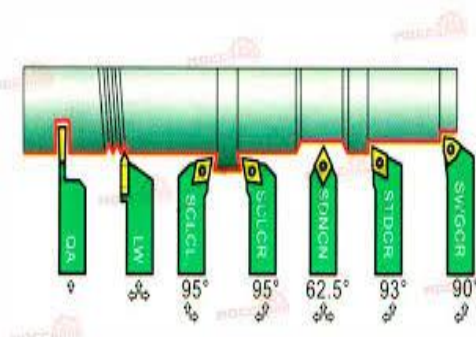


V.M.Kiselevun konstruksiyasına əsasən profilometrin iş prinsipi iynəsinin hərəkəti zamanı toxunmaları nəticəsində gərginlik dalğalanmalarının həyəcanını yaradır.

Profilometrin 12 mkm radiusu olan almaz ucluqlu iynəsi prujindən asılmışdır. Aşağı ucluq hissənin səthinin nahamarlıqlarına toxunaraq hərəkət edib kələ kötürlüyü ölçür.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

1. Dəzgahda mərkəzlərarası pəstahı və supportda kəski tərtibatında kəsini yerləşdirməli.
2. Kəsmə rejimini təyin etməli:
veriş $S = 0,1 \text{ mm/dövr}$;
kəsmə dərinliyi $t = 0,2 \div 0,5 \text{ mm}$.
kəsmə sürəti $v = 5, 10, 20, 40, 80, 120 \text{ və } 160 \text{ m/dəq}$.
3. Emaldan sonra pəstahı dəzgahdan açmalı və hissənin bütün emal olunmuş səthlərinin nahamarlıqlarının hündürlüyünü ölçü cihazı vasitəsi ilə ölçməli.
4. Ölçü cihazlarının ölçmə və hesablama metodikasını öyrənməli.
5. Hissənin səthinin kələ kötürlüyünü müxtəlif cihazlar vasitəsi ilə ölçməli.
6. Nahamarlıqların hündürlüyünü R_z etalon nümunə metodu ilə təyin etməli.
7. Nəticələr əsasında cədvəli doldurmalı.
8. Nəticələrin analizi və qrafikin tərtibi.

Tapşırıq: Səthin kələ kötürlüyünü ölçməli		Ölçülən hissənin eskizi						
Hissə №								
								
Ölçülərin nəticələri, mkm								
Sıra.No-	Adı	Kəskinin sürəti təcrübənin əvvəlindən, v m/ dəq						
		5	10	20	40	80	120	160
1	Nahamarlığın hündürlüyü H , mkm							
2	Nahamarlığın addımı S , mm							
İşləmə tarixi				İşin təhvil tarixi				
Tələbənin imzası				Müəllimin imzası				

Yoxlama sualları:

1. Kələ kötürlük Hissənin hansı xüsusiyyətlərinə təsir edir?
2. R_a , R_z – hansı parametrlərdir?
3. Kvalitet nəyə deyilir və necə işarələnir?
4. Əsas meyllənmə nəyə deyilir və necə işarələnir?
5. Ölçü cihazlarının növü və ölçmə prosesi?
6. Səthin kələ kötürlüyü hansı parametrlərdən asılıdır?

ТЕМА № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Задача:

- 1.Определение размеров шероховатости поверхности деталей.
- 2.Составить расчет о проделанной работе.

Цель работы:

Приобретение навыков при определении размеров шероховатости поверхности деталей. Освоение измерений. Определение годности деталей после технологического процесса.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Микроскоп, лупа, электронные измерители марки - **ТР200**, профилограф, профилометр, МИС-11, микроинтерферометр, микрометр, держатель, образцы, много количество и разные измеряемые детали после обработки.

Правила выполнения работы:

1. Основные виды микроскопов, изучение отсчетные устройство и область применения.
- 2.Разработать методику отсчета микроскопа.
- 3.Виды электронные измерители шероховатости поверхности марки - **ТР200**, отсчетные устройство и область применения.
- 4.Измерения шероховатости поверхности деталей различными приборами.
- 5.Составить таблицу по данным результатам измерения.
- 6.Анализ результатов.

Теоретические сведения:

После каждого технологического операций на обработанных поверхностях получают неровностей(рис.8.1) .



Рисунок 8.1

Неровностей

Неровностей на поверхностях обрабатываемых (рис.8.2) заготовок зависят от ряда причин: режима обработки, условий охлаждения и смазки режущего инструмента, химического состава и микроструктуры обрабатываемого материала, конструкции, геометрии и режущей способности инструмента, типа и состояния оборудования, вспомогательного инструмента и приспособлений.



Рисунок 8.2 Неровностей обрабатываемых поверхностях

Различают следующие **три** отклонения от теоретической поверхности:

1.Макрогеометрические отклонения

2.Волнистость поверхностей

3.Микрогеометрические отклонения

Макро геометрические отклонения - характеризуют овальность, конусообразность и другие отклонения от правильной геометрической формы. Это формы отклонения поверхностей.

$$1000 \text{ мкм} < S/H$$

8.1

Волнистость поверхностей - является следствием вибрации технологической системы, а также неравномерности процесса резания.

$$50 \text{ мкм} < S/H < 1000 \text{ мкм}$$

8.2

Микрогеометрические отклонения - образуются в результате воздействия режущей кромки инструмента на обрабатываемую поверхность, а также вследствие пластической деформации обрабатываемого материала в процессе резания. Это шероховатость поверхностей.

$$S/H < 50 \text{ мкм}$$

8.3

Где **S**-шаг микронеровностей

H- высота микронеровностей.

Характер и расположение микронеровностей зависят от направления главного движения резания и направления движения подачи.

Разновидности направлений неровностей

Таблица 8.1

№ п/п	Тип направле-ний неровно-стей	Схематиче-ское изобра-жение	Обозна-чение	№ п/п	Тип направле-ний неровно-стей	Схематиче-ское изо-бражение	Обозна-чение
1	Параллельное			4	Произвольное		
2	Перпендикуляр-ное			5	Кругобразное		
3	Перекрещи-вающееся			6	Радиальное		

Качество поверхности деталей машин определяется шероховатостью и физика механическими свойствами их поверхностного слоя.

Реальная поверхность (рис.8.3) независимо от метода ее обработки представляет собой сочетание выступов и впадин с различными шагами - **S**. Совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих рельеф поверхности, рассматриваемая в пределах базовой длины- **L(l)**, называется шероховатостью поверхности.

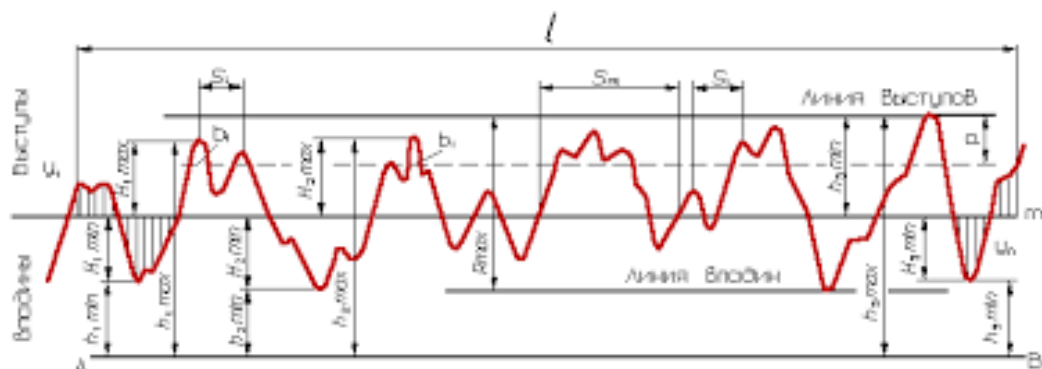


Рисунок 8.3 Реальная поверхность

Шероховатость можно рассматривать как след инструмента на обработанной поверхности, обусловленный сочетанием главного движения и движения подачи.

Установлены следующие **параметры шероховатости**:

1. Среднее арифметическое отклонение профиля- **R_a**
2. Высота неровностей профиля по десяти точкам - **R_z**

R_a = 400...0,008 мкм;

R_z = 1600...0,025 мкм;

S - средний шаг неровностей

S = 12,5 ...0,002 мм

Среднее арифметическое отклонение профиля - R_a есть среднее значение расстояний - $y_1, y_2, \dots, y_n$ точек профиля до его средней линии

$$R_a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} y(x) dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad 8.4$$

где y_i - абсолютные -без учета алгебраического знака расстояния до средней линии; **n** - число измеренных отклонений.

Длина участка поверхности, выбираемая для измерения шероховатости, называется базовой длиной- **$L(l)$** . Числовые значения базовой длины выбирают из ряда 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8; 25 мм.

Высота неровностей (рис.8.4) - **R_z** характеризует среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими

точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней линии.

$$R_z = [(h_1 + h_3 + \dots + h_9)] + [(h_2 + h_4 + \dots + h_{10})] / 5 \quad 8.5$$

где $h_1, h_3, \dots, h_9$ - расстояния от высших точек выступов до линии, параллельной средней линии; $h_2, h_4, \dots, h_{10}$ - расстояния от низших точек впадин до линии, параллельной средней линии.

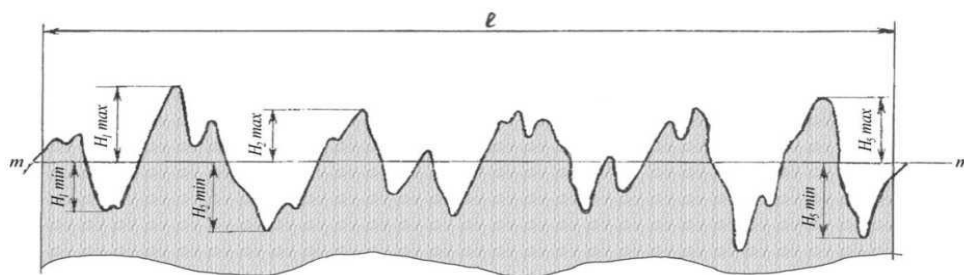
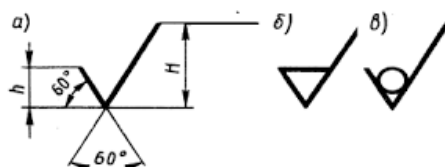


Рисунок 8.4 **Высота неровностей**

$$R_z = \frac{\left| \sum_{i=1}^5 H_{i \max} \right| + \left| \sum_{i=1}^5 H_{i \min} \right|}{5} \quad 8.6$$

Шероховатостью поверхности согласно ГОСТ 25142-2002 называют совокупности неровностей расстоянием между вершинами характерных неровностей измеренного профиля, образующих рельеф поверхности и рассматриваемых в пределах участка, длина которого выбирается в зависимости от характера поверхности и равна базовой длине.

Для обозначения шероховатости поверхностей (рис. 8.5), вид обработки которых не установлен, применяется знак - **a**. Шероховатость поверхности,



образуемой удалением слоя металла, например точением, сверлением,

фрезерованием, шлифованием, травлением и пр., обозначают знаком – **б** , а шероховатость поверхности, образуемой без удаления слоя металла, например литьем, штамповкой и пр., а также не обрабатываемой по данному чертежу знаком – **в**.

**Соотношение значений параметров
шероховатости и базовой длины**

Таблица 8.2

Класс чистоты	Среднее арифметическое отклонение профиля, Ra, мкм	Высота шероховатости, Rz , мкм	Базовая длина, L(l),мм
	Наибольшее		
1	80	320	8
2	40	160	
3	20	80	
4	10	40	2,5
5	5	20	
6	2,5	10	0,8
7	1,25	6,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	
13	0,02	0,1	0,08
14	0,01	0,05	

Например:

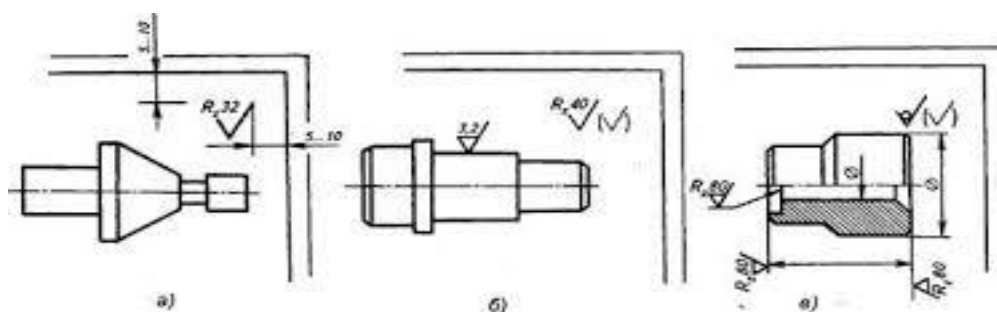


Рисунок 8.5 Обозначения шероховатости поверхностей

Совершенствование современного производства машин велика роль технологии в интенсификации производства, повышении его

рентабельности, улучшении качества выпускаемой продукции. Под качеством продукции понимают совокупность ее свойств, определяющих пригодность продукции удовлетворять определенным потребностям в соответствии с ее назначением. Качество изделия характеризуется четырьмя группами показателей:

1. Техника – технологическая
2. Эксплуатационные
3. Экономическое
4. Эстетическое

Эксплуатационные показатели включают в себя надежности, долговечность, динамическое качество и т.д. Для успешного продвижения машиностроительной продукции на мировой рынок необходимо ее соответствие международным стандартам и ISO, в первую очередь, действующей на предприятии системе качества по стандартам K0-9001. В системе ISO вместо классов точности применяются квалитеты - степень точности. Квалитет определяет величину допуска на изготовление - чем выше квалитет, тем меньше допуск изготовления. В системе ISO есть 19 квалитетов. Они обозначаются:

0,1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

У квалитетов точности 0,1 качество самая точная а квалитета точности 17 качество самая грубая. В производстве машин чаще всего используются квалитетов точности от 5 до 15. Из них 5 – 12 для

Допуски	Для Эталонов			Для калибров			Для соприкасаемых поверхностей соединения								Для свободных размеров				
Число единиц допуска в							7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600
Квалитеты	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

сопрягаемых поверхностях а от 13 – 15 в свободных поверхностях.

Для образования посадок с номинальными диаметрами до 500 мм-а различными зазорами и натягами в системе ISO и СЭВ предусмотрено по 28 вариантов основных отклонений(рис.8.6).

Основное отклонение—это одно из двух отклонений, используемых для определения положения допуска относительно нулевой линии. Это отклонения, которые расположены ближе к нулевой линии.

В системе ISO имеется 21 поле допуска для валов и отверстий.

Валы обозначаются строчными, а отверстия - заглавными буквами латинского алфавита. Названия посадок, применяемые в национальных системах, не применяются, т. к. не всегда соответствуют действительному характеру сопряжения.

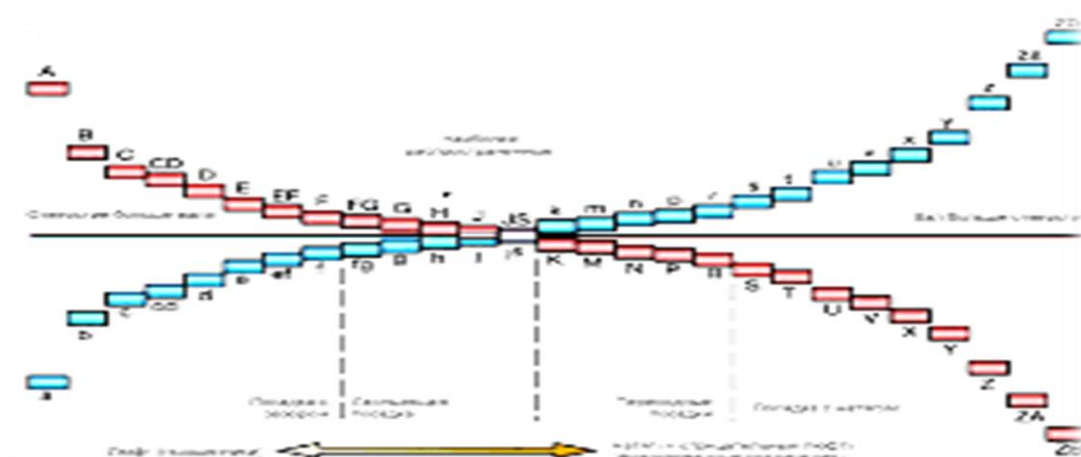


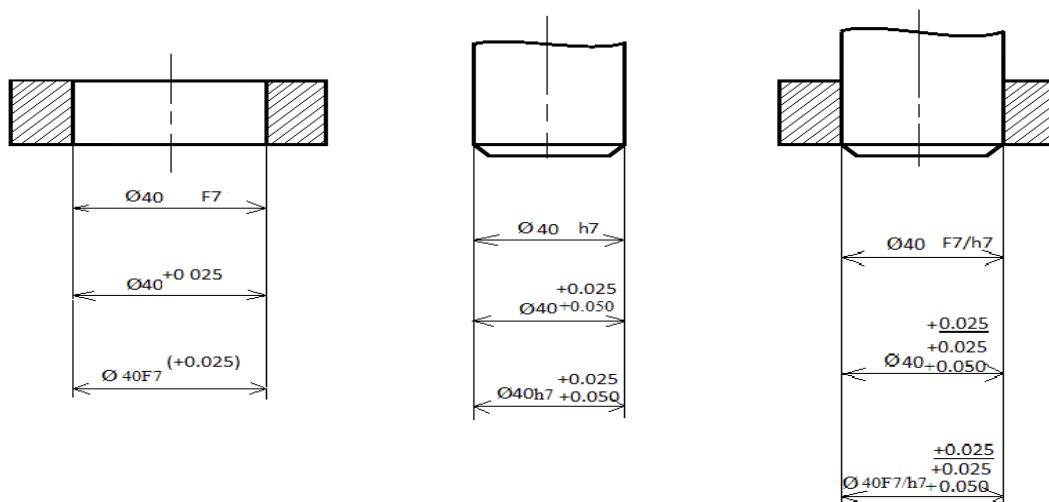
Рисунок 8.6

Основное отклонение

Кроме этих есть еще 3 промежуточных поля допуска - cd, ef, fg; CD, EF, FG для посадок с зазором и 3 промежуточных поля допуска - za, zb, zc; ZA, ZB, ZC) для посадок с натягом. Эти промежуточные поля применяются в точной механике и часовой промышленности для размеров до 10 мм.

Отверстия	A,B,C,CD,D,E,EF,F,FG,G	H	J,Js,K,M,N	P,R,S,T,U,V,X,Y,Z,ZA,ZB,ZC
Валы	a,b,c,cd,d,e,ef,f,fg,g	h	j,js,k,m,n	P,r,s,t,u,v,x,y,z,za,zb,zc
Группа посадки	Посадки с зазором ←увеличение зазора	Осн. отв. и Осн. вал	Переходная посадка	Посадки с натягом →увеличение натяга

Все вышеуказанные отмечены на чертежах:



В указанном чертеже :

$\varnothing 40$ - номинальный размер сопрягаемых поверхностей;

F7 – относится: **F** – отверстий с зазором, **7** –го класса точности ;

h7 - относится: **h** –вала с зазором, **7** –го класса точности ;

7 –го квалитета класса точности по данным допуск 16 мкм.

Шероховатость поверхности оценивают **двумя** основными методами:

1. Качественным

2. Количественным

Качественный метод оценки основан на визуальном сопоставлении обработанной поверхности с эталоном, невооруженным глазом или под микроскопом, ощущениям при ощупывании рукой, пальцем, ладонью, ногтем. Эталоны для оценки шероховатости поверхности визуальным способом, изготовлены из тех же материалов, с такой же формой поверхности и тем же методом, что и деталь. Качественную оценку обработанных поверхностей следует производить с помощью микроскопа или лупы с пятикратным и большим увеличением.

Количественный метод оценки заключается в измерении микронеровностей поверхности с помощью приборов: профилографа, профилометра, двойного микроскопа и микроинтерферометра.

В производствах до и после технологических операции (рис.8.7)
получаемые детали:



До и после Токарной обработки



Пескоструйная операция



До и после Фрезерной обработки



Обработка и полировка в формате 3D



После Шлифовальной обработки



Электрохимическая обработка



Лазерное упрочнение



Обработка от ржавчины



Обработка латуни



Накатное полирование и алмазное выравнивание



Очистка



Никелирование деталей



Матирование



Химия для травления



Очистка



Матирование алюминиевых деталей



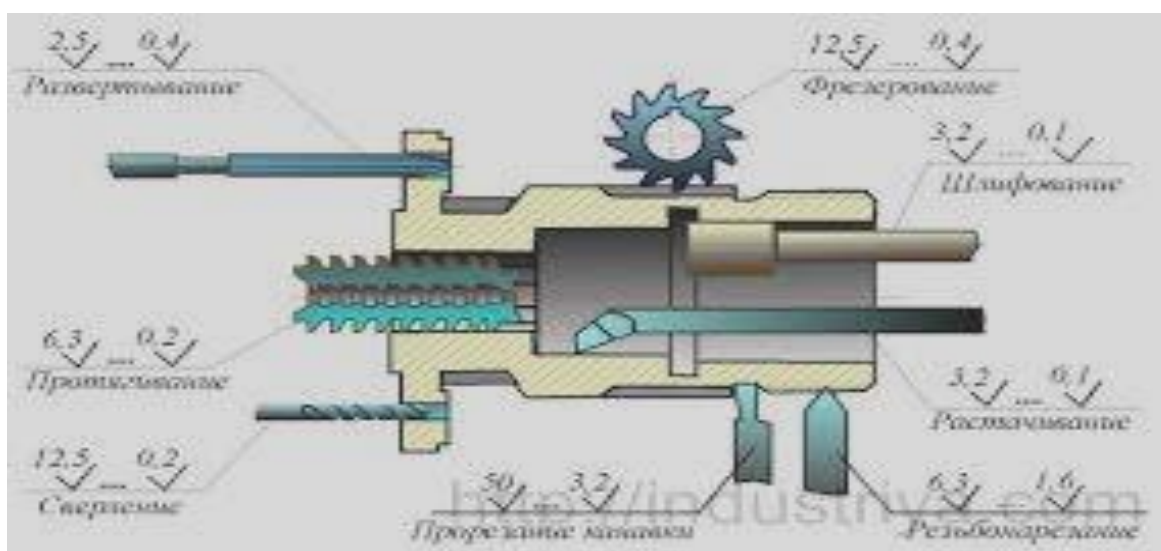
Пескоструйная обработка



Очистка разных деталей



Матирование



Обработка разных операций

Рисунок 8.7 Детали до и после технологических операций

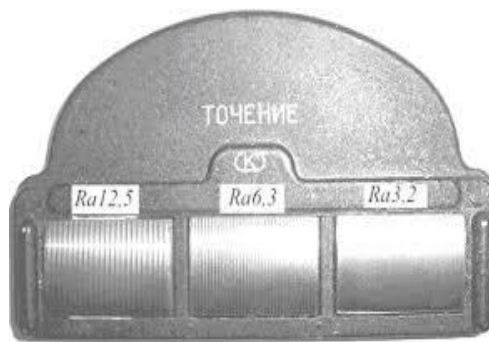
В данный момент используются средства измерения из них которые существуют в данных условиях микроскоп, лупа, электронные измерители шероховатости поверхности марки - **TP200**, профилограф, профилометр, двойной микроскоп - МИС-11, микроинтерферометр, микрометр, держатель, образцы шероховатости поверхности, много количество и разные формы измеряемые детали после технологической обработки. В данных условиях используются средства измерения образцы шероховатости (рис.8.8) поверхности.



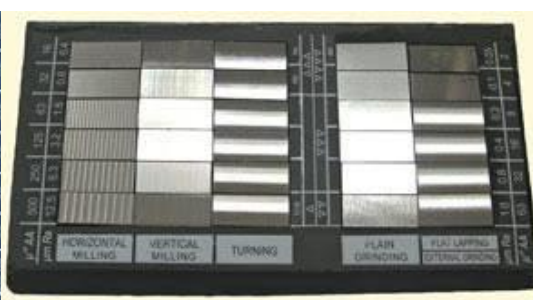
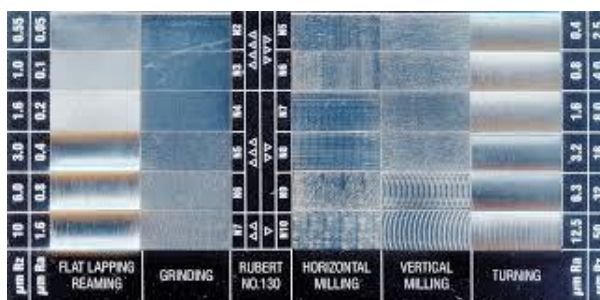
Эталоны шероховатости



Образцы шероховатости поверхностей



**Образцы шероховатости поверхностей
после разных технологических операций**

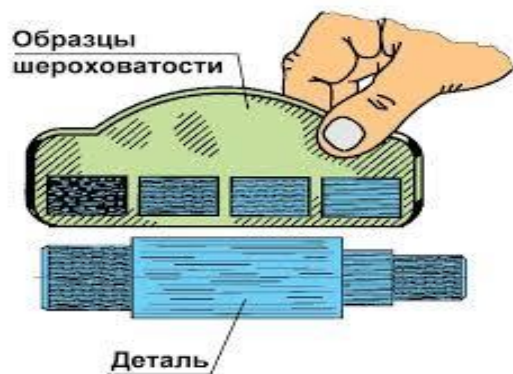


Эталоны разных точностей

Рисунок 8.8

Образцы шероховатости поверхности

На визуальном сопоставлении обработанной поверхности с эталоном образцом поверхности невооруженным глазом, а также по ощущениям при ощупывании рукой, пальцем, ладонью, ногтем. Визуальным способом можно достаточно точно определять шероховатость поверхности.



Образцы, применяемые для оценки шероховатости поверхности визуальным способом, должны быть изготовлены из тех же материалов, с такой же формой поверхности и тем же методом, что и деталь. В данных условиях кроме эталонов используется средства измерения - лупы (рис.8.9). Качественную оценку весьма тонко обработанных поверхностей следует производить с помощью лупы с пятикратным и большим увеличением.

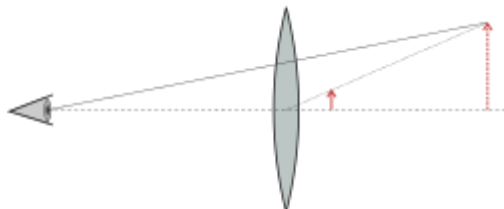


Рисунок 8.9

Лупа

Лупа - увеличительное стекло - оптическая система, состоящая из одной и более линз и предназначенная для увеличения и наблюдения мелких предметов, расположенных на конечном расстоянии.

Используется во многих областях человеческой деятельности, в том числе в биологии, медицине, археологии, банковском и ювелирном деле, криминалистике, при ремонте часов, радиоэлектронной техники, а также в филателии, нумизматике и бонистике.



Наблюдаемый предмет помещают от лупы на расстоянии, немного меньшем её фокусного расстояния. В этих условиях лупа даст прямое увеличенное и мнимое изображение предмета. Лучи от изображения попадают в глаз под углом, большим, чем лучи от самого предмета. Этим и объясняется увеличивающее действие лупы.

В данных условиях кроме эталонов-образцов и лупы используется средства измерения микроскопы(рис.8.10). Весьма тонко обработанных поверхностей следует производить с помощью микроскопа с пятикратным и большим увеличением. Используемые микроскопы основаны на визуальном сопоставлении обработанной поверхности.

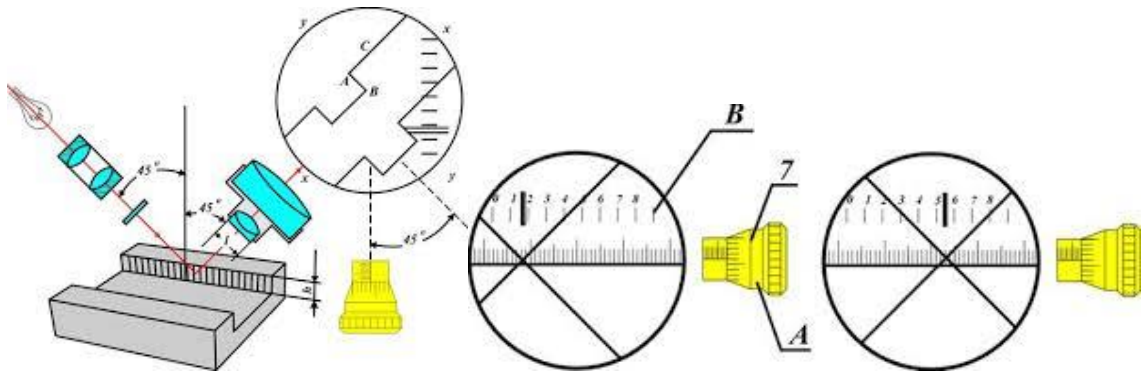


Рисунок 8.10 Микроскоп МИС-11

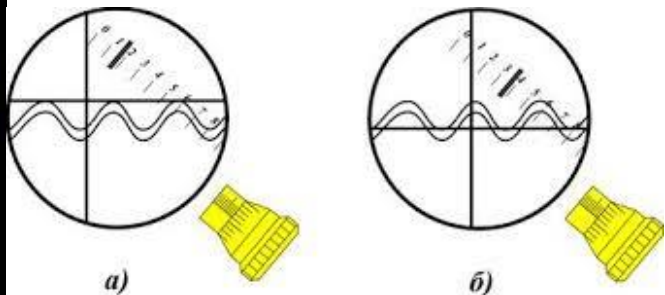
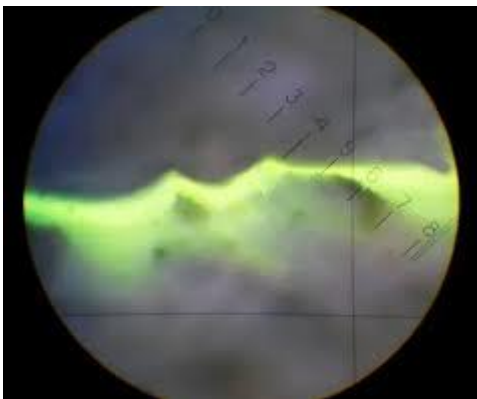
В основном используется МИС-11. Двойной микроскоп МИС-11 предназначается для проверки качества обработки наружных

поверхностей деталей путем измерения по методу академика

Б.П.Линника высоты неровностей микропрофиля в пределах 0,8 - 40мкм. Микроскоп нормально работает в помещении с температурой от $+10^{\circ}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не более 80%. Двойной микроскоп представляет систему двух



микроскопов, предметные точки объективов которых совмещены. Оси микроскопов составляют между собой угол 90° , причем биссектриса этого угла совпадает с нормалью к измеряемой поверхности.



Один из микроскопов является проектирующим, а второй наблюдательным. Для измерений высоты неровностей в микроскопе установлен окулярный микрометр.



Двойной микроскоп позволяет также фотографировать исследуемую поверхность с высотой неровностей 0,9... 60 мкм.

Для измерения микронеровностей высотой 0,1...6 мкм с увеличением в 400.500 раз применяют микроинтерферометр интерференционными полосами, соответствующими профилю исследуемой поверхности в данном сечении.

В некоторых случаях используется цифровые(рис.8.11) микроскопы.



Рисунок 8.11 Цифровой Микроскоп

В данных условиях кроме эталонов-образцов, лупы и микроскопов используется средства измерения электронные измерители шероховатости поверхности марки – **ТР 200**, профилограф, профилометр, микроинтерферометр и т.д.

Измерении микронеровностей поверхности с помощью приборов: профилографа,профилометра, и микроинтерферометра называется (§эк.8.12) количественным методом.



Электронные измерители шероховатости поверхности марки – ТР 200



AURA –М профилометр



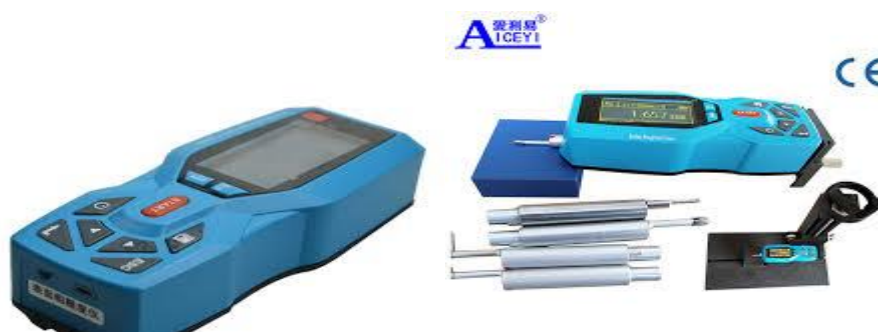
Профилометр TR 110



Измерители шероховатости поверхности марки – TR 200



Профилометр - профилограф



Высокоточный прибор для измерения шероховатости



Профилометры



Профилограф – контрограф

Рисунок 8.11 Измерении микронеровностей поверхности с помощью количественным методом

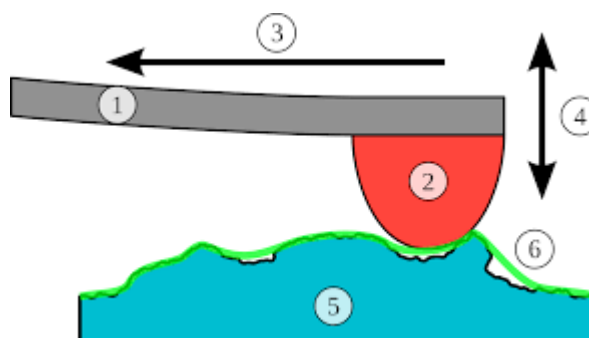
Контактный профилометр - прибор, предназначенный для измерения неровностей поверхности. Для оценки неровности поверхности часто используют специальный показатель - шероховатость поверхности. Типичный профилометр содержит **шкалу**, на которой и отсчитываются значения показателя шероховатости поверхности.



В технике профилометры в основном предназначены для измерений в лабораторных и цеховых условиях машиностроительных, приборостроительных и других предприятий, а также в полевых условиях, шероховатости поверхностей изделий, **сечение** которых в плоскости измерения представляет **прямую линию**.



Измерение параметров шероховатости поверхности производится по системе **средней линии** в соответствии с номенклатурой и диапазонами значений, предусмотренными ГОСТ 2789-2003.

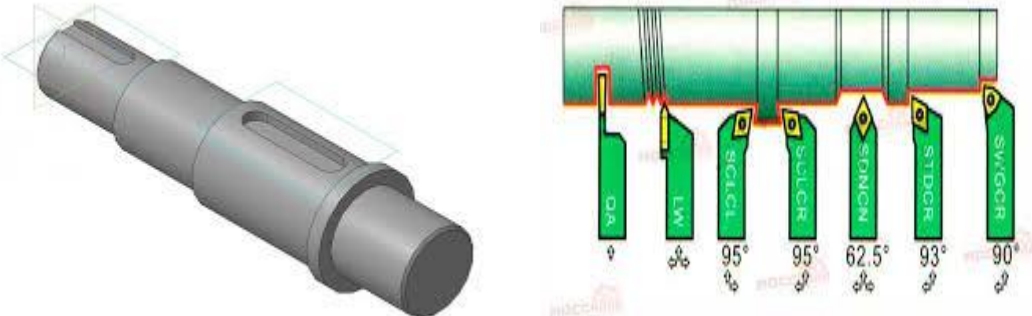


Принцип действия профилометра конструкции В. М. Киселева заключается в возбуждении колебаний напряжения в результате **движений ощупывающей иглы**. Игла профилометра с алмазным наконечником, радиус закругления которого 12 мкм, подвешена на пружинах. Нижний конец ее ощупывает неровности поверхности детали.

Порядок выполнения работы:

1. Установить в центрах станка заготовку и в резцедержателе суппорта резец.
2. Установить режим резания: подача $S = 0,1$ мм/об; глубина резания $t = 0,2 \div 0,5$ мм; скорость резания $v = 5, 10, 20, 40, 80, 120$ и 160 м/мин.
3. Снять заготовку со станка и измерить высоту неровностей обработанной поверхности на всех участках детали с помощью измерительного прибора.
4. Изучить отсчетное устройство и разработать методику отсчета измерительных приборов.
5. Измерения шероховатости поверхности деталей различными приборами.
6. Определить высоты неровностей R_z методом сравнения с эталонами шероховатости.
7. Составить таблицу по данным результатам измерения.

8.Анализ результатов и составить график .

Задача: Измерение шероховатости поверхности		Эскиз измеряемой детали						
Деталь № 								
Результаты измерений, мкм								
Последо.№-	Наименование	Скорость резца от начала опыта, v м/ мин						
		5	10	20	40	80	120	160
1	Высота неровностей H , мкм							
2	Шаг неровностей S , мм							
Дата выполнения работы				Дата сдачи работы				
Подпись студента				Подпись преподавателя				

Контрольные вопросы:

- 1.На какие свойства деталей оказывает влияние шероховатость?
2. Что такое параметры R_a , R_z ?
3. Что такое квалитеты и как обозначаются?
- 4.Что такое основные отклонения и как обозначаются?
- 5.Виды измерительных приборов и измерение?
6. От каких параметров зависит шероховатость поверхности ?

TOPIC № 8

DETERMINATION OF SURFACE ROUGHNESS

A task:

1. Determination of the dimensions of the surface roughness of parts.
2. Make a calculation of the work done.

Objective:

Acquisition of skills in determining the dimensions of the surface roughness of parts. Mastering measurements. Determination of the suitability of parts after the technological process.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Microscope, magnifying glass, electronic meters of the brand - TP200, profilograph, profilometer, MIS-11, microinterferometer, micrometer, holder, samples, many quantities and various parts to be measured after processing.

Work rules:

1. The main types of microscopes, the study of the reading device and the field of application.
2. To develop a technique for counting a microscope.
3. Kinds of electronic surface roughness gauges - TP200, reading device and scope.
4. Measurement of surface roughness of parts with various devices.
5. Make a table according to the measurement results.
6. Analysis of results.

Theoretical information:

After each technological operation on the treated surfaces irregularities are obtained (Fig.8.1).

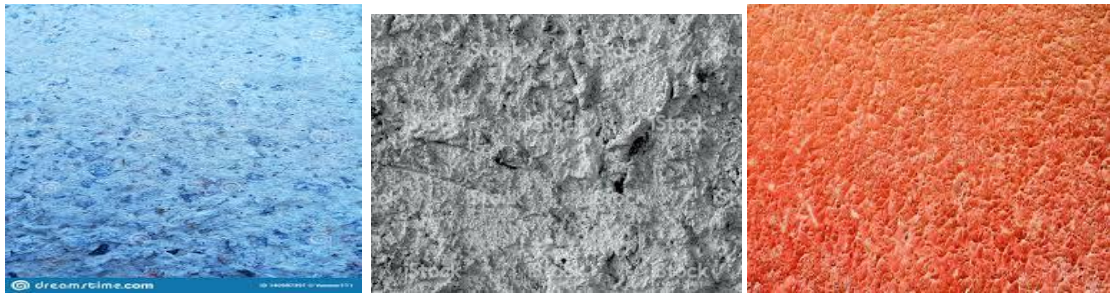


Figure 8.1 Roughness

Irregularities on the surfaces of workpieces (Fig.8.2) to be processed depend on a number of reasons: the processing mode, cooling and lubrication conditions of the cutting tool, the chemical composition and microstructure of the processed material, the design, geometry and cutting ability of the tool, the type and condition of equipment, auxiliary tools and devices.

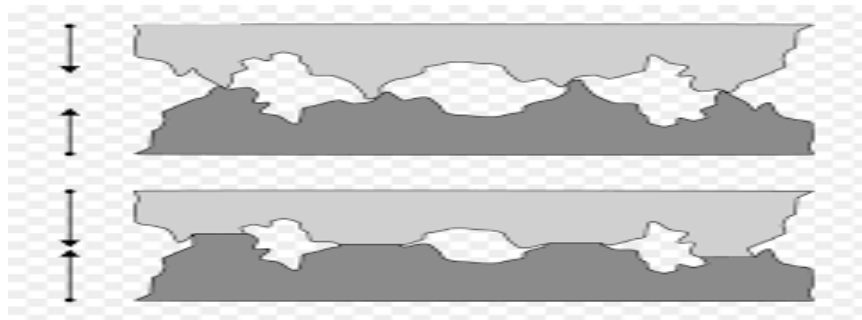


Figure 8.2 Irregularities on the surfaces

The following **three** deviations from the theoretical surface are distinguished:

1. Macrogeometric deviations

2. Waviness of surfaces

3. Microgeometric deviations

Macro geometric deviations - characterize ovality, taper and other deviations from the correct geometric shape. These are forms of surface deflection.

$$1000 \text{ mcm} < S / H$$

8.1

Waviness of surfaces is a consequence of vibration of the technological system, as well as the unevenness of the cutting process.

$$50 \text{ mcm} < S / H < 1000 \text{ mcm}$$

8.2

Microgeometric deviations - are formed as a result of the impact of the cutting edge of the tool on the workpiece surface, as well as due to plastic deformation of the workpiece material during the cutting process. This is the roughness of the surfaces.

$$S / H < 50 \text{ mcm}$$

8.3

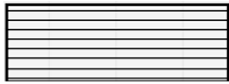
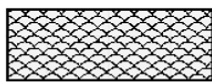
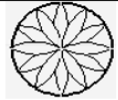
Where is the S-step of microroughness

H- microroughness height.

The nature and location of microroughnesses depend on the direction of the main cutting movement and the direction of the feed movement.

Varieties of directions of irregularities

Table 8.1

Kələ- kötürlüyün istişaməti	Sxematik şəkli	İşarəsi	Kələ- kötürlüyün istişaməti	Sxematik şəkli	İşarəsi
paralel			ixtiyari		
perpendikulyar			dairəvi		
çarpaz			radial		

The surface quality (Fig.8.3) of machine parts is determined by the roughness and physics of the mechanical properties of their surface layer.

The real surface, regardless of the method of its processing, is a combination of protrusions and depressions with different steps - **S**. The set of irregularities with relatively small steps, forming the surface relief, considered within the base length - **L** (**l**), is called the surface roughness.

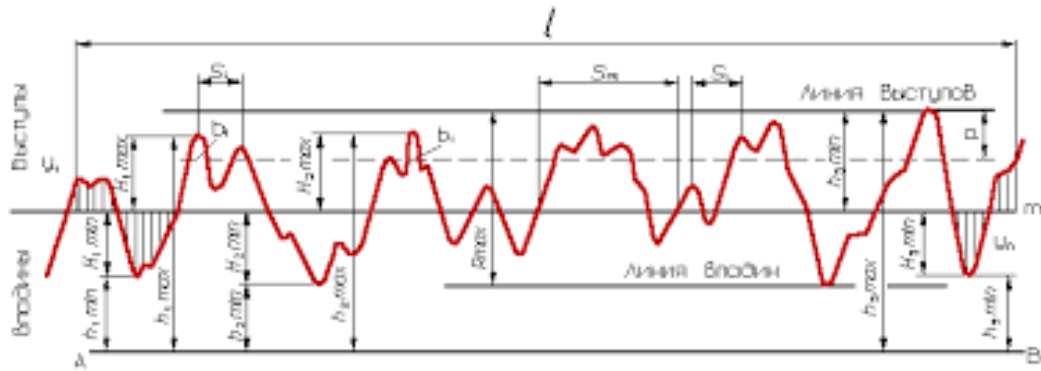


Figure 8.3 Real surface

Roughness can be thought of as a tool mark on a machined surface due to a combination of main motion and feed motion.

The following **roughness parameters** have been established:

1. The arithmetic mean deviation of the profile - **R_a**
2. Height of profile irregularities at ten points - **R_z**

R_a = 400 ... 0.008 mcm;

R_z = 1600 ... 0.025 mcm;

S - average pitch

S = 12.5 ... 0.002 mm

The arithmetic mean deviation of the profile - R_a is the mean value of the distances - **$y_1, y_2, \dots, y_n$** points of the profile to its centerline

$$R_a = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} y(x) dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad 8.4$$

where **y_i** - absolute - without taking into account the algebraic sign of the distance to the center line; **n** is the number of measured deviations.

The length of the surface area selected for roughness measurement is called the base length - **L (**ℓ**)**. The numerical values of the base length are selected from the range of 0.01; 0.03; 0.08; 0.25; 0.80; 2.5; eight; 25 mm.

The height of the irregularities (Fig.8.4) - **R_z** characterizes the average distance between the five highest points of the protrusions and the five

lowest points of the valleys within the base length, measured from a line parallel to the centerline.

$$R_z = [(h_1 + h_3 + \dots + h_9)] + [(h_2 + h_4 + \dots + h_{10})] / 5 \quad 8.5$$

where $h_1, h_3, \dots + h_9$ are the distances from the highest points of the protrusions to a line parallel to the midline; $h_2, h_4, \dots, h_{10}$ - distances from the lowest points of the troughs to a line parallel to the midline.

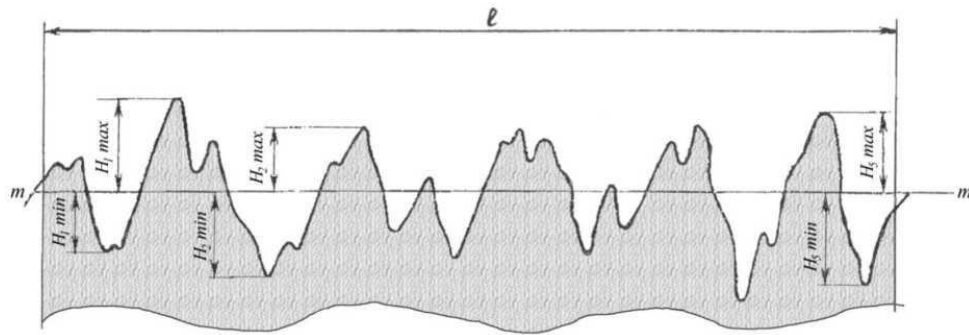
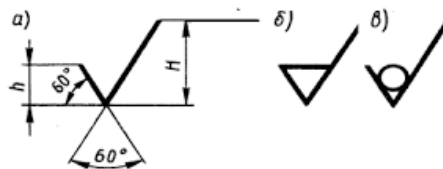


Figure 8.4 **The height of the bump**

$$R_z = \frac{\left| \sum_{i=1}^5 H_{i \max} \right| + \left| \sum_{i=1}^5 H_{i \min} \right|}{5} \quad 8.6$$

The roughness of the surface according to GOST 25142-2002 is called the aggregate of irregularities the distance between the tops of the characteristic irregularities of the measured profile, forming the surface relief and considered within the area, the length of which is selected depending on the nature of the surface and is equal to the base length.

To indicate the roughness of surfaces (Fig.8.5), the type of processing of which not set, sign - **a** applies. Surface roughness,



formed by the removal of a metal layer, for example, turning, drilling, milling, grinding, etching, etc., are denoted by the sign - **б**, and the roughness

of the surface formed without removing the metal layer, for example, casting, stamping, etc., and also not processed according to this drawing by the sign - B.

The ratio of the values of the parameters of roughness and base length

Table 8.2

Class purity	The arithmetic mean deviation of the profile, R _a , mcm	Roughness height, R _z , mcm	Base length, L (l), mm
	More		
1	80	320	8
2	40	160	
3	20	80	
4	10	40	2,5
5	5	20	
6	2,5	10	0,8
7	1,25	6,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	
13	0,02	0,1	0,08
14	0,01	0,05	

for instance:

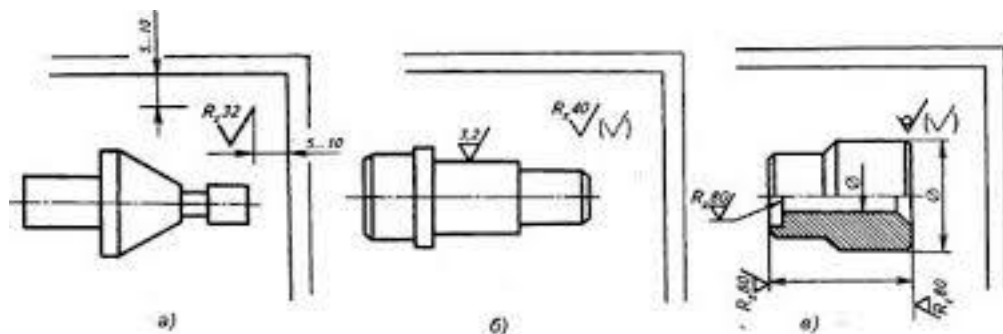


Figure 8.5 Marking of surface roughness

Improvement of modern machine production, the role of technology is great in intensifying production, increasing its profitability, and improving the quality of products. Product quality is understood as the totality of its

properties that determine the suitability of a product to meet certain needs in accordance with its purpose. The quality of the product is characterized by four 4 groups of indicators:

1. Technique - technological
2. Operating
3. Economic
4. Aesthetic

Performance indicators include reliability, durability, dynamic quality, etc. For the successful promotion of engineering products to the world market, it is necessary to comply with international standards and ISO, first of all, the quality system in force at the enterprise according to K0-9001 standards. In the ISO system, instead of accuracy classes, qualifications are used - the degree of accuracy. Quality determines the size of the manufacturing tolerance - the higher the quality, the smaller the manufacturing tolerance. There are 19 qualifications in the ISO system. They are designated:

0.1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

Accuracy grades 0.1 have the most accurate quality and 17 accuracy grades the coarsest quality. In the production of machines, accuracy grades

Tolerances	For Etalons			For Calipers			For mating joint surfaces								For free sizes				
Number of tolerance units								10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600
Qualities	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

from 5 to 15 are most often used. Of these, 5 - 12 for mating surfaces and from 13 - 15 in free surfaces.

In order to create different types of seats in slots and shafts with a nominal diameter of up to 500 mm, the ISO system adopted the main inclinations (Fig 8.6) in 28 variants in the standards of international countries.

The ISO system has 21 tolerance ranges for shafts and holes. Valya are indicated by lowercase letters, and holes - by capital letters of the Latin alphabet. Landing names used in national systems do not apply, since they do not always correspond to the actual nature of the pairing.

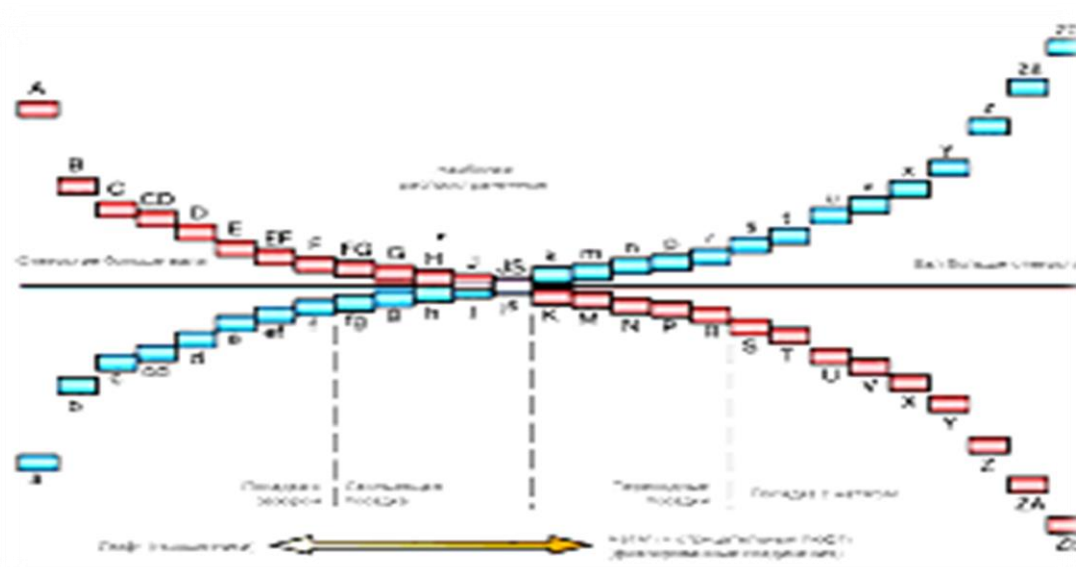


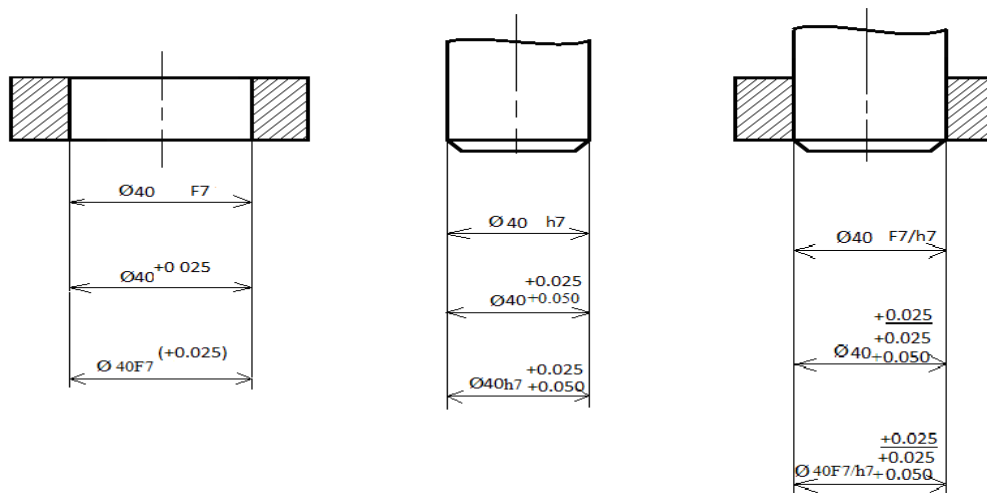
Figure 8.6 The main trends

In addition to these, there are 3 more intermediate tolerance fields - cd, ef, fg; CD, EF, FG for clearance fits and 3 intermediate tolerance zones - za, zb, zc; ZA, ZB, ZC) for interference fits. These intermediate fields are used in

Holes	A,B,C,CD,D,E,EF,F,FG,G	H	J,Js,K,M,N	P,R,S,T,U,V,X,Y,Z,ZA,ZB,ZC
Shafts	a,b,c,cd,d,e,ef,f,fg,g	h	j,js,k,m,n	P,r,s,t,u,v,x,y,z,za,zb,zc
Landing group	Clearance fits ← increase clearance	Main otv. and Main shaft	Transitional landing	Interference landings → increase in tightness

precision mechanics and watchmaking for sizes up to 10 mm.

All of the above are noted in the drawings:



In said drawing:

$\varnothing 40$ - nominal size of mating surfaces;

F7 - refers to: **F** - holes with a gap, 7th class of accuracy;

h7 - refers to: **h** - shafts with a clearance, 7th accuracy class;

7th quality class of accuracy according to the tolerance of 16 microns.

Surface roughness is assessed **by two** main methods:

1. High quality

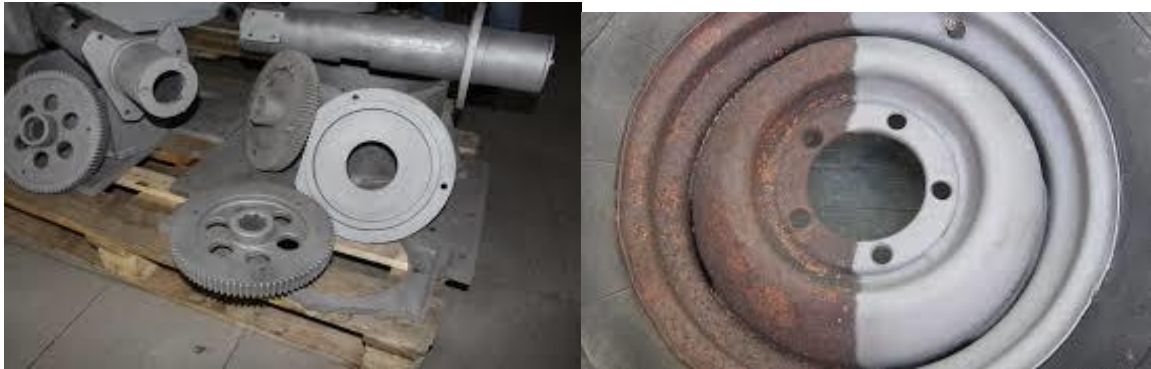
2. Quantitative

The qualitative assessment method is based on visual comparison of the treated surface with a reference, with the naked eye or under a microscope, sensations when feeling with a hand, finger, palm, nail. Standards for the assessment of surface roughness by visual method, made from the same materials, with the same surface shape and the same method as the part. A qualitative assessment of the treated surfaces should be carried out using a microscope or a magnifying glass with five times and higher magnification.

The quantitative assessment method consists in measuring the surface microroughness using instruments: a profilograph, profilometer, double microscope and microinterferometer. In production before and after technological operations, the resulting parts (Fig.8.7) .



Before and after turning



Sandblasting operation



Before and after Frezer turning



3D processing and polishing



After Grinding



Electromechanic turning



Laser hardening



Rust treatment



Brass processing



Rolled polishing and diamond burnishing



Cleaning



Nickel plating of parts



Matting



Etching chemistry



Cleaning



Matting of aluminum parts



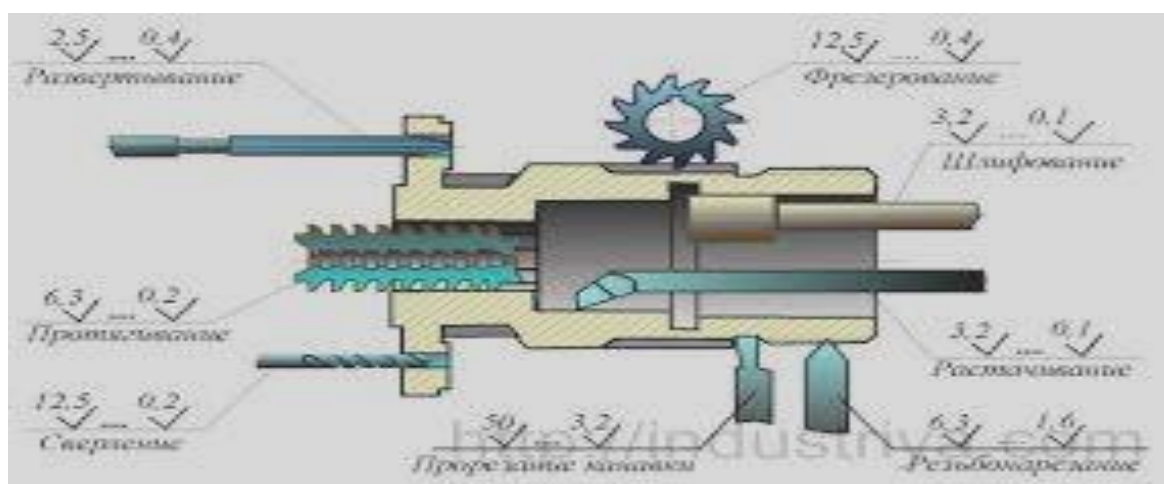
Sandblasting



Cleaning of different details



Matting

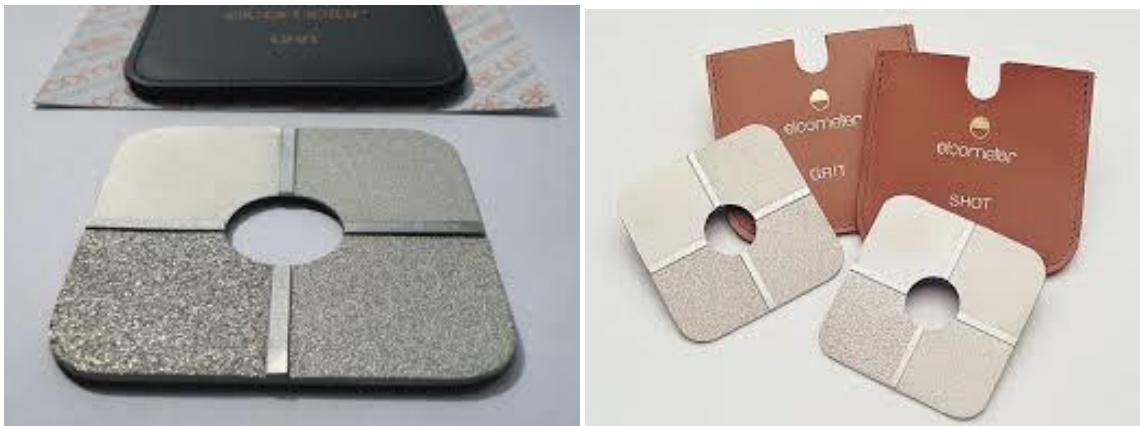


Handling different operations

Figure 8.7 Parts purchased before and after technological operation in production

At the moment, measuring instruments are used, which exist in under the given conditions, a microscope, a magnifying glass, electronic gauges of the surface roughness of the brand - **TP200**, a profilograph, a profilometer, a double microscope - MIS-11, a microinterferometer, a micrometer, a holder, samples of surface roughness, a lot and different shapes of the measured parts after technological processing.

Under the given conditions, means of measuring surface roughness samples are used (Fig.8.8).



Roughness standards



Surface Roughness Samples



Samples of surface roughness after different technological operations

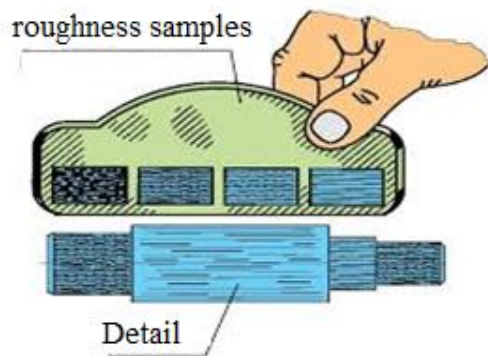


Standards of different accuracy

Figure 8.8

Examples of roughness

By visual comparison of the treated surface with the reference sample of the surface with the naked eye, as well as according to the sensations when feeling with the hand, finger, palm, nail. Visually, you can accurately determine the surface roughness.



Samples used for visual assessment of surface roughness should be made from the same materials, with the same surface shape and the same method as the part.

Under the given conditions, in addition to standards, measuring instruments - magnifiers are used. A qualitative assessment of very finely processed surfaces should be made using a magnifying glass with five times and higher magnification (Fig.8.9).

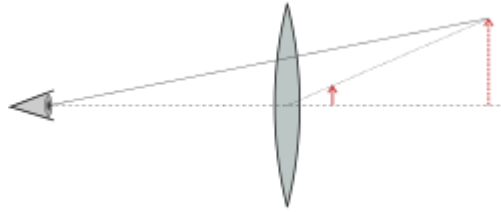


Figure 8.9

Lupa

Loupe - a magnifying glass - an optical system consisting of one or more lenses and designed to magnify and observe small objects located at a finite distance. It is used in many fields of human activity, including biology, medicine, archeology, banking and jewelry, forensic science, in the repair of

watches, electronic equipment, as well as in philately, numismatics and bonistics.



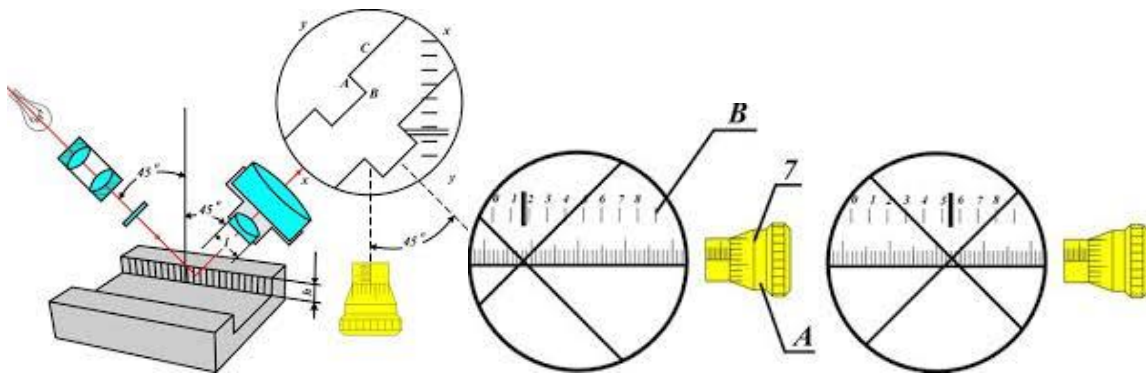
The observed object is placed from the magnifying glass at a distance slightly less than its focal length. Under these conditions, the magnifying glass will give a direct magnified and imaginary image of the object. The rays from the image enter the eye at an angle greater than the rays from the object itself, which explains the magnifying effect of the magnifying glass. Under the given conditions, in addition to reference standards and a magnifying glass, microscopes (Fig.8.10) measuring instruments are used. Very finely finished surfaces should be done with a microscope at 5x and higher magnification. The microscopes used are based on visual comparison of the treated surface.



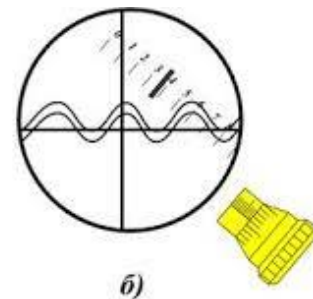
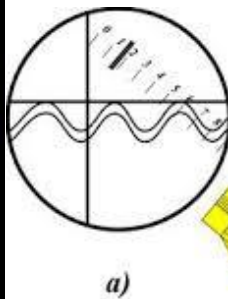
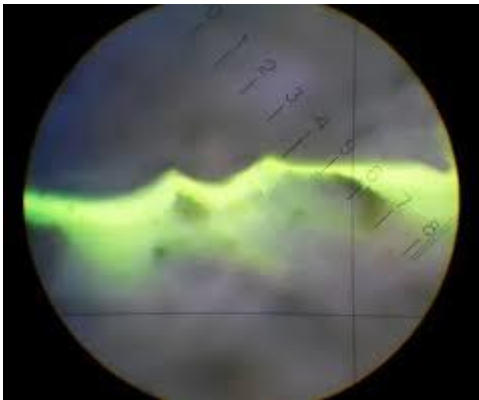
Figure 8.10 **Microscope MIC-11**

MIS-11 is mainly used. Double microscope MIS-11 is designed to check the quality of processing of the outer surfaces of parts by measuring according to the method of academician B.P. Linnik of the height of the irregularities of the micro-profile within 0.8 - 40 microns. The microscope works normally in a room with a temperature from + 10 ° to + 40 ° C and a relative humidity of

no more than 80%. The double microscope represents a system of two



microscopes, the objective points of the objectives of which are aligned. The axes of the microscopes make an angle of 90° with each other, and the bisector of this angle coincides with the normal to the measured surface.



One of the microscopes is a design one, and the other is an observation one. An eyepiece micrometer is installed in the microscope to measure the height of irregularities.



The double microscope also allows photographing the investigated surface with an irregularity height of $0.9 \dots 60$ microns.

To measure microroughnesses with a height of 0.1 ... 6 microns with an increase of 400.500 times, a microinterferometer is used with interference fringes corresponding to the profile of the investigated surface in a given section.

In some cases, digital microscopes (Fig.8.11) are used.



Figure 8.11 Digital microscope

Under the given conditions, in addition to reference standards, a magnifying glass and microscopes, measuring instruments are used: electronic gauges of the surface roughness of the brand - **TP 200**, a profilograph, a profilometer, a microinterferometer, etc.

Measurement of surface microroughness using instruments: profilograph, profilometer, and microinterferometer is called the quantitative method.



Electronic surface roughness gauges - TP 200



AURA –M prophilometer



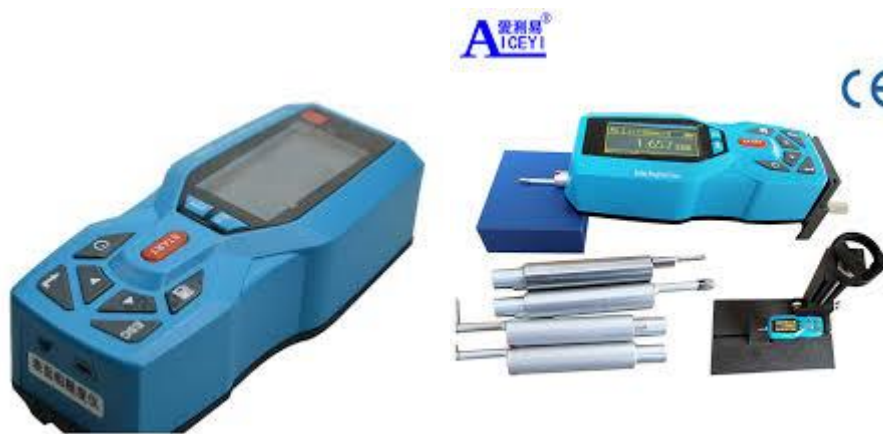
Prophilometer TR 110



Grade Surface Roughness Meters – TR 200



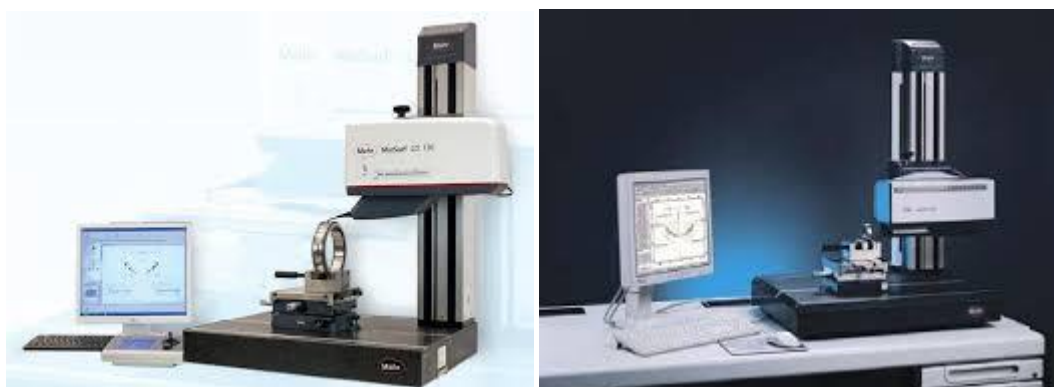
Prophilometer – profilograph



High precision roughness measuring instrument



Profilometers



Profiler – countergraph

Figure 8.11 Measurement of surface roughness by the social method

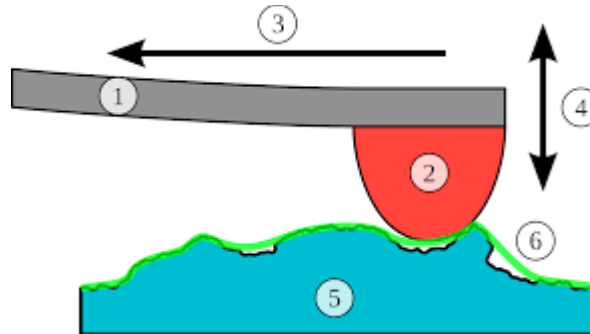
A contact profilometer is a device designed to measure surface irregularities. To assess surface roughness, a special indicator is often used - surface roughness. A typical profilometer contains a scale on which the values of the surface roughness indicator are measured.



In technology, profilometers are mainly intended for measurements in laboratory and workshop conditions of machine-building, instrument-making and other enterprises, as well as in field conditions, the surface roughness of products, the cross-section of which in the measurement plane is a **straight line**.



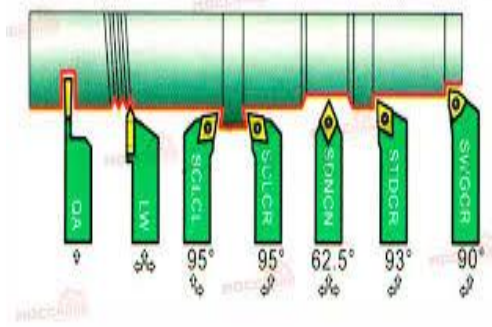
Surface roughness parameters are measured according to **the centerline system** in accordance with the nomenclature and ranges of values provided for by GOST 2789-2003.



The principle of operation of the profilometer designed by V. M. Kiselev is to excite voltage fluctuations as a result of the **movements of the probing needle**. The needle of the profilometer with a diamond tip, the radius of curvature of which is 12 microns, is suspended on springs. The lower end of it feels the unevenness of the surface of the part.

Work order:

1. Install the workpiece in the centers of the machine and in the support tool holder cutter.
2. Set the cutting mode: feed $S = 0.1 \text{ mm / rev}$; cutting depth $t = 0.2 \div 0.5 \text{ mm}$. cutting speed $v = 5, 10, 20, 40, 80, 120 \text{ and } 160 \text{ m / min}$.
3. Remove the workpiece from the machine and measure the height of the irregularities the processed surface in all areas of the part using a measuring device.
4. To study the reading device and develop a method of reading measuring devices.
5. Measurement of surface roughness of parts with various devices.
6. Determine the heights of irregularities R_z by comparison with roughness standards.
7. Make a table according to the measurement results.
8. Analyze the results and draw up a schedule.

Task: Measuring surface roughness		Sketch of the part to be measured						
Detail №								
								
Measurement results, mcm								
Sequences №-	Name	Cutter speed from start experience, v m/ min						
		5	10	20	40	80	120	160
1	Roughness height H , mcm							
2	Irregularity step S , mm							
Work completion date					Work delivery date			
Student's signature					Teacher's signature			

Test questions:

1. What properties of parts are affected by roughness?
2. What are the parameters R_a , R_z ?
3. What are qualifications and how are they indicated?
4. What are the main deviations and how are they indicated?
5. Kinds of measuring instruments and measurement?
6. What parameters does the surface roughness depend on?

MÖVZU № 9

MAŞIN İSTEHSALINDA BAZA VƏ BAZLAŞDIRMA

Tapşırıq:

1. Bazanın növlərini və bazalaşdırma nəzəriyyəsinin əsaslarını öyrənməli.
2. Pəstahların tərtibatda yerləşdirmə bazalarının cəmini tərtib etməli.

İşin məqsədi:

Bazaları müəyyən etmək bacarıqlarını əldə etmək. Bazalaşdırma sxemlərinin hazırlanması. Bazalaşdırma sxemlərinin ən çox geniş yayılmış növlərinin tətbiqi ilə tanış olmaq.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

Mövcud şəraitdə olan dəzgahlar, üçyumrucuqlu patron - tərtibat, xüsusi tərtibatlar, ştangenpərgarlar, hamar mikrometrlər, mikrometrik dərinlikölçənlər, mikrometrik daxılıölçənlər, indikator, çilingər alətləri, səviyyəölçən və nümunələr daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Emal olunan hissənin dəzgahda yerləşdirilməsinin eskizi. Qəbul olunmuş bazaların və onların şərti işarələrinin qeyd olunması.
2. Dəzgahın adı və növü.
3. Seçilmiş baza səthlərinin xüsusiyyətləri.
4. Bazalaşdırmanın nəticələrini cədvələ yerləşdirməli.
5. Bazalaşdırmanın qəbul olunmuş sxematik formasının nəticələri.

Nəzəri məlumatlar:

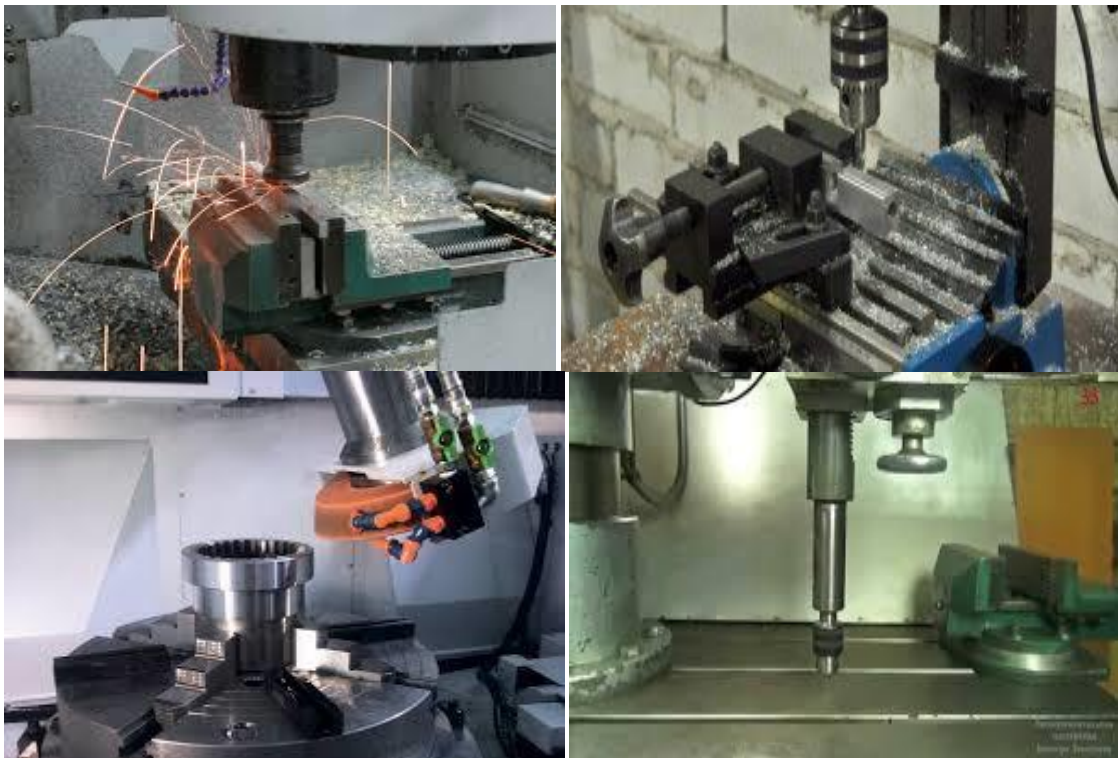
Maşının keyfiyyəti layihədən istehsaladək olan bütün mərhələlərində təmin olunur.

Maşın istehsal texnologiyasının nəzəri əsaslarının ən vacib bölmələrindən biri də bazalar haqqında öyrənməkdir.

Bir maşının konstruksiyasını tərtib edərkən əsas vəzifə bir hissənin digərinə nisbətən tələb olunan mövqeyini göstərməkdir. Maşının yığılması prosesində hissələrin bu vəziyyəti həyata keçirilir.

Texnoloji avadanlıqlarda pəstahları emal edərkən (şək.9.1), pəstah və kəsici alət qeyri-müəyyən nisbi mövqe tutursa, tələb olunan dəqiqliyi əldə etmək mümkün deyil. Bütün bu məsələləri həll etmək üçün **baza nəzəriyyəsi**ndən istifadə olunur.

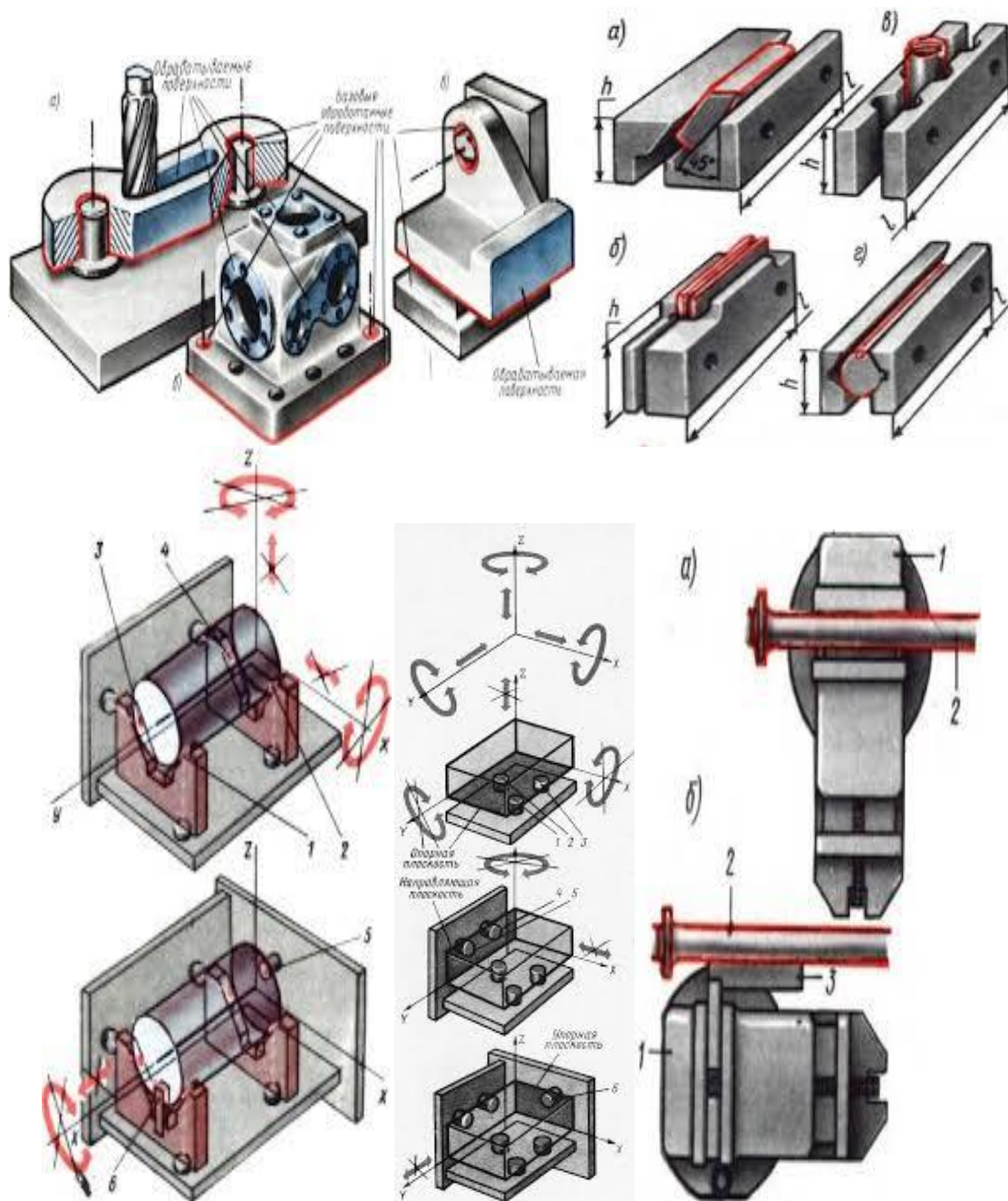
Maşın istehsalı texnologiyasında bazalaşdırma dedikdə pəstaha və ya məhsula seçilmiş koordinat sisteminə nisbətən tələb olunan mövqeyi vermək nəzərdə tutulur.



Şəkil 9.1 Texnoloji avadanlıqlarda pəstahların emalı

Məhsul dedikdə tamamilə sərt cisimlər kimi təmsil olunmalarına imkan verən hissə, düyün, kəsici alət və ölçü aləti, tərtibat, avadanlıqlar başa düşülür.

Emal və ya yığma əməliyyatları zamanı hissə və ya hissələrin emal olunan səthləri müəyyən səthlərə məsələn nöqtə, düz xətt, hissə və ya düyünə nəzərən məmul yığılır və ya hissə emal olunur və bu səthlərə (şək.9.2) baza səthi deyilir.



Şəkil 9.2

Bazalar

Hissənin bütün səthlərinin bazaları qulluq təyinatına görə (şək.9.3) **dörd** yerə bölünür:

- 1.Əsas baza**
- 2.Köməkçi baza**
- 3.İcraedici baza**
- 4.Sərbəst baza**

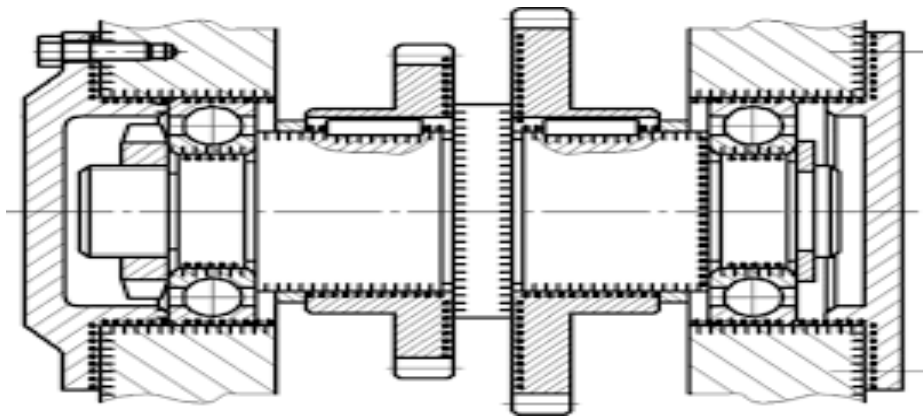
Əsas bazanın köməyi ilə hissənin məmuldakı mövqeyi təyin olunur.

Köməkçi baza hissənin o səthini adlandırırlar ki, birləşmədə iştirak edən bütün hissələrin mövqeyi o səthə nəzərən müəyyən olunur.

İcraedici baza konstruksiyada qulluq təyinatını yerinə yetirən səthdir.

İcraedici səthlər birlikdə hissənin formasının konstruksiyası üçün zəruridir.

Sərbəst baza səthləri o səthlərə deyilir ki, onlar başqa hissələrin səthləri ilə birləşmədə iştirak etmir.



Şəkil 9.3 Qulluq təyinatına görə Bazalar

Layihə, hissənin hazırlanması, maşın və mexanizmlərin ölçülməsi və yığılması zamanı xarakter təyinatına görə bazalar (şək.9.4) üç yerə bölünür:

1.Konstruktor bazaları

2.Texnoloji bazalar

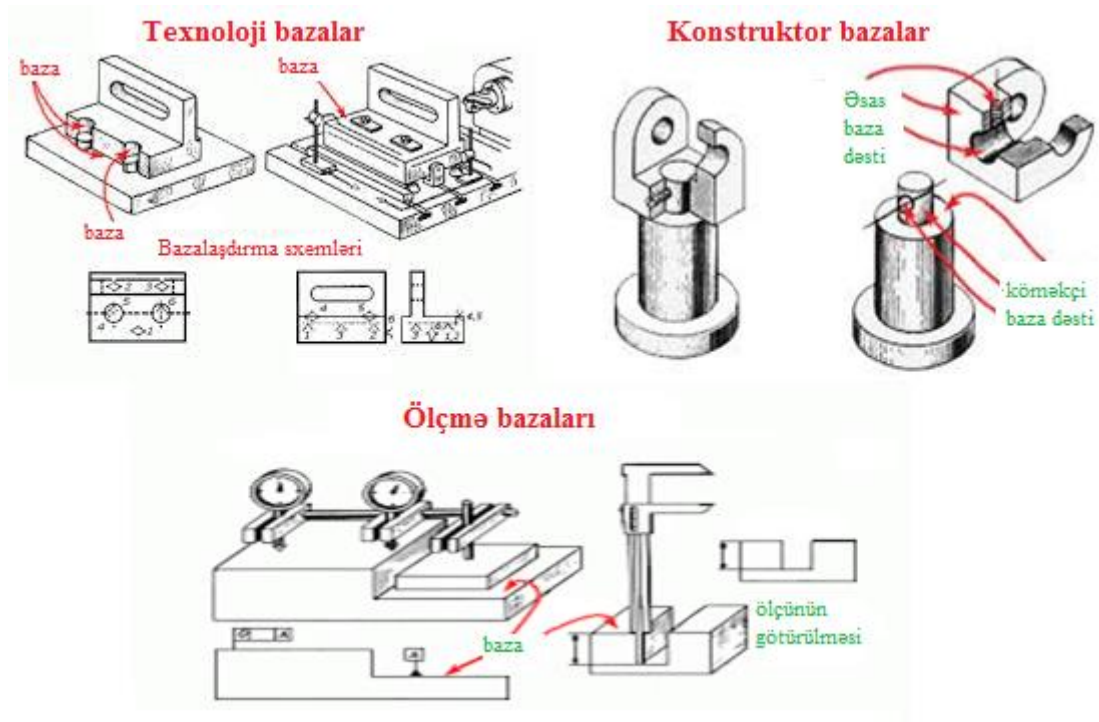
3.Ölçü bazaları

Konstruktor bazaları əsas və köməkçi bazalardan ibarətdir. Layihə zamanı səthlərin formasının seçilməsi, onların nisbi vəziyyəti, ölçülərin qoyulması, dəqiqlik normasının işlənməsi və sairənin qeydə alınması əsas məna kəsb edir. **Əsas** baza hissənin və ya düynünün məmuldakı mövqeyini müəyyən edir. **Köməkçi** baza isə verilənə nəzərən birləşən hissələrin və ya

düyünlərin nisbi vəziyyətini müəyyənləşdirir. Başqa hissələrə nəzərən hissənin mövqeyi iki və ya üç bazadan ibarət komplekt şəkildə bir qayda olaraq təyin olunur.

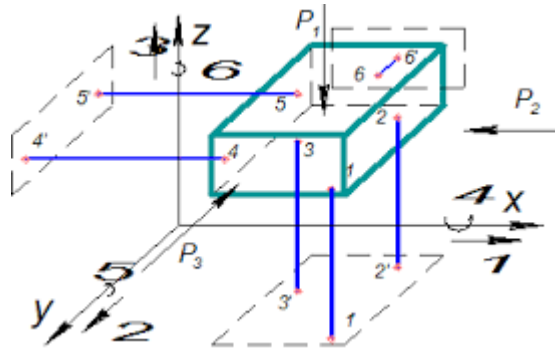
Texnoloji bazalar hissə və ya düyünlərin hazırlanması zamanı onların mövqeyini təyin edir.

Ölçü bazaları hissə və ya düyünlərin və ölçü alətlərinin nisbi mövqelərini təyin edir.



Şəkil 9.4 Xarakter təyinatına görə bazalar

Nəzəri mexanikadan məlumdur ki, sərbəst mütləq bərk bir cismi fəzada **Oxyz** (şək.9.5) tərpənməz bir hala gətirmək üçün onun altı sərbəstlik dərəcəsinə almaq lazımdır. Onlardan üçü korordinat oxu **Ox**, **Oy** və **Oz** üzrə yerdəyişmə və üçünü isə həmin oxlara nəzərən fırlanma hərəkətlərini almaq lazımdır.



**Şəkil 9.5 Sərbəst mütləq bərk cismin fəzada
Oxyz koordinat sisteminə nəzərən mövqeyi**

1, 2,3 birləşmələri sərbəst mütləq bərk cismin üç sərbəstlik dərəcəsinə, yəni **Z** oxu üzrə yerdəyişmə, **X** və **Y** oxlarına nəzərən fırlanma hərəkətlərini məhrum edir. **4, 5** birləşmələri cismin iki sərbəstlik dərəcəsinə, yəni **Y** oxu üzrə yerdəyişmə və **Z** oxuna nəzərən fırlanma hərəkətlərini məhrum edir. **6** birləşməsi cismin **X** oxu üzrə yerdəyişməsini məhrum edir.

Cismin baza səthləri başqa cisimlərin səthlərinə toxunaraq ikitərəfli əlaqələri qapamaq əldə edilir. Lazımi kontaktı əldə etmək üçün isə birləşmədə qüvvə tətbiq etmək lazım gəlir. Üç oxlu koordinat sistemində altı nöqtə prinsipinə görə bazalar **üç** yerə bölünür:

1.Yerləşmə bazası

2.İstiqamətlədirici bazası

3.Dayaq bazası

Yerləşmə bazası hissəni və ya düyünü üç sərbəstlik dərəcəsi üzrə, yəni bir koordinat oxu üzrə yerdəyişmə və iki oxa nəzərən fırlanma hərəkətlərini məhrum edir.

İstiqamətlədirici baza hissəni və ya düyünü iki sərbəstlik dərəcəsi üzrə, yəni bir koordinat oxu üzrə yerdəyişmə və o biri oxa nəzərən fırlanma hərəkətlərini məhrum edir.

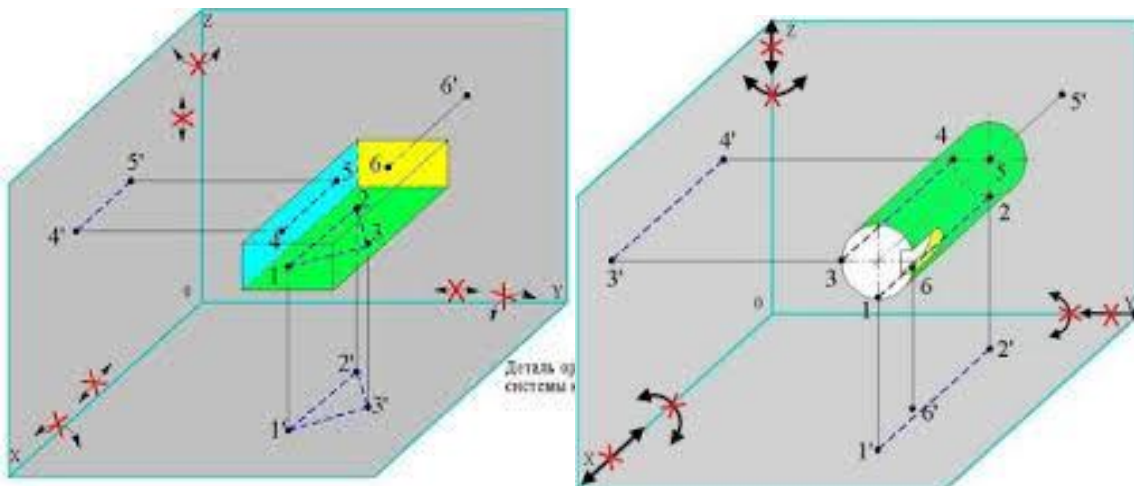
Dayaq bazası bir sərbəstlik dərəcəsi üzrə, yəni bir koordinat oxu üzrə yerdəyişmə və ya oxa nəzərən fırlanma hərəkətlərini məhrum edir.

Bazalaşdırmanın sxemi emal olunan pəstahın səthinin formasından asılıdır.

Əksərən bazalaşdırma bir qayda olaraq müstəvi, silindrik və ya konusvari (şək.9.6) səthlərlə məhdudlaşır.

Bazalaşdırmanın əsas sxemləri belə ifadə olunur:

- 1. Prizmatik pəstahlar**
- 2. Uzun silindrik pəstahlar**
- 3. Qısa silindrik pəstahlar**



Şəkil 9.6 Bazalaşdırmanın əsas sxemləri

Hal-hazırda mövcud şəraitdə olan və istifadə edilən ləvazimatlara müxtəlif növ dəzgahlar, üçyumrucuqlu patron - tərtibat, xüsusi tərtibatlar, ştangenpərgarlar, hamar mikrometrələr, mikrometrik dərinlikölçənlər , mikrometrik daxılıölçənlər, indikator, çilingər alətləri, səviyyəölçən və nümunələr daxildir.

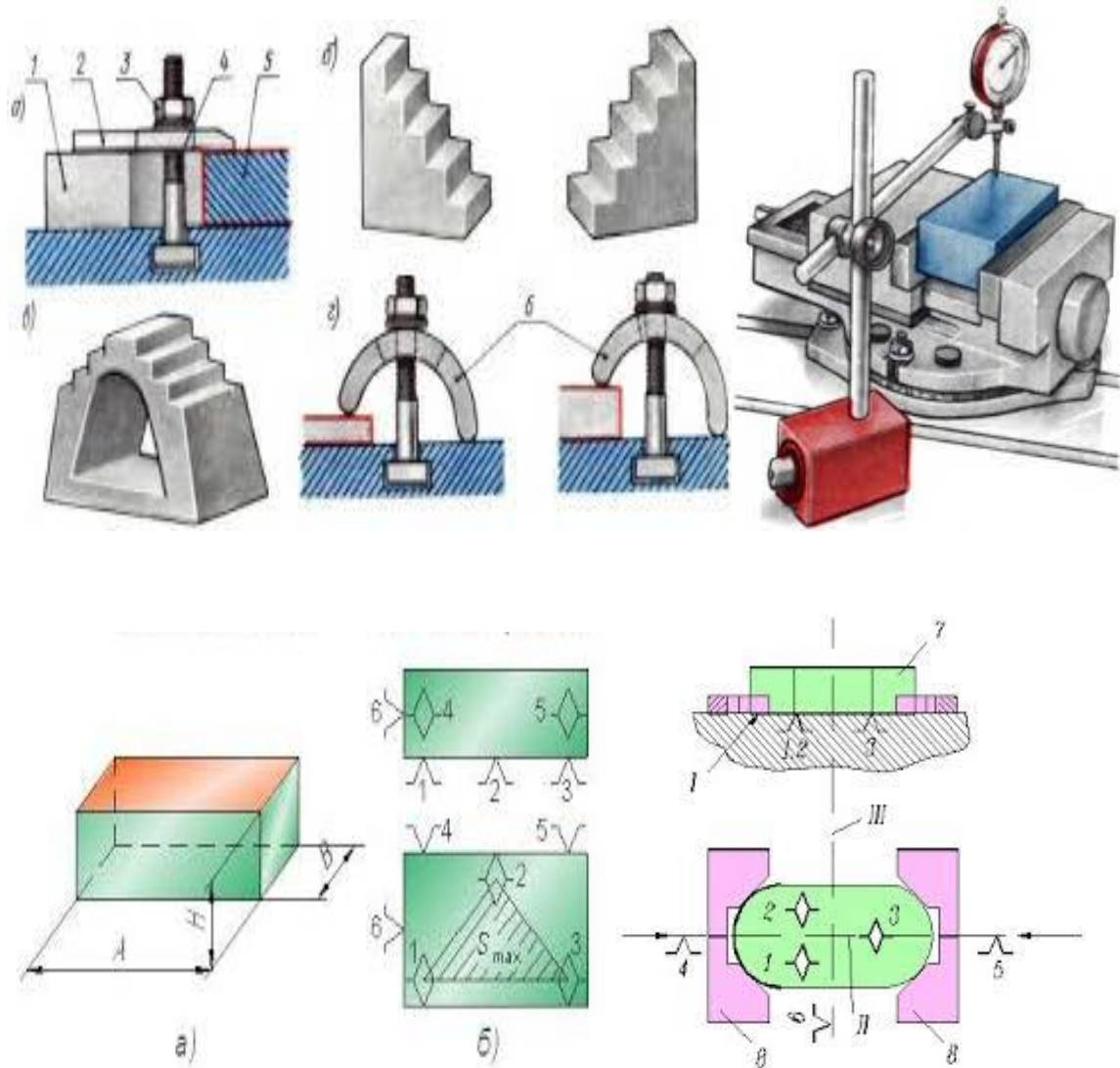
Mövcud şəraitdə olan müxtəlif növ dəzgahlarda hissələrin bazalaşdırılmasını, yerləşdirilib baza sxemi üzrə bərkidilməsinin bacarıqlarını öyrənilib əldə edirik.

Tələb olunan ölçünün göstərilən dəqiqliyinə nail olmaq üçün baza sxeminin məqbuluğunu qiymətləndirmək üçün metodologiyaya yiyələnə bilirik.

Tapşırığa uyğun olaraq şərti işarələri qeyd edilməklə iki və ya üç hissənin yerinə yetiriləcək emal əməliyyatının texnoloji eskizlərində bazalaşdırma

metodları (şək.9.7) və hissələrin bərkidilməsinin sxematik şəkildə təsvir olunması mənimsənilir. Qəbul olunmuş Bazalaşdırmanın sxemi üçün dayanıqlı ölçülərin müsaidələrini nəzarətdə saxlamaq imkanı müəyyən olunur.

İşi yerinə yetirmək üçün hissələrin nümunələri, yerləşdirmə tərtibatları və hissələrin cizgiləri istifadə olunur.

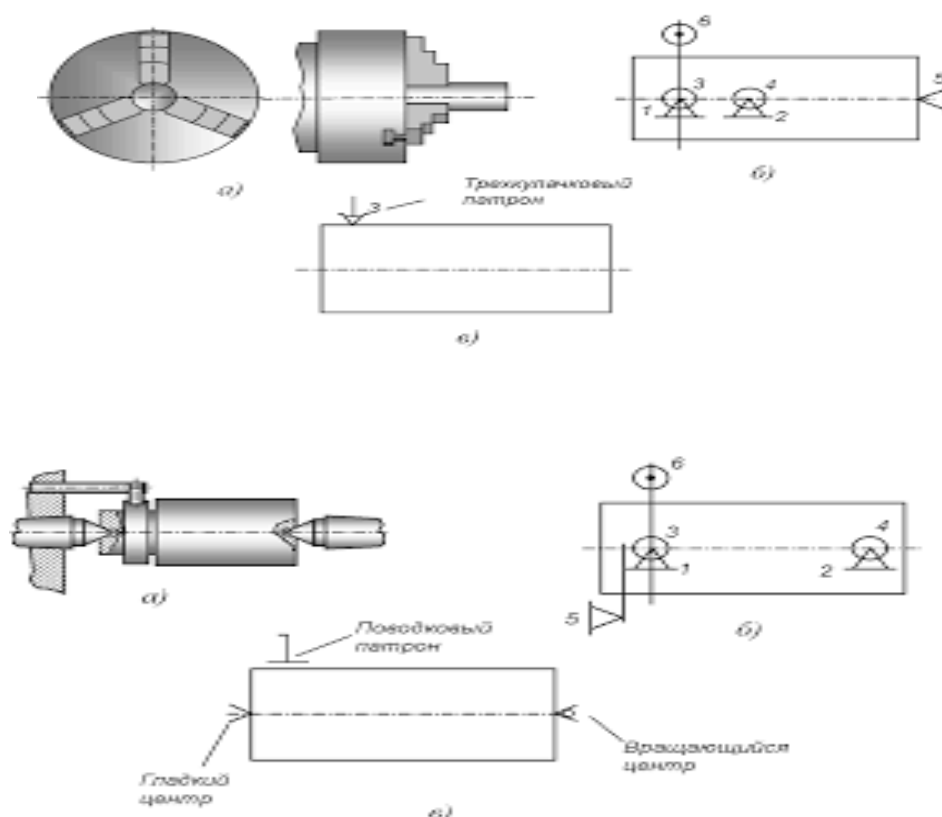


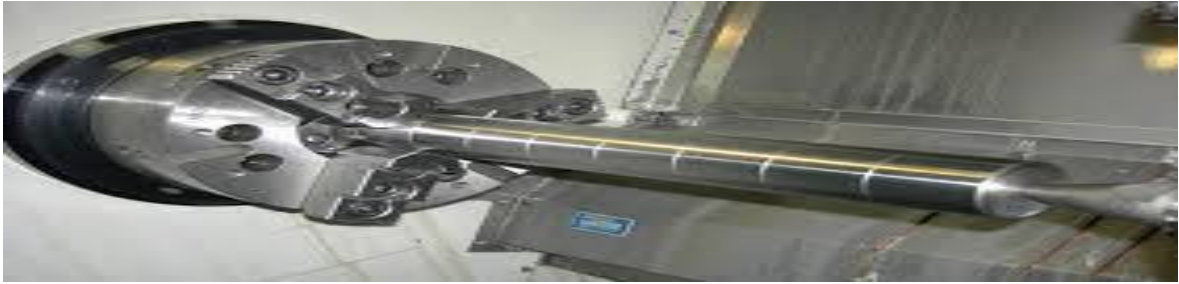
Şəkil 9.7

Texnoloji eskizlərin sxematik təsviri

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

1. Hissələrin eskizini çəkməli. Dayanıqlı (daimi) ölçüləri və konstruktor, ölçmə bazalarını müəyyənləşdirməli.
2. Dəzgahın növünü və emal metodunu təyin etməli.
3. Dəzgah və tərtibatın hansı elementlərinə görə verilmiş əməliyyatı yerinə yetirmək üçün hissə neçə sərbəslilik dərəcəsi (ləğv) məhrum edilməlidir.
4. Hissənin üzərində dayaq nöqtələrinin şərti işarələrini, təsir edən qüvvənin, bazalaşan səthlərin adı, dayanıqlı (daimi) ölçüləri göstərməklə yerləşmə sxemini təsvir etməli.
5. Bazalaşan səthləri qara rənglə, emal olunan səthləri isə qırmızı rənglə işarələməli.
6. Hissəni yerləşdirməli.
7. Qəbul olunmuş baza səthlərinin hansının əsas, köməkçi, dayaq, tənzimləmə səthi olduğunu qeyd etməli.



Tapşırıq: Baza səthinin təyini		Baza hissələrinin eskizi			
Hissə №					
					
Bazalaşdırmanın sxemi və təsnifi					
Sıra..№-и	Pəstah, tərtibat	Bazalaşdırmanın sxemi	Bazalaşdırmanın təsnifi		
			Təyinatına görə	Sərbəstlik dərəcəsinə görə	Xarakterinə görə
1	Üç müstəviyə görə prizmatik pəstahın bazalaşdırılması				
2	Mərkəzlər arasında və üçyümrücuqlu patronda yerləşdirilmiş val				
İşləmə tarixi			İşin təhvil tarixi		
Tələbənin imzası			Müəllimin imzası		

Yoxlama sualları:

1. Hansı tapşırıqlar bazalaşdırma nəzəriyyəsi vasitəsi ilə həll olunur?
2. Bazalaşdırma nədir ?
3. Baza nədir ?
4. Bazalaşdırmanı təyinatına görə necə ayırırlar ?
5. Əsas konstruktor bazası ilə köməkçi bazanın fərqi nədədir?
6. Sərbəstlik dərəcələrinin ləğv etməklə bazaları necə bölmək olar?
7. Baza sxemini müəyyənləşdirmək vəzifəsi necə həll olunur ?

ТЕМА № 9

БАЗИРОВАНИЕ И БАЗЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МАШИН

Задача:

1. Изучить основные понятия теории базирования и классификацию баз.
2. Составить схемы базирования заготовок в установочных приспособлениях.

Цель работы:

Получить навыки выявления баз. Разработки схем базирования и закрепления деталей на различных станках. Познакомиться с реализацией наиболее распространенных схем базирования.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Станки в данных условиях, трех кулачковый патрон, специальные приспособления, штангенциркули, гладкие микрометры, микрометрические глубиномеры, микрометрические нутромеры, индикатор, слесарные инструменты, уровенномер и измеряемые детали.

Правила выполнения работы:

1. Эскизы обрабатываемой детали и установки ее на станке с указанием принятых обозначений баз.
2. Наименование станка и его тип.
3. Характеристика выбранных базирующих поверхностей.
4. Составить таблицу по данным результатам базирования.
5. Выводы о принятой схеме базирования.

Теоретические сведения:

Качество машины обеспечивается на всех этапах ее создания от проектирования до изготовления. Одним из наиболее важных разделов теоретических основ технологии производства машин является учение о базах. При разработке конструкции машины главной задачей

является придание требуемого положения одной детали относительно другой. В процессе сборки машины реализуется это положение деталей. При обработке заготовок на технологическом оборудовании (рис.9.1) невозможно получить требуемую точность, если заготовка и режущий инструмент занимают неопределенное относительное положение. Для решения всех этих задач применяется **теория базирования**.

Под базированием в технологии производства машин понимают придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

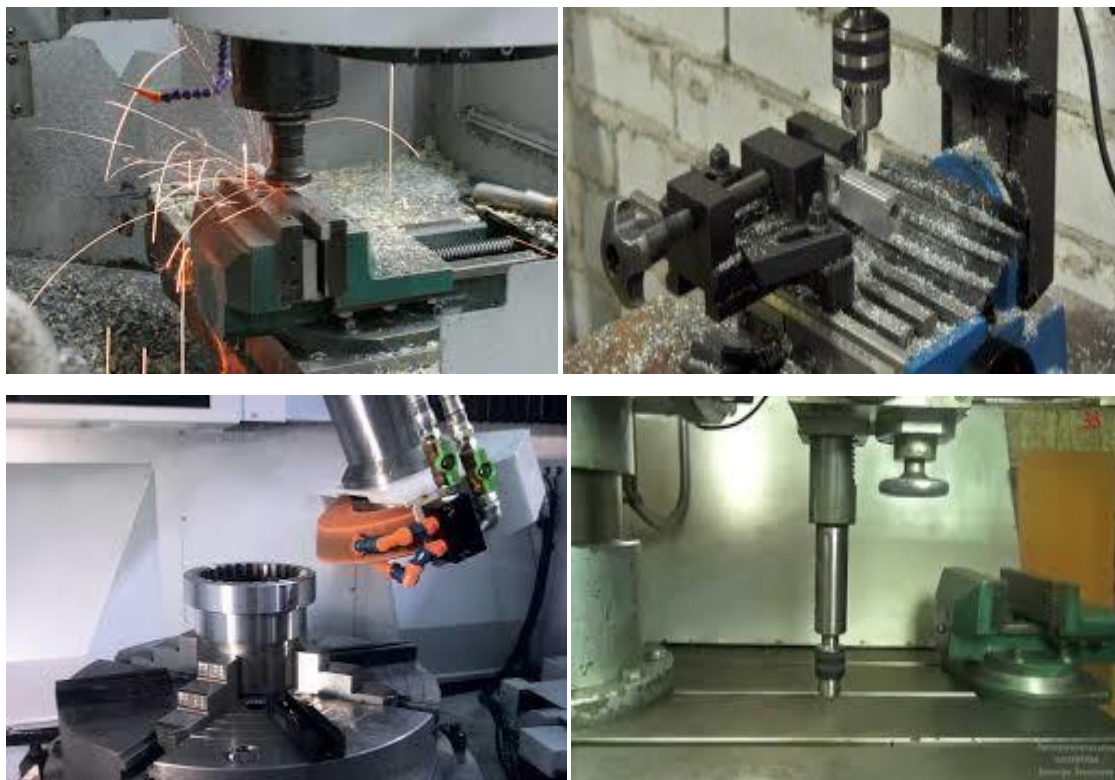


Рисунок 9.1 Обработка заготовок на технологическом оборудовании

Под изделием подразумевают деталь, сборочную единицу, а также режущий и измерительный инструмент, приспособления, приборы и другие объекты, допускающие их представление как абсолютно твердых тел.

Базой называют (рис.9.2) поверхность, заменяющую ее совокупность поверхностей, ось, точку, детали или сборочной единицы, по отношению к которым ориентируются другие детали изделия или поверхности детали, обрабатываемые или собираемые на данной операции.

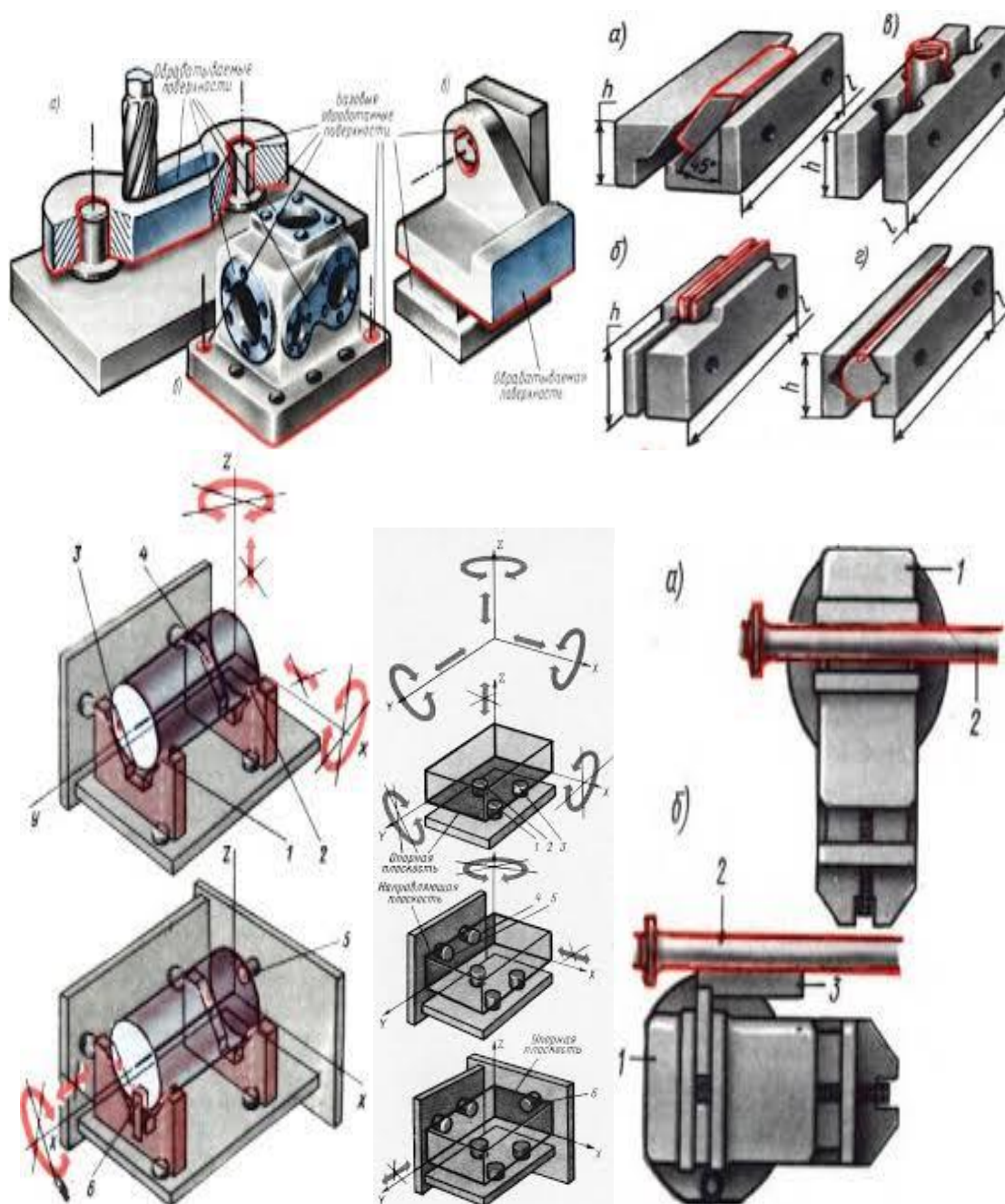


Рисунок 9.2

Базы

В зависимости от **служебного назначения** все поверхности детали подразделяются на (рис.9.3) **четыре** баз:

1.Основные

2. Вспомогательные

3.Исполнительные

4.Свободные

С помощью **основным баз** которых определяют положение данной детали в изделии.

Вспомогательными называют поверхности детали, определяющие положение всех присоединяемых деталей относительно данной.

Исполнительные поверхности- поверхности, выполняющие служебное назначение у конструкции. Исполнительной поверхностью между собой с образованием совместно необходимой для конструкции формы детали.

Свободной поверхностью называется поверхность, не соприкасающаяся с поверхностями других деталей.

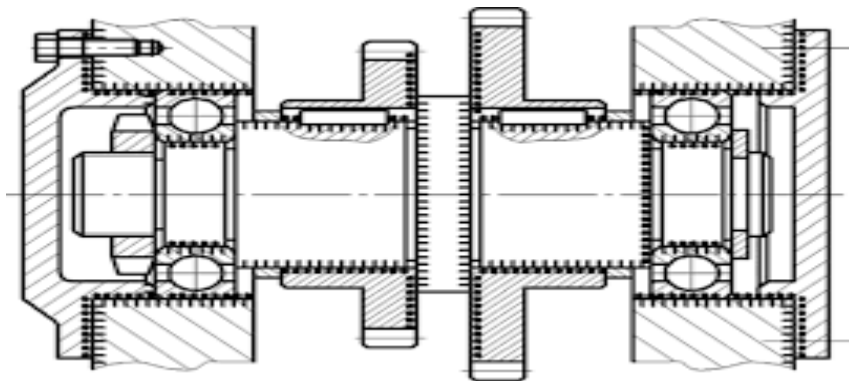


Рисунок 9.3 Базы служебного назначения

По **характеру** своего **назначения** например при конструировании, изготовлении деталей, измерении и сборке механизмов и машин (рис.9.4) базы подразделяются на **три** вида:

1.Конструкторские

2. Технологические

3. Измерительные

В группу **конструкторских баз** составляют основные и вспомогательные базы. Учет которых при конструировании - выборе форм поверхностей, их относительного положения, простановки размеров, разработке норм точности и т. п. имеет существенное значение. Основная база определяет положение самой детали или сборочной единицы в изделии, а вспомогательная база положение присоединяемой детали или сборочной единицы относительно данной детали. Как правило, положение детали относительно других деталей определяют комплектом из двух или трех баз.

Технологической базой называют поверхность, определяющую положение детали или сборочной единицы в процессе их изготовления.

Измерительной базой называют поверхность, определяющую относительное положение детали или сборочной единицы и средств измерения.

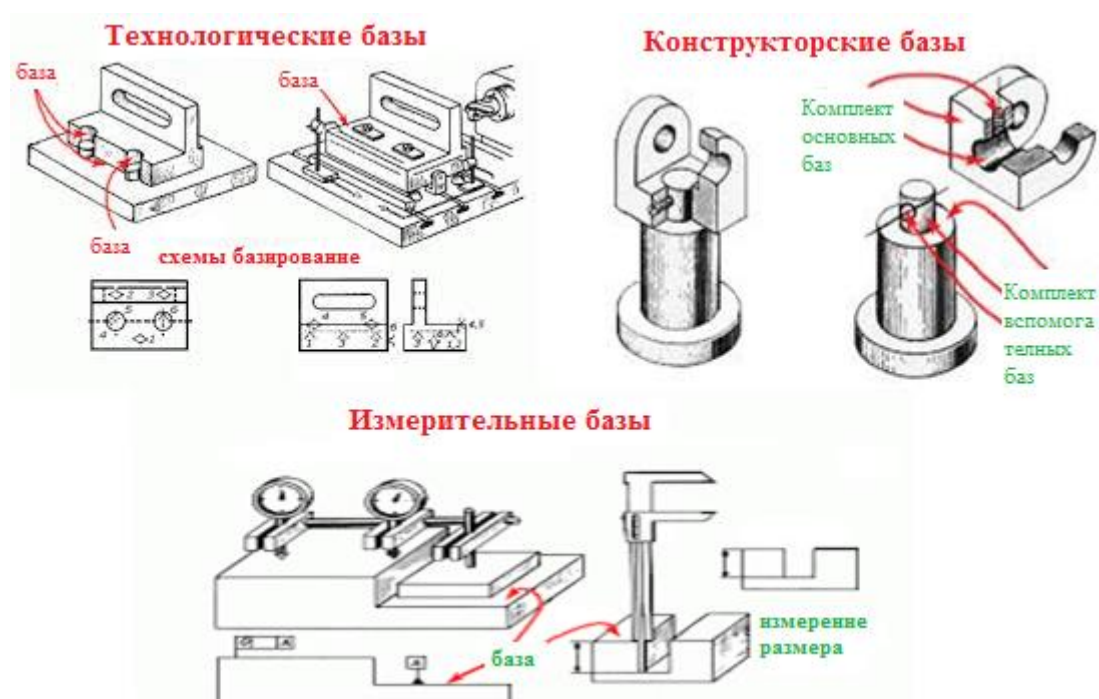


Рисунок 9.4 Базы по характеру своего назначения

Как известно из теоретической механики, требуемое положение твердого тела относительно системы координат $Oxyz$ (рис.9.5), может быть задано наложением на него шести двусторонних связей, лишаящих тело трех перемещений вдоль осей Ox , Oy и Oz и трех поворотов вокруг осей.

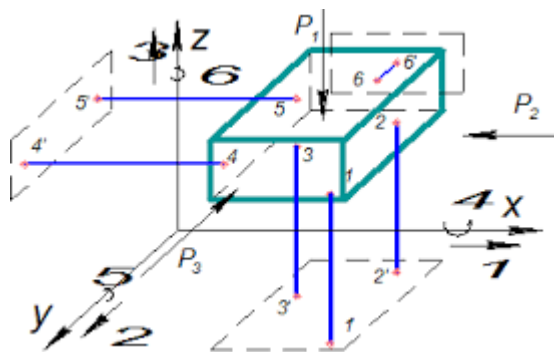


Рисунок 9.5 Требуемое положение твердого тела относительно системы координат $Oxyz$

Связи 1, 2, 3 лишают тело трех степеней свободы: перемещения вдоль оси Z и поворотов вокруг осей X и Y . Связи 4, 5 лишают тело двух степеней свободы: перемещения вдоль оси Y и поворота вокруг оси Z . Связь 6 лишает тело перемещения вдоль оси X .

Наложение двусторонних связей достигается соприкосновением базирующих поверхностей тела с базирующими поверхностями других тел или тела. К которым или к которому оно присоединяется, и приложением силового замыкания для обеспечения необходимого контакта. Поэтому независимо от назначения базы могут различаться по числу отнимаемых от базируемой детали или сборочной единицы степеней свободы :

- 1. Установочный**
- 2. Направляющей**
- 3. Опорной**

Установочный называется база, лишаящая деталь или сборочную единицу трех степеней свободы - перемещения вдоль одной

координатной оси и поворотов вокруг двух других осей .

Направляющей называется база, лишающая деталь или сборочную единицу двух степеней свободы перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

Опорной называется база, лишающая деталь или сборочную единицу одной степени свободы перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.

Схемы базирования зависят от формы поверхностей обрабатываемых заготовок. Большинство базирования как правило ограничено плоскими, цилиндрическими или коническими (рис.9.6) поверхностями. Основными схемами базирования являются:

1. Призматических заготовок
2. Длинных цилиндрических заготовок
3. Коротких цилиндрических заготовок

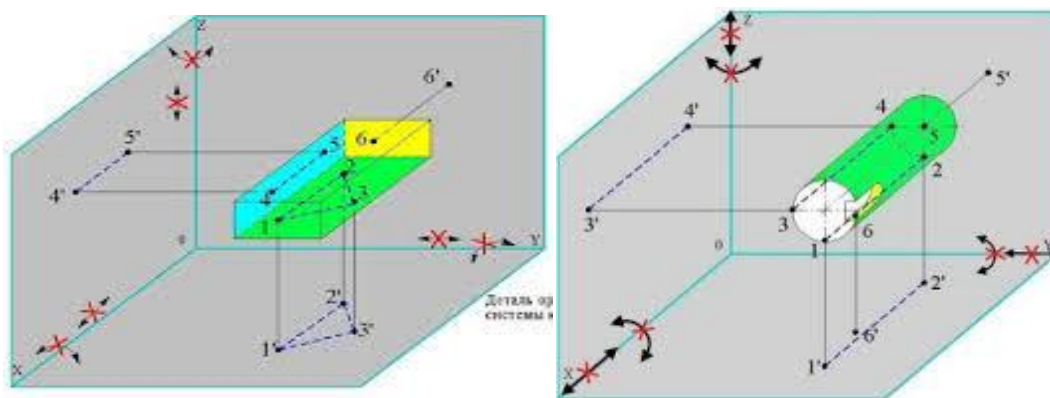
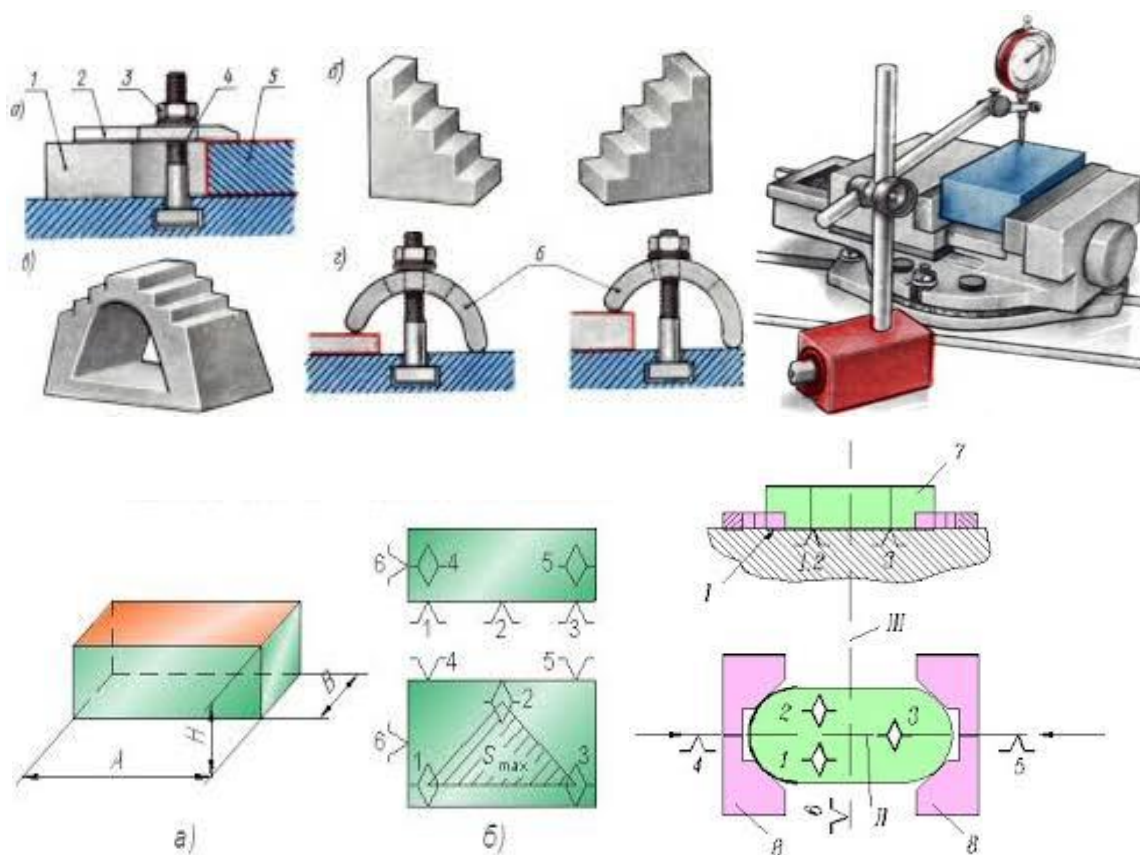


Рисунок 9.6 Основные схемы базирования

В данный момент в данных условиях используется средства Станки различных типов, трех кулачковый патрон, специальные приспособления, штангенциркули, гладкие микрометры, микрометрические глубиномеры, микрометрические нутромеры, индикатор, слесарные инструменты, уровенномер и измеряемые детали.

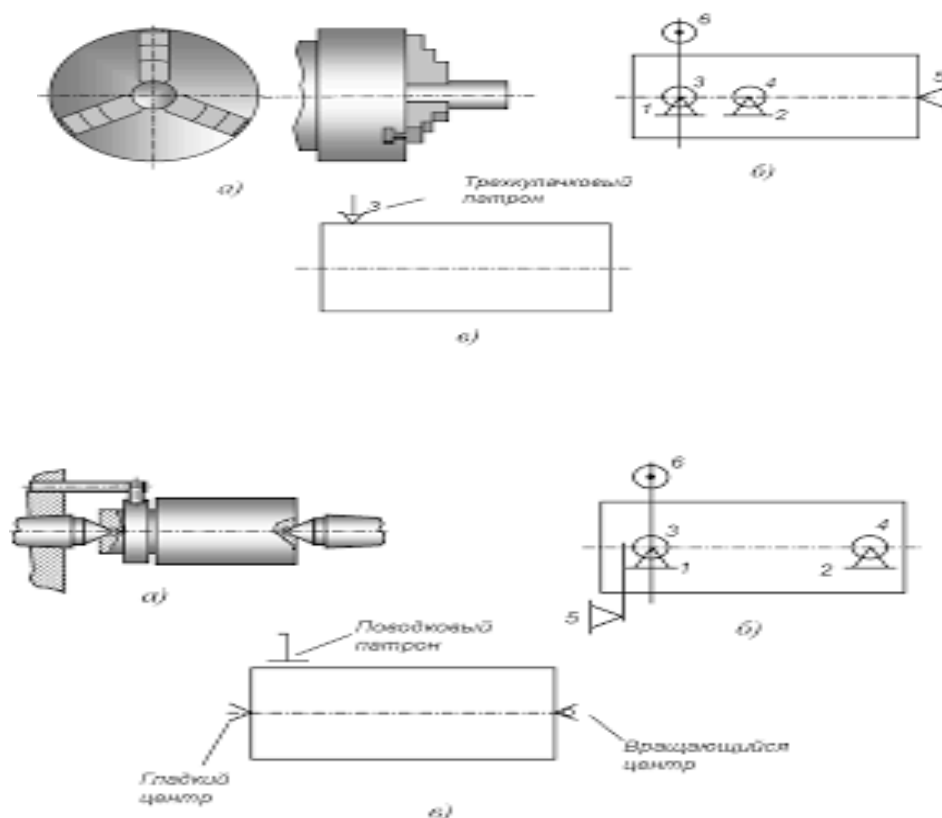
Для проведения работы используются экспонаты деталей и установочные приспособления, чертежи деталей.

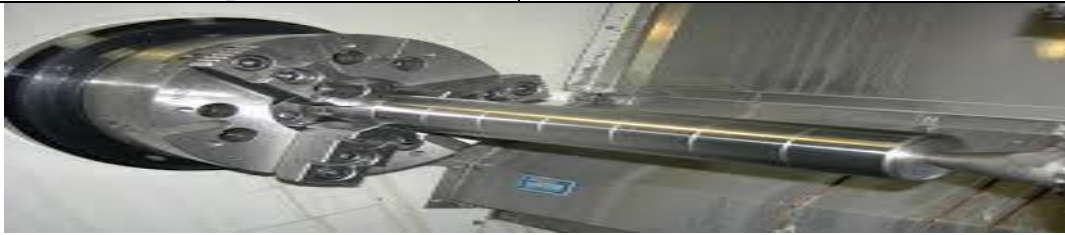


Схематичное изображение технологических эскизов

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить эскиз деталей. Выявить выдерживаемые размеры и измерительные, конструкторские базы.
2. Определить метод обработки и тип станка.
3. Скольких степеней свободы должна быть лишена деталь для выполнения заданной операции и относительно, каких элементов станка или приспособления.
4. Изобразить схему установки детали с обозначением опорных точек, действующих сил, наименованием базирующих поверхностей, указав выдерживаемый размер.
5. Базирующие поверхности обозначить черным карандашом, а обрабатываемые - красным.
6. Произвести установку детали.
7. Указать, какие из принятых установочных баз являются основными, вспомогательными, опорными, настроечными.



Задача: Определение базовых поверхностей		Эскиз базовых деталей			
					
Схемы базирования и классификация баз					
Последо. №-	Заготовка, приспособление	Схема базирования	Классифик баз		
			По назначению	По степеням свободы	По характеру проявления
1	Базирование призматической заготовки по трем плоскостям				
2	Вал в трехкулачковом самоцентрирующем патроне и в центрах				
Дата выполнения работы			Дата сдачи работы		
Подпись студента			Подпись преподавателя		

Контрольные вопросы:

1. Какие задачи решаются с помощью теории базирования?
2. Что такое базирование?
3. Что такое база?
4. Как разделяются базы по назначению?
5. В чем состоит отличие основных конструкторских баз от вспомогательных?
6. Как разделяются базы по лишаемым степеням свободы?
7. Как решается задача по выявлению схемы базирования?

TOPIC No 9

BASE AND BASE IN MACHINE PRODUCTION

A task:

1. To study the basic concepts of the theory of basing and the classification of bases.
2. Make up diagrams of basing workpieces in the installation devices.

Objective:

Get the skills to identify bases. Development of schemes for basing and fixing parts on various machines. Get acquainted with the implementation of the most common basing schemes.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Available machines, three-jaw chuck, special tools, calipers, smooth micrometers, depth micrometers, bore micrometers, indicator, locksmith tools, level gauge and parts to be measured.

Work rules:

1. Sketches of the workpiece and its installation on the machine, indicating the accepted designations of bases.
2. The name of the machine and its type.
3. Characteristics of the selected reference surfaces.
4. Make a table according to the given basing results.
5. Conclusions on the adopted basing scheme.

Theoretical information:

The quality of the machine is ensured at all stages of its creation from design to manufacture. One of the most important sections of the theoretical foundations of the technology of manufacturing machines is the doctrine of the bases. When developing the design of a machine, the main task is to give the required position of one part relative to another. In the process of assembling the machine, this position of the parts is realized. When processing blanks on technological equipment (Fig. 9.1), it is impossible to

obtain the required accuracy if the blank and the cutting tool occupy an indefinite relative position. **The basing theory** is used to solve all these problems.

Under the basing in the technology of production of machines is meant giving the workpiece or product the required position relative to the selected coordinate system.

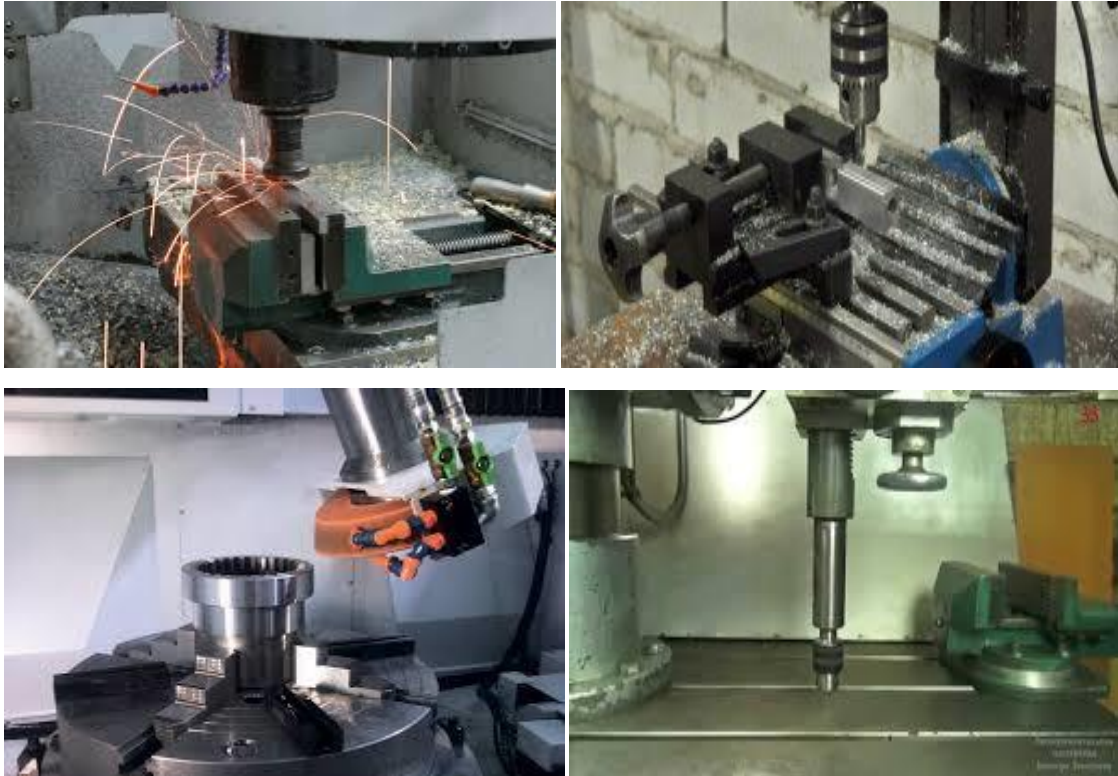


Figure 9.1 Processing workpieces at the technological equipment

A product is understood as a part, an assembly unit, as well as cutting and measuring tools, fixtures, devices and other objects that allow their representation as absolutely rigid bodies.

The base is called (Fig. 9.2) a surface that replaces its set of surfaces, an axis, a point, a part or an assembly unit, in relation to which other parts of the product or the surface of a part that are processed or assembled in this operation are oriented.

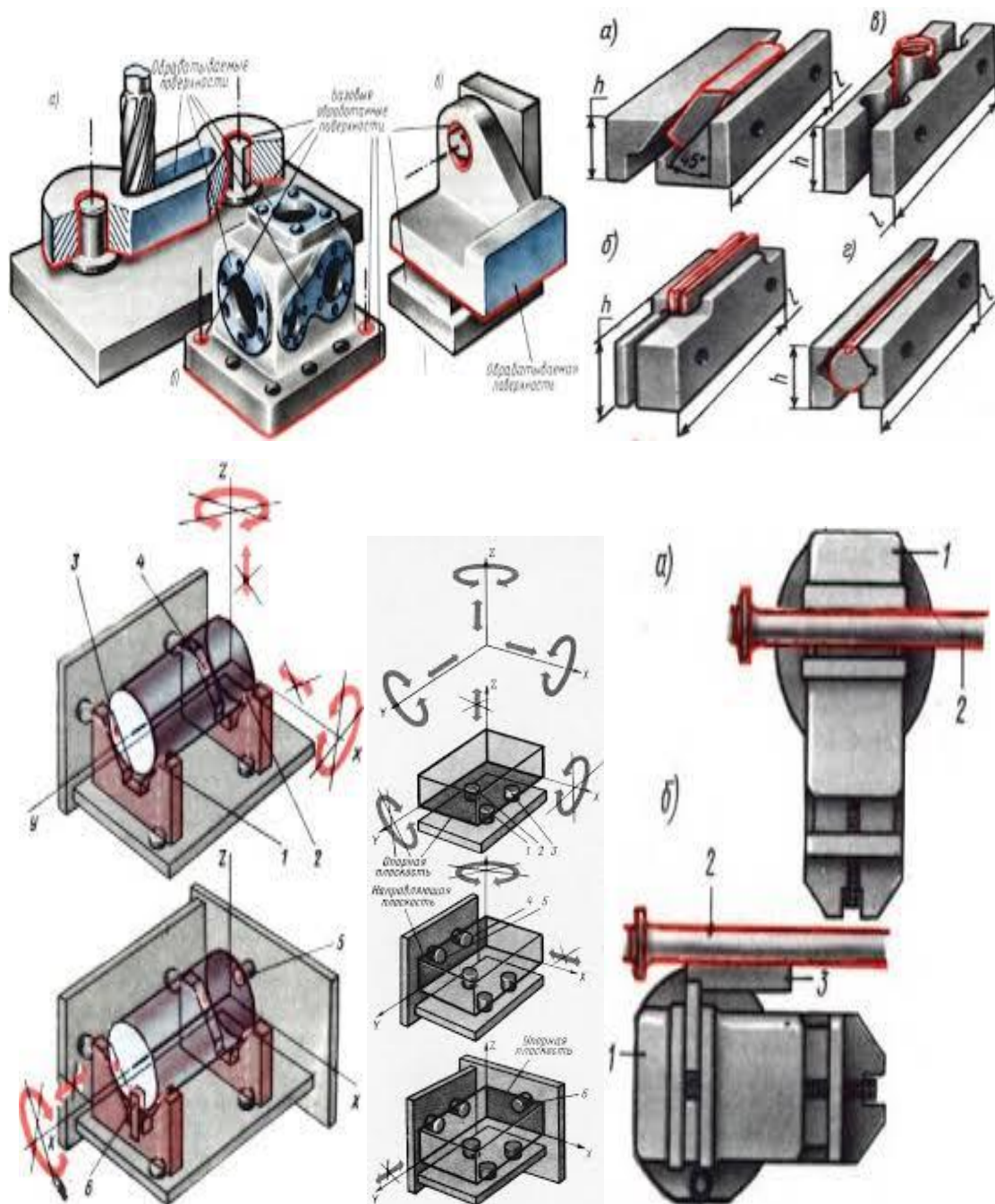


Figure 9.2 Bases

Depending on **the service purpose**, all surfaces of the part are subdivided into (Fig. 9.3) **four** bases:

- 1.Main**
- 2. Auxiliary**
- 3.Executive**
- 4.Free**

With the help of the **main bases** of which the position of this part in the product is determined.

Auxiliary are the surfaces of the part that determine the position of all connected parts relative to this one.

Executive surfaces - surfaces that serve a service purpose for the structure. Executive surfaces between themselves with the formation of a jointly necessary for the design of the form of the part.

A free surface is a surface that is not in contact with the surfaces of other parts.

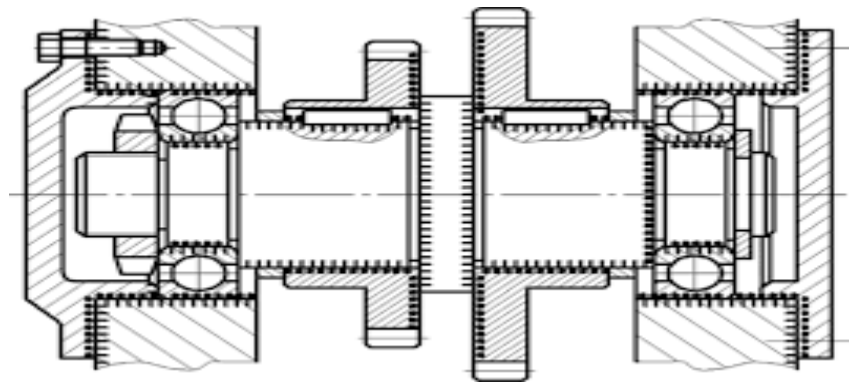


Figure 9.3 Service bases

By the **nature** of their **purpose**, for example, in the design, manufacture of parts, measurement and assembly of mechanisms and machines (Fig. 9.4), the bases are divided into **three** types:

1.Design

2. Technological

3. Measuring

The group of **design bases** includes the main and auxiliary bases. The consideration of which in the design - the choice of the shapes of surfaces, their relative position, dimensioning, the development of accuracy standards, etc. is essential. The main base defines the position of the part itself or an assembly unit in the product, and the auxiliary base defines the position of the attached part or assembly unit relative to this part. As a rule, the position

of a part relative to other parts is determined by a set of two or three bases.

The technological base is the surface that determines the position of the part or assembly unit in the process of their manufacture.

The measuring base is a surface that determines the relative position of a part or assembly unit and measuring instruments.

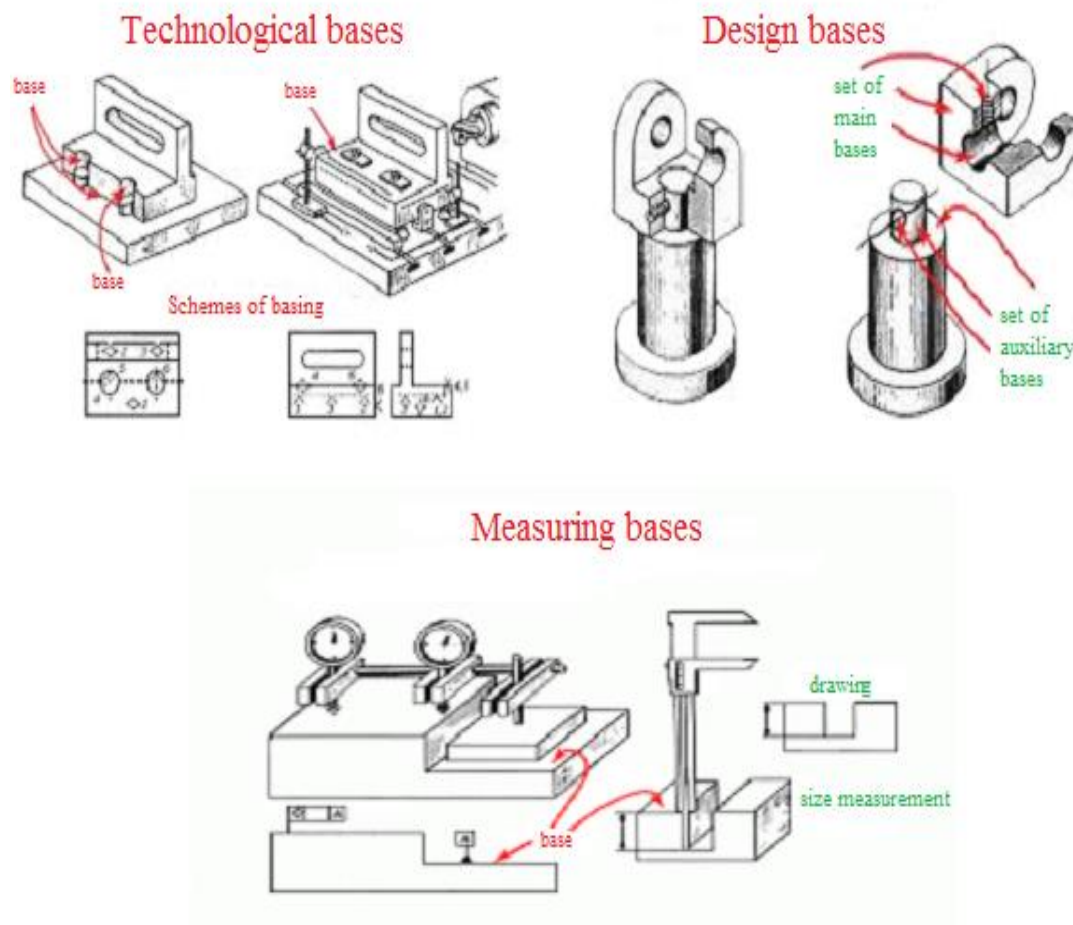


Figure 9.4 Bases by the nature of their purpose

As is known from theoretical mechanics, the required position of a rigid body relative to the **Oxyz** coordinate system (Fig. 9.5) can be specified by imposing six bilateral bonds on it, depriving the body of three displacements along the **Ox**, **Oy** and **Oz** axes and three rotations around the axes.

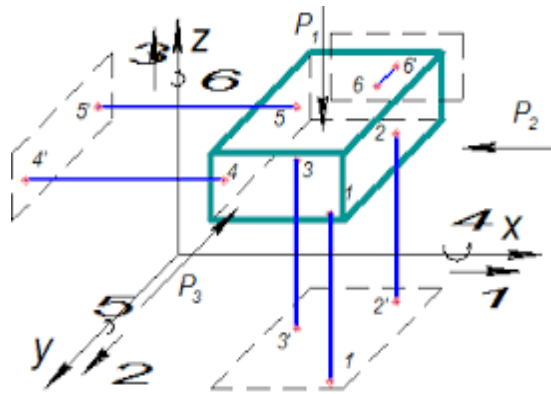


Figure 9.5 The required position of the rigid body relative to coordinate systems Oxyz

Links **1, 2, 3** deprive the body of three degrees of freedom: displacement along the **Z** axis and rotations around the **X** and **Y** axes. Links **4, 5** deprive the body of two degrees of freedom: movement along the **Y** axis and rotation around the **Z** axis. Bond **6** deprives the body movement along the **X** axis. The imposition of two-way bonds is achieved by contact of the basing surfaces of the body with the basing surfaces of other bodies or bodies. To which or to which it is connected, and by the application of a force circuit to ensure the necessary contact. Therefore, regardless of the purpose, the bases can differ in the number of degrees of freedom subtracted from the based part or assembly unit:

1. Installation

2. Guide

3. Reference

The setting is called a base that deprives a part or an assembly unit of three degrees of freedom - movement along one coordinate axis and rotations around two other axes.

A guide is called a base that deprives a part or an assembly unit of two degrees of freedom of movement along one coordinate axis and rotation around the other axis.

Support is called a base that deprives a part or assembly unit of one degree of freedom of movement along one coordinate axis or rotation around an axis.

The basing patterns depend on the shape of the surfaces of the workpieces being processed. Most basing is usually limited to flat, cylindrical, or conical (Fig. 9.6) surfaces. The main basing schemes are:

- 1. Prismatic blanks**
- 2. Long cylindrical workpieces**
- 3. Short cylindrical blanks**

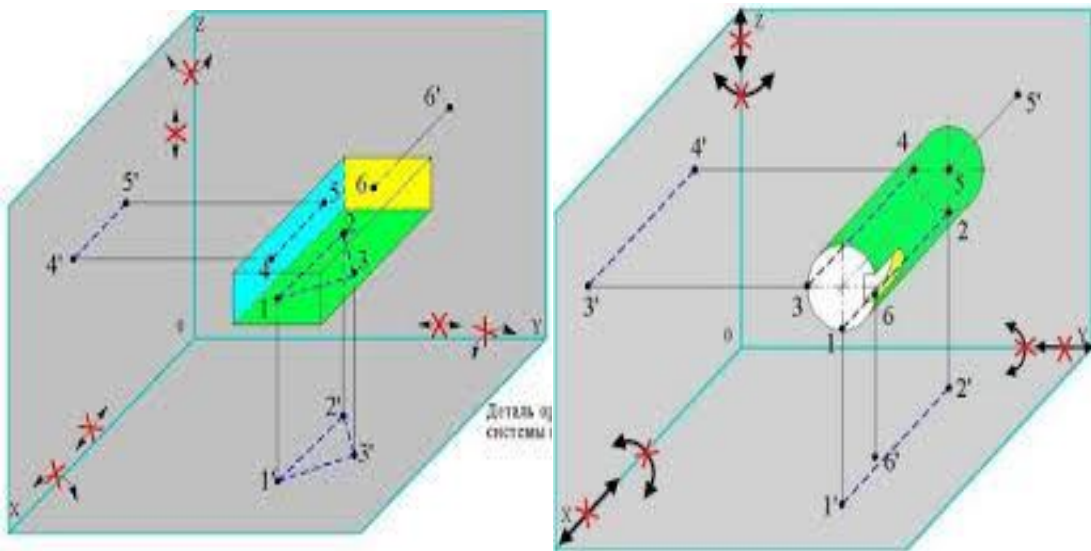


Figure 9.6 Main schemes of basing

Currently available tools are used. Machine tools of various types, three-jaw chuck, special devices, calipers, smooth micrometers, micrometric depth gauges, micrometric inside gauges, indicator, locksmith tools, level gauge and measured parts.

We acquire some skills in the development of schemes for locating and fixing parts on various machines that are in laboratory conditions. It is possible to master the methodology for assessing the acceptability of the basing scheme to achieve the specified accuracy of the size to be maintained. In accordance with the assignment, technological sketches are schematically

depicted for performing the specified operations for processing two or three parts with the application of symbols that determine the methods of basing (Fig. 9.7) and fixing the parts for processing. The possibility of observing the tolerance for the maintained size for the adopted basing scheme is determined.

Exhibits of parts and mounting devices, drawings of parts are used for the work.

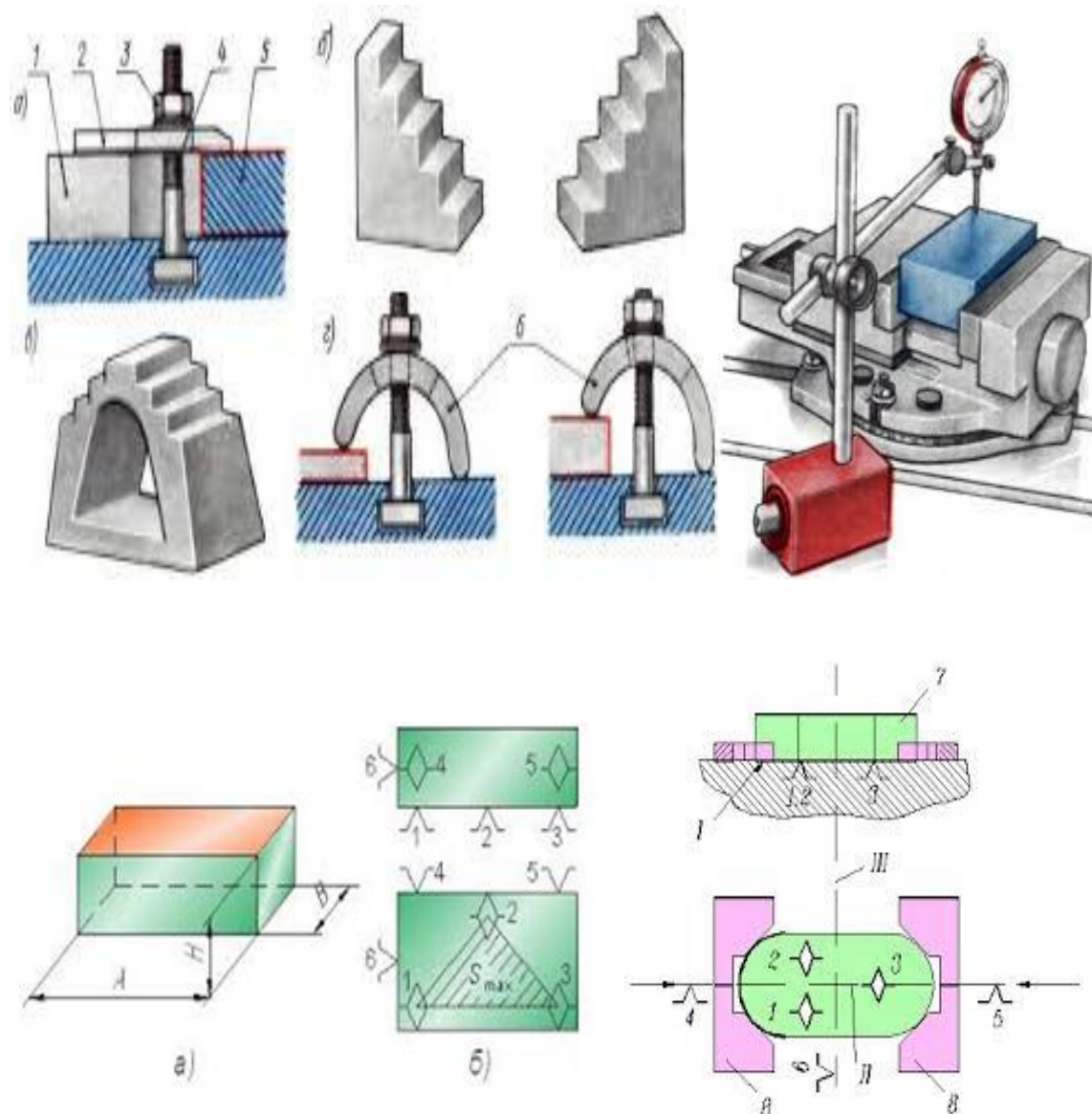
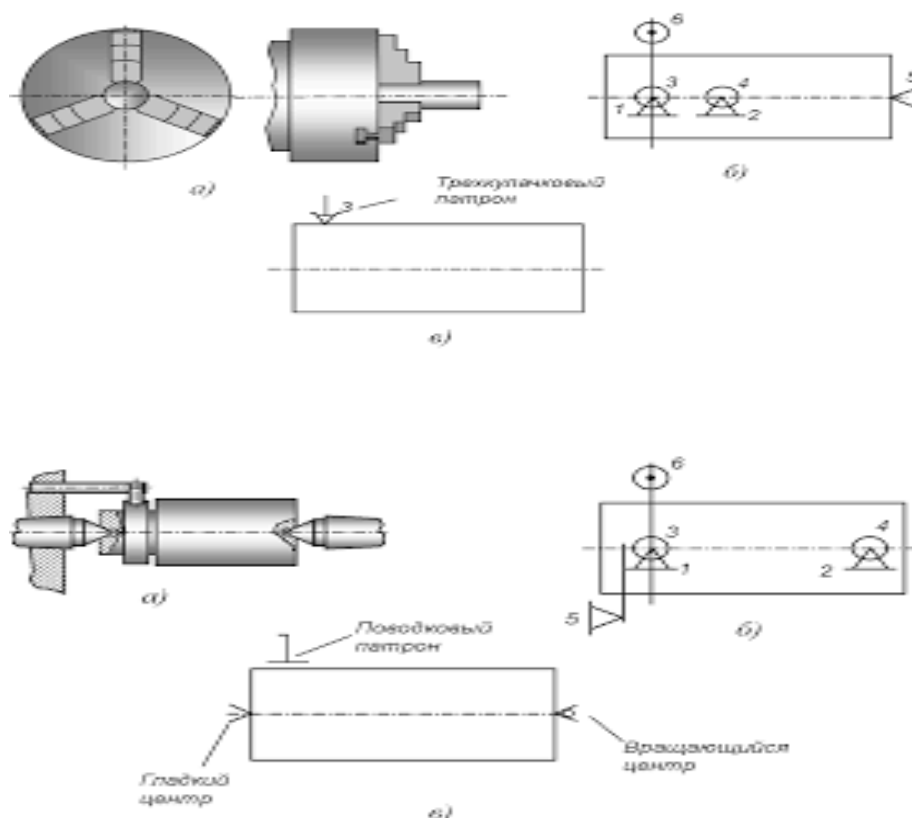
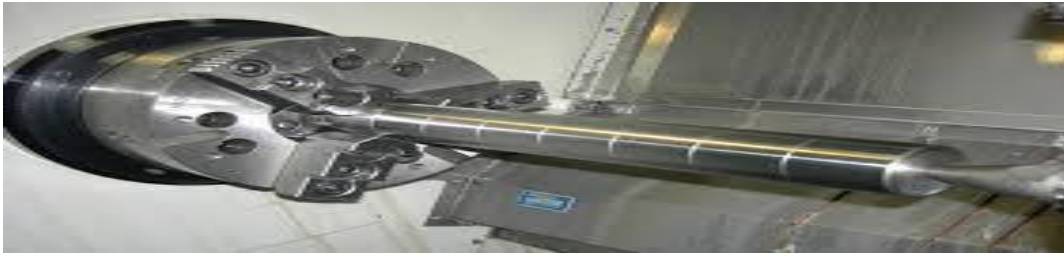


Figure 9.7 Schematic representation of technological sketches

Work order:

1. Sketch parts. Determine sustained dimensions and measuring, design bases.
2. Determine the processing method and type of machine.
3. How many degrees of freedom the part should be deprived of to perform a given operation and in relation to which elements of the machine or device.
4. To depict the installation diagram of the part with the designation of the reference points, the acting forces, the name of the reference surfaces, indicating the maintained size.
5. Mark the base surfaces with a black pencil, and the processed surfaces with red.
6. Make the installation of the part.
7. Indicate which of the accepted installation bases are main, auxiliary, support, tuning.



Task: Definition base surfaces		Basic parts sketch			
Detail №					
					
Base schemes and classification of bases					
Sequences	Workpiece, fixture	Basing scheme	Base classification		
			By appointment	By degrees of freedom	By the nature of the manifestation
1	Basing a prismatic workpiece on three planes				
2	Shaft in three-jaw self-centering chuck and in centers				
Work completion date			Work delivery date		
Student's signature			Teacher's signature		

Test questions:

1. What tasks are solved using the basing theory?
2. What is basing?
3. What is a base?
4. How are the bases divided by purpose?
5. What is the difference between the main design bases and auxiliary ones?
6. How are the bases divided according to the degrees of freedom deprived?
7. How is the task to determine the basing scheme?

MÖVZU № 10
AVADANLIĞIN YIĞILMASI VƏ TEXNOLOJİ
YIĞIM SXEMİNİN TƏRTİBİ

Tapşırıq

1. Avadanlığı yığılmamışdan öncə sökülərək ardıcılıqla ayrı-ayrı düyünlərə və hissələrə bölmək.
2. Sökmə və yığma sxemini tərtib etmək.

İşin məqsədi

Yığma texnologiyasının və sxemlərinin tərtibinin öyrənilməsi. Sökmə və yığma texnologiyasını mənimsəmək. Ölçü zəncirinin yığma zamanı tətbiqi.

İşin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan cihazlar və ləvazimatlar:

Avadanlıq, çilingər alətləri – xüsusi açarlar, kəlbətin, tutaqaclar, xüsusi tərtibatlar, təmizləyici və yağlayıcı maddələr, ölçü xətkəsi, ştangenpərgar, mikrometr və ölçü tavacıqları daxildir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

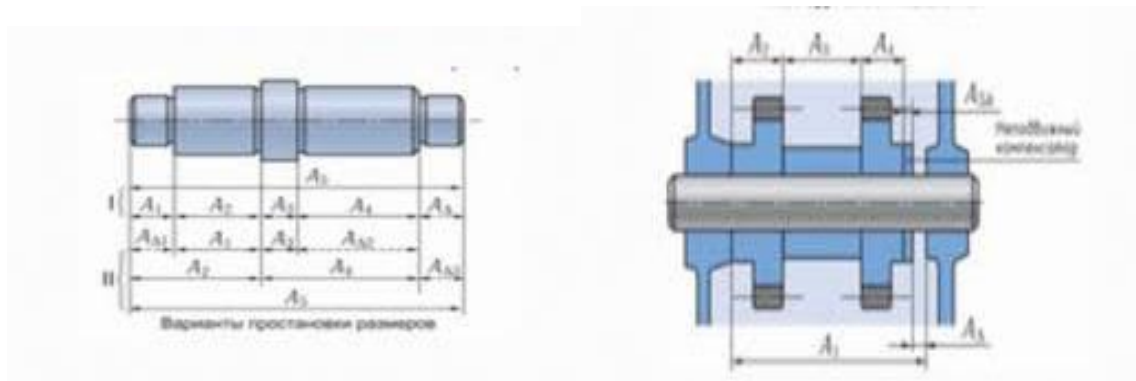
1. Yığılan avadanlığın cizgisi və texniki şərtləri ilə tanış olmalı.
2. Ölçü zəncirinin elementlərini tapmalı.
3. Bütöv avadanlığın və bir düyününün yığılması üçün texnoloji yığım sxemini tərtib etməli.
4. Texnoloji sxemə görə avadanlığı yığmalı.
5. Nəticəni DÜİST 3675-də verilmiş normalarla müqayisə etməli.
6. Hesabatı tərtib etməli.

Nəzəri məlumatlar:

Bir- birilə qarşılıqlı əlaqədə olan, verilmiş məsələnin həllində bilavasitə iştirak edən və qapalı kontur təşkil edən xətti, yaxud bucaq ölçüləri cəmiyyətinə ölçü zənciri deyilir. Ölçü zənciri iki növ(şək.10.1) olur:

1.Hissə üzrə

2.Yığım üzrə



Şəkil 10.1 **Ölçü zənciri**

Ən mürəkkəb ölçü zəncirləri fəza ölçü zəncirləridir. Hər bir fəza ölçü zənciri xətti ölçü zəncirinə gətirilə bildiyi üçün ölçü zəncirlərini əsas anlayışlarını, təyinatlarını və asılılıqlarını xətti paralel ölçü zəncirləri üzərində nəzərdən keçirəcəyik.

Ölçü zənciri dedikdə xətti paralel ölçü zənciri (şək.10.2) başa düşülür. Ölçü zəncirinin ölçüsünə çox vaxt bənd deyilir. Ölçü zəncirinin ölçüləri:

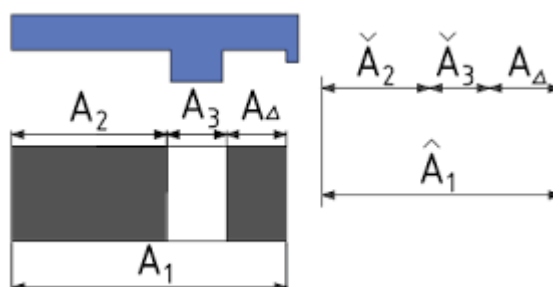
- 1.Qapayıcı ölçüdən - bənddən
- 2.Təşkiledici ölçülərdən ibarətdir.

Qapayıcı ölçü, ölçü zəncirinin elə ölçüsünə deyilir ki, o hissənin emalı zamanı, yaxud qovşağın yığılması prosesində axırıncı alınmış olsun.

Ölçü zəncirinin tək bircə qapayıcı ölçüsü olur.

Ölçü zəncirinin qalan ölçüləri təşkiledici ölçülərdir. Təşkiledici ölçülər qapayıcı ölçünün qiymətinə təsir etməsinə görə iki yerə bölünürlər:

- 1.Artırıcı-təşkiledici ölçülər
- 2.Əskildici – təşkiledici ölçülər.



Şəkil 10.2 **Xətti paralel ölçü zənciri**

Şəkildə göstərilən ölçü zəncirində A_{Δ} ölçüsü qapayıcı ölçü, A_1 - ölçüsü artırıcı – təşkiledici ölçü. A_2, A_3 ölçüsü isə əskildici – təşkiledici ölçüdür.

Ölçü zəncirinin hesabı zamanı qarşıya iki məsələ çıxır:

1.Düz məsələ - qapayıcı ölçünün verilmiş nominal ölçüsü, hədd meyillənmələri və müsaidesinə nəzərən təşkiledici ölçülərin müsaidelərinin optimal qiymətləri təyin edilir.

2.Əks məsələ - təşkiledici ölçülərin nominal ölçüləri, hədd meyillənmələri və müsaide sahələrinə nəzərən qapayıcı ölçünün nominal ölçüsü, hədd meyillənmələri və müsaide sahəsi təyin edilir.

Əks məsələ yoxlama xarakteri daşıyır.

Hər iki məsələ tam qarşılıqlı əvəzlənmə şəraitində iki metodla həll edilə bilər:

1. Maksimum və minimuma hesablama metodu

2. Nəzəri – ehtimal metodu.

Yığıma texnoloji prosesi istehsal prosesinin son mərhələsidir. Məmulun tərkibinə daxil olan hissələrin birləşdirilməsi və yerləşdirilməsi kimi prosesi yerinə yetirilir. Yığmanın əmək tutumu məmulun hazırlanmasına sərf olunan əmək tutumunun 25 - 35 % -ni təşkil edir. Fərdi və az seriyalı istehsalda bu rəqəm 40-50 %-ə çatır.

Yığıma texnoloji proseslərini layihələndirmək üçün ilkin verilənlər olmalıdır:

- 1.Məmulun yığıma cizgisi
2. Məmulun qəbuluna verilən texniki şərtlər
- 3.İstehsal proqramı
- 4.Texniki sənədlər tərtib edilir

Yığım cizgisində bütün lazım olan proyeksiyalar, görünüşlər və kəsiklər verilməlidir. Cizgilərdə yığıma zamanı alınması ölçülər, birləşmələrdəki gərilmə və ara boşluqları, məmulun kütləsi, xüsusi texnoloji göstəriciləri, məmulun elementlərinin siyahısı verilməlidir.

Məmulun konstruksiyası texnolojik baxımından araşdırılmalıdır.

Texniki tələblərdə yığmanın dəqiqliyi, birləşmələrin tələb olunan keyfiyyəti və kipliyi, yiv birləşmələrinin bərkidilmə momentləri və bu momentlərin yol verilən meyllənmələri, birləşmələrdəki ara boşluqları və gərilmələr, fırlanan hissələrin tarazlığının tələb olunan dəqiqliyi və s. haqqında məlumat olmalıdır.

Yığmanın iki təşkilat forması tətbiq olunur:

1.Hərəkətli

2.Hərəkətsiz

Hərəkətli yığmada məmul və ya maşın ardıcıl olaraq bir neçə iş yerindən - əməliyyatından keçərək tədricən yığılır.

Hərəkətsiz yığmada maşının bütün yığılma prosesi bir iş yerində yerinə yetirilir.

İşçi yerlərin yüklənmə əmsalları

$$K = \frac{t_{\text{əm}}}{t P} \quad 10.1$$

olur. Burada $t_{\text{əm}}$ -əməliyyat vaxtı

t - buraxılış tempi

P - əməliyyatın eyni zamanda yerinə yetirildiyi işçi yerlərin sayıdır

$K = 0,9.. ..1.00$ qəbul etməyə icazə verilir

Aşağıdakı hallarda hərəkətsiz yığma tətbiq olunur:

- 1.Maşının ilk sınaq nüsxələrini hazırlayanda
- 2.Maşının yığma prosesini konstruktiv - texnoloji baxımdan ayrı-ayrı əməliyyatlara bölmək mümkün və ya əlverişli olmayanda
- 3.Çox böyük və ağır maşınların yığılmasında
- 4.Çox kiçik buraxılış miqdarında

Yığma üsulun seçilməsi qapayıcı bəndin tələb olunan dəqiqliyindən, zəncirdə bəndlərin sayından, konstruksiyanın xüsusiyyətindən və məmulun buraxılış miqdarından asılıdır.

Yığma cizgisi texnoloq tərəfindən öyrənilməli, ölçü analizi yerinə yetirilməlidir.

Konstruktor yığma cizgisini tərtib edərkən yığma üsulunu da təyin edir.

Texnoloq konstruktorun qəbul etdiyi yığma üsulunun mümkünlüyü və səmərəliliyini bir daha yoxlamalı və təsdiq etməlidir.

Yığma sxemləri müxtəlif olur.

Baza hissəyə -yığma vahidinə görə tərtib olunan yığma sxemləri daha geniş yayılmışdır.

Baza hissəyə görə yığma sxeminin əsas üstünlüyü yığma prosesinin ardıcılığı və strukturu haqqında ətraflı məlumat verə bilməsindədir.

Bu sxemlərdə məmulun hər bir elementi bir düzbucaq şəklində göstərilir.

Düzbucaqlın yuxarı hissəsində

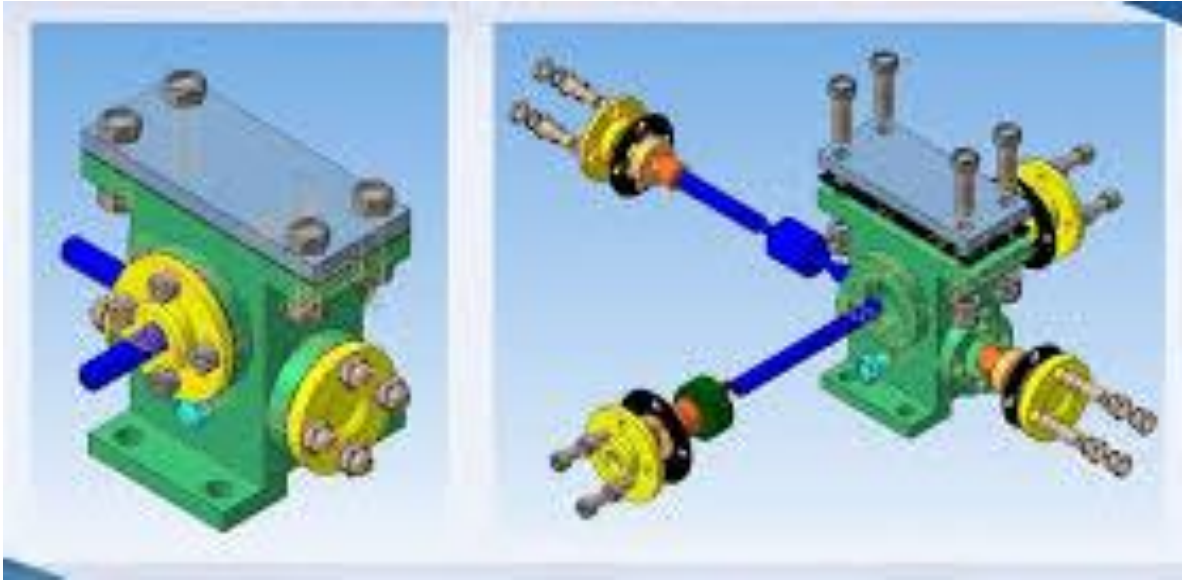
elementin adı- **Xüsusi şayba**,

aşağıda sağ tərəfdə onun cizgi nömrəsi - **8**,

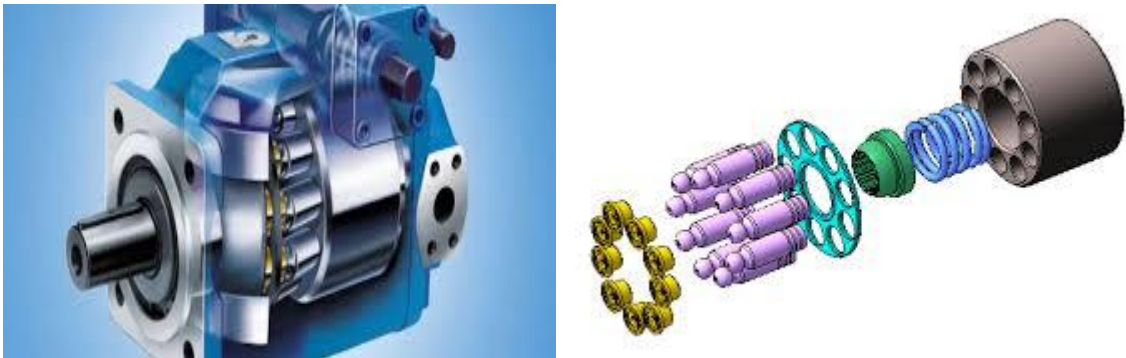
sol tərəfdə isə elementin bu birləşmədəki sayı -**24** ədəd göstərilir.

Xüsusi şayba	
8	24

Hal-hazırda mövcud şəraitdə sökməyə və həm də yığmağa istifadəsi mümkün olan istənilən avadanlıq(şək.10.3) - reduktor, istənilən markalı nasoslar və sairə, çilingər alətləri – xüsusi açarlar, kəlbətin, tutaqaclar, xüsusi tərtibatlar, təmizləyici və yağlayıcı maddələr, ölçü xətkəşi, ştangenpərgar, mikrometr və ölçü tavacıqları daxildir.



3D modelli Sonsuz vint reduktoru



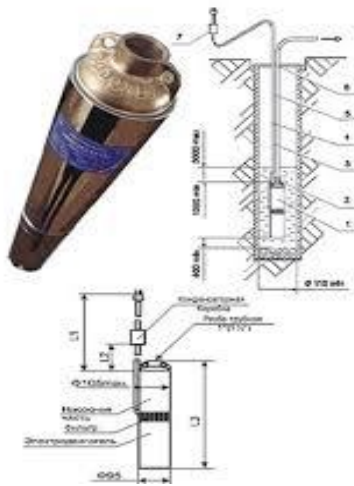
Aksial porşenli nasos



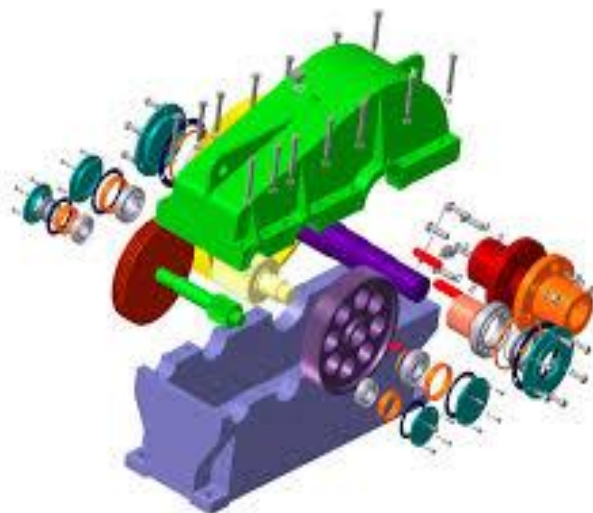
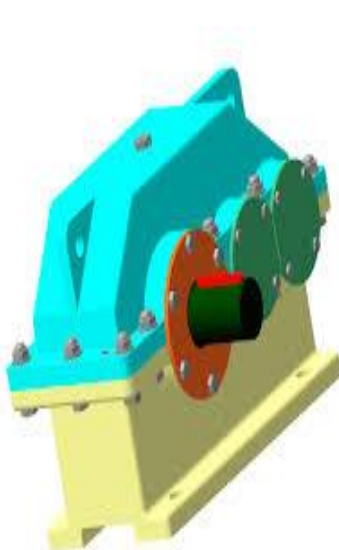
3D tipli yağ nasosu



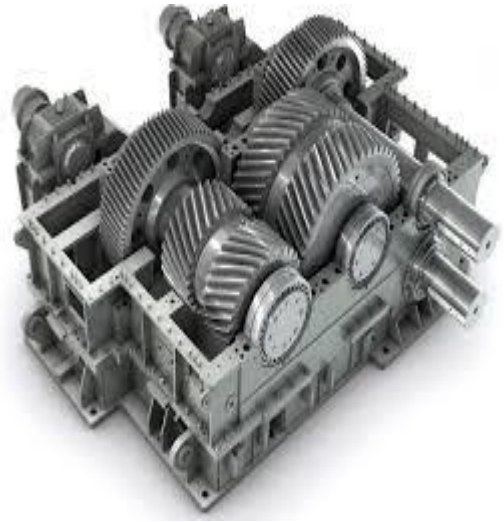
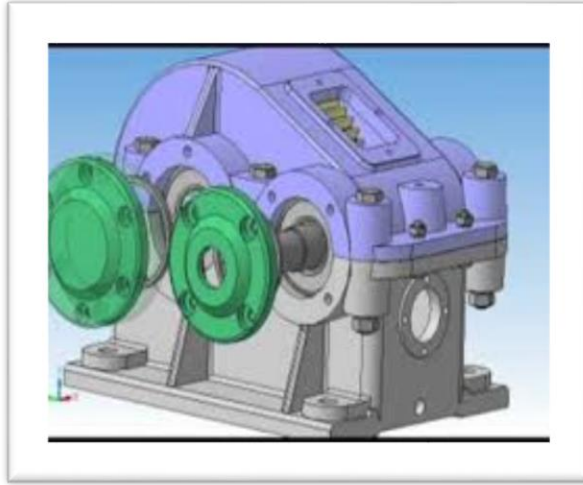
Birpilləli Reduktor



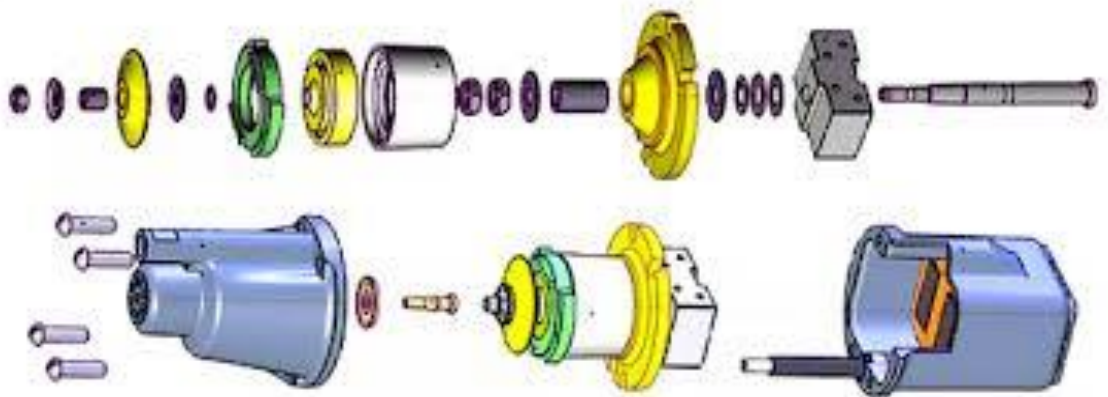
Quyudaxili nasoslar



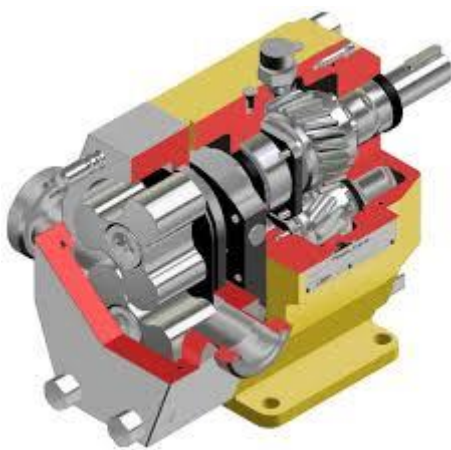
Çoxpilləli reduktor



Reduktor



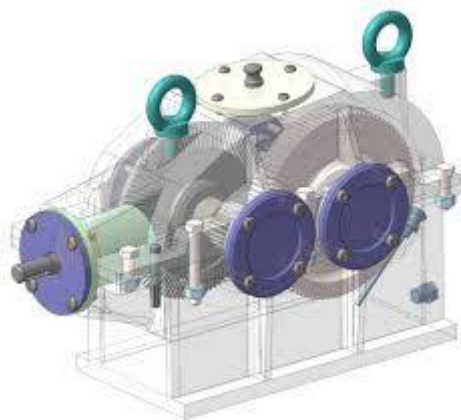
RUÇEYOK modelli nasos



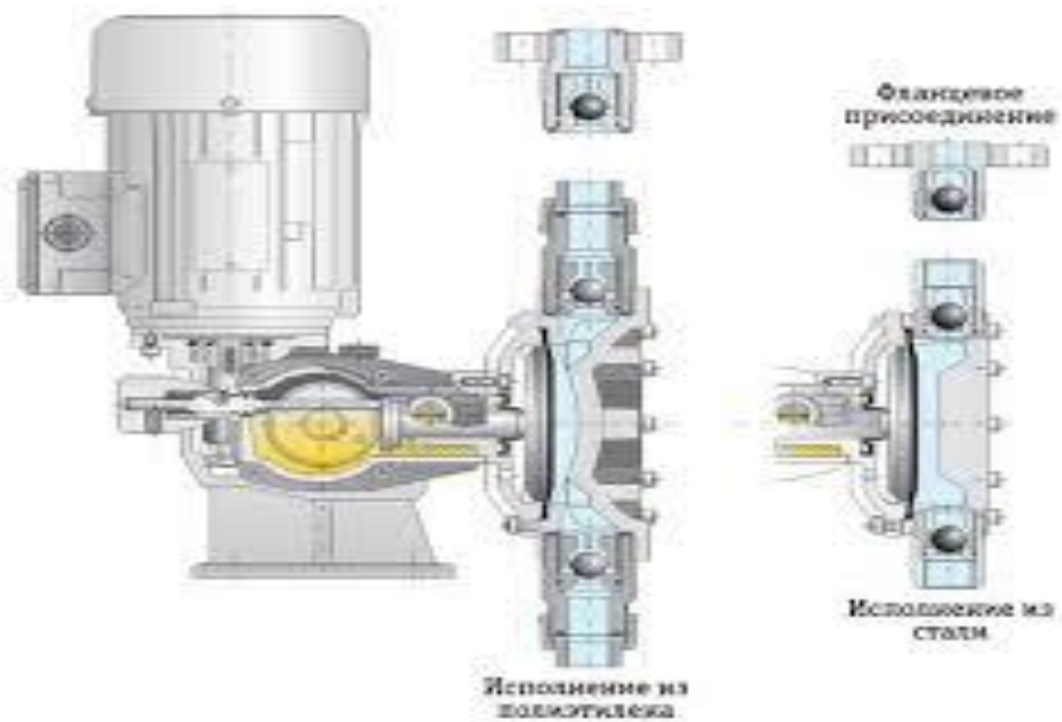
Dişli çarxlı nasos



Mərkəzdənqaçma nasosu



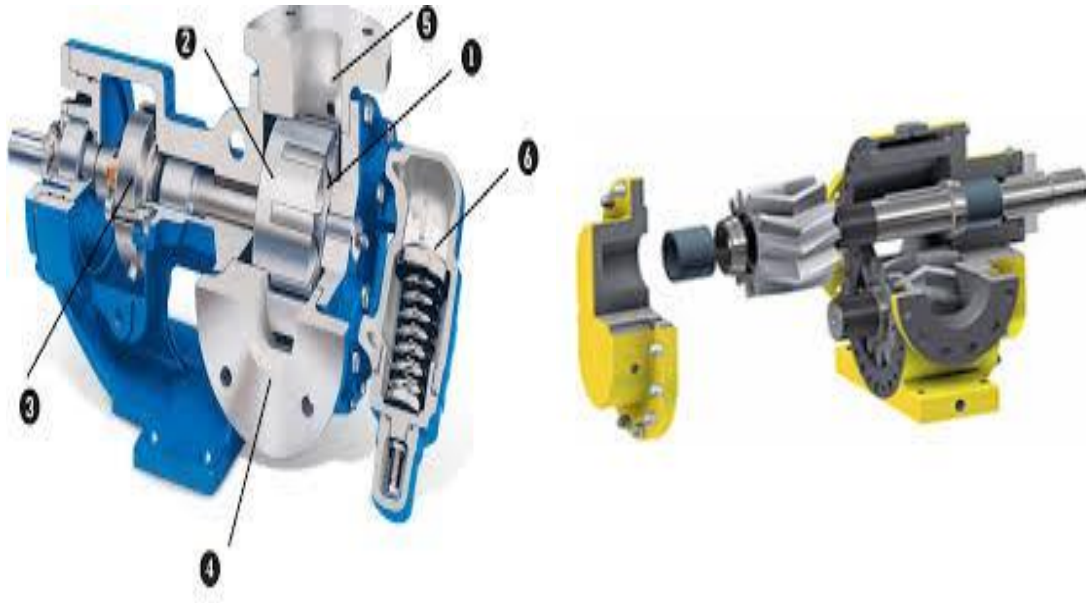
Reduktor



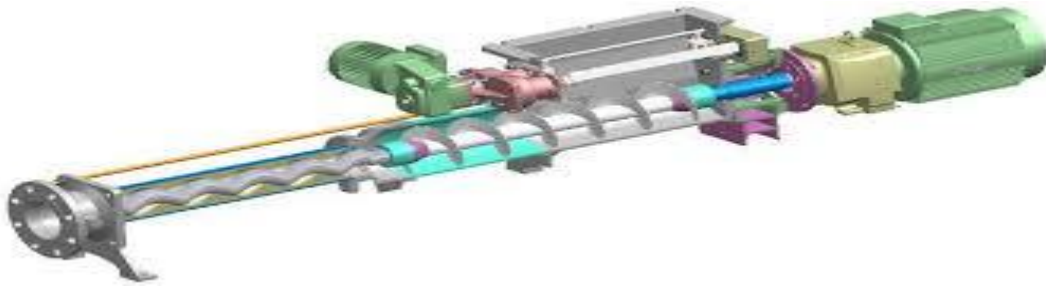
Plunjerli nasos



Aksial porşenli nasos



Dişli çarxlı nasos



Sonsuz vint nasosu



İHC nasosu

Şəkil 10.3

**Sökməyə və həm də yığmağa istifadəsi
mümkün olan avadanlıqlar**

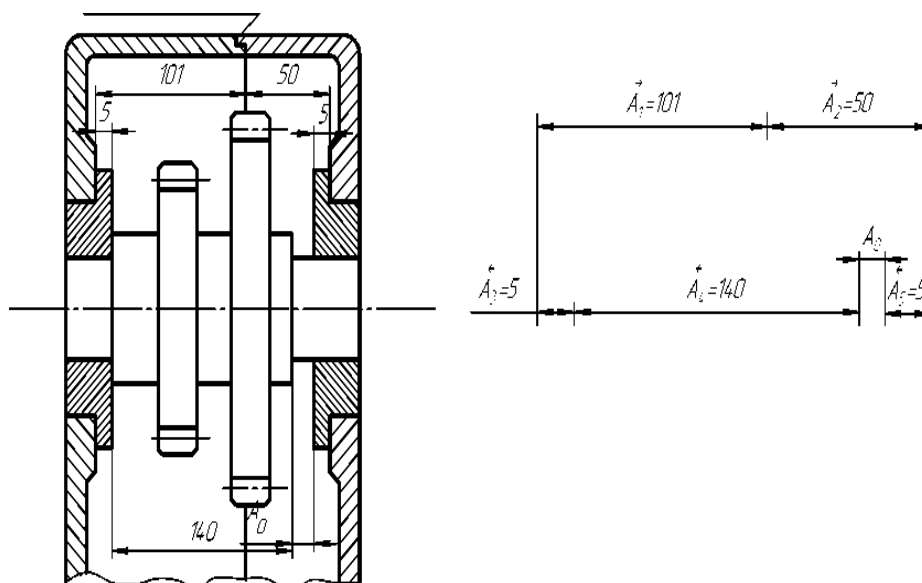
Verilən işi yerinə yetirilərkən mümkün şəraitdə mövcud avadanlıqdan istifadə edilir. Mövcud avadanlığı çilingər alətlərindən , təmizləyici və yağlayıcı maddələr istifadə edilərək ilkin mərhələdə texnoloji ardıcılıqla sökülür(şək.10.4).



Şəkil 10.4

Texnoloji ardıcılıqla sökmə

Yığılan avadanlığın texniki şərtləri ilə tanış olaraq cizgisini tərtib etməli. Nominal ölçüləri xətkəş, mikrometr və ya ştangenpərgar vasitəsi ilə təyin etməli və uyğun olaraq ölçü zəncirinin (şək.10.5) elementlərini tapmalı.



Şəkil 10.5 Ölçü zəncirinin elementləri

Qapayıcı bəndin hədd ölçüləri:

$$A_{0\max} = 1,75 \text{ mm}; A_{0\min} = 1,0 \text{ mm}$$

Qapayıcı bəndin nominal ölçüsü:

$$A_0 = (101 + 50) - (5 + 140 + 5) = 1,0 \text{ mm}$$

Qapayıcı bəndin nominal ölçüsü ən kiçik hədd ölçüsü ilə üst – üstə düşür və bu halda:

$$A_0 = 1^{+0,75} \text{ və } TA_0 = 0,75 \text{ mm}$$

Bütün ölçülərin müsaidəsini **ГОСТ 25347- 2000** cədvəlindən seçirik.

Ölçü zəncirinin müsaidəsinin orta qiyməti:

$$a_{or} = 750 / 2,17 + 1,56 + 0,73 + 0,73 + 2,52 \approx 97$$

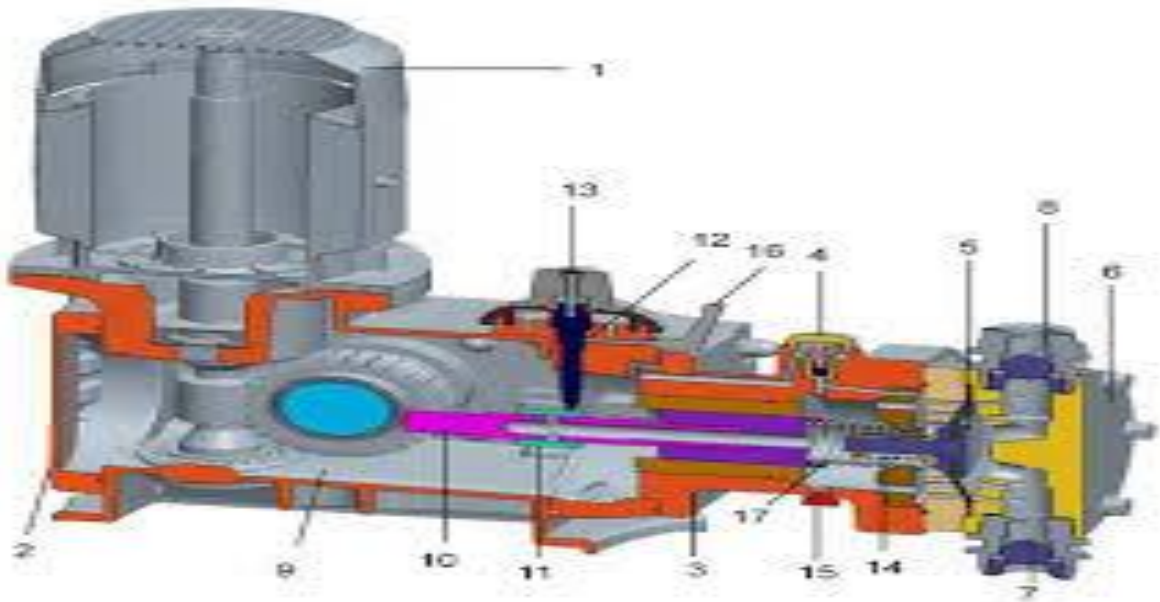
alınır.

10 –cu dəqiqlik kvliteti üçün **a = 64**, **11** –ci dəqiqlik kvliteti üçün isə

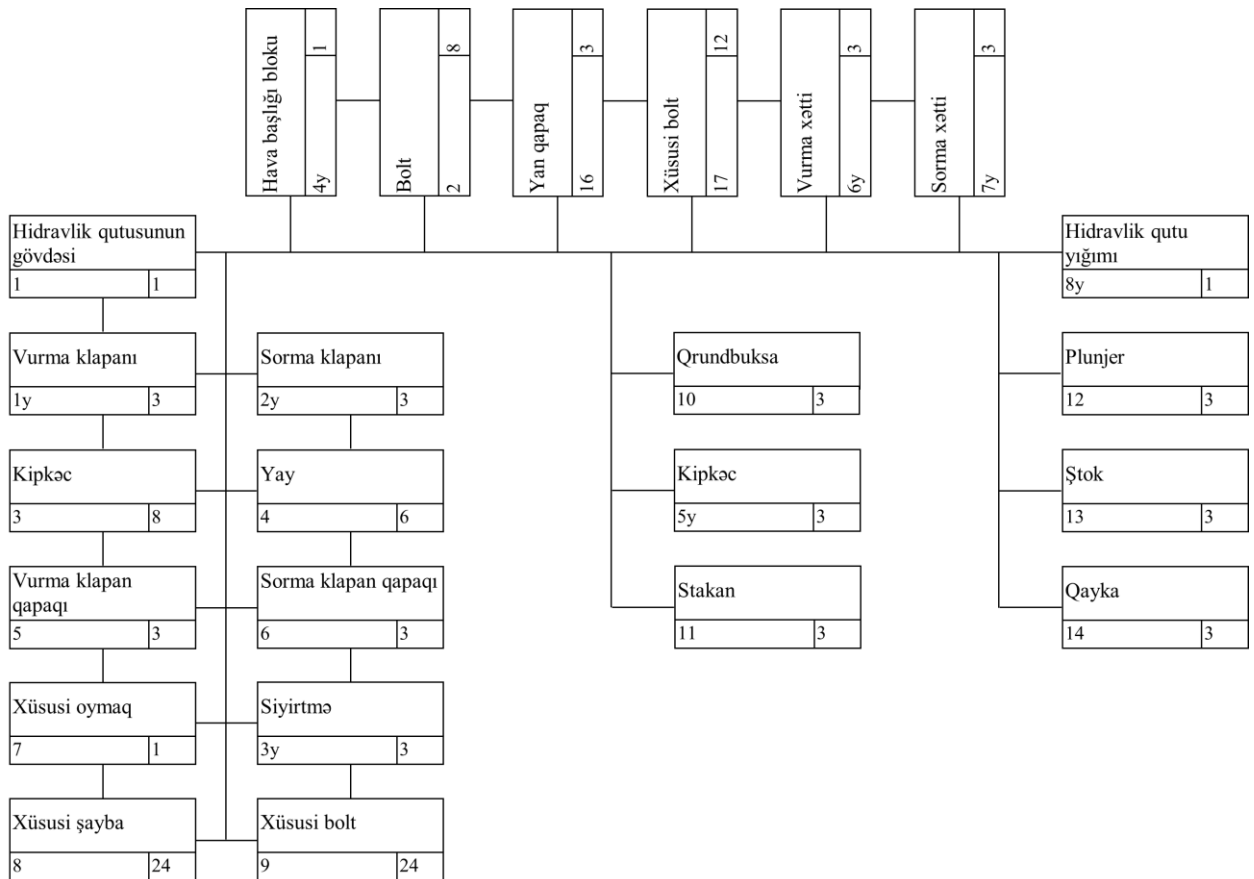
a = 100.

Belə nəticəyə gəlirik ki ölçü zəncirinin orta qiyməti 11-ci kvalitetə daha yaxındır. Bu nöqteyi nəzərdən ölçü zəncirinin bütün yerdə qalan qiymətlərini 11-ci dəqiqlik kvaliteti üzrə seçməliyik.

Bir ölçü zənciri üçün tərpənməz tənzimləyicinin ölçülərini hesablamalı. . Hesabatın nəticələrinə görə lazım olan tənzimləyicilər dəstini seçməli. Tənzimləyiciləri yerləşdirənədək gövdə və qapaq arasında olan ara məsafəsinə ölçməli. Tənzimləyicilərin dəstindən lazım olan tənzimləyicini seçməli və yığım prosesini başa çatdırmalı. Laboratoriya şəraitində istifadə edilən avadanlığın yığma cizgisini və analogi olaraq yığma texnologiyasının sxemini tərtib etməli Biz nümunə kimi **Üç plunjerli** nasosun həm cizgisini və həm də texnoloji yığma sxeminin tərtibini nəzərdən keçirək. Avadanlığın həm sökülməsində həm də yığılmasında xüsusi tərtibatlardan istifadə olunur.



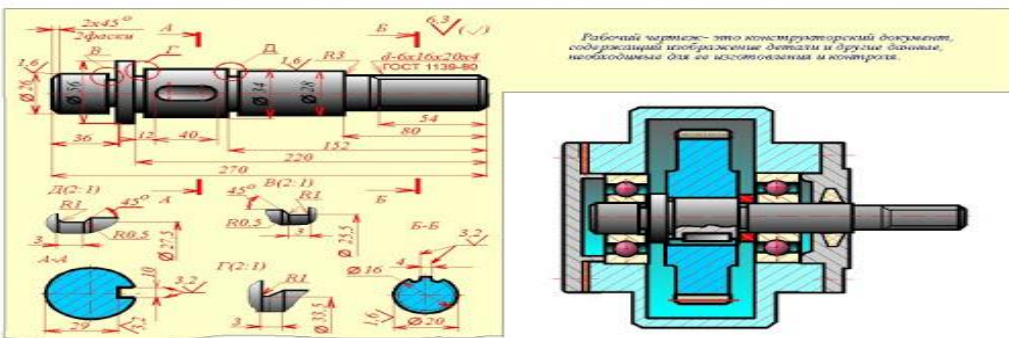
Bütöv Üç plunjerli və bir düyünün yığılması üçün texnoloji yığım sxemini tərtib etsək:



olacaq.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı:

- 1.Laboratoriya şəraitində yığılan avadanlığın cizgisi və texniki şərtləri ilə tanış olmalı.
- 2.Ölçü zəncirinin elementlərini tapmalı. Bir ölçü zənciri üçün tərpənməz tənzimləyicinin ölçülərini hesablamalı və qurmalı.
- 3.Bütöv avadanlığın və bir düyünün yığılması üçün texnoloji yığım sxemini tərtib etməli.
- 4.Texnoloji sxemə görə avadanlığı yığmalı.
5. Nəticəni DÜİST 3675- 2000 də verilmiş normalarla müqayisə etməli.
6. Müəllimin tapşırığına əsasən hesabatı tərtib etməli və cədvəldə yerləşdirməli.

Tapşırıq:ölçüləri ölçmək		Ölçülən hissələrin (detalın) eskizi						
Hissə №								
 Рабочий чертёж – это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.								
Ölçmənin nəticəsi, mm								
Sıra №-si	Ölçən alətin adı	Oxa perpendikulyar kəsiklər						Yararlı olması haqqında rəy
		I		II		III		
		İstiqamətlər						
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	
1								
2								
3								
4								
5								
İşləmə tarixi					İşin təhvil tarixi			
Tələbənin imzası					Müəllimin imzası			

Yoxlama sualları:

1. Ölçü zənciri nəyə deyilir. Növləri və tətbiqi sahələri?
2. İstifadə olunan çilingər və ölçü alətləri, iş prinsipi, ölçü şkalası?
3. Yığma texnologiyası nədir və onun növləri ?
4. Yığma texnologiyasının sxemi və necə tərtib olunur?
5. Birləşmədə məsafələrin tənzimlənməsi nə üçün lazımdır?
6. Avadanlığın yığma prosesinin düzgünlüyünün yoxlanılması?

ТЕМА № 10
СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СБОРКИ
И СБОРОЧНОЙ СХЕМЫ ИЗДЕЛИЯ

Задача:

1. Разделить оборудования на сборочные единицы и детали до сборки.
2. Составить технологическую схему разборки и сборки изделия.

Цель работы:

Изучение составления технологической сборки и сборочной схемы изделия. Приобретение навыков технологической разборки и сборки изделия. Применение размерной цепи в процессе сборки.

Средства измерения и измеряемые объекты для выполнения работы:

Изделия, слесарные ключи – специальные ключи, отвертки, плоскогубцы, держатели, специальные приспособления, смазочно и очистительные жидкости, измерительные линейки, штангенциркули, гладкие микрометры, плоскопараллельные концевые меры и измеряемые детали.

Правила выполнения работы:

1. Ознакомление рабочим чертежом и техническими условиями сборочного изделия.
2. Определить элементы размерной цепи .
3. Составить технологическую сборочную схему для всего изделия , сборочных единиц и деталей.
4. Провести сборку по технологической схеме для всего изделия.
5. Сравнивать выводы по нормативам ГОСТ 3675 .
6. Составить расчет.

Теоретические сведения:

Размерной цепью(рис.10.1) называют совокупность геометрических

размеров, расположенных по замкнутому контуру и определяющих взаимное расположение деталей и их поверхностей. По месту в изделии:

1. Детальная - определяет точность относительного положения поверхностей или осей одной детали.
2. Сборочная - определяет точность относительного положения поверхностей или осей деталей, входящих в сборочную единицу.

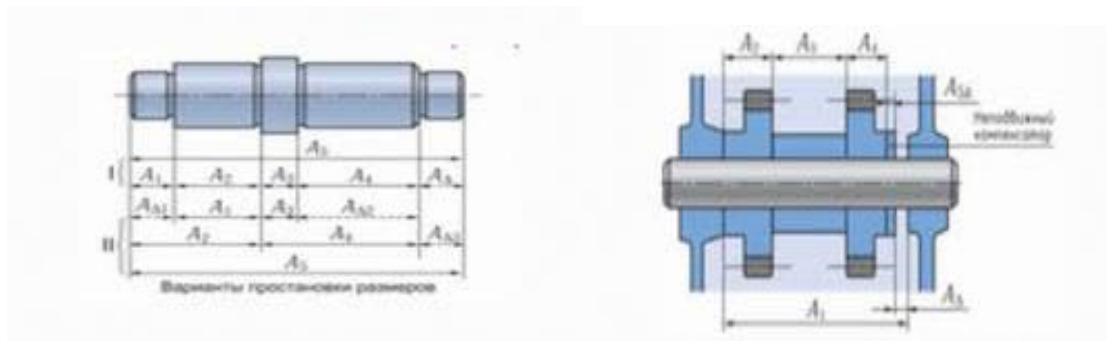


Рисунок 10.1 **Размерная цепь**

Любая размерная цепь имеет одно исходное - замыкающее звено и два или более составляющих звеньев. Исходным называют звено, которое определяет функционирование механизма. Размер этого звена указывают в специальных технических требованиях на сборочных чертежах. Это понятие используется при проектном расчете размерной цепи. Размерная цепь имеет:

1. Замыкающее звено
2. Составляющее звено

В процессе обработки или при сборке изделия исходное звено получается обычно последним, замыкая размерную цепь. Такое звено называется замыкающим. Его величина и допуск зависят от величины и точности всех остальных звеньев (рис.10.2), называемых составляющими. Составляющие звенья бывают:

1. Увеличивающими
2. Уменьшающими

Составляющие звенья, при увеличении которых увеличивается замыкающее звено, называют увеличивающими. При увеличении которых, замыкающее звено уменьшается, называется уменьшающими

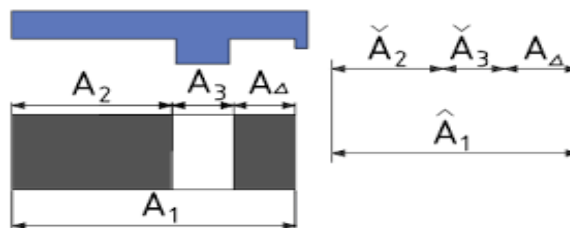


Рисунок 10.2 Составляющие звенья

Указанном рисунке Размерная цепь имеет одно исходное A_4 замыкающее звено и два - A_2, A_3 уменьшающими и A_1 увеличивающим составляющих звеньев.

При расчете размерных цепей могут решаться две задачи:

1. Прямая задача - Определение допуска и предельных отклонений составляющих размеров по заданным номинальным размерам всех звеньев цепи и заданным предельным размерам исходного замыкающего звена.

2. Обратная задача - Определение номинального размера и допуска замыкающего звена по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям составляющих звеньев.

Во многих случаях обратную задачу называют проверочный расчет.

Достижения заданной точности исходного звена решения размерных цепей производится двумя методами полной взаимозаменяемости :

1.Метод максимума - минимума

2.Теоретико-вероятностный метод

Сборочный технологический процесс является конечным производственного процесса. Сборочный процесс составляет 25 - 35 % трудоемкости общего производства. При штучных и мелкосерийных производствах достигает около 40-50 %-ов.

Для проектирования сборочно технологического процесса должно быть

первоначальные данные:

- 1.Сборочный чертеж изделия
- 2.Техническое требование приема изделия
- 3.Программа производства
- 4.Составление технических документов

При сборочном чертеже изделия должно быть дано все проекции, виды и разрезы . На чертеже должно быть дано сборочные размеры, зазор и натяг соединения, масса изделия, особые технологические показатели и список элементов изделия.

Надо рассмотреть изделия из конструкционной стороны. Обязательно в технических условиях должно быть сведения о точности сборки, качество и герметичность соединений, моменты, точности вращающихся деталей.

Классификация видов соединений по подвижности объекта сборки:

- 1.Подвижное
2. Неподвижное (стационарная)

При подвижном процессе сборки технологическая операция выполняется последовательно с непрерывным перемещением или с периодическим перемещениями.

При неподвижном процессе сборки вся технологическая операция выполняется на одном рабочем месте и в некоторых случаях его называют стационарная.

Коэффициент Трудоемкости рабочего места

$$K = \frac{t_{np}}{tP} \quad 10.1$$

будет равно. Где t_{np} - операционное время

t – темп выпуска; P – число рабочих мест

$K = 0,9..1.00$ в основном принимают.

В последующих процессах применяется неподвижная сборка:

1. При испытаниях единичных экземпляров машин
2. При сборке не разделяемых конструктивно – технологических процессах машин
3. При сборке габаритных и массовых машин
4. При штучных и мелкосерийных выпусках

Выбор метода сборки зависит от точности размерной цепи, количество звеньев, конструкционных спецификации и число выпуска продукции.

Чертеж сборочной технологии должно анализирован и изучен со стороны технолога. При составлении сборочного чертежа конструктор должен определить вид сборки. А технолог должен проверить и обследовать возможности принятого способа сборки со стороны конструктора и утвердить. Сборочные схемы по конструкции разные. Более распространены сборочные схемы на основе базовой детали - сборочной единицы. Основное преимущество схемы сборки базовой детали заключается в том, что она может предоставить подробную информацию о последовательности и структуре процесса сборки. На этих схемах каждый элемент продукта показан в виде прямоугольника.

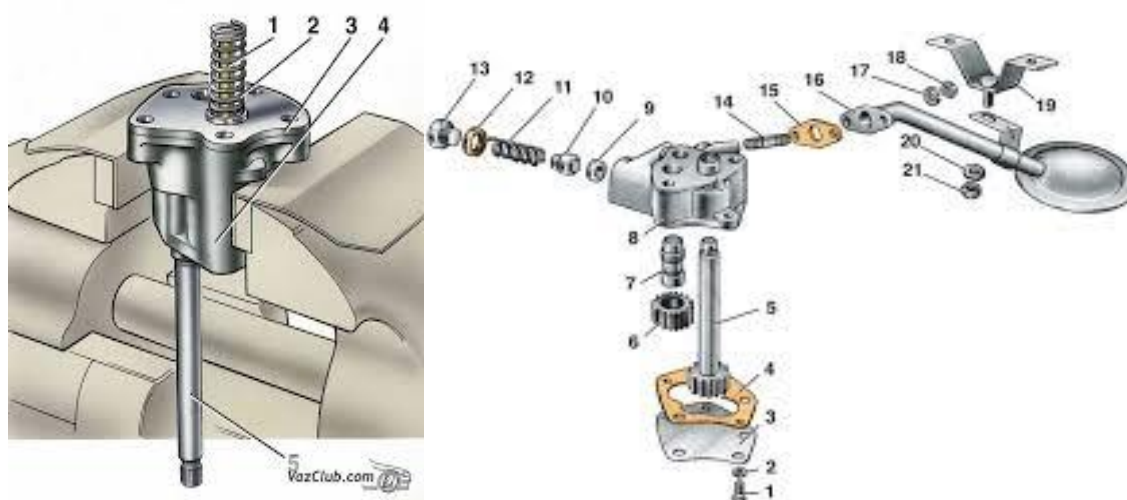
В верхней части прямоугольника :название элемента - **Специальная шайба**, в правом нижнем - номер в чертеже - **8**, а слева – число этой детали в сборке- **24** штук.

Специальная шайба	
8	24

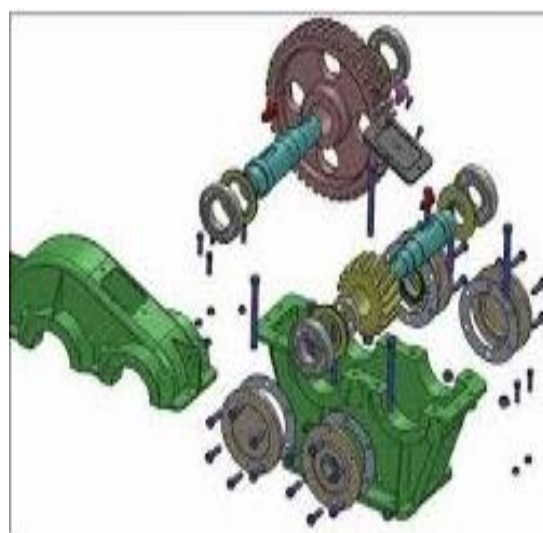
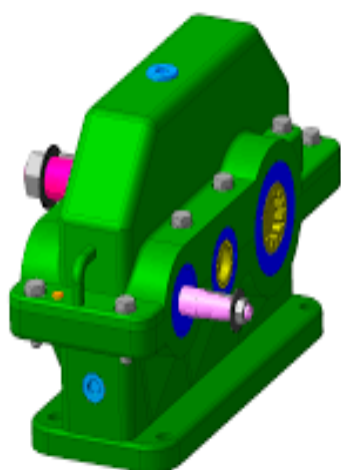
В данный момент которое можно использовать любое оборудование, (рис.10.3) для разборки и сборки в данных условиях - редукторы, насосы любых марок и т. д.. Слесарный инструмент - специальные ключи, отвертки, плоскогубцы, держатели, специальные приспособления, чистящие и смазочные материалы, измерительная линейка, штангенциркуль, гладкие микрометры, плоскопараллельные концевые меры .



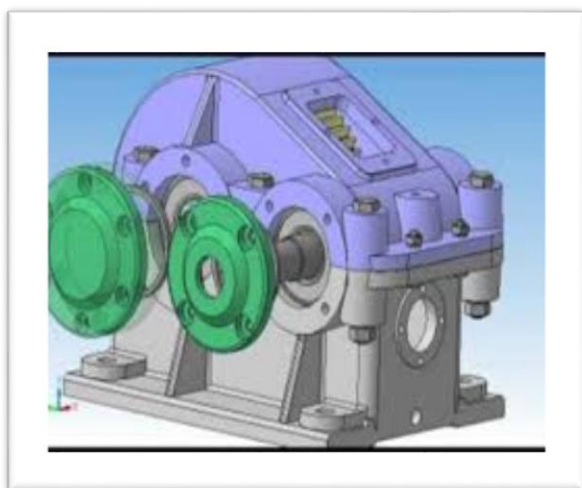
Схема соединения Скваженного насоса с Реле



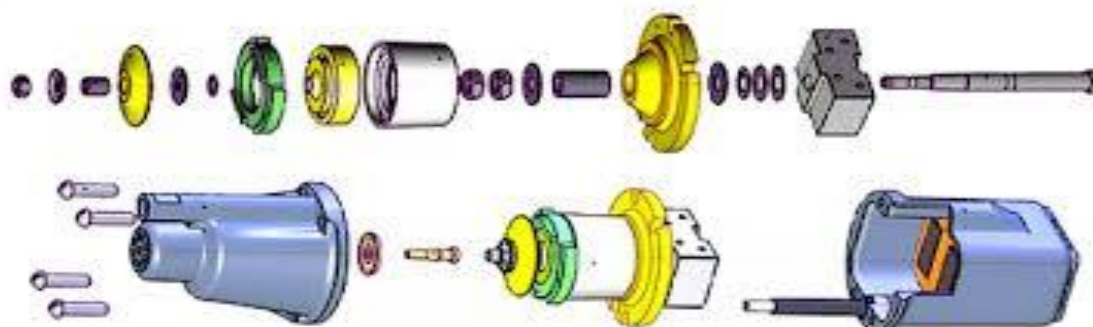
Масляные насосы



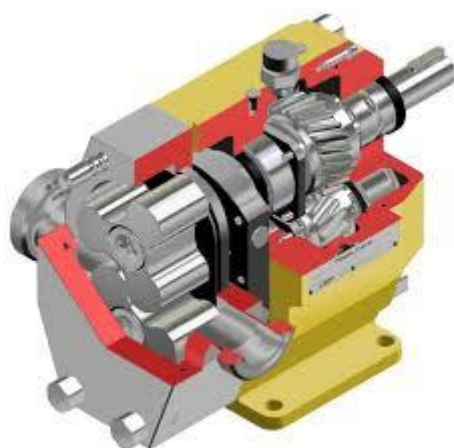
Двухступенчатый редуктор



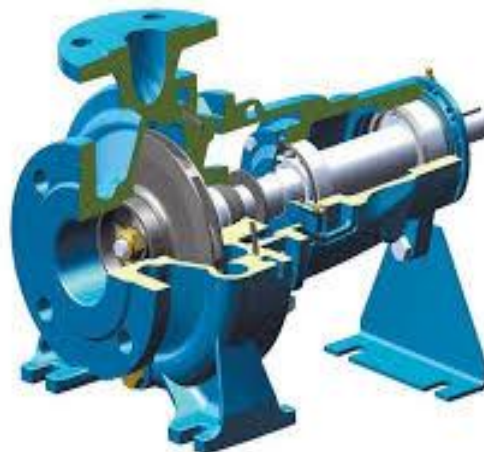
Редуктор



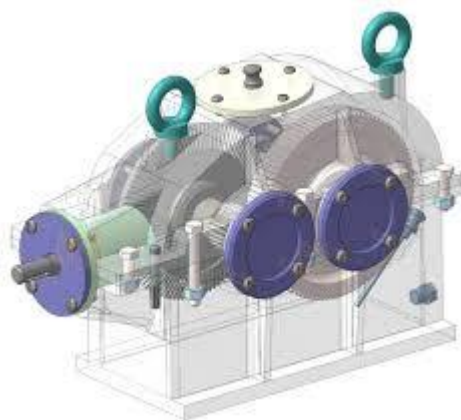
Насос модели РУЧЕЙОК



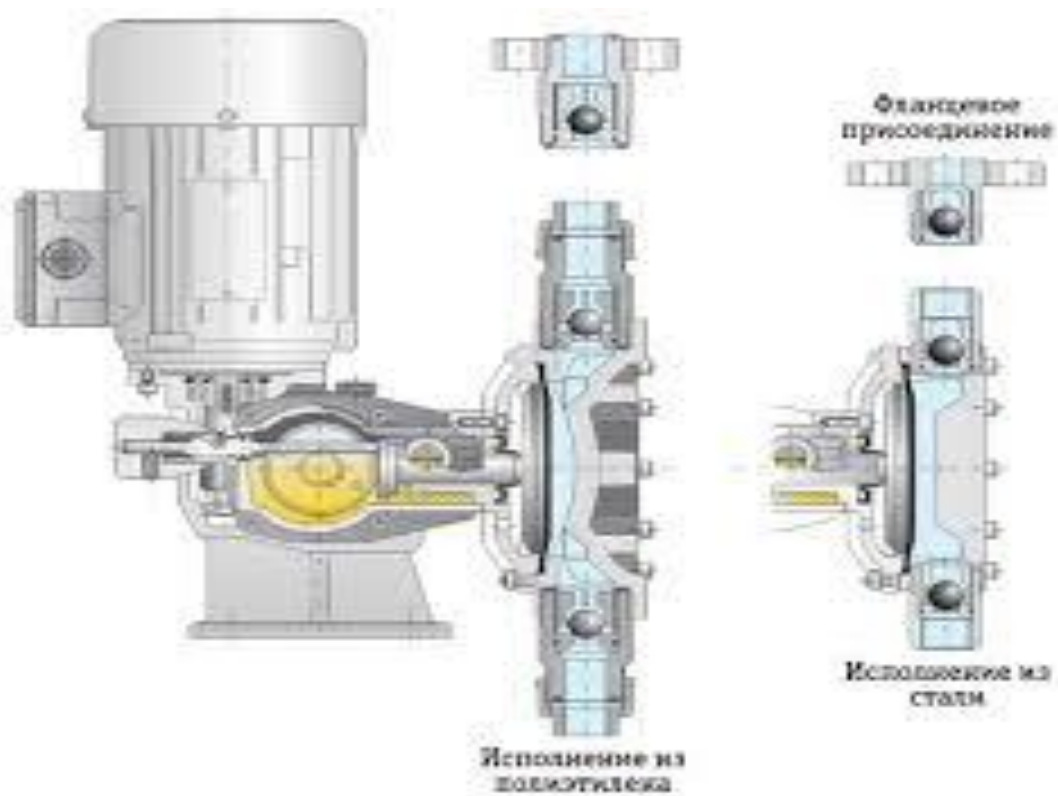
Шестеренные насосы



Центробежные насосы



Редуктор



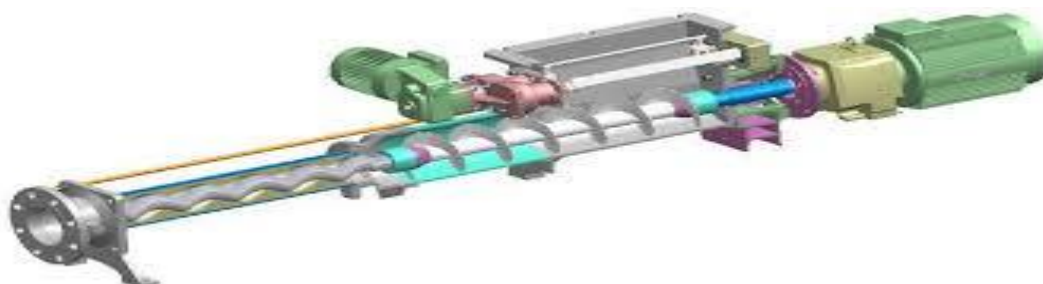
Плунжерные насосы



Аксиально поршневой насос



Шестеренный насос



Устройство Шнекового насоса



Насос типа ЦНС

Рисунок 10.3

**Оборудование для разборки и сборки
в данных условиях**

При выполнении данных работ используется существующее оборудование. Существующее оборудование на начальном этапе разбирается по технологической последовательности использованием слесарного инструмента(рис.10.4), при помощи чистящих и смазочных материалов.

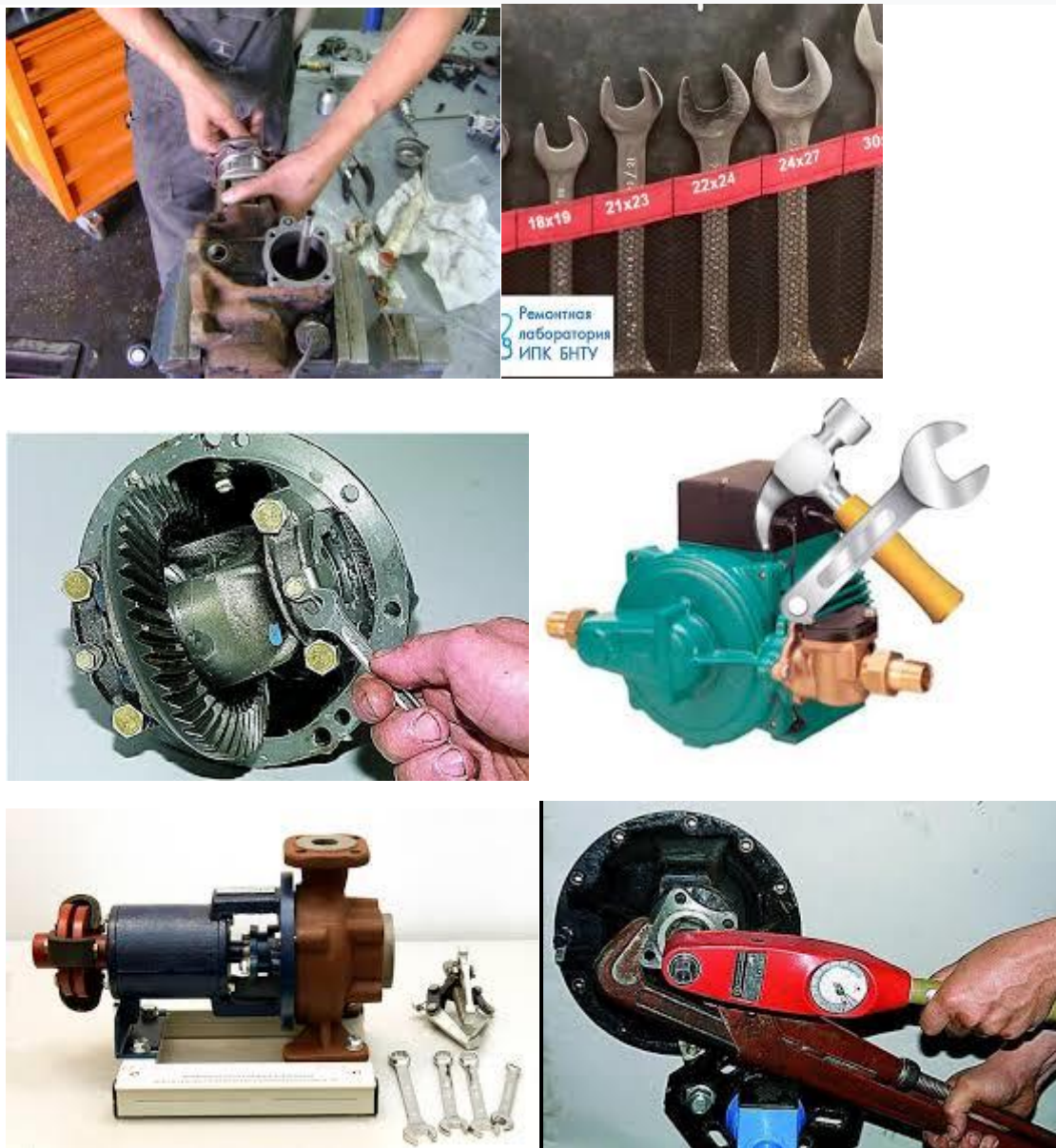


Рисунок 10.4 Разборка по технологической последовательности

Составить чертеж относительно технического требования сборочного оборудования. Определите номинальные размеры с помощью линейки, микрометра или штангенциркуля и соответствующим образом расположить элементы(рис.10.5) измерительной цепи.

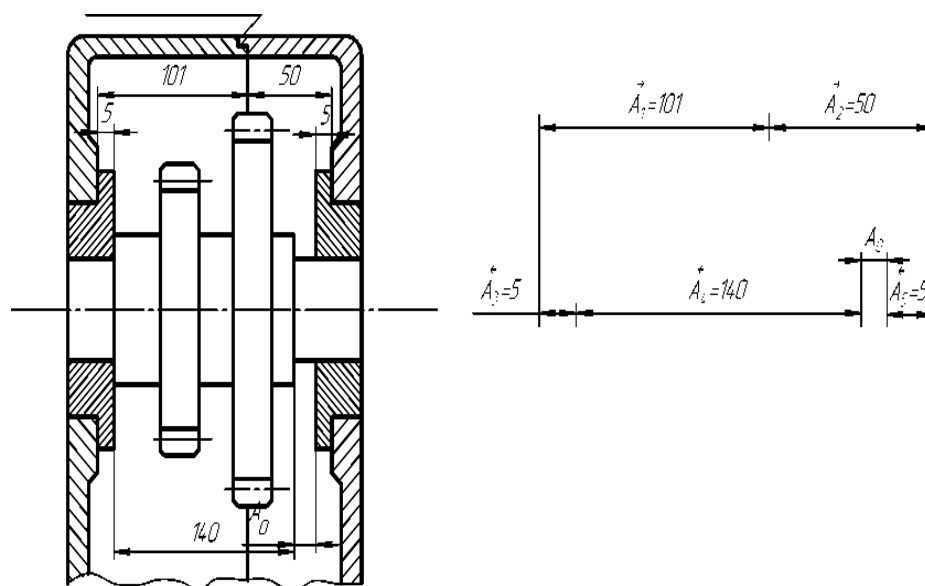


Рисунок 10.5 Элементы измерительной цепи

Предельные размеры замыкающей звено:

$$A_{0\max} = 1,75 \text{ мм}; A_{0\min} = 1,0 \text{ мм}$$

Номинальный размер замыкающей звено:

$$A_0 = (101 + 50) - (5 + 14.0 + 5) = 1,0 \text{ мм}$$

Номинальный размер замыкающей звено совпадает с наименьшим предельным размером и в этом случае:

$$A_0 = 1^{+0,75} \text{ в } TA_0 = 0,75 \text{ мм}$$

Допуски всех размеров соответственно выбираем по ГОСТ 25347- 2000

Средний допуск размерной цепи:

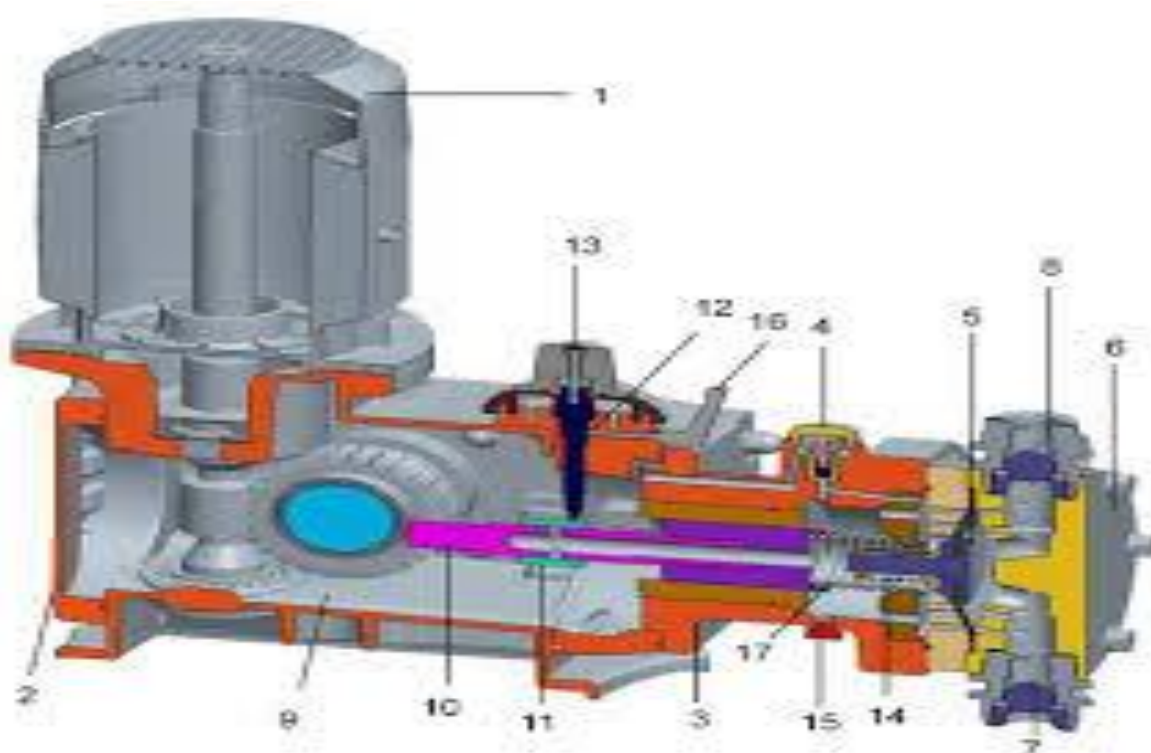
$$a_{cp} = 750 / (2,17 + 1,56 + 0,73 + 0,73 + 2,52) \approx 97$$

получаем.

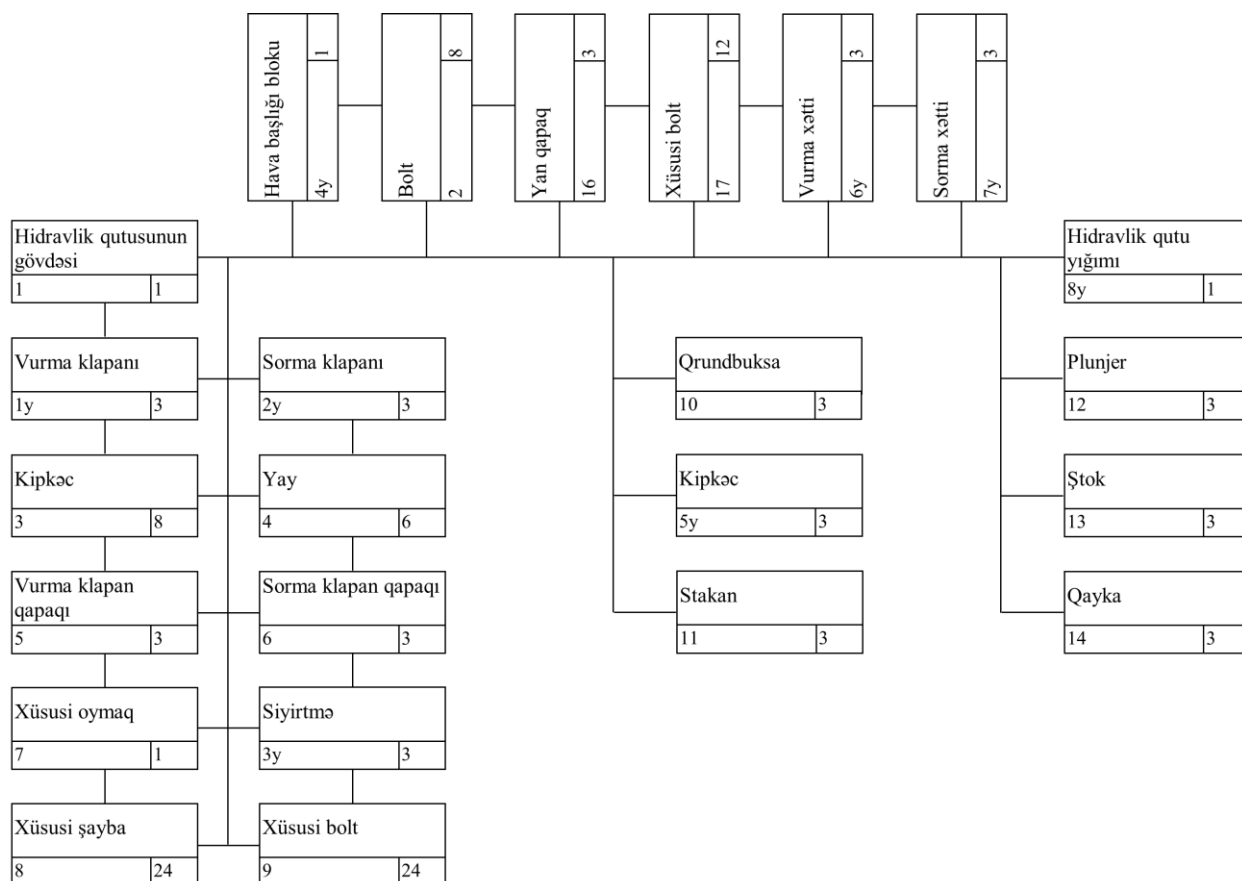
По 10 –му качеству точности $a = 64$, по 11 – му качеству точности $a = 100$. Относительно к этому выводим что средний допуск размерной цепи ближе 11 – му качеству точности . С той точки зрения для всех размеров размерной цепи принимаем допуск 11 – му качеству точности.

Сборочный процесс охватывает механическую сборку деталей, сборку и монтаж их пайкой, наладку и регулировку, а также контрольные

проверочные операции. В данных условиях составить сборочный чертеж и аналогично схему сборочной технологии используемого оборудования. Как примеры мы рассмотрим сборочный чертеж и схему сборочной технологии трех плунжерного насоса. При разборке и сборке оборудования используется специальные приспособления.



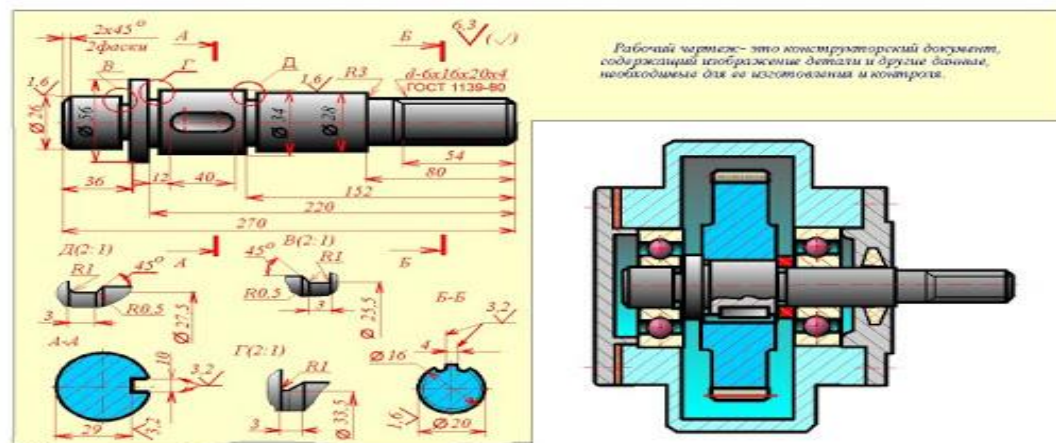
Составим сборочную схему для общего и одной сборочной единицы трех плунжерного насоса:



получим.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с конструкцией и техническими условиями сборочного оборудования в лаборатории.
2. Найти элементы размерной цепи. Рассчитать и установить габаритные регулирующие размеры размерной цепи.
3. Разработать технологическую схему сборки для сборки всего оборудования и одного узла.
4. Собрать оборудование по технологической схеме.
5. Сравнить результаты с нормативами приведенными по ГОСТ-у3675-2000.
6. Подготовьте отчет в соответствии с инструкциями учителя и поместите его в таблицу.

Задача:измерение размер				Ескиз				
 Рабочий чертеж – это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.								
Результаты измерений и вычислений, мм								
№	Название инструмента	Разрезы						Заключение о годности
		I		II		III		
		Направления						
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	
1								
2								
3								
4								
Дата выполнения работы				Дата сдачи работы				
Подпись студента				Подпись преподавателя				

Контрольные вопросы:

1. Что такое размерная цепь . Виды и области применения?
2. Используемые слесарные и измерительные инструменты, принцип работы, измерительная шкала?
3. Что такое сборочная технология и ее виды?
4. Схема технологии сборки и его составление?
5. Регулировка расстояний к чему служит?
6. Проверка правильности сборки оборудования?

TOPIC No. 10

COMPOSITION OF TECHNOLOGICAL ASSEMBLY AND ASSEMBLY DIAGRAM OF THE PRODUCT

A task:

1. Divide equipment into assembly units and parts prior to assembly.
2. Draw up a technological scheme for disassembling and assembling the product.

Objective:

Studying the preparation of the technological assembly and the assembly diagram of the product. Acquisition of skills in technological disassembly and assembly of the product. Applying a dimensional chain during assembly.

Measuring instruments and measured objects for performing work:

Products, locksmith wrenches - special wrenches, screwdrivers, pliers, holders, special tools, lubricating and cleaning fluids, measuring rulers, vernier calipers, smooth micrometers, plane-parallel gauge blocks and parts to be measured.

Work rules:

1. Familiarization with the working drawing and technical specifications of the assembly product.
2. Determine the elements of the dimensional chain.
3. Draw up a technological assembly diagram for the entire product, assembly units and parts.
4. Carry out the assembly according to the technological scheme for the entire product.
5. Compare conclusions according to GOST 3675 standards.
6. Make a calculation.

Theoretical information:

A dimensional chain is a set of geometric dimensions located along a closed contour (Fig.10.1) and determining the relative position of parts and their surfaces. By place in the product:

1. Detailed - determines the accuracy of the relative position of surfaces or axes of one part.
2. Assembly - determines the accuracy of the relative position of surfaces or axes of parts included in the assembly unit.

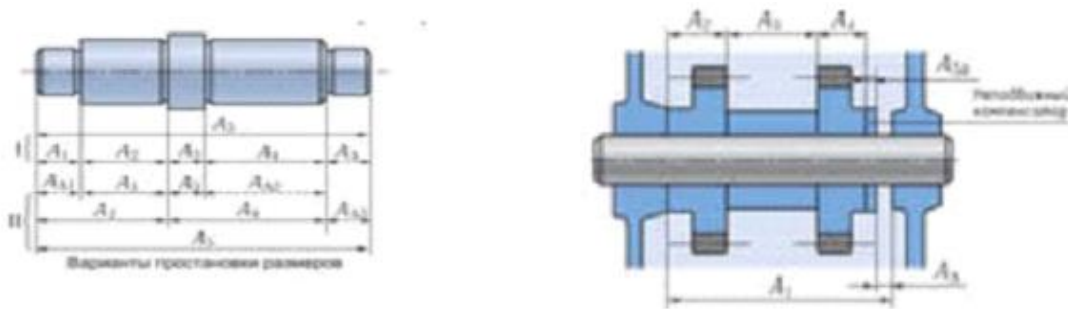


Figure 10.1 Measurement chain

Any dimensional chain has one initial - closing link and two or more constituent links. The link that determines the functioning of the mechanism is called the initial link. The size of this link is indicated in the special specifications on the assembly drawings. This concept is used in the design calculation of the dimensional chain (Fig.10.2). The dimension chain has:

1. Matching link
2. Component link

During processing or when assembling a product, the original link is usually obtained last, closing the dimensional chain. This link is called the closing link. Its magnitude and tolerance depend on the magnitude and accuracy of all other links, called components. The constituent links are:

1. Increasing
2. Reducing

The constituent links, with an increase in which the closing link increases, are called increasing. With an increase in which, the closing link decreases, it is called decreasing.

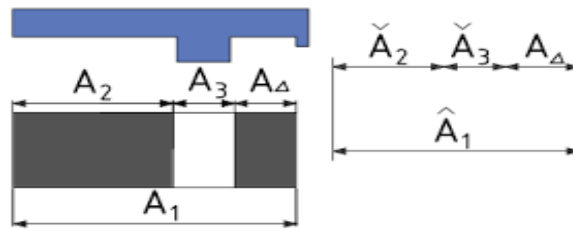


Figure 10.2 **Linear parallel measuring chain**

In the figure, the dimensional chain has one initial A_{Δ} closing link and two - A_2 , A_3 decreasing and A_1 increasing component links.

When calculating dimensional chains, two tasks can be solved:

1. Direct task - Determination of the tolerance and maximum deviations of the constituent dimensions according to the given nominal dimensions of all chain links and the specified maximum dimensions of the original closing link.

2. Inverse problem - Determination of the nominal size and tolerance of the closing link according to the given nominal dimensions and maximum deviations of the constituent links.

In many cases, the inverse problem is called a check calculation.

Achievement of the specified accuracy of the initial link in the solution of dimensional chains is made by two methods of complete interchangeability:

1. Method of maximum - minimum
2. Probability-theoretic method

The assembly process is the end of the manufacturing process. The assembly process accounts for 25 - 35% of the total production labor intensity. With piece and small-scale production, it reaches about 40-50%.

For the design of the assembly technological process, there must be initial data:

1. Manufacturer drawing
2. Product Acceptance Specification
3. Production program
4. Drafting of technical documents

In the assembly drawing of the product, all projections, views and sections should be given. The drawing should contain assembly dimensions, joint clearance and interference, product weight, special technological parameters and a list of product elements.

It is necessary to consider products from the structural side. Necessarily in the technical conditions there must be information about the accuracy of the assembly, the quality and tightness of the joints, the moments, the accuracy of the rotating parts.

Classification of connection types by the mobility of the assembly object:

1. Movable

2. Stationary (stationary)

In a mobile assembly process, the technological operation is performed sequentially with continuous movement or with periodic movements.

With a stationary assembly process, the entire technological operation is performed at one workplace and in some cases it is called stationary.

Labor intensity factor of the workplace

$$K = \frac{t_{np}}{tP} \quad 10.1$$

will be equal.

Where

t_{pr} - operating time;

t - release rate;

P - number of jobs.

$K = 0.9 \dots 1.00$ is generally accepted.

In subsequent processes, a fixed assembly is used:

1. When testing single copies of machines
2. When assembling machines that cannot be separated by constructive and technological processes
3. When assembling large and mass machines
4. With piece and small-scale production

The choice of assembly method depends on the accuracy of the dimensional chain, the number of links, design specifications and the number of product releases.

The drawing of the assembly technology must be analyzed and studied by the technologist.

When drawing up an assembly drawing, the designer must determine the type of assembly.

And the technologist must check and examine the possibilities of the accepted assembly method on the part of the designer and approve.

Assembly diagrams are different in design.

More common are assembly diagrams based on a base part - an assembly unit.

The main advantage of the base part assembly diagram is that it can provide detailed information about the sequence and structure of the assembly process.

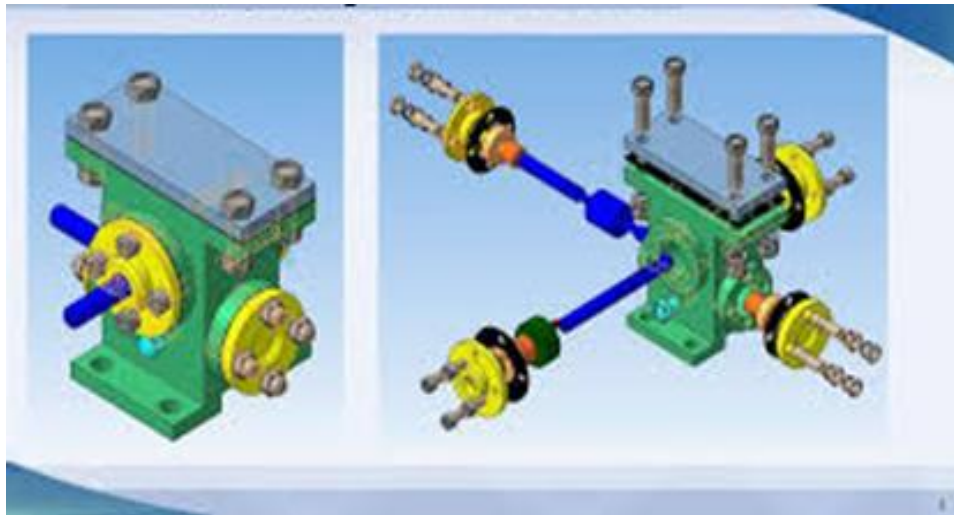
In these diagrams, each product element is shown as a rectangle.

In the upper part of the rectangle, the name of the element is **Special washer**, in the lower right - the number in the drawing - **8**, and on the left - the number of this part in the assembly - **24** pieces.

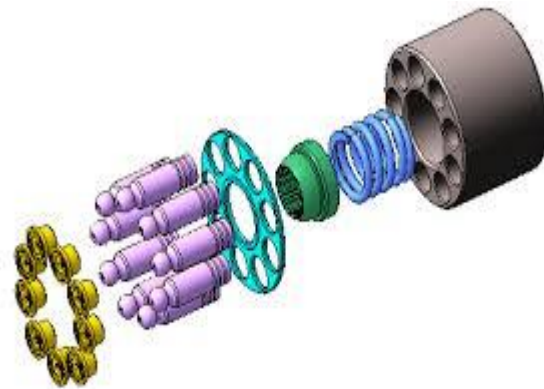
Special washer	
8	24

You can use any device for disassembly and assembly in the current conditions (Fig.10.3) - gearboxes, pumps of any brands, etc.

Locksmith tools - special keys, screwdrivers, pliers, holders, special tools, cleaning and lubricants, measuring ruler, vernier caliper, smooth micrometers, plane-parallel gauge blocks.



Worm gear 3D model



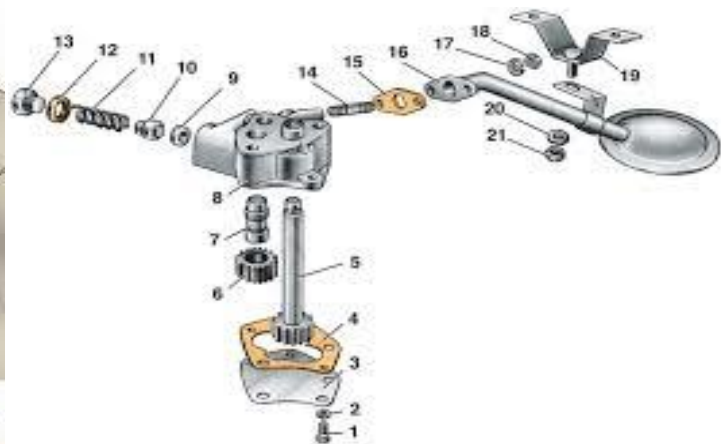
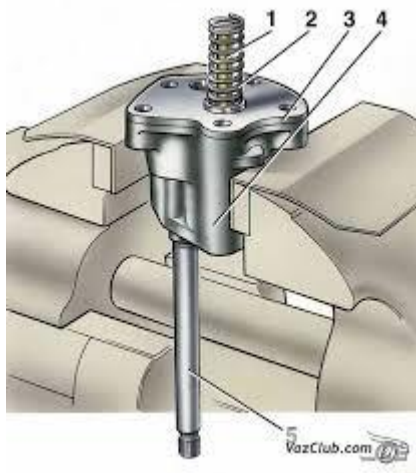
Axial piston pump



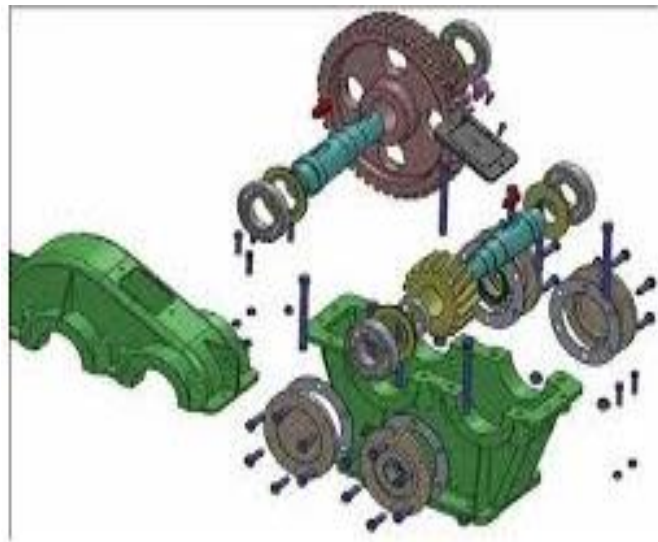
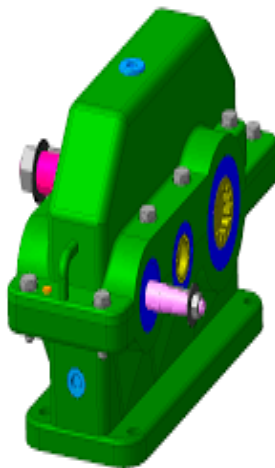
Oil pump 3D model



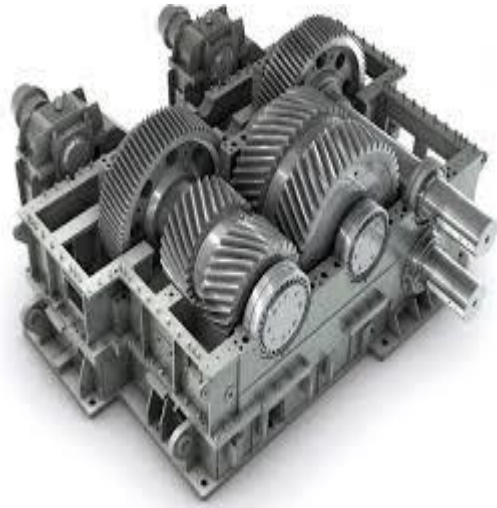
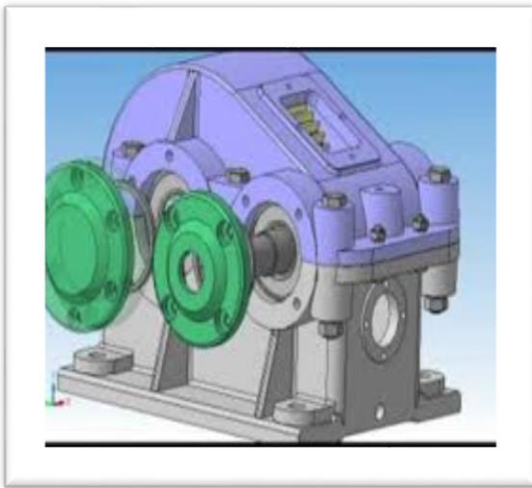
Connection diagram of a well pump with a relay



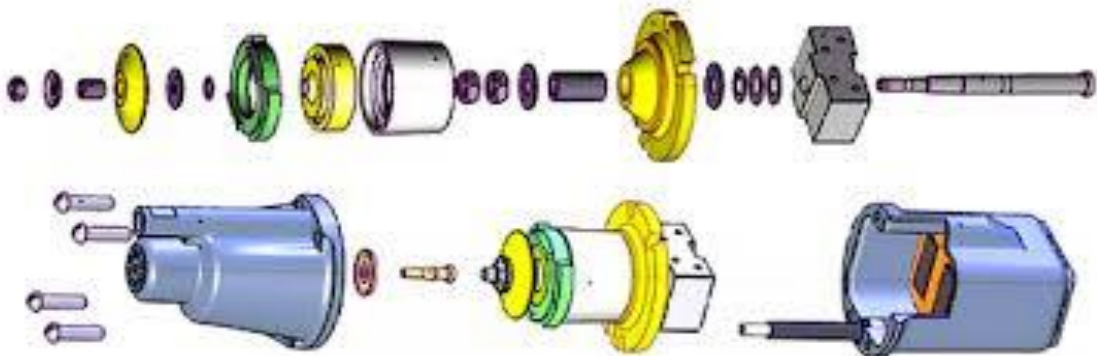
Oil pumps



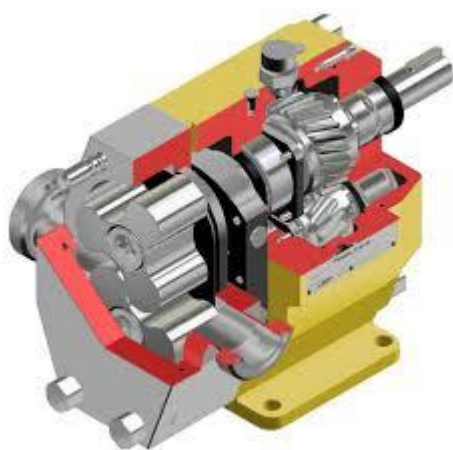
Two stage reducer



Reducer



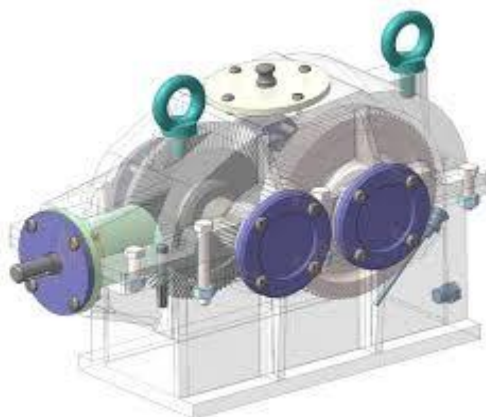
Pump model “Rucheyok”



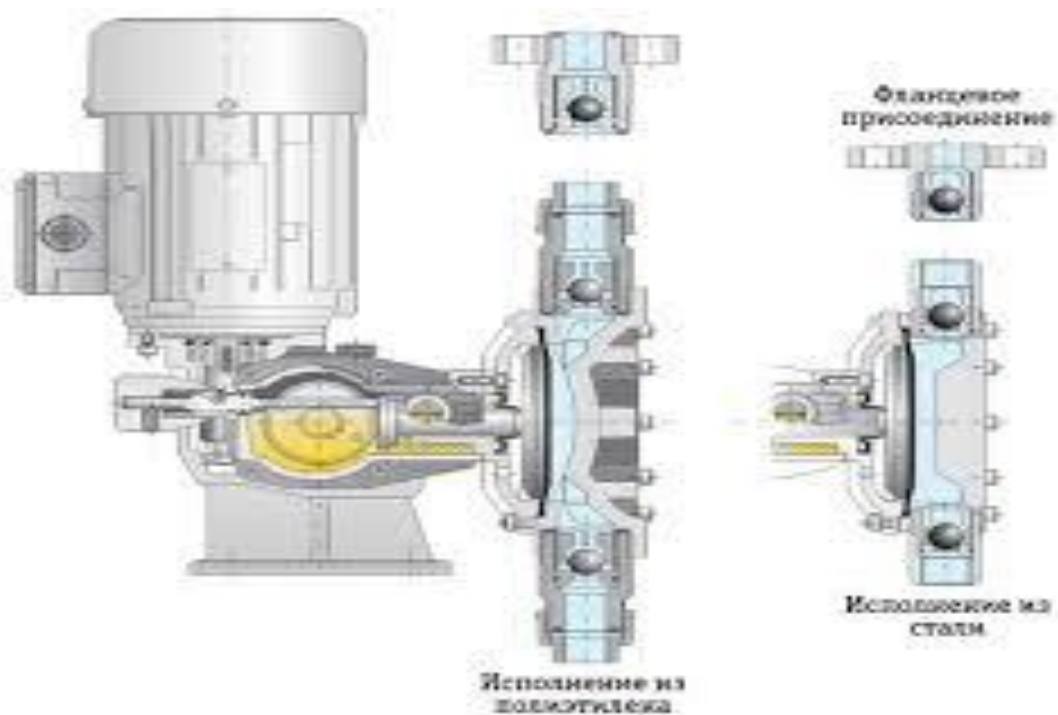
Gear pumps



Centrifugal pumps



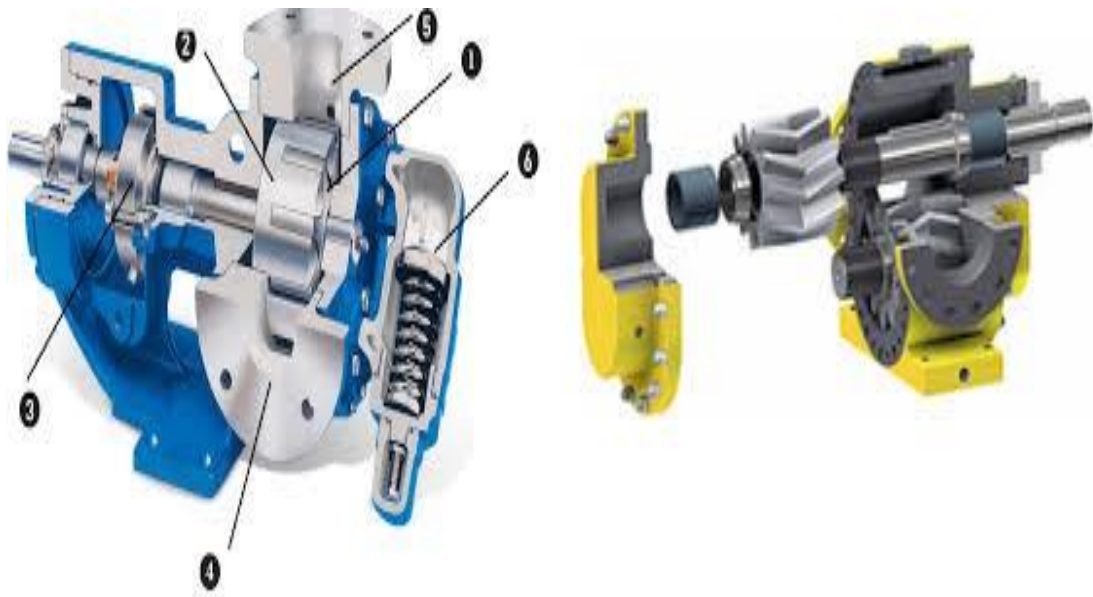
Reducer



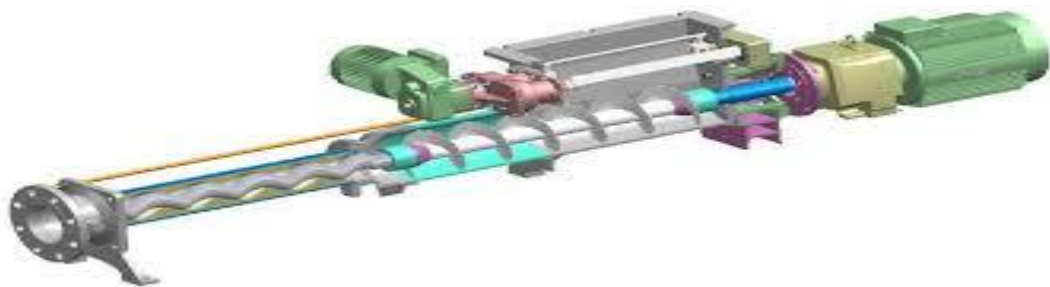
Plunger pumps



Axial piston pump



Gear pump



Auger pump device



CHNS type pump

Figure 10.3

Equipment that can be used for both disassembly and assembly

When performing laboratory work, existing laboratory equipment is used. At the initial stage, the existing equipment is disassembled according to the technological sequence using locksmith tools, using cleaning and lubricants (Fig.10.4).



Figure 10.4 Technological sequence disassembly

Draw up a drawing regarding the technical requirements of the assembly equipment. Determine the nominal dimensions with a ruler, micrometer or vernier caliper and position the elements (Fig.10.5) of the measuring chain accordingly.

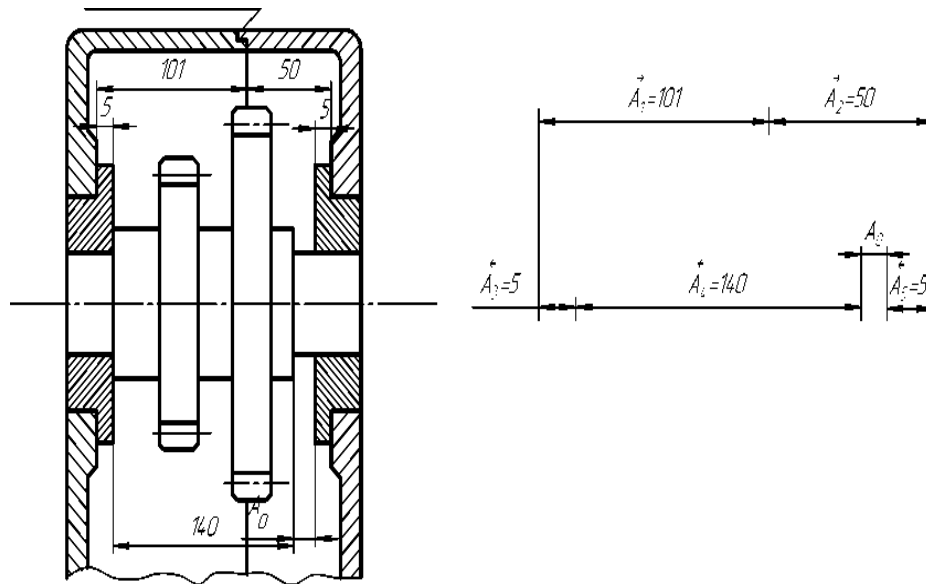


Figure 10.5 Elements of the measurement chain

Limit dimensions of the closing link:

$$A_{0\max} = 1.75 \text{ mm}; A_{0\min} = 1.0 \text{ mm}$$

Closing link nominal size:

$$A_0 = (101 + 50) - (5 + 140 + 5) = 1.0 \text{ mm}$$

The nominal size of the closing link coincides with the smallest limiting size and in this case:

$$A_0 = 1 + 0.75 \text{ } \forall \text{ } T_{A_0} = 0.75 \text{ mm}$$

Tolerances of all sizes are selected according to **GOST 25347-2000**.

Average tolerance of the dimensional chain:

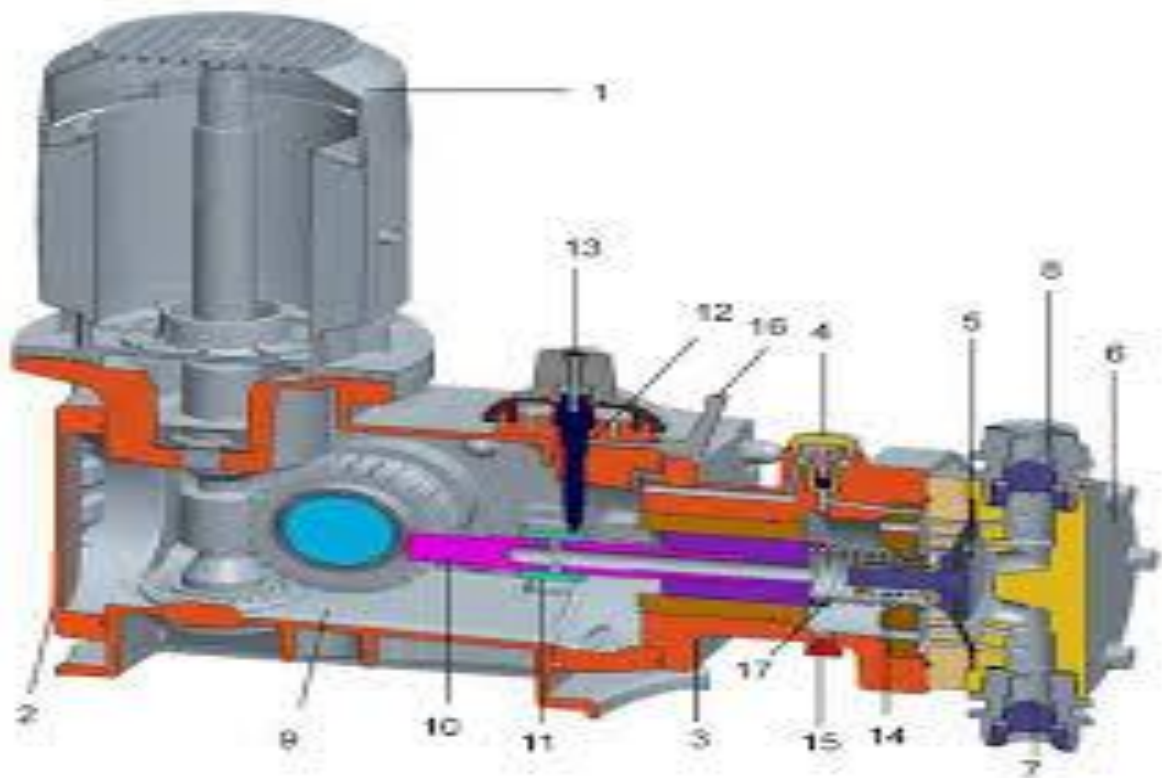
$$a_{cr} = 750 / 2.17 + 1.56 + 0.73 + 0.73 + 2.52 \approx 97$$

we get.

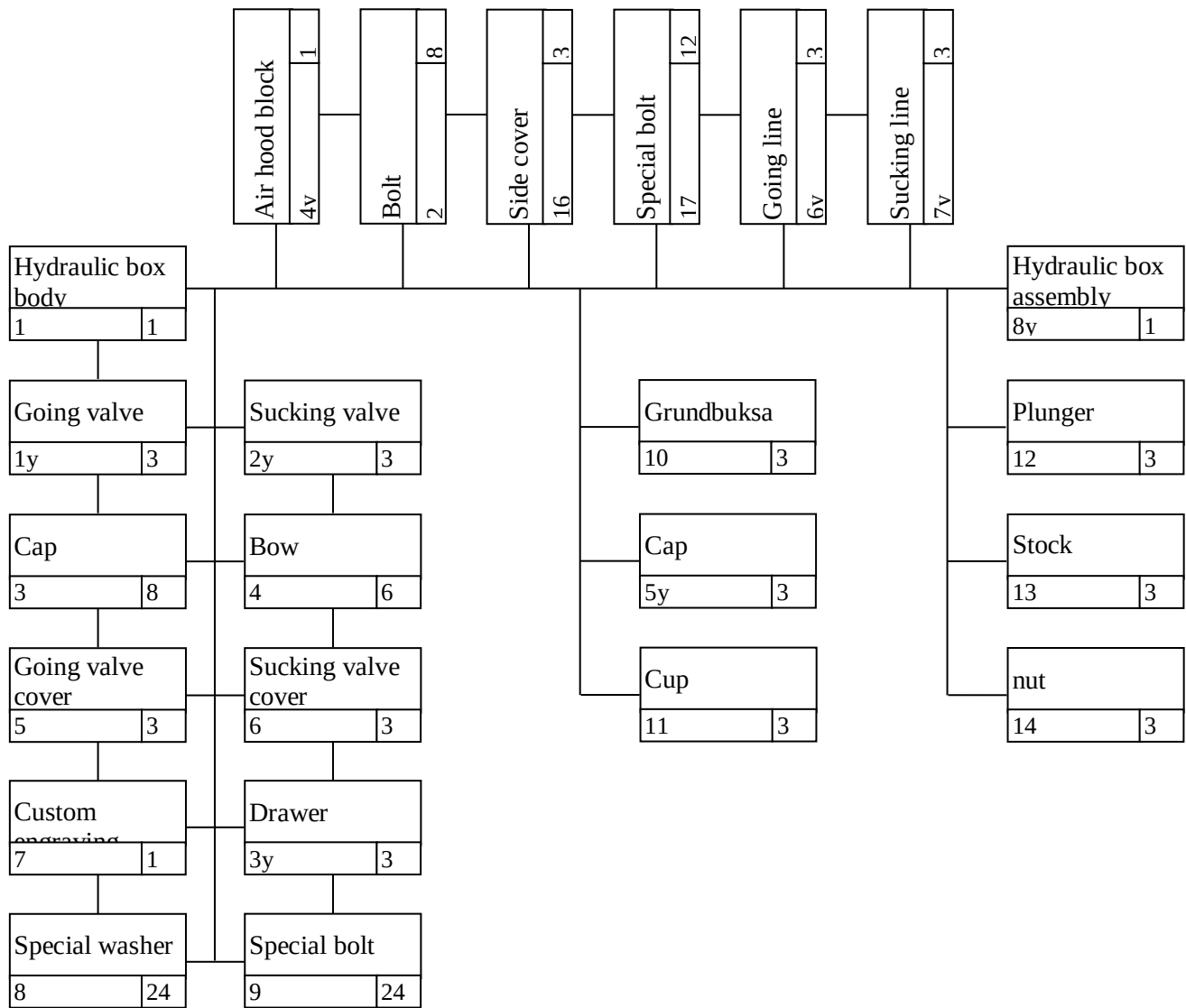
For the **10th** grade of accuracy **a = 64**, for the **11th** grade of accuracy **a = 100**. Relatively, we conclude that the average tolerance of the dimensional chain is closer to the **11th** grade of accuracy. From that point of view, for all sizes of the dimensional chain, we accept a tolerance of the **11th** grade of accuracy.

The assembly process covers the mechanical assembly of parts, assembly and assembly by soldering, adjustment and adjustment, as well as control

verification operations. In laboratory conditions, draw up an assembly drawing and, similarly, a diagram of the assembly technology of the equipment used. As examples, we will consider an assembly drawing and a diagram of the assembly technology of a three plunger pump. When disassembling and assembling the equipment, special devices are used.



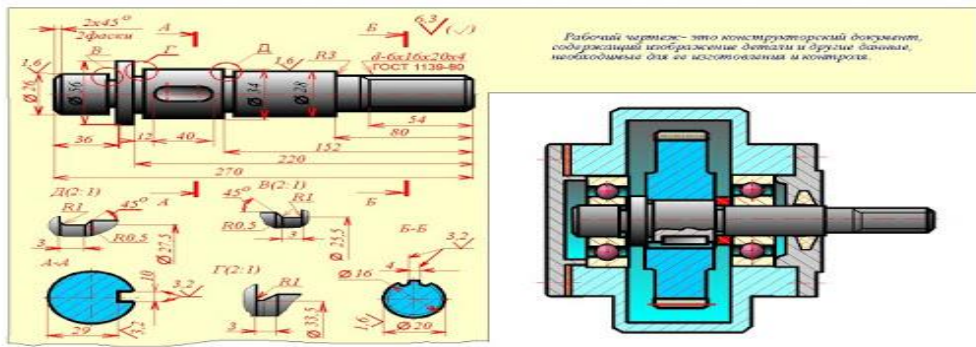
Let's draw up an assembly diagram for a bulk and one assembly unit of a three plunger pump:



we get.

Work order:

1. Get acquainted with the design and specifications of the assembly equipment in the laboratory.
2. Find the elements of the dimensional chain. Calculate and set the overall control dimensions of the dimensional chain.
3. Develop an assembly flow chart for assembling all equipment and one unit.
4. Assemble the equipment according to the technological scheme.
5. Compare the results with the standards given in accordance with GOST-y3675-2000.
6. Prepare the report as instructed by the teacher and place it on the spreadsheet.

Challenge: measuring size				Sketch				
				Рабочий чертеж – это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.				
Measurement and calculation results, mm								
Sequences №	Name of Tool	Slits						Conclusion on suitability
		I		II		III		
		Direction						
		A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Work completion date				Work delivery date				
Student's signature				Teacher's signature				

Test questions:

1. What is a dimensional chain. Types and areas of application?
2. Locksmith and measuring tools used, working principle, measuring scale?
3. What is assembly technology and its types?
4. Scheme of assembly technology and its drawing up?
5. What is the purpose of the distance adjustment?
6. Checking the correct assembly of the equipment?

İSTİFADƏ OLUNAN ƏDƏBİYYAT

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. G.H.Rzayeva “Maşınların istehsal texnologiyası”, Dərs vəsaiti
Bakı, 2015, 30s
2. G.H.Rzayeva “Maşınqayırmada keyfiyyətin normallaşdırılması”, Dərs
vəsaiti , Bakı, 2016, 130s
3. 5.R.R.Zeynalov, İ.Ə.Həbibov “ Müsaidə və oturtmalar” Sorğu vəsaiti, Bakı-
2013, 90s.
4. V.Z.Mövlə-zadə “ Maşınqayırma texnologiyası” Dərslik. Bakı, -2008, 425s
5. İ.İ.Həsənov “Laboratoriya işlərinə rəhbərlik” Maşınqayırma texnologiyası”
Bakı-2011
6. И.И.Гасанов “ Лабораторные работы по курсу“ Технология
машиностроения ”Баку-2011
7. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. -“ Взаимозаменяемость,
стандартизация и технические измерения” Высш.Шк.; 2001, 435с
8. Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б. “ Нормирование
точности машиностроения; ”Учеб. Для машиностроит. Спец. Вузов.
Под.ред .Ю.М.Соломенцева-М.: Высш.Шк.; 2001, 335с
9. Б.С.Балакшин “ Основы технологии машиностроения”.
Москва, 2001
10. Н.Н.Зябрева., М.Я.Шегал “ Лабораторные занятия по курсу
взаимозаменяемости и технические измерения ”.Москва 2002
11. В.А.Скраган, И.С.Амосов, А.А.Смирнов “ Лабораторные работы
по технологии машиностроения”. Ленинград, 2001
12. Г.В.Папов, А.А.Афанасьев и др. Лабораторный практикум по курсу “

Технологические процессы в машиностроении”.Воронеж,2004.

- 13.Конспект лекции по курсу -“ Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения”ДНУ Донецкий национальный технический университет < Основы проектирования машин > Донецк,2013
14. Афонасов А.И. и др. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ,Томск,2007
15. Ю.Б. Червач”Метрология, стандартизация и сертификация” Сборник лабораторных работ,ИздательствоТомского политехнического университета,2010
- 16.Конспект лекции ,”Взаимозаменяемость, стандартизация и технические Измерения”, 2013
17. ЛЕКЦИЯ ТКМ
http://e-learning.bmstu.ru/portal_mt13/Multimedia_course/Course1/Lecture/lect1_RK6.html
18. <http://www.library.dstu.education/indexing.php?r2=64953>
19.
<https://www.google.com/search?q=%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B5+%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D1%80%D1%8B&oq=%D0%B3&aqs=chrome.4.69i59j69i61j69i57j69i61j69i59j69i61.6146j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
20.
https://ozlib.com/821441/tehnika/opredelenie_razmernogo_iznosa_rezhuschego_instrumenta
https://narfu.ru/upload/iblock/36e/laboratornaya_rabota_5.pdf
21.
https://ozlib.com/821440/tehnika/laboratornaya_rabota_issledovanie_tehnologicheskoy_zavisimosti_tochnosti_obrabotki_razmernogo_iznosa_re#896

22.

https://ozlib.com/821440/tehnika/laboratornaya_rabota_issledovanie_tehnologicheskoy_zavisimosti_tochnosti_obrabotki_razmernogo_iznosa_re#896

23. https://narfu.ru/upload/iblock/36e/laboratornaya_rabota_5.pdf

