

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала СГТУ

имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске

Е.А.Бесшапошникова  
«30» июня 2023 г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине  
ОП.11 «Допуски и посадки»

специальности  
15.02.16 «Технология машиностроения»

Методические указания рассмотрены  
на заседании предметной (цикловой) комиссии  
общепрофессиональных дисциплин,  
профессиональных модулей специальностей  
технического профиля  
«14» июня 2023 года, протокол № 12

Председатель ПЦК  /Лескина Т.А./

Петровск 2023

Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей программы дисциплины ОП.10 Допуски и посадки в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.16 Технология машиностроения, утвержденного приказом Министерства просвещения РФ № 444 от 14.06.2022г.

Разработчик: Власова Л.И. – преподаватель высшей квалификационной категории Филиала СГТУ имени Гагарина Ю.А. г.Петровске

## СОДЕРЖАНИЕ

1.Пояснительная записка	4
2.Указания по выполнению практических работ	7
3.Критерии оценки	67
4.Учебно-методическое и информационное обеспечение практических работ	68

## 1. Пояснительная записка

Настоящие методические указания являются подробным руководством по выполнению студентами колледжа практических работ по дисциплине «Допуски и посадки» по специальности 15.02.16 Технология машиностроения.

Практические занятия способствуют закреплению теоретических знаний по предмету, формируют у студентов навыки и умения в обращении с приборами, в анализе заданной конструкции, в умении заменять реальный объект расчётной схемой, производить расчет элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и усталость, а так же проектировать детали и сборочные единицы.

В описании каждой работы изложена её цель, содержание, даны краткие общие сведения по изучаемой теме, организационные и методические указания по проведению работы, порядок её выполнения, выводы и заключения, приведены формы и содержание отчёта, даны контрольные вопросы для самопроверки и подготовки к сдаче отчёта, стандарты и литература.

Практические занятия проводятся после изучения соответствующей темы. С целью повышения эффективности выполнения лабораторных и практических работ рекомендуется выдавать задания студентам предварительно. При этом студенты самостоятельно повторяют соответствующий теоретический материал, знакомятся с принятой формой отчётности, методикой составления отчётов и техникой их оформления.

Началу каждого практического занятия предшествует краткая вводная беседа, проводимая для всех студентов одновременно. В ходе беседы преподаватель проводит инструктаж по технике безопасности, разъясняет цели и задачи проводимой работы, знакомит с наглядными пособиями, оборудованием, приборами и инструментами.

По каждой практической работе (практическому занятию) должен быть выполнен отчёт по форме, рекомендуемой в методических указаниях. Текст отчёта рекомендуется писать чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304-81. Схемы, эскизы, таблицы выполняются только карандашом с помощью чертёжных инструментов.

Выполнение практических занятий засчитывается по мере представления студентами преподавателю отчётов по выполненным работам. Качество выполнения работ оценивается дифференцированно по пятибалльной системе и при определении семестровой оценки рассматривается как показатель текущего учёта знаний студентов.

Выполнение практических работ по дисциплине «Допуски и посадки» ставит своей целью оказания помощи студентам в организации их работы по овладению системой знаний и умений в объёме программы данной дисциплины.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- производить построения полей допусков;
- выбирать системы посадок, квалитеты и виды посадок;

- читать требования к точности размеров, указанные на чертеже условными обозначениями;
- читать на чертеже деталей требования к точности формы и расположения поверхностей элементов деталей, обозначенных условными знаками;
- читать обозначенные на чертеже характеристики шероховатости поверхностей;
- выбирать средства измерений;
- осуществлять контроль размеров детали.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- основные понятия, термины, определения и обозначения по допускам и посадкам для гладких элементов деталей и их соединений;
- сущность и влияние взаимозаменяемости на развитие машиностроения, виды взаимозаменяемости;
- основные сведения о точности формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей;
- обозначения точности типовых деталей и соединений.
- осуществлять контроль размеров детали.

В результате освоения дисциплины формируются следующие **профессиональные (ПК) и общие (ОК) компетенции**:

ОК. 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК. 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК. 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК. 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Использовать конструкторскую и технологическую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей машин.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок с учетом условий производства.

ПК 1.3. Выбирать методы механической обработки и последовательность технологического процесса обработки деталей машин в машиностроительном производстве.

ПК 1.4. Выбирать схемы базирования заготовок, оборудование, инструмент и оснастку для изготовления деталей машин.

ПК 1.5. Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.6. Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования.

ПК 3.1 Разрабатывать технологический процесс сборки изделий с применением конструкторской и технологической документации

ПК 3.2 Выбирать оборудование, инструмент и оснастку для осуществления сборки изделий

Наименование темы	Объем часов	Наименование, № практического задания	Виды работ	Формируемые результаты освоения
Тема 1.2 Общие сведения о посадках (сопряжениях)	4	1. Практическое занятие: Поверхности сопрягаемые и свободные. Понятие зазора и натяга. Группы посадок: посадки с зазором, с натягом, переходные. Наибольшие и наименьшие зазоры и натяги. Допуск посадки. Посадки в системе отверстия и в системе вала.	Выполнение практической работы	ОК.01 ОК.02 ОК.03 ОК.09 ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 1.4 ПК 1.5 ПК 1.6 ПК 3.1 ПК 3.2
Тема 2.1. Единая система допусков и посадок (ЕСДП).	8	2. Практическое занятие: Определение предельных отклонений размеров, допусков по условному обозначению. 3. Практическое занятие: Расчет посадки по условному обозначению. Графическое изображение посадки.	Выполнение практической работы	
	2	4. Практическое занятие: Расчет исполнительных размеров гладких калибров. Графическое изображение полей допусков гладких калибров.	Выполнение практической работы	

Тема 3.2 Шероховатость поверхностей.	2	5.Практическое занятие: Нормирование точности формы и расположения поверхностей элементов детали.	Выполнение практической работы	
	2	6.Практическое занятие: Чтение рабочих чертежей с обозначением допусков формы, расположения, шероховатости поверхностей.	Выполнение практической работы	
	4	7. Практическое занятие: Расчет размерной цепи методом полной взаимозаменяемости.	Выполнение практической работы	
Тема 5.3 Нормирование точности шпоночных и шлицевых соединений.	1	8. Практическое занятие: Выбор посадок и расчет шпоночного соединения.	Выполнение практической работы	
Всего	23			

## 2.Указания по выполнению практических работ

Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.)-кабинет «Допуски и посадки».

В соответствии с требованиям ФГОС СПО 15.02.16 Технология машиностроения реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися и практических занятий, включая как обязательный компонент *практические занятия*.

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Практические занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок

выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении практических занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения практических занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к практическим занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;
- подчинение методики проведения практических занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;
- применение коллективных и групповых форм работы, максимальное использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого обучающегося за самостоятельное выполнение полного объема работ;
- проведение практических занятий на повышенном уровне трудности с включением в них заданий, связанных с выбором обучающимися условий выполнения работы, конкретизацией целей, самостоятельным отбором необходимого оборудования;
- подбор дополнительных задач и заданий для обучающихся, работающих в более быстром темпе, для эффективного использования времени, отводимого на практические занятия.



# Практическая работа 1

## Тема: ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ. ПОСАДКИ В СИСТЕМЕ ОТВЕРСТИЯ И В СИСТЕМЕ ВАЛА.

**Цель работы:** в процессе выполнения данной практической работы Вы сможете изучить область применения плоскопараллельных концевых мер длины и приобрести первичные навыки в составлении блоков концевых мер при измерении линейных размеров деталей.

### **Задачи:**

1. Изучить область применения и технические характеристики плоскопараллельных концевых мер длины.
2. Овладеть приемами расчета и составления блоков концевых мер длины, способом расчета действительного размера блока концевых мер длины.
3. Измерить параметры детали с помощью блока концевых мер длины и принадлежностей к ним; зафиксировать результаты измерений с учетом отклонений; определить годность детали.

### **Применяемые приборы и оборудование:**

Наборы концевых мер длины, принадлежности к концевым мерам длины.

**Измеряемая деталь** – вал.

Работа рассчитана на 4 академических часа.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Плоскопараллельные концевые меры длины** (ПКМД) предназначены для использования в качестве:

– *рабочих мер* для регулировки и настройки показывающих измерительных приборов, для непосредственного измерения линейных размеров изделий, для выполнения точных разметочных работ;

– *образцовых мер* для воспроизведения и передачи размера единицы длины от первичного эталона концевым мерам меньшей точности и для поверки и градуировки измерительных приборов (ГОСТ 9038-90).

Концевые меры выполняют в виде прямоугольных металлических брусков с двумя плоскими взаимно параллельными измерительными поверхностями, имеющими различные размеры. Эти размеры являются номинальными размерами плитки.

Концевые меры изготавливают из высококачественной стали или твердого сплава (рисунок 1). Рабочие поверхности имеют высокое качество отделки ( $Rz < 0,063$  мкм). Шероховатость этих поверхностей настолько мала, что обеспечивает **притираемость** – способность прочно сцепляться друг с другом при прикладывании или надвигании одной меры на другую. Обезжиренные или покрытые толстым слоем смазки концевые меры не притираются. Благодаря свойству мер притираться осуществляется составление блоков концевых мер необходимых размеров.

Концевые меры выпускают в наборах, которые обеспечивают составление блоков любого размера с интервалом до 1 мкм. На каждой мере нанесено значение ее номинальной длины. К наборам прилагаются аттестаты, в которых указаны номинальные размеры плиток, отклонения от номинальных размеров, разряд набора, средства измерения, используемые при аттестации.

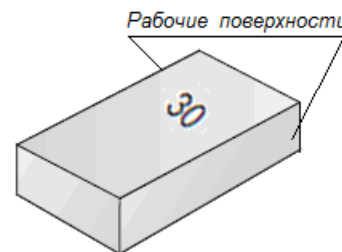


Рисунок 1 – Концевая мера длины

#### **Нормируемые параметры концевой меры:**

- *длина* – длина перпендикуляра, опущенного из данной точки измерительной поверхности концевой меры на ее противоположную измерительную поверхность;
- *отклонение длины от номинальной* – наибольшая по абсолютному значению разность между длиной концевой меры в любой точке и номинальной длиной концевой меры;
- *отклонение от плоскостности и параллельности* – разность между наибольшей и наименьшей длинами концевой меры.

#### **Методы нормирования точности концевых мер длины**

**Метод классов точности.** *Класс точности* – это ряды допусков на изготовление действительных размеров ПКМД в зависимости от величины номинального размера. *Класс точности* меры показывает, какое отклонение имеет действительный размер меры от ее номинального размера и допустимое отклонение от плоскостности и параллельности. Согласно ГОСТ 9038-90 концевые меры длины изготавливают пяти классов точности: 00, 0; 1; 2; 3 (в порядке убывания точности). Класс точности присваивается каждой мере при контроле годности ее изготовления и при проверке ее состояния в процессе эксплуатации. Класс точности указывают для рабочих ПКМД.

**Метод разрядов.** *Разряды* – это ряды величин погрешностей измерения, допускаемые при аттестации ПКМД. *Разряд* концевых мер длины показывает, с какой погрешностью измерения производится аттестация действительного размера длины концевой меры. Установлены следующие разряды точности ПКМД – 1, 2, 3, 4 (в порядке убывания точности). Разряд указывают для образцовых ПКМД.

#### **Условное обозначение концевых мер длины**

1. Набор № 2 концевых мер из стали класса точности 1:  
*Концевые меры 1-Н2 ГОСТ 9038-90;*
2. Набор № 3 концевых мер из твердого сплава класса точности 2:  
*Концевые меры 2-Н3-Т ГОСТ 9038-90;*
3. Концевая мера длиной 1,49 мм из стали класса точности 3:  
*Концевая мера 3-1,49 ГОСТ 9038-90.*

#### **Принадлежности к концевым мерам (ГОСТ 4119-76)**

Предназначены для составления блоков концевых мер с целью обеспечения удобного пользования ими при измерении размеров и выполнении разметочных работ. В комплект принадлежностей к ПКМД входят: державки,

основание, стяжки, сухари зажимные, плоскопараллельные боковики, радиусные боковики, центральной боковик, чертильный боковик, трехгранная линейка.

**Щупы** – предназначены для определения величины зазора между близко расположенными поверхностями. Щупы представляют собой набор стальных пластин определенной толщины (рисунок 2).

Выпускаемые щупы имеют номинальные размеры 0,02 ... 1,0 мм с градацией через 0,01 и 0,05 мм.

Для определения величины зазора подбирают один или несколько щупов и помещают между проверяемыми поверхностями (рисунок 3). При измерении щуп должен перемещаться в зазоре с небольшим усилием, т.е. не должен проваливаться в зазор и перемещаться свободно.

Величина зазора определяется суммарной толщиной набора пластин щупа, полностью вошедших в зазор по всей длине.

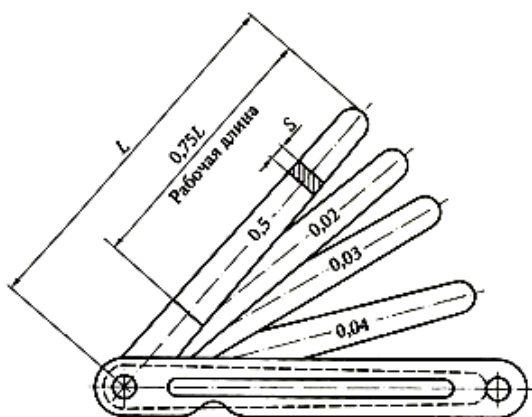


Рисунок 2 – Щупы:

L – длина щупа, S – толщина щупа

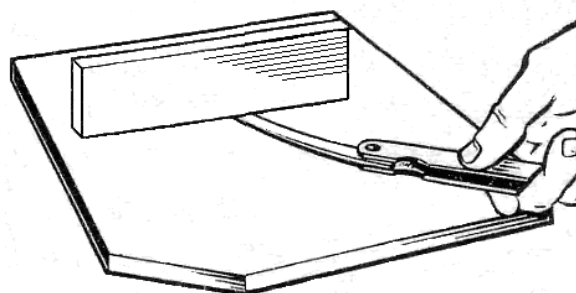


Рисунок 3 – Применение щупов

### **Правила обращения с ПКМД:**

- предохранять меры от коррозии и механических повреждений;
- не брать меры грязными руками;
- брать меры только за нерабочие поверхности;
- во время работы меры класть на деревянную поверхность, покрытую чистой бумагой;
- не оставлять меры в притертом состоянии на длительное время во избежание образования коррозии;
- при обнаружении на поверхности меры царапин и заусенцев ее следует изъять из употребления во избежание порчи других мер.

### **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И РАЗМЕТОЧНЫХ РАБОТ**

#### **1. Расчет блока концевых мер длины**

- подобрать меру, которая содержит наименьшую долю размера, т.е. значение меры совпадает с последней цифрой составляемого размера;
- размер выбранной меры длины вычесть из составляемого размера и определить остаток;

- подобрать следующую меру, которая содержит наименьшую долю остатка, т.е. значение совпадает одной или несколькими последними цифрами с остатком;

- определить новый остаток.

Подбор концевых мер длины осуществлять в указанной последовательности до тех пор, пока сумма длин подобранных концевых мер не будет равна размеру собираемого блока. Окончательно выбрать состав блока, содержащий наименьшее число мер (пример на стр. 14).

**2. Расчет действительного размера блока ПКМД.** За размер меры принимается ее действительное значение, указанное в аттестате с учетом отклонения от номинального размера (приложение 1).

### **3. Составление концевых мер длины в блоки**

- выбранные концевые меры очистить от смазки авиационным бензином и протереть насухо.

- сначала притереть между собой меры малых размеров, далее их притереть к мере среднего размера, а затем собранный из них блок – к мере большого размера.

#### **Приемы притирания концевых мер.**

- Одну из мер накладывают на вторую, примерно на треть длины рабочей поверхности. Затем, не касаясь пальцами притираемых поверхностей, следует слегка прижать и медленно продвинуть меры до полного контакта рабочих поверхностей (рисунок 4).

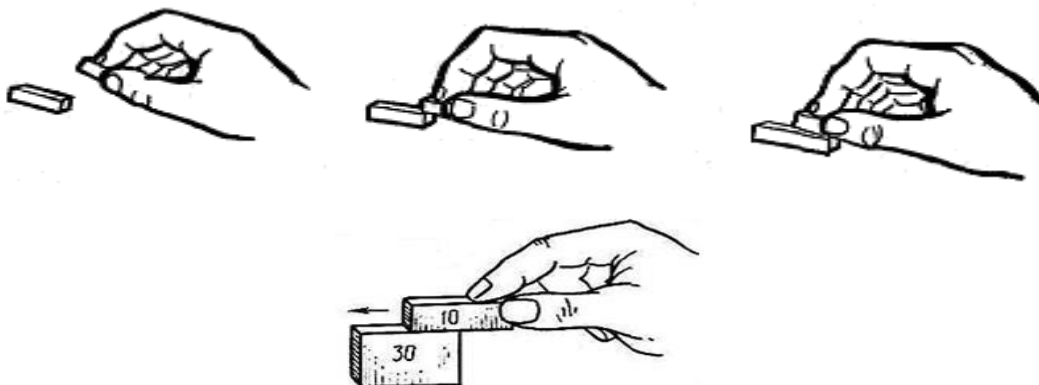


Рисунок 4 – Притирка концевых мер

- Меньшую меру накладывают на большую и с небольшим нажимом поворачивают относительно другой до полного совмещения измерительных поверхностей (рисунок 5).

Меры считаются притертыми, если блок не разъединяется под действием собственной массы (рисунок 6).

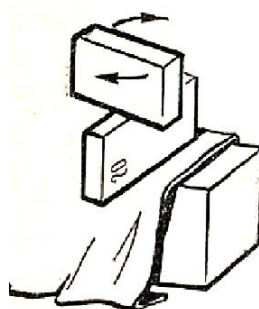


Рисунок 5 – Притирка концевых мер

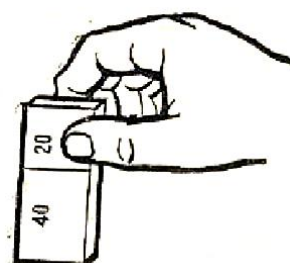


Рисунок 6 – Блок концевых мер

#### 4. Измерение размеров

Измерение осуществляют при изготовлении изделий высокой точности. Размер блока ПКМД должен соответствовать номинальному или предельному размерам детали.

Для измерения наружных размеров: боковики притереть к блоку и установить в державку (рисунок 7), зажимая винтом.

При измерении внутренних размеров: собрать блок ПКМД, притереть его к радиусным боковикам и установить в державку (рисунок 8). При расчете к размеру блока ПКМД следует прибавить толщину двух боковиков.

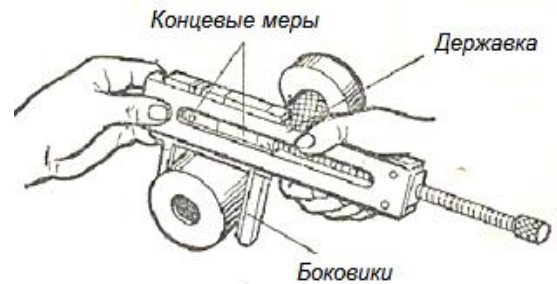


Рисунок 7 – Измерение наружных размеров

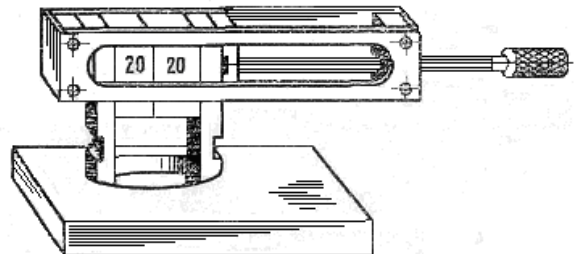


Рисунок 8 – Измерение внутренних размеров

#### 5. Определение годности измеренной детали

Возможны два варианта установления годности детали:

1) Собрать блок ПКМД, соответствующий номинальному размеру измеряемого параметра (или наименьшему предельному размеру) и установить в державку с боковиками. Установив деталь между боковиками, измерить величину зазора с помощью щупов. Деталь признается годной, если действительный размер, определенный как сумма блока и размера щупа, не выходит за пределы наибольшего и наименьшего предельных размеров детали.

2) Собрать два блока ПКМД, размеры которых соответствуют наибольшему и наименьшему предельным размерам детали. Деталь признается годной, если действительный размер детали не выходит за пределы собранных блоков. При этом можно не устанавливая величину действительного размера, либо величину зазора определить с помощью щупов.

#### 6. Разметочные работы

При разметочных работах приспособления к ПКМД используют для вычерчивания окружности (рисунок 9) или прямых, параллельных базе (рисунок 10).

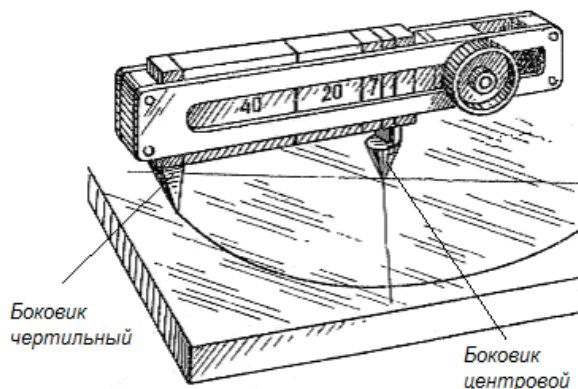


Рисунок 9 – Разметка окружности

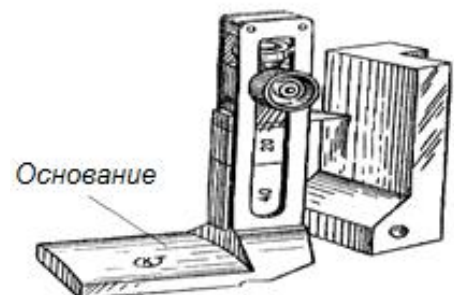


Рисунок 10 – Разметка горизонтальных линий

## 7. Окончание работы с концевыми мерами длины

- плитки промыть в бензине, протереть и смазать вазелином;
- уложить плитки в футляр в соответствующие гнезда, при этом их следует держать за нерабочие поверхности.

### ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**Пример 1.** Требуется подобрать концевые меры для размера 86,965 мм из набора № 1.

*Решение:*

Вариант 1		Вариант 2	
исходный размер	<u>86,965</u>	исходный размер	<u>86,965</u>
1-я мера	<u>1,005</u>	1-я мера	<u>1,005</u>
остаток	<u>85,96</u>	остаток	<u>85,96</u>
2-я мера	<u>1,46</u>	2-я мера	<u>1,06</u>
остаток	<u>84,5</u>	остаток	<u>84,9</u>
3-я мера	<u>4,5</u>	3-я мера	<u>1,9</u>
остаток	<u>80</u>	остаток	<u>83</u>
4-я мера	<u>80</u>	4-я мера	<u>3</u>
остаток	0	остаток	<u>80</u>
		5-я мера	<u>80</u>
		остаток	0

Проверка:

$$1,005 + 1,46 + 4,5 + 80 = 86,965 \text{ мм}$$

Проверка:

$$1,005 + 1,06 + 1,9 + 3 + 80 = 86,965 \text{ мм}$$

Рационально выбрать 1-й вариант, поскольку подбор блока по 2-му варианту займет у контролера больше времени, а точность размеров будет ниже вследствие увеличения числа мер.

**Пример 2.** Для настройки прибора использован блок концевых мер длины, состоящий из четырех мер:  $1,005 + 1,46 + 4,5 + 80 = 86,965$  мм. Определить действительный размер блока.

*Решение:* Действительный размер блока концевых мер определяется действительными размерами мер по аттестату, входящих в блок:

$$\begin{aligned} & (1,005 - 0,0007) + (1,46 - 0,0004) + (4,5 + 0,0001) + (80 - 0,0015) = \\ & = 1,0043 + 1,4596 + 4,5001 + 79,9985 = 86,9625 \text{ мм.} \end{aligned}$$

### Задачи

1. Указать назначение принадлежностей к ПКМД (ГОСТ 4119-76) и сделать их эскизы.

Наименование принадлежности	Область применения	Эскиз

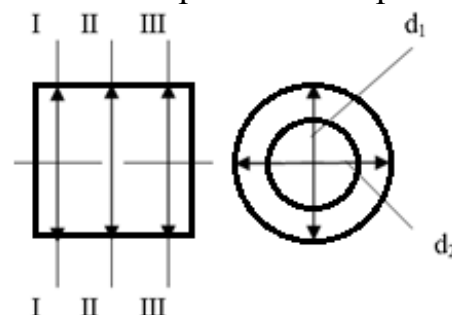
2. Подобрать концевые меры длины для предельных размеров контролируемого параметра. Подсчитать действительные размеры блоков по аттестату. Заполнить таблицу (в мм). Составить блоки концевых мер.

Контролируемый размер	Наибольший и наименьший предельные размеры	Размеры концевых мер, входящих в блок	Отклонения мер по аттестату	Действительный размер блока

Варианты									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42h7	85h11	135d9	90 N7	25d11	5E9	55f7	20Js7	122h6	5d11
4d11	36f7	98h7	194h9	2h9	144d9	156h6	164d11	148d11	48h7
85h9	125h6	172h6	5h11	136d11	182h9	185d9	32f7	45f7	178d9

### Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические положения. Ответить на контрольные вопросы.
2. Изучить требования чертежа детали (приложение 2). Сделать эскиз.
3. По чертежу выбрать размеры, которые могут быть измерены с помощью концевых мер длины и принадлежностей к ним.
4. Сделать схему измерения, указав сечения и направления.



5. Заполнить таблицу контролируемых параметров.

Номинальный размер	Предельные отклонения		Предельные размеры		Величина допуска
	верхнее ( <i>es</i> )	нижнее ( <i>ei</i> )	<i>max</i>	<i>min</i>	

--	--	--	--	--	--

6. Дать краткую характеристику применяемых приборов и приспособлений. Записать условное обозначение применяемого набора концевых мер.

7. Подобрать и составить блоки концевых мер длины, соответствующие наибольшему и наименьшему предельным размерам. Определить действительный размер блока ПКМД. Заполнить таблицу о применяемых концевых мерах.

Исходный размер	Предельные размеры	Размер блока			
		Номинальное значение меры	Отклонение меры по аттестату	Действительное значение меры	Действительный размер блока
	наибольший				
	наименьший				

8. Измерить размеры детали. Определить годность детали. Заполнить таблицу о результатах измерений.

Измеряемый размер	Величина зазора	Заключение о годности размера	Заключение о годности детали
-------------------	-----------------	-------------------------------	------------------------------



	<b>наибольший</b>			
	<b>наименьший</b>			
	<b>наибольший</b>			
	<b>наименьший</b>			

9. Сделать выводы по работе. Оформить отчет о выполнении работы.

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью применяют концевые меры длины?
2. Какие нормируемые параметры концевых мер можете назвать?
3. Сколько существует классов точности концевых мер длины?
4. Что такое притираемость мер?
5. Как составляется блок концевых мер длины?
6. Почему надо стремиться к возможно меньшему количеству концевых мер при составлении блока?
7. С какой целью проводят аттестацию концевых мер длины?
8. Как определяют действительный размер блока концевых мер длины?
9. Приведите примеры использования концевых мер длины.
10. Для каких работ используются принадлежности к концевым мерам длины?
11. Каковы основные правила обращения с концевыми мерами длины?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

### Тема: ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ШТАНГЕНПРИБОРОВ

**Цель работы:** в процессе выполнения работы Вы сможете изучить методику выполнения измерений штангенприборами и приобрести первичные навыки работы штангенприборами при измерении линейных размеров деталей.

**Задачи:**

1. Изучить устройство, типы и технические характеристики штангенприборов.
2. Овладеть правилами отсчета показаний и технологией измерения штангенприборами.
3. Измерить штангенприборами заданные параметры детали, рассчитать отклонения формы ее поверхности, определить годность детали.

**Применяемые приборы и оборудование:**

Штангенциркуль, штангенглубиномер, штангенрейсмас.

**Измеряемая деталь** – цилиндрический ступенчатый вал.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Штангенприборами** называют средства измерений, применяемые для измерения линейных размеров, не требующих высокой точности или нанесения этих размеров на поверхности заготовок в процессе разметки. *Метод измерения* – непосредственной оценки, абсолютный.

К штангенприборам относят: штангенциркули (ГОСТ 166-89), штангенглубиномеры (ГОСТ 162-90), штангенрейсмасы (ГОСТ 164-90), штангензубомеры (рисунок 1). Основными частями этих приборов являются штанга со шкалой и вспомогательная шкала для уточнения отсчета показаний – **нониус**.

#### Технические характеристики

Штангенприборы выпускают с различными диапазонами измерений (верхний предел до 2500 мм) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм или 0,1 мм. Погрешность показаний приборов с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм не должна превышать  $\pm 0,05$  мм, а с величиной отсчета 0,1 мм –  $\pm 0,2$  мм.

#### Условное обозначение штангенприборов

1. Штангенциркуль типа ШЦ-I с пределами измерений 0–125 мм и отсчетом по нониусу 0,1 мм:

*Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;*

2. Штангенциркуль типа ШЦ-II с пределами измерений 0–250 мм и отсчетом по нониусу 0,05 мм:

*Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89;*

3. Штангенциркуль типа ШЦ-III с пределами измерения 60–1600 мм и отсчетом по нониусу 0,1 мм:

*Штангенциркуль ШЦ-III-1600-0,1 ГОСТ 166-89;*

4. Штангенциркуль типа ШЦ–I с диапазоном измерения 0–150 мм и ценой деления круговой шкалы 0,02 мм:

*Штангенциркуль ШЦК–I–150–0,02 ГОСТ 166-89;*

5. Штангенциркуль типа ШЦ–I с диапазоном измерения 0–125 мм и шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм:

*Штангенциркуль ШЦЦ–I–125–0,01 ГОСТ 166-89;*

6. Штангенглубиномер с пределом измерений 0–200 мм:

*Штангенглубиномер ШГ–200 ГОСТ 162–90;*

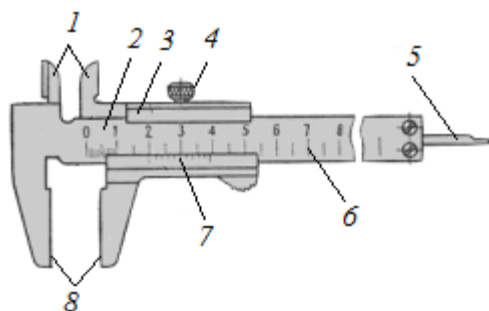
7. Штангенрейсмас с пределом измерений 0–250 мм и отсчетом по нониусу 0,05 мм:

*Штангенрейсмас ШР–250–0,05 ГОСТ 164–90.*



Рисунок 1 – Виды, типы и назначение штангенприборов

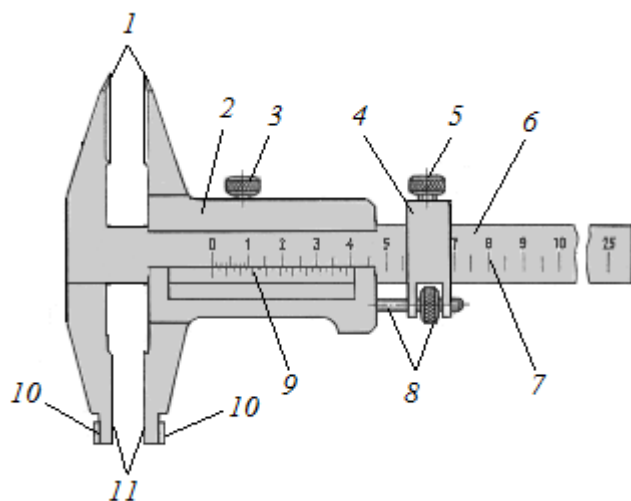
### Устройство штангенприборов



### Штангенциркуль ШЦ–I

- 1 – губки для внутренних измерений;
- 2 – штанга с миллиметровыми делениями;
- 3 – рамка;
- 4 – винт для зажима рамки;
- 5 – линейка глубиномера для измерения глубины;
- 6 – шкала штанги;
- 7 – нониус;
- 8 – губки для внутренних измерений

## Штангенциркуль ШЦ–II



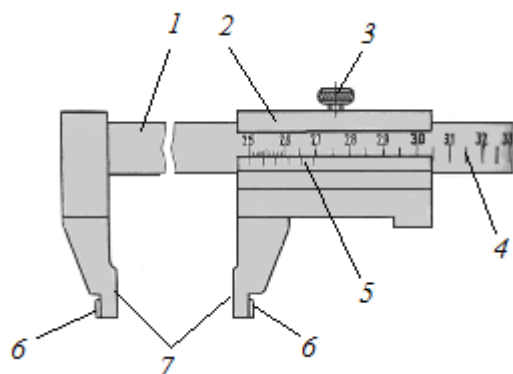
- 1 – губки для разметки;
- 2 – рамка;
- 3 – винт для зажима рамки;
- 4 – рамка микрометрической подачи;
- 5 – винт зажима рамки микрометрической подачи;
- 6 – штанга;
- 7 – шкала штанги;
- 8 – винт и гайка микрометрической подачи;
- 9 – шкала нониуса;
- 10 – губки для внутренних измерений;
- 11 – губки для наружных измерений

**Микрометрическая подача** предназначена для медленного и точного перемещения рамки по штанге.

Последовательность перемещения микроподачи:

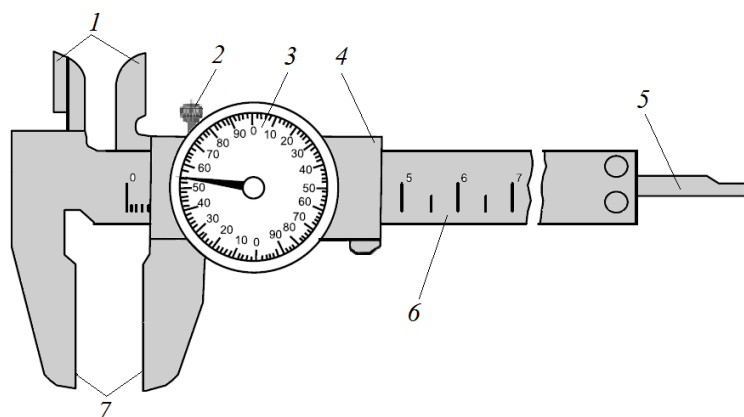
- ослабить винт зажима рамки;
- закрепить винт зажима рамки микроподачи;
- вращать гайку микроподачи на себя.

## Штангенциркуль ШЦ–III

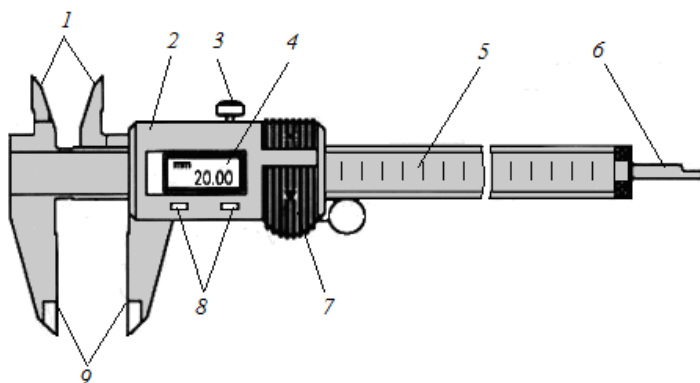


- 1 – штанга;
- 2 – рамка;
- 3 – винт для зажима рамки;
- 4 – шкала штанги;
- 5 – шкала нониуса;
- 6 – губки для внутренних измерений;
- 7 – губки для наружных измерений

## Штангенциркуль с отсчетом по круговой шкале ШЦК-I

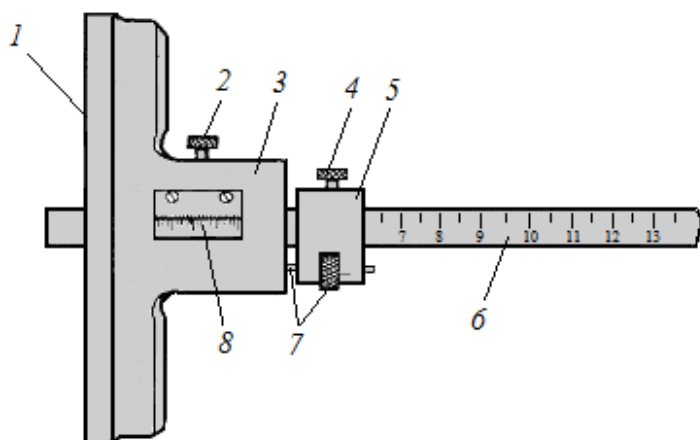


- 1 – губки для внутренних измерений;
- 2 – винт для зажима рамки;
- 3 – круговая шкала отсчетного устройства;
- 4 – рамка;
- 5 – линейка глубиномера;
- 6 – штанга и шкала с основными делениями;
- 7 – губки для наружных измерений



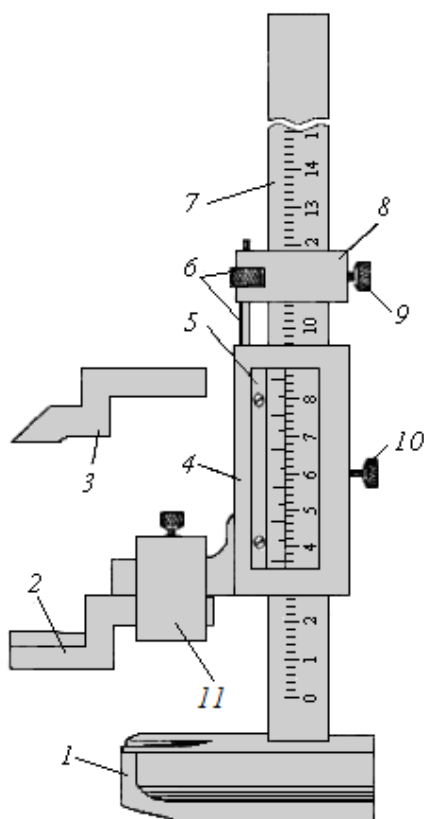
### Штангенциркуль с цифровым отсчетным устройством ШЦЦ-I

- 1 – губки для внутренних измерений;
- 2 – рамка;
- 3 – винт для зажима рамки;
- 4 – дисплей – цифровое отсчетное устройство;
- 5 – штанга и шкала с основными делениями;
- 6 – линейка глубиномера;
- 7 – блок питания, микропроцессор;
- 8 – переключатели для установки на ноль и для выбора единиц измерения;
- 9 – губки для внутренних измерений



### Штангенглубиномер ШГ

- 1 – основание;
- 2 – винт для зажима рамки;
- 3 – рамка;
- 4 – винт зажима рамки микрометрической подачи;
- 5 – рамка микрометрической подачи;
- 6 – штанга и шкала с основными делениями;
- 7 – винт и гайка микрометрической подачи;
- 8 – шкала нониуса



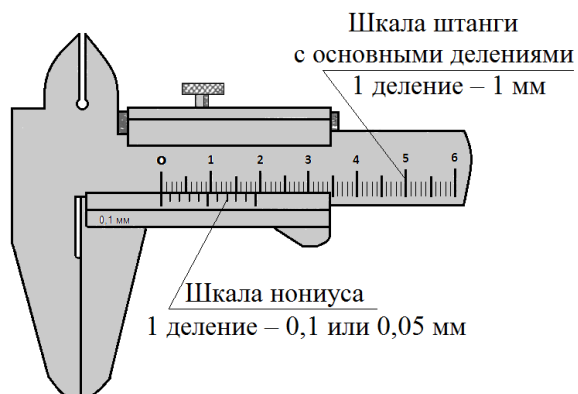
### Штангенрейсмас ШР

- 1 – основание;
- 2 – измерительная ножка;
- 3 – разметочная ножка;
- 4 – рамка;
- 5 – шкала нониуса;
- 6 – винт и гайка микрометрической подачи;
- 7 – штанга и шкала с основными делениями;
- 8 – рамка микрометрической подачи;
- 9 – винт зажима рамки микрометрической подачи;
- 10 – винт для зажима рамки;
- 11 – державка с зажимным винтом

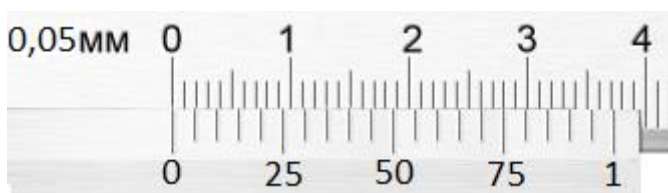
## Отсчетное устройство штангенприборов

Отсчетное устройство штангенприборов может быть в виде:

- *шкалы нониуса*

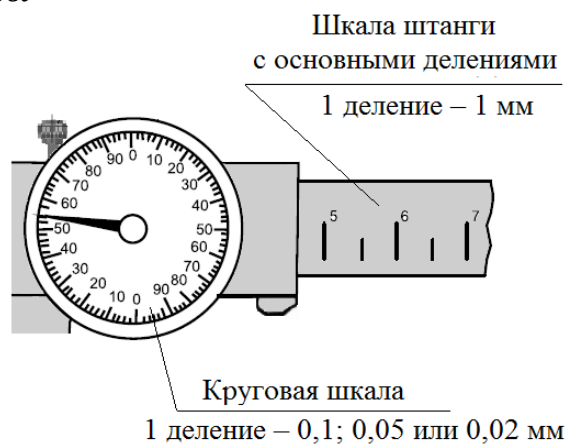


Шкала нониуса 0,1 мм



Шкала нониуса 0,05 мм

- *круговой шкалы*



- *цифрового дисплея*



## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ

### 1. Подготовка приборов к измерению

- проверить плавность перемещения рамки по всей длине штанги, т.е. рамка не должна перемещаться по штанге под действием своей массы при вертикальном положении штангенприбора;
- проверить плотность прилегания измерительных губок друг к другу, т.е. между ними не должно быть просвета;
- проверить отсутствие забоин и следов коррозии на измерительных поверхностях прибора.

### 2. Проверка нулевого положения

*Штангенциркули.* При сдвинутых измерительных губках для наружных измерений не должно быть просвета и нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

*Штангенглубиномер.* При расположении измерительных поверхностей основания и штанги в одной плоскости нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

*Штангенрейсмас.* При отсутствии зазора между ножкой и плитой нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

### 3. Измерения размеров

При измерении параметров изделия штангенприборами:

- каждый размер в одной и той же точке измерить три раза; за результат измерения принять среднее арифметическое трех отсчетов;
- не должно быть перекосов;
- необходимо обеспечить нормальное измерительное усилие, т.е. при перемещении штангенприбора должно ощущаться легкое трение.

#### Последовательность измерения штангенциркулем

*При измерении наружных размеров (рисунок 2):*

- деталь установить между губками;
- привести губки в соприкосновение с деталью, обеспечивая нормальную силу измерения;
- проверить правильность положения губок относительно детали;
- зафиксировать рамку стопорным винтом;
- снять прибор с детали.

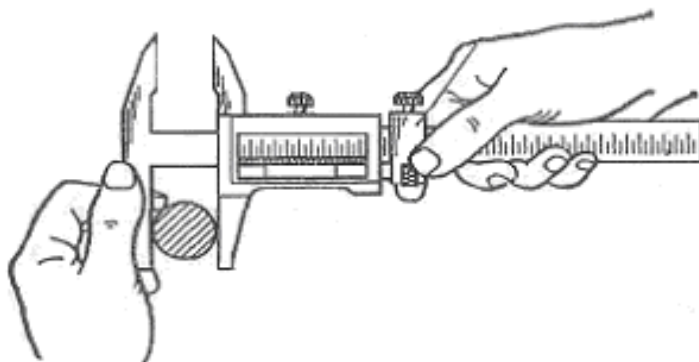


Рисунок 2 – Измерение наружного размера детали штангенциркулем

При измерении внутренних размеров (рисунок 3):

- ввести губки в отверстие;
- довести до соприкосновения с поверхностью детали, обеспечивая нормальную силу измерения;
- проверить правильность положения губок относительно детали;
- застопорить винт рамки;
- снять прибор с детали.

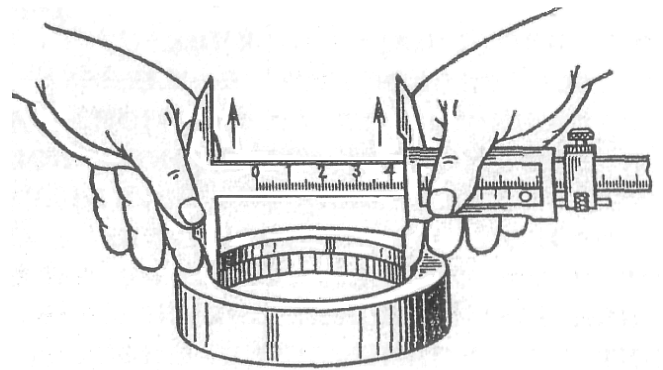


Рисунок 3 – Измерение внутреннего размера штангенциркулем

Если измерение проводилось штангенциркулем типов ШЦ–II или ШЦ–III, то к показаниям шкалы нужно прибавить толщину губок (10 мм), маркированную на них.

**Последовательность измерения штангенглубиномером (рисунок 4):**

- основание штангенглубиномера установить на поверхность, относительно которой производятся измерения, плотно прижимая к поверхности детали;
- линейку глубиномера (штангу) опустить в отверстие до соприкосновения с дном, обеспечивая нормальную силу измерения;
- зафиксировать положение линейки штангенглубиномера относительно основания стопорным винтом;
- извлечь штангенглубиномер из отверстия.

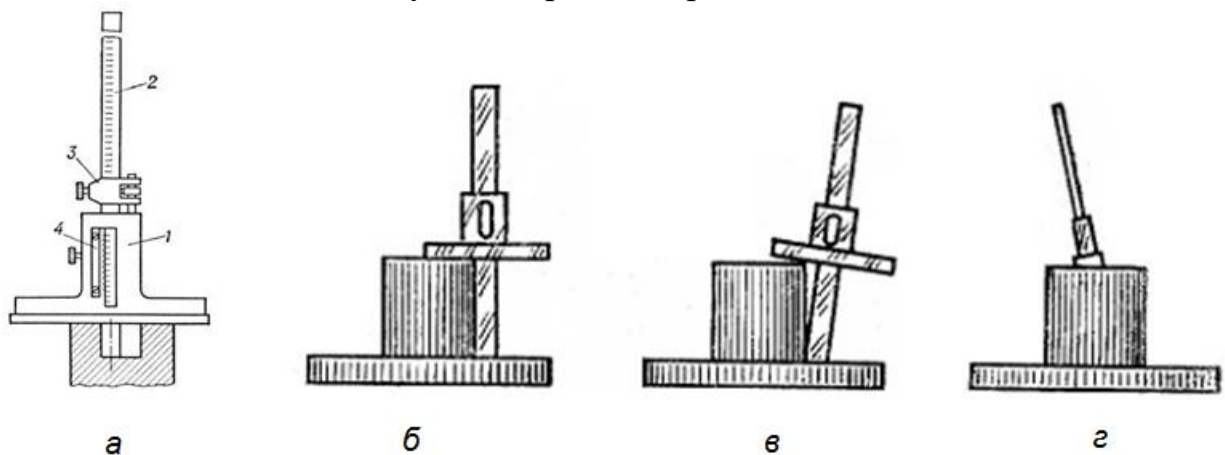


Рисунок 4 – Измерение штангенглубиномером:  
а, б – правильное положение; в, г – неправильное

**Последовательность измерения штангенрейсмасом (рисунок 5):**

- установить измерительную ножку в державке ниже губки рамки и закрепить;
- проверить нулевое положение;
- установить и прижать основание штангенрейсмаса к контрольной плите, слегка притереть;



- довести измерительную ножку до соприкосновения с поверхностью детали;
- проверить отсутствие просвета между ножкой и деталью, при перемещении штангенрейсмаса по плите должно ощущаться легкое трение ножки о поверхность детали;
- зафиксировать положение рамки на штанге стопорным винтом;
- снять штангенрейсмас с детали.

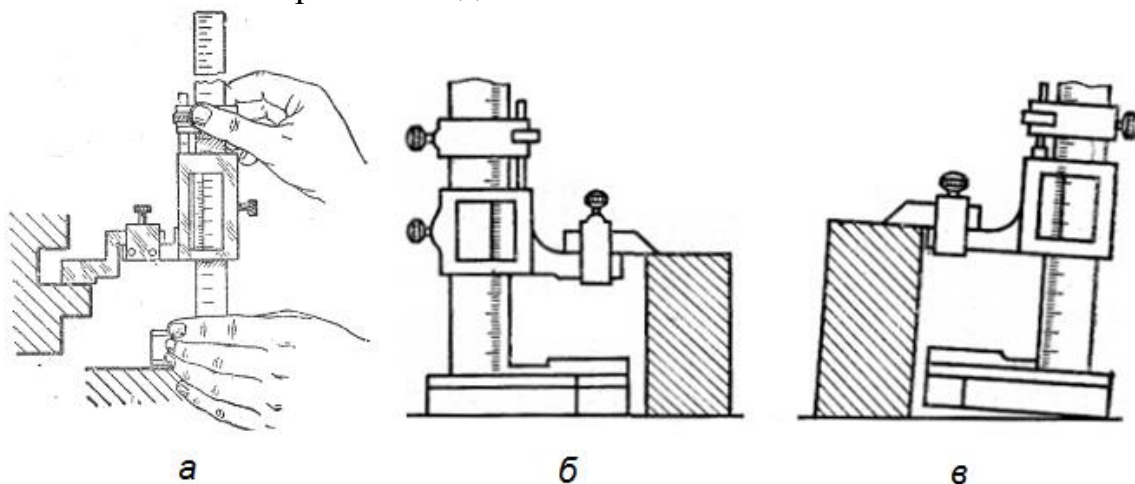


Рисунок 5 – Измерение штангенрейсмасом:  
а – правильное положение; б, в – неправильное

При **разметке** штангенрейсмасом сначала покрывают плоскость изделия раствором мела в воде с добавлением клея. Устанавливают штангенрейсмас на размер по нижней поверхности разметочной ножки. Правой рукой, слегка прижимая основание к плите, перемещают штангенрейсмас относительно детали, нанося горизонтальные линии острием разметочной ножки (рисунок 6).

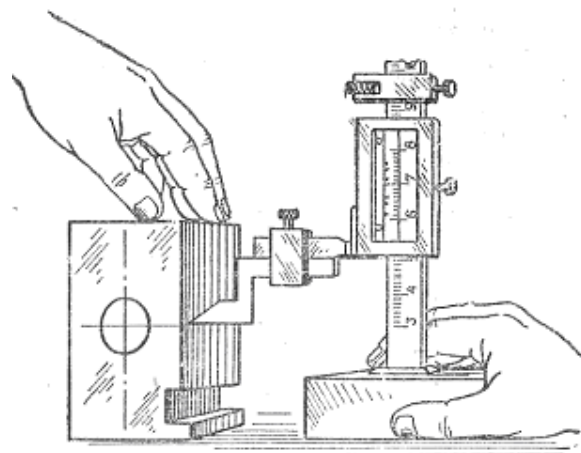
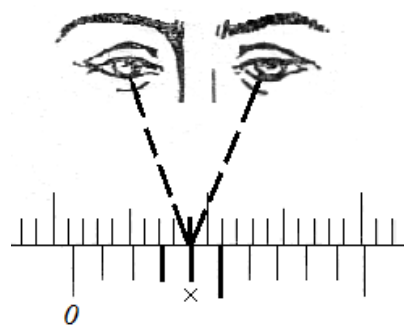


Рисунок 6 – Разметка штангенрейсмасом

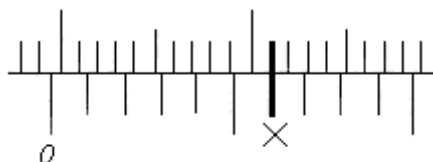
#### 4. Отсчет показаний



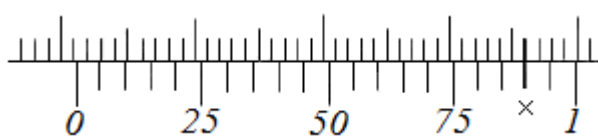
- отсчитать целое число миллиметров с основной шкалы, т.е. найти штрих основной шкалы, расположенный слева от нуля нониуса;



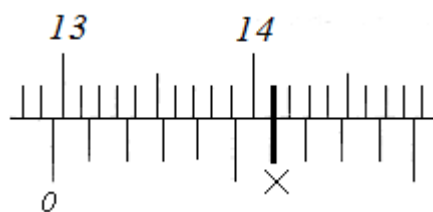
Порядковый номер – 4



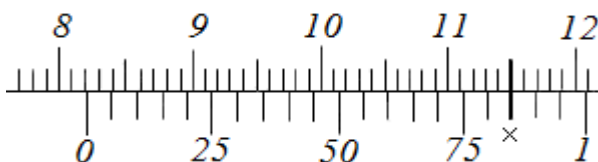
$$0,1 \text{ мм} \times 6 = 0,6 \text{ мм}$$



$$0,75 + 0,05 \text{ мм} \times 3 = 0,9 \text{ мм}$$



$$129 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм} \times 6 = 129,6 \text{ мм}$$



$$82 \text{ мм} + 0,75 + 0,05 \text{ мм} \times 2 = 82,85 \text{ мм}$$

- определить десятые и сотые доли миллиметра, т.е. найти штрих нониуса совпавшего со штрихом основной шкалы и определить его порядковый номер;

- умножить величину отсчета по нониусу на порядковый номер штриха;

- если слева от этого штриха имеется цифра (25, 50 или 75), то к этой цифре нужно прибавить результат умножения величины отсчета по нониусу и порядковый номер только короткого штриха нониуса;

- оба значения сложить.

Полученная сумма будет действительным размером измеряемого параметра детали.

## 5. Обработка результатов измерения

По результатам измерения диаметров детали найти наибольший и наименьший диаметры вала и подсчитать величину каждого отклонения формы поверхности вала в отдельности. Во всех случаях из большего диаметра вычитать меньший.

**Овальность** – подсчитывают для каждого диаметрального сечения как величину полуразности диаметров:

– овальность в сечении I-I:  $\Delta_{ovI} = (d_{1I} - d_{2I}) / 2$

– овальность в сечении II-II:  $\Delta_{ovII} = (d_{1II} - d_{2II}) / 2$

**Конусообразность** – подсчитывают как полуразность одинаково направленных диаметров, измеренных в сечениях, расположенных у разных торцов вала:

– конусообразность в направлении 1:  $\Delta_{кон1} = (d_{1I} - d_{1II}) / 2$

– конусообразность в направлении 2:  $\Delta_{кон2} = (d_{2I} - d_{2II}) / 2$

**Бочкообразность** или **седлообразность** – подсчитывают как полуразность одинаково направленных диаметров, измеренных в сечениях, расположенных одно у торца, а другое в середине вала:

– бочкообразность в направлении 1:  $\Delta_{боч1} = (d_{1I} - d_{1II}) / 2$

– бочкообразность в направлении 2:  $\Delta_{боч2} = (d_{2I} - d_{2II}) / 2$

Если диаметры в средних сечениях оказываются больше, чем у торцов, то отклонение формы называют бочкообразностью, а если у торцов диаметры больше, чем в середине, то называют седлообразностью.

## 6. Определение годности измеренной детали

*Деталь признается годной, если:*

1) действительные размеры параметров, измеренные во всех положениях, назначенных схемой измерения, не выходят за пределы наибольшего и наименьшего предельных размеров, заданных по чертежу детали;

2) величины отклонения формы, подсчитанные при обработке результатов измерения, не превышают величины допуска формы, указанного в чертеже. Если допуск формы на чертеже отдельно не указан, то за его величину берут допуск размера измеряемого элемента детали.

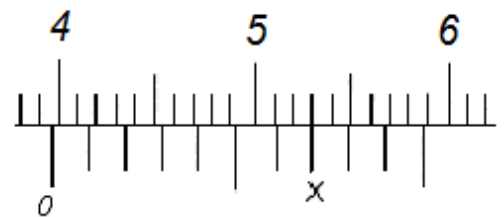
## 7. Окончание работы со штангенприбором

После окончания работы штангенприбор протереть, смазать антикоррозийным составом, развести измерительные губки на 2–3 см, ослабив зажимы рамки, и уложить прибор в футляр.

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**Пример 1.** Отсчитать показание по шкалам штангенприбора.

**Решение:** За целое число миллиметров принимаем штрих, расположенный слева от нуля нониуса (39 мм).



Дробную величину определяем умножением величины отсчета (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса (номер 7), совпадающего со штрихом штанги. Следуя этому алгоритму получаем:

$$39 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм} \times 7 = 39,7 \text{ мм}$$

**Пример 2.** Изобразить шкалу штангенприбора при установке на размер: 129,6 мм.

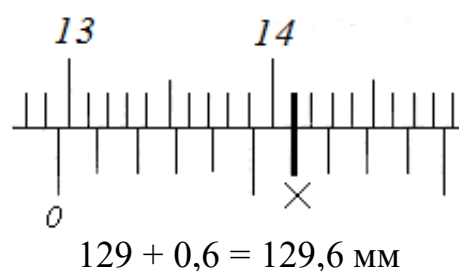
**Решение:** Сначала изобразим основную шкалу и отметим целое число миллиметров (129 мм), расположив справа нулевой штрих нониуса.

Далее вычислим и покажем положение 6-го штриха нониуса, совпадающего со штрихом основной шкалы. Нониус с величиной отсчета 0,1 мм имеет длину 19 мм и разделен на 10 частей. Одно деление составляет  $19 : 10 = 1,9$  мм.

Расстояние от нуля нониуса до 6-го штриха:  $1,9 \times 6 = 11,4$  мм.

Расстояние от 129 штриха основной шкалы до нуля нониуса 0,6 мм.

Следовательно, совмещение штрихов будет таким как на рисунке.



## ЗАДАЧИ

1. Расшифровать условное обозначение средств измерений:

- 1) Штангенглубиномер ШГ–160–0,05 ГОСТ 162-90
- 2) Штангенциркуль ШЦ–II–160–0,05 ГОСТ 166-89
- 3) Штангенрейсмас ШР–40-400–0,05 ГОСТ 164-90
- 4) Штангенциркуль ШЦ–III–320-1000–0,1 ГОСТ 166-89

2. Отсчитать показания по шкалам штангенприборов.

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)
- 9)
- 10)

3. Изобразить шкалы штангенприборов при установке на заданные размеры. Установить заданные размеры на штангенциркуле.

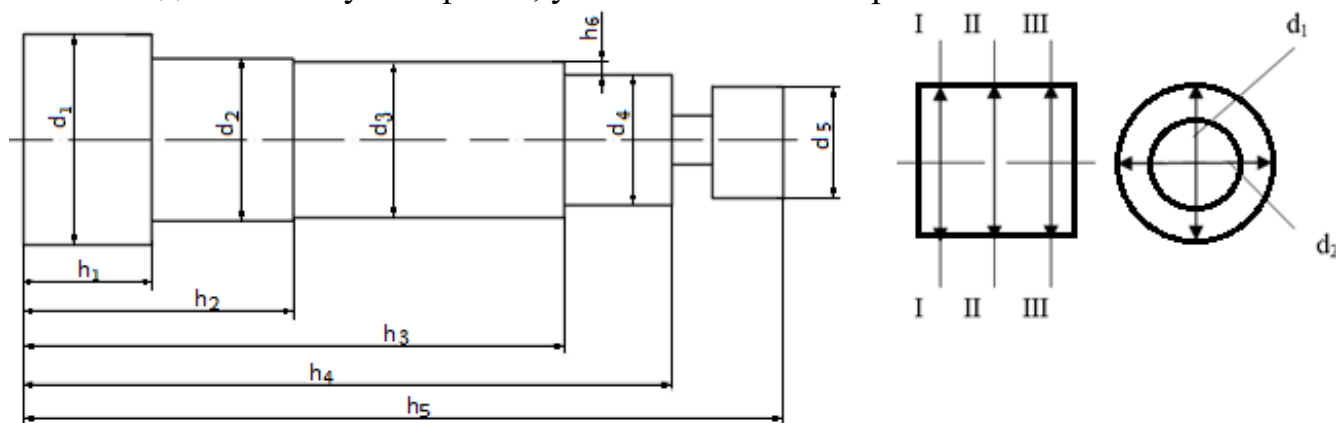
Варианты									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19,95	39,7	101,6	104,8	51,45	109,2	81,1	103,75	28,85	108,15
127,3	105,35	71,85	0,35	107,7	72,25	106,85	43,6	102,6	12,9

4. При измерении вала штангенциркулем в трех сечениях и двух направлениях были получены значения, указанные в таблице. Определить отклонение формы поверхности детали. Выявить вид отклонения (овальность, конусообразность, бочкообразность, седлообразность).

Вариант	Сечение					
	I-I		II-II		III-III	
	Направление					
	1	2	1	2	1	2
1	115,75	115,65	115,50	115,55	115,60	115,65
2	72,40	72,45	72,65	72,55	72,50	72,45
3	40,50	40,50	40,55	40,60	40,75	40,65
4	84,15	84,05	84,45	84,35	84,25	84,20
5	125,85	125,90	125,70	125,70	125,65	125,70

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить теоретические положения. Ответить на контрольные вопросы.
2. Изучить требования чертежа детали (приложение 3). Сделать эскиз с указанием предельных отклонений размеров.
3. Сделать схему измерения, указав сечения и направления.



4. Заполнить таблицу контролируемых параметров.

Номинальный размер	Предельные отклонения	Предельные размеры	Величина
--------------------	-----------------------	--------------------	----------

	<b>верхнее (<i>es</i>)</b>	<b>нижнее (<i>ei</i>)</b>	<b><i>max</i></b>	<b><i>min</i></b>	<b>допуска</b>

5. Дать краткую характеристику применяемых приборов, заполнив таблицу. Записать условное обозначение штангенприборов.

Обозначение измерительного прибора	Технические требования			
	Цена деления шкалы	Величина отсчета по нониусу	Предел измерения	Предельная погрешность измерения

6. Подготовить деталь и штангенприборы к измерению. Проверить нулевую установку штангенприборов.

7. Измерить размеры детали согласно технологии и схеме измерения: диаметральные размеры  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$  штангенциркулем; размеры  $h_1, h_2, h_3, h_4$  – штангенрейсмасом; размеры  $h_5$  и  $h_6$  – штангенглубиномером.

8. Заполнить таблицу о результатах измерений. Выполнить обработку результатов измерений. Определить годность детали.

Измеря емый диаметр	Отсчеты показаний						Заклучен ие о годности размера	
	Сечение I-I		Сечение II-II		Сечение III-III			
	Направле ние 1	Направле ние 2	Направле ние 1	Направле ние 2	Направле ние 1	Направле ние 2		
$d_1$								
$d_i$								
Измеряемая длина		Направлени е 1		Направлен ие 2		Направлени е 3		Направлен ие 4
$h_1$								
$h_i$								
Овальность		Сечение I-I		Сечение II-II		Сечение III-III		
Конусообразность		Направление 1			Направление 2			
Бочкообразность (седлообразность)		Направление 1			Направление 2			
Итоговое заключение о годности детали _____								

9. Сделать выводы по работе. Оформить отчет о выполнении работы.

### Контрольные вопросы

1. Укажите виды и типы штангенприборов.
2. Укажите назначение штангенциркулей, штангенглубиномера, штангенрейсмаса.
3. Какие общие конструктивные узлы имеют штангенприборы?
4. Объясните устройство штангенциркуля с нониусным отсчетом и электронным, штангенглубиномера, штангенрейсмаса.
5. Что такое предел измерений, длина и цена деления шкалы?
6. Каковы основные технические характеристики штангенприборов?
7. Как отсчитываются десятые доли миллиметра по нониусу?
8. Что называется отсчетом по нониусу?
9. Как проверить нулевую установку штангенприбора?
10. Какие методы измерений применяют при использовании штангенприборов с нониусным и электронным отсчетами?
11. Какова последовательность измерения наружного и внутреннего размера детали штангенциркулем?
12. Какова последовательность измерения при помощи штангенглубиномера?
13. Какова последовательность измерения высоты штангенрейсмасом?
14. Как можно убедиться в том, что при измерениях диаметра отверстия был измерен диаметр, а не хорда?
15. Можно ли штангенциркулем с отсчетом по нониусу 0,05 мм измерить размер с точностью 0,03; 0,01; 0,1 мм?

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

**Тема: ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ  
МИКРОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

**Цель работы:** в процессе выполнения работы Вы сможете изучить методику выполнения измерений микрометрическими приборами и приобрести первичные навыки работы микрометрическими приборами при измерении линейных размеров деталей.

**Задачи:**

1. Изучить устройство, типы и технические характеристики микрометрических приборов.
2. Овладеть приемами отсчета показаний и технологией измерения микрометрическими приборами.
3. Измерить микрометрическими приборами заданные параметры детали, рассчитать отклонения формы ее поверхности, определить годность детали.

**Применяемые приборы и оборудование:** гладкий микрометр, микрометрический глубиномер, микрометрический нутромер.

**Измеряемая деталь** – цилиндрический ступенчатый вал, валик.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Микрометрическими приборами** называют средства измерений, применяемые для измерения линейных размеров. *Метод измерения* – непосредственной оценки, абсолютный. Эти приборы являются более точными достаточно распространенными в цеховых условиях по сравнению со штангенприборами.

*К микрометрическим приборам относят:* гладкий микрометр, микрометрический глубиномер, микрометрический нутромер и др.

**Технические характеристики**

Микрометрические приборы выпускают с различными диапазонами измерений (0-25, 25-50, 50-75, верхний предел гладких микрометров 600 мм) с величиной отсчета 0,01 мм. Погрешность показаний приборов зависит от класса точности и диапазона измерений, варьируется от  $\pm 0,002$  мм до  $\pm 0,01$  мм.

**Условное обозначение микрометрических приборов**

1. Гладкий микрометр с диапазоном измерения 25-50 мм 1-го класса точности:

*Микрометр МК50–1 ГОСТ 6507–90;*

2. Гладкий микрометр с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения 50-75 мм:

*Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507–90;*

3. Микрометрический глубиномер с отсчетом по шкалам стебля и барабана при диапазоне измерения от 0 до 100 мм класса точности 2:

*Глубиномер ГМ100–2 ГОСТ 7470–92;*

4. Микрометрический нутромер с верхним пределом измерения 600 мм:

*Нутромер НМ600 ГОСТ 10–88.*



## Устройство и назначение микрометрических приборов (таблица 1)

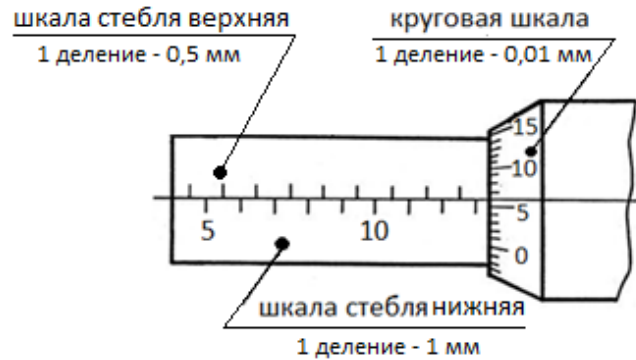
Таблица 1 – Устройство и назначение микрометрических приборов

Устройство	Назначение
<b>Микрометр гладкий МК (ГОСТ 6507-90)</b>	
 <p>1 – скоба; 2 – пятка; 3 – микрометрический винт; 4 – стопор; 5 – стебель; 6 – барабан; 7 – трещотка</p>	Измерение наружных размеров
<b>Микрометр гладкий цифровой МКЦ (ГОСТ 6507-90)</b>	
 <p>1 – скоба; 2 – пятка; 3 – микровинт; 4 – стопор; 5 – стебель; 6 – барабан; 7 – трещотка; 8 – электронное цифровое отсчетное устройство</p>	Измерение наружных размеров
<b>Микрометрический глубиномер ГМ (ГОСТ 7470-92)</b>	
 <p>1 – основание; 2 – стебель; 3 – барабан; 4 – трещотка; 5 – стопор; 6 – сменные измерительные стержни</p>	Измерение глубины пазов, глухих отверстий и высоты уступов
<b>Микрометрический нутромер НМ (ГОСТ 10-88)</b>	
 <p>1 – измерительный наконечник; 2 – удлинитель; 3 – микрометрическая головка; 4 – установочная скоба</p> <p>75 мм</p>	Измерение внутренних размеров

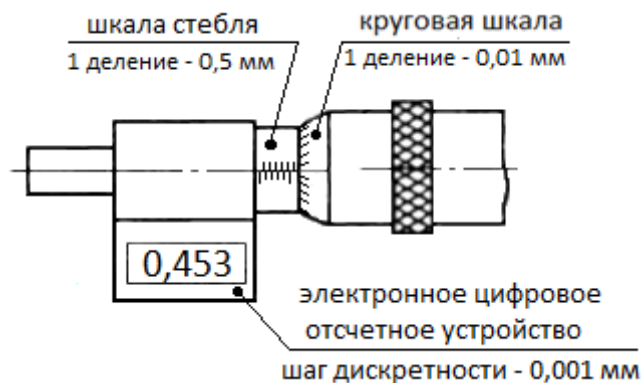
## Отсчетное устройство микрометрических приборов

Отсчетное устройство микрометрических приборов может быть в виде:

- **шкалы нониуса**



- **цифрового дисплея**



## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛАДКИМ МИКРОМЕТРОМ

### 1. Подготовка прибора к измерению

- убедиться в правильности выбора микрометра по диапазону измерений;
- проверить плавность вращения микрометрического винта;
- проверить отсутствие забоин и следов коррозии на измерительных поверхностях прибора.

### 2. Проверка нулевого положения

При сдвинутой пятке и микровинте не должно быть просвета и нулевой штрих шкалы барабана должен совпасть с продольной линией стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля.

При неправильных показаниях микрометра необходимо выполнить его настройку на ноль.

### 3. Настройка нулевого положения

- довести до соприкосновения микровинт с пяткой и закрепить стопор;
- отсоединить барабан от микровинта, отвернув на пол-оборота колпачок;
- совместить нулевой штрих шкалы барабана с продольной линией стебля;
- закрутить колпачок;
- проверить правильность выполненной настройки нулевого положения (рисунок 1).

Выполнять до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность совпадения нулевых штрихов шкал.

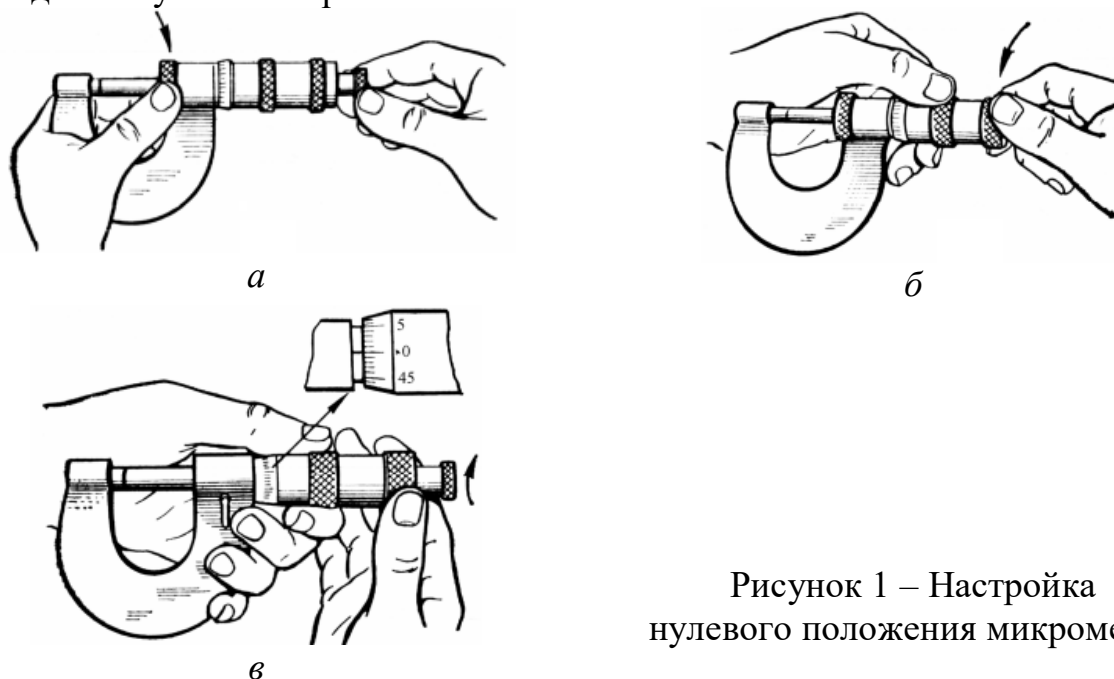
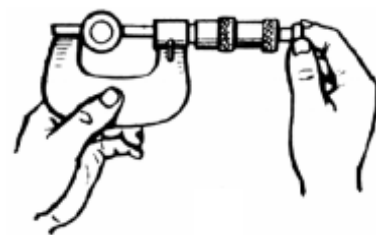


Рисунок 1 – Настройка нулевого положения микрометра

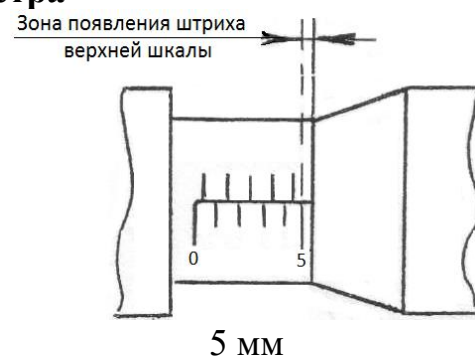
#### 4. Измерение гладким микрометром

- измеряемую деталь поместить между измерительными поверхностями микровинта и пятки;
- довести измерительные поверхности до соприкосновения с деталью при помощи трещотки (2-3 щелчка для обеспечения нормальной силы измерения);
- закрепить стопорный винт;
- снять прибор с детали.



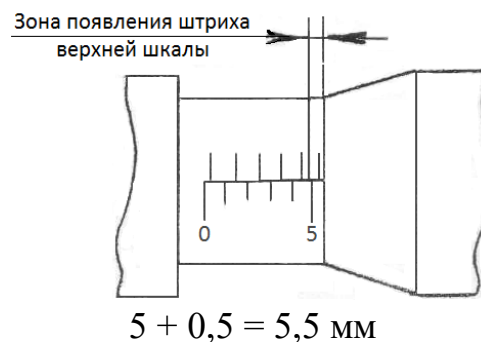
#### 5. Отсчет показаний по шкалам микрометра

- по шкале стебля найти штрих, ближайший к скосу барабана; отсчитать целое число миллиметров – по нижней шкале стебля;



5 мм

- отсчитать десятые доли миллиметра – если на стебле виден штрих выше продольной линии, то прибавить 0,5 мм;



$5 + 0,5 = 5,5 \text{ мм}$

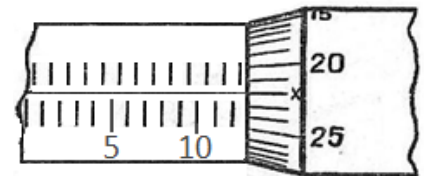
- по шкале барабана отсчитать сотые доли миллиметра – найти штрих ближайший к продольной линии на стебле;

- сложить все значения.

Полученная сумма будет действительным размером измеряемого параметра детали.

Целесообразно эти действия повторить еще 2-3 раза, записывая каждое показание. Затем подсчитать среднюю величину показаний.

По окончании измерений снова проверить нулевое показание прибора.



$$12 + 0,5 + 0,22 = 12,72 \text{ мм}$$

## 6. Определение годности измеренной детали

*Деталь признается годной, если:*

- 1) действительные размеры параметров, измеренные во всех положениях, назначенных схемой измерения, не выходят за пределы наибольшего и наименьшего предельных размеров, заданных по чертежу детали;

- 2) величины отклонения формы, подсчитанные при обработке результатов измерения, не превышают величины допуска формы, указанного в чертеже. Если допуск формы на чертеже отдельно не указан, то за его величину берут допуск размера измеряемого элемента детали.

## 7. Окончание работы с микрометрическим прибором

По окончании работы протереть прибор салфеткой, слегка смоченной в бензине, а затем насухо чистой салфеткой. Рабочие поверхности прибора смазать противокоррозионной смазкой и поместить в футляр.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО ГЛУБИНОМЕРА

### 1. Подготовка прибора к измерению

- убедиться в правильности выбора сменного стержня в зависимости от измеряемого размера детали;

- протереть рабочие поверхности прибора салфеткой.

### 2. Проверка нулевого положения

При установке глубиномера в установочной мере-втулке стержень должен быть доведен до соприкосновения с плитой и нулевой штрих шкалы барабана должен совпасть с продольной линией стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля.

При неправильных показаниях глубиномера необходимо выполнить его настройку на ноль (см. стр. 33).

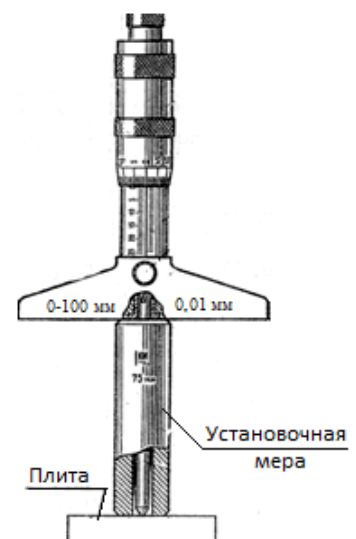
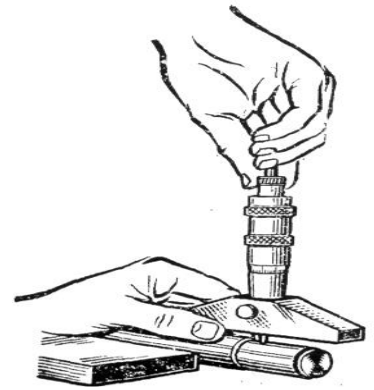


Рисунок 2 – Проверка нулевого положения

### 3. Измерение микрометрическим глубиномером

- установить основание глубиномера на базовую поверхность, относительно которой будет производиться измерение, и слегка притереть;
- вращая микровинт с помощью трещотки, переместить измерительный стержень вниз до упора (до пощелкивания трещотки 2-3 раза);
- проверить отсутствие перекоса;
- застопорить микровинт;
- отсчитать показания по шкалам (см. стр. 34).



## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО НУТРОМЕРА

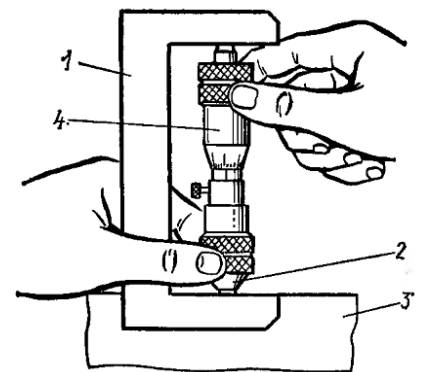
### 1. Подготовка микрометрического нутромера к измерению

- рассчитать длину и подобрать удлинители, для этого из численного значения проверяемого размера вычесть численное значение нижнего предела измерения микрометрической головки с наконечником; выбрать удлинители по размерам, обеспечивающим их наименьшее количество;
- протереть рабочие поверхности тканью.

### 2. Проверка нулевого положения

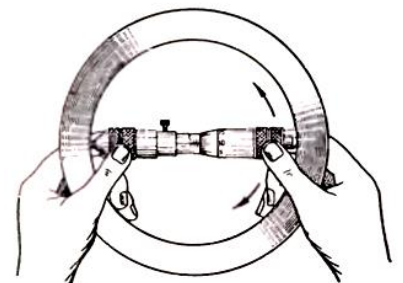
При установке нутромера в установочной мере-скобе нулевой штрих шкалы барабана должен совпасть с продольной линией стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля.

При неправильных показаниях микрометра необходимо выполнить его настройку на ноль (см. стр. 33).



### 3. Измерение микрометрическим нутромером

- ввести нутромер в измеряемое отверстие, вращая барабан до соприкосновения с измеряемой поверхностью;
- выполнить покачивание вперед-назад, вправо-влево, проверяя, чтобы микрометрическая головка находилась в диаметральной плоскости и была перпендикулярна стенкам контролируемого отверстия;
- найдя наибольшее показание нутромера, застопорить микровинт;
- извлечь нутромер из отверстия.



#### 4. Отсчет показаний по шкалам микрометра

- определить наименьший измеряемый размер прибором, учесть размер удлинителей;
- отсчитать целое число миллиметров и десятые доли по шкале стебля;
- отсчитать сотые доли миллиметра;
- сложить все значения.

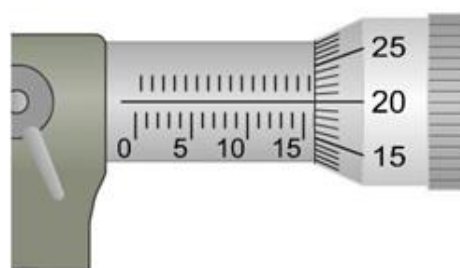


$$25 + 50 + 2 + 0,05 = 77,05 \text{ мм}$$

#### ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**Пример 1.** Отсчитать показание по шкалам микрометрического прибора.

*Решение:* За целое число миллиметров принимаем штрих, расположенный на нижней шкале стебля около скошенного края барабана (15 мм).



Так как виден штрих на верхней шкале стебля, то определяем десятые доли миллиметра (0,5 мм).

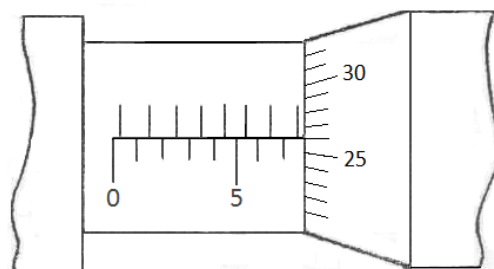
Сотые доли миллиметра определяем по штриху барабана, совпадающего с горизонтальной линией стебля (0,20 мм). Следуя этому алгоритму получаем:

$$15 + 0,5 + 0,20 = 15,70 \text{ мм}$$

**Пример 2.** Изобразить шкалу микрометрического прибора при установке на размер: 7,76 мм.

*Решение:* Сначала изобразим нижнюю шкалу стебля и отметим целое число миллиметров (7 мм). Далее покажем штрих на верхней шкале стебля (+0,5 мм). На шкале барабана изобразим 26-й штрих, что будет соответствовать значению 0,26 мм.

Следовательно, совмещение штрихов будет таким как на рисунке.



$$7 + 0,5 + 0,26 = 7,76 \text{ мм}$$

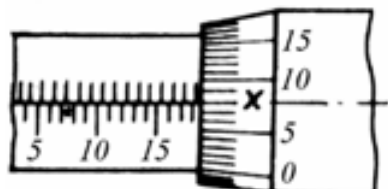
#### ЗАДАЧИ

1. Расшифровать условное обозначение средств измерений:
  - 1) Микрометр МК50–2 ГОСТ 6507-90
  - 2) Глубиномер ГМ150–1 ГОСТ 7470-92
  - 3) Микрометр МК75–1 ГОСТ 6507-90
  - 4) Нутромер НИ175 ГОСТ 10-88

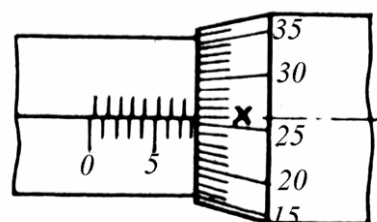


2. Отсчитать показания по шкалам микрометрических приборов.

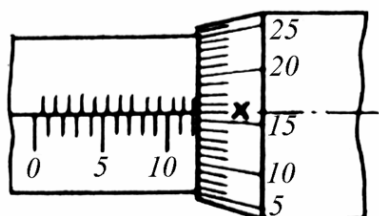
1)



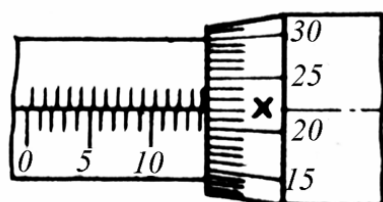
2)



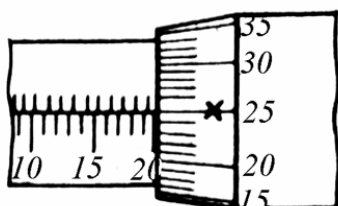
3)



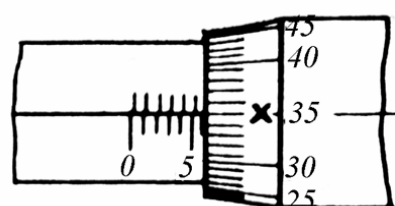
4)



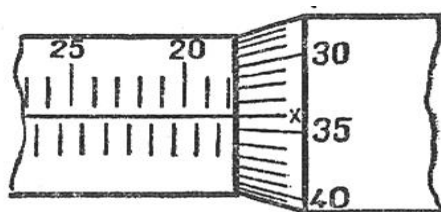
5)



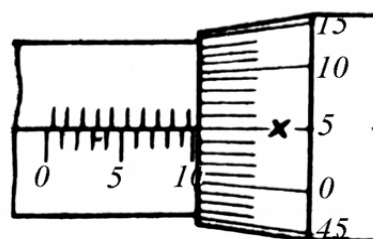
6)



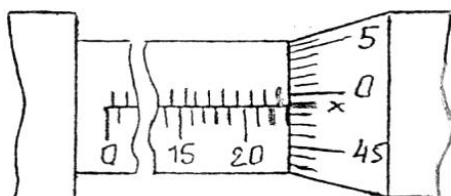
7)



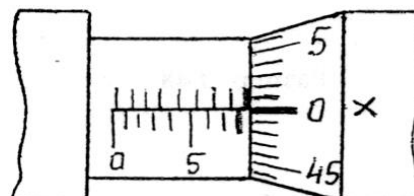
8)



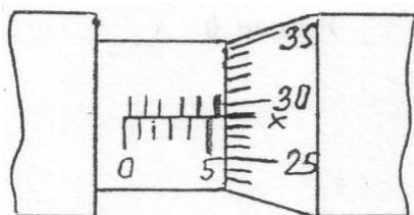
9)



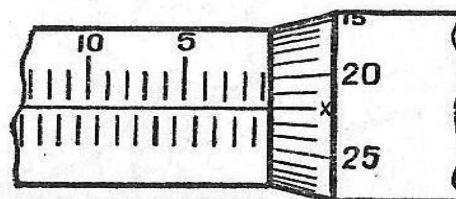
10)



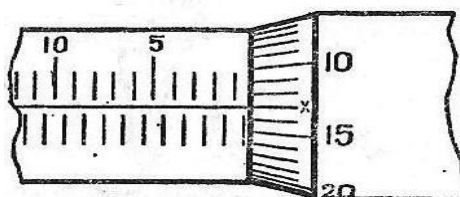
11)



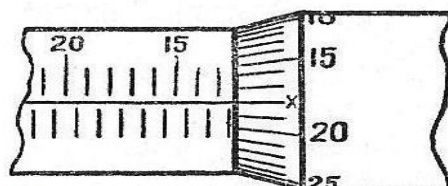
12)



13)



14)



3. Изобразить шкалы микрометра при установке на заданные размеры. Установить заданные размеры на гладком микрометре.

Варианты									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	3,16	12,5	10,72	16,89	14,5	11, 62	15,78	27,89	14,72

4. Предложить микрометр для измерения размера, записав условное обозначение.

Варианты				
1	2	3	4	5
70h7	310d11	20d9	12h14	75d11

### Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические положения. Ответить на контрольные вопросы.
2. Изучить требования чертежа детали (приложение 2-4). Сделать эскиз с указанием предельных отклонений размеров.
3. Сделать схему измерения, указав сечения и направления.
4. Заполнить таблицу контролируемых параметров.

Номинальный размер	Предельные отклонения		Предельные размеры		Величина допуска
	верхнее ( <i>es</i> )	нижнее ( <i>ei</i> )	<i>max</i>	<i>min</i>	

5. Выбрать микрометрические приборы в зависимости от измеряемого размера. Дать краткую характеристику применяемых приборов, заполнив таблицу. Записать условное обозначение микрометрических приборов.

Обозначение измерительного прибора	Технические требования		
	Цена деления шкалы барабаны	Предел измерения	Предельная погрешность измерения

6. Подготовить деталь и микрометрические приборы к измерению. Проверить нулевую установку микрометрических приборов.

7. Измерить размеры детали согласно технологии и схеме измерения: диаметральные размеры валов (*d*) – микрометром гладким, отверстий (*D*) –



микрометрическим нутромером; размеры уступов ( $h$ ) – микрометрическим глубиномером.

8. Заполнить таблицу о результатах измерений. Выполнить обработку результатов измерений (см. стр. 25). Определить годность детали.

Измеряемый диаметр	Отсчеты показаний						Заключение о годности размера	
	Сечение I-I		Сечение II-II		Сечение III-III			
	Направление 1	Направление 2	Направление 1	Направление 2	Направление 1	Направление 2		
$d$								
$D$								
Измеряемая длина		Направление 1	Направление 2		Направление 3	Направление 4		
$h$								
Овальность		Сечение I-I		Сечение II-II		Сечение III-III		
Конусообразность		Направление 1			Направление 2			
Бочкообразность (седлообразность)		Направление 1			Направление 2			
Итоговое заключение о годности детали _____								

9. Сделать выводы по работе. Оформить отчет о выполнении работы.

### Контрольные вопросы

1. Какие виды микрометрических приборов знаете?
2. На чем основан принцип действия микрометрических приборов?
3. Сколько отсчетных шкал имеют микрометрические приборы и каково их назначение?
4. Объясните устройство гладкого микрометра, глубиномера микрометрического и нутромера микрометрического.
5. Какие методы измерения применяются при использовании микрометрических приборов?
6. Какие метрологические характеристики имеют микрометры?
7. Как проверить нулевую установку микрометрических приборов?
8. Каким образом можно отрегулировать микрометр при неправильной установке на ноль?
9. Какова последовательность измерения гладким микрометром?
10. Как правильно измерить диаметр отверстия микрометрическим нутромером?
11. Каким образом производят отсчет показаний по шкалам микрометра?

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**  
**Тема: КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ КАЛИБРАМИ**

**Цель работы:** в процессе выполнения работы Вы сможете изучить методы контроля предельных размеров гладких поверхностей детали калибрами и методику выполнения контрольных операций с помощью предельных калибров, а также приобрести навыки контроля предельными калибрами.

**Задачи:**

1. Изучить виды и конструктивные исполнения гладких калибров.
2. Овладеть методикой выполнения контрольных операций с помощью калибров при проверке линейных размеров деталей.
3. Провести анализ требований к точности параметров контролируемой детали.
4. Выполнить контроль параметров детали с помощью калибров.
5. Дать заключение о годности детали по контролируемым параметрам.

**Применяемые приборы и оборудование:** предельные калибры-пробки, калибры-скобы (жесткие и регулируемые), набор концевых мер длины и принадлежности к ним.

**Контролируемая деталь** – вал, втулка.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**Калибры** – бесшкальные тела или устройства, предназначенные для проверки соответствия размеров изделий установленным допускам без определения их действительного размера. Они применяются в условиях *крупносерийного* и *массового производства* для определения годности деталей с точностью от 6 до 17 квалитетов.

В основу конструирования гладких калибров положен *принцип Тейлора* или *принцип подобия*, согласно которому:

- 1) проходные калибры имеют форму сопрягаемой детали и должны контролировать отклонение размера и формы проверяемой детали. Это обеспечивает собираемость соединения;
- 2) непроходные калибры обеспечивают поэлементный контроль размеров, поэтому контакт между рабочими поверхностями калибров и контролируемой поверхностью точечный.

Полностью отвечающий принципу Тейлора калибр для контроля вала должен иметь проходную сторону в виде кольца с длиной, равной длине сопряжения или контролируемой поверхности, и непроходную сторону в виде скобы с ножевыми поверхностями.

Контролируемый наружный размер детали –  $\varnothing 25\ k6$  может быть проверен *скобой* (рисунок 1), имеющей:

- наибольший предельный размер (ПР)  $d_{max} = 25,015$  мм
- наименьший предельный размер (НЗ)  $d_{min} = 25,002$  мм

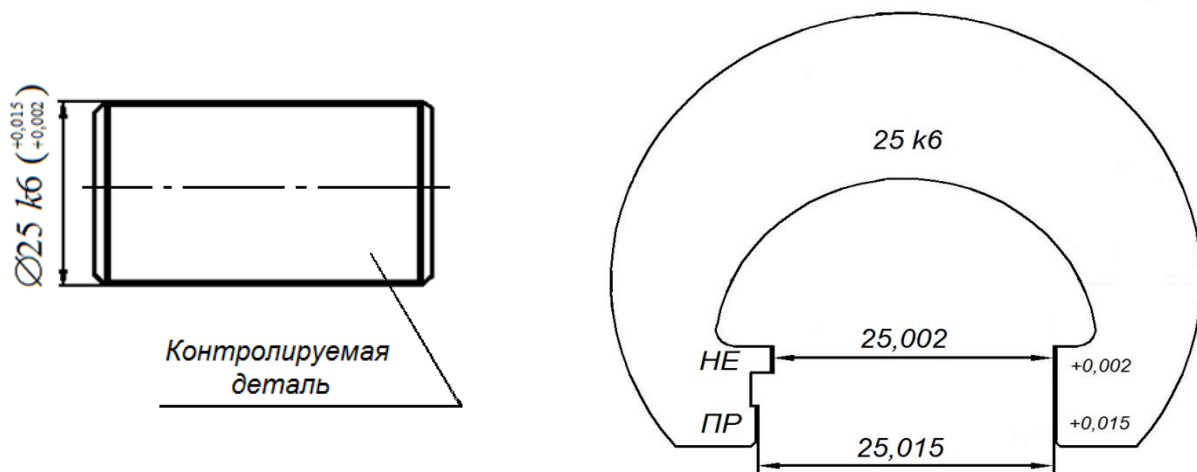


Рисунок 1 – Калибр-скоба для контроля наружных размеров

Контроль размеров отверстий производится калибрами-пробками. Внутренний размер детали  $\text{Ø}25 \text{ H7}$  может быть проверен *пробкой* (рисунок 2), имеющей:

- наибольший предельный размер (НЕ)  $D_{\max} = 25,021 \text{ мм}$
- наименьший предельный размер (ПР)  $D_{\min} = 25 \text{ мм}$

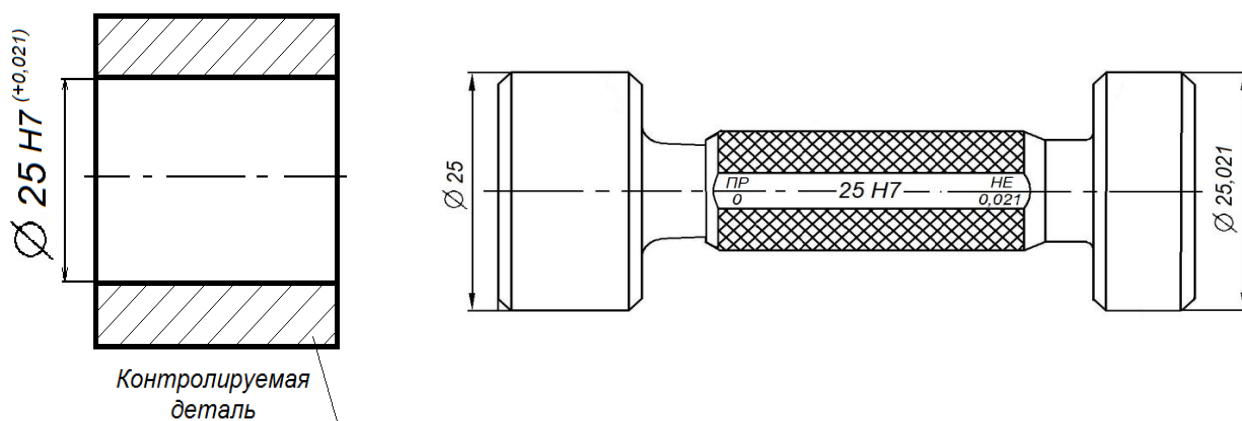


Рисунок 2 – Калибр-пробка для контроля внутренних размеров

### Классификация калибров

#### ➤ По методу контроля:

*Нормальные калибры* – шаблоны, которые воспроизводят номинальный размер контролируемого параметра и служат для контроля деталей сложной формы. О годности размера судят по равномерности зазора между проверяемым профилем и рабочим профилем нормального калибра. К нормальным калибрам относятся: *шаблоны, щупы и конусные калибры*.

*Шаблоны* – нормальные калибры для проверки правильности формы и расположения поверхностей сложных деталей при их изготовлении. Шаблон прикладывают к проверяемой поверхности и по просвету определяют погрешность профиля детали.

*Профильные шаблоны* применяют для контроля размеров и формы изделий со сложным профилем.

*Предельные калибры* – калибры, которые воспроизводят размеры, соответствующие верхней и нижней границам поля допуска детали и позволяют установить, находится ли проверяемый размер в пределах допуска.

Калибры имеют две стороны: проходную ПР и непроходную НЕ, которые ограничивают предельные размеры детали.

➤ ***По полноте охвата контролем:***

*Комплексные калибры* – предназначены для проверки нескольких размеров изделий.

*Дифференциальные (поэлементные) калибры* – предназначены для проверки одного размера.

➤ ***По назначению:***

*Рабочие калибры* – предназначены для контроля деталей в процессе их изготовления. Ими пользуются рабочие, операторы и наладчики станков, контролеры ОТК.

*Приемные калибры* – применяют представители заказчика для приемки деталей.

*Контрольные калибры* – служат для проверки размеров рабочих и приемных калибров в процессе их изготовления и эксплуатации, а также для установки на размер регулируемых калибров.

➤ ***По форме контролируемой поверхности*** калибры делятся на гладкие, резьбовые, конусные, шлицевые и специальные.

*Калибры-пробки гладкие* – предназначены для контроля отверстий.

*Калибры-скобы гладкие* – служат для контроля валов.

➤ ***По конструкции*** калибры делят на нерегулируемые (жесткие) и регулируемые, односторонние и двухсторонние, однопредельные и двухпредельные.

*Нерегулируемые (жесткие) калибры* – предназначены для контроля одного размера.

*Регулируемые калибры* – позволяют производить контроль различных по величине размеров в определенном диапазоне за счет возможности перенастройки.

*Односторонние калибры* – имеют проходную и непроходную части с одной стороны, применяются для широкого диапазона размеров.

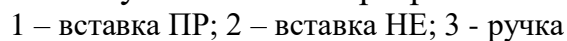
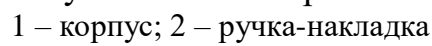
*Двухсторонние калибры* – имеют проходную и непроходную части, находящиеся по разным сторонам, применяются для сравнительно небольших размеров 1...10 мм (калибры-скобы) и 1...50 мм (калибры-пробки).

*Однопредельные калибры* – имеют одну часть, соответствующую верхней или нижней границе поле допуска контролируемого размера, применяются при контроле относительно больших размеров.

*Двупредельные калибры* – в своей конструкции имеют проходную и непроходную стороны, применяются для широкого диапазона размеров.

Виды гладких нерегулируемых калибров для контроля отверстий и валов устанавливает ГОСТ 24851–81, в котором различным конструктивным разновидностям присвоены номера вида (1...12) и соответствующие наименования.

Примеры конструкций калибров представлены на рисунках 3 и 4.



## 45

Калибры изготавливают из инструментальных или углеродистых цементуемых сталей.

Технические требования и маркировку к гладким калибрам устанавливает ГОСТ 2015–84.

Конструктивные отличия непроходных калибров: уменьшенная длина рабочей поверхности по сравнению с проходным калибром.

Для контроля отверстий малых размеров калибры изготавливаются в виде полных пробок. Для отверстий больших диаметров используют калибры с рабочими поверхностями в виде неполной пробки.

*Маркировка калибров* включает следующую информацию:

- номинальный размер детали, для которого предназначен калибр;
- обозначение поля допуска изделия;
- числовые значения предельных отклонений изделия в миллиметрах;
- обозначение назначения калибра (например ПР, НЕ);
- товарный знак предприятия-изготовителя.

#### **Условное обозначение предельных калибров**

1. Калибр-скоба односторонний двупредельный нерегулируемый: *Скоба 8113–0005 h9 ГОСТ 18361–93.*

2. Калибр-пробка двусторонний со вставками: *Пробка 8133–0607 H7 ГОСТ 14807–69.*

Калибры используют в паре: *проходной* (ПР) и *непроходной* (НЕ).

**Проходной калибр (ПР)** – калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий максимуму материала проверяемого объекта.

*При контроле вала* этот калибр контролирует наибольший предельный размер (рисунок 5).

*При контроле отверстия* этот калибр контролирует наименьший предельный размер (рисунок 6).

**Правило:** проходной калибр всегда ограничивает размер детали у границы исправимого брака.

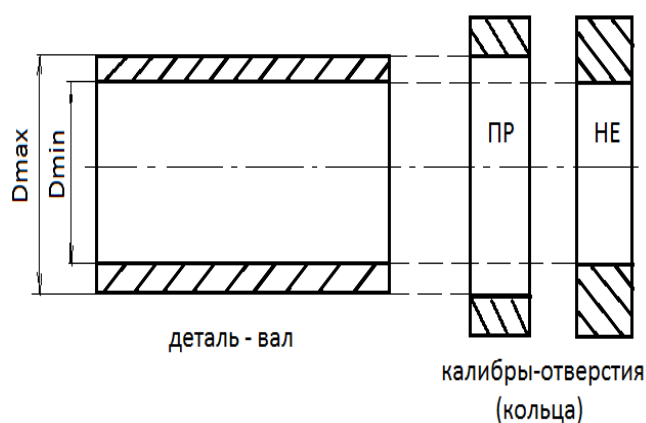


Рисунок 5 – Принцип контроля наружного размера

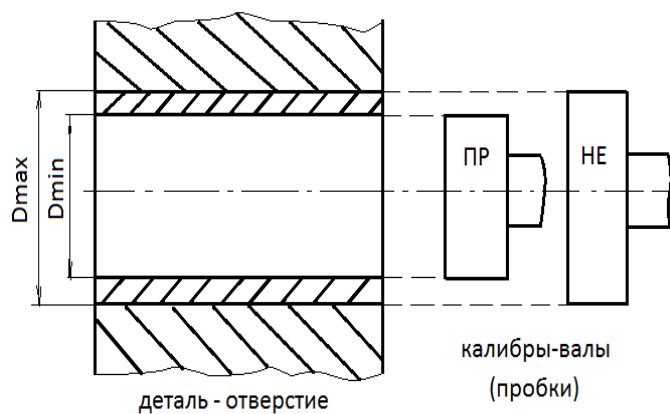


Рисунок 6 – Принцип контроля внутреннего размера

**Непроходной калибр (НЕ)** – калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий минимуму материала.

При контроле вала этот калибр контролирует наименьший размер (см. рисунок 5).

При контроле отверстия этот калибр контролирует наибольший размер (см. рисунок 6).

**Правило:** непроходной калибр ограничивает размер детали у границы неисправимого брака.

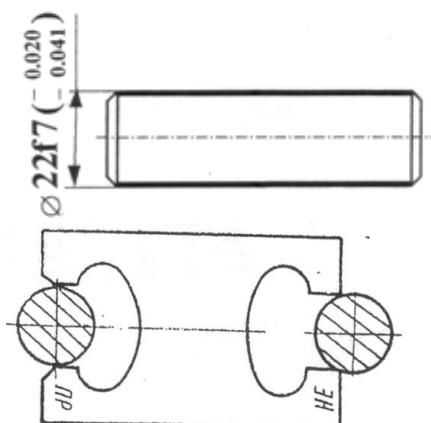
### Условия годности детали при контроле калибрами (таблица 1)

Деталь считается годной, если проходная сторона проходит в проверяемый размер под действием собственного веса калибра, а непроходная сторона – не проходит. Это условие гарантирует, что действительный размер лежит в пределах допуска.

Таблица 1 – Условия годности детали при контроле калибрами

Условие	Годность детали
Проходная сторона калибра (ПР) проходит под действием собственной тяжести, а непроходная сторона (НЕ) не проходит	Деталь годна
Проходной калибр (ПР) не проходит	Исправимый брак
Непроходной калибр (НЕ) проходит	Неисправимый брак

### Примеры



Контролируемая поверхность – цилиндрический вал

Средство контроля – калибр-скоба

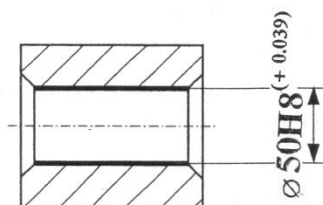
$\varnothing 22f7 \begin{pmatrix} -0,020 \\ -0,041 \end{pmatrix}$

ПР  $d_{\max} = 21,980$  мм

НЕ  $d_{\min} = 21,959$  мм

$T = 0,021$  мм

На рисунке – деталь годна.



Контролируемая поверхность – цилиндрическое отверстие

Средство контроля – калибр-пробка

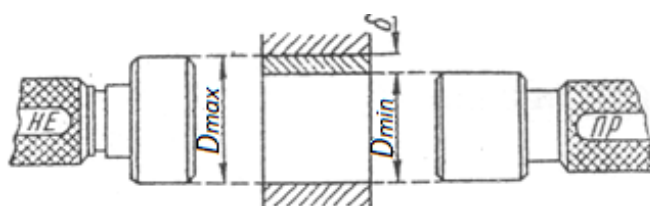
$\varnothing 50H8 \begin{pmatrix} +0,039 \\ 0 \end{pmatrix}$

ПР  $D_{\min} = 50,000$  мм

НЕ  $D_{\max} = 50,039$  мм

$T = 0,039$  мм

На рисунке – деталь годна.



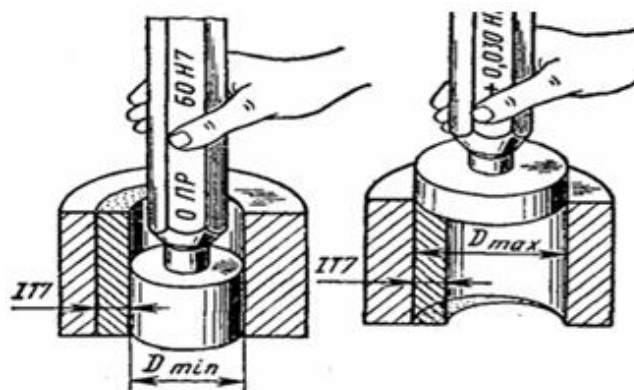
## Приемы контроля предельными калибрами

Контроль предельных размеров осуществляется двумя калибрами. Проходной калибр обеспечивает комплексный контроль. При прохождении калибра ПР гарантируется собираемость проконтролированной детали с сопрягаемой.

Непроходной калибр должен обеспечить нахождение в любом месте контролируемой поверхности детали размера, не соответствующего этому пределу. Этим калибром контроль осуществляется поэлементно. Непрохождение калибра НЕ говорит об отсутствии размеров, выходящих за предел неисправимого брака.

Калибры используются последовательно – сначала проходной, затем непроходной. Прохождение или непрохождение калибра проверяется приложением его собственного веса.

### Калибр-пробка

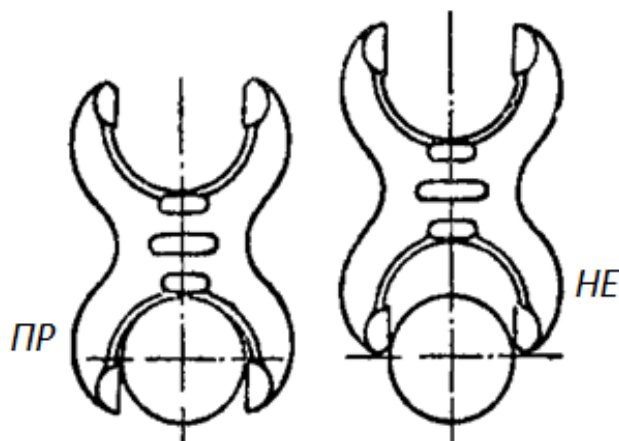


Контроль каждой пробкой осуществляется в как минимум в двух взаимно перпендикулярных сечениях отверстия.

Проходная часть пробки должна свободно проходить в проверяемый размер изделия по всей длине поверхности.

Непроходная часть пробки не должна входить в отверстие изделия более чем на длину фаски.

### Калибр-скоба



Контроль скобой осуществляется в нескольких сечениях по длине и в двух взаимно перпендикулярных направлениях каждого сечения.

Проходная часть скобы должна свободно проходить в проверяемый размер изделия под собственной силой тяжести калибра.

Непроходная часть скобы не должна проходить.

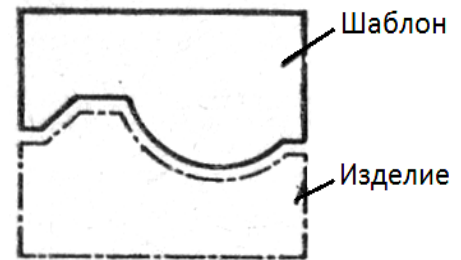
## Шаблоны



Шаблон прикладывается к проверяемому профилю изделия.

Отклонение профиля изделия от шаблона определяют:

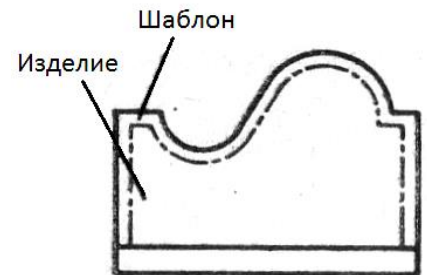
- методом «на просвет» (если  $\Delta \approx \pm 20$  мкм);
- «припасовкой на окраску» (если  $\Delta \approx \pm 3$  мкм).



Шаблон накладывается на изделие с совмещением профилей.

Отклонение профиля изделия от профиля шаблона проверяют:

- с помощью индикатора (если  $\Delta \approx \pm 5$  мкм);
- визуально (если  $\Delta \approx \pm 200$  мкм).



### Калибры для контроля линейных размеров

*Предельные листовые калибры* применяют для контроля линейных размеров (длины, глубины, высоты уступов). *Калибры-скобы* – для контроля длины изделий до 500 мм. *Листовые пробки* – для контроля длины отверстий.

*Особенность этих калибров:* вместо сторон ПР и НЕ имеются стороны Б (наибольший предельный размер) и М (наименьший предельный размер).

Этими калибрами определяют годность изделия по наличию зазора между соответствующими поверхностями калибра и изделия.

### Методы контроля линейных размеров листовыми калибрами:

#### «Надвигания»

Используют для контроля глубины пазов и высоты уступов. Калибр имеет две ступени – две рабочие стороны, соответствующие размерам Б и М. При контроле по конструкции калибра нужно установить к какой схеме измерения он относится.

#### Схема 1.

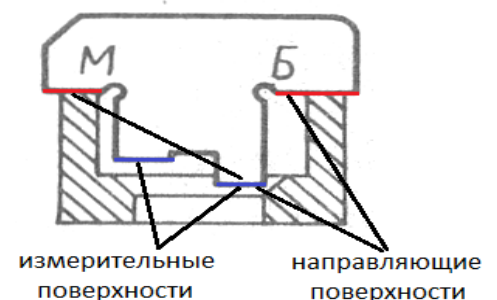
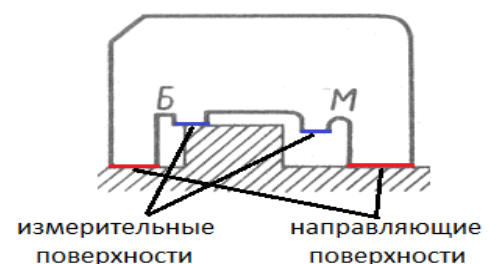
При надвигании калибра на деталь сторона Б должна проходить над уступом, а сторона М – находить на него.

При износе расстояние между направляющими и измерительными поверхностями уменьшается.

#### Схема 2.

Годность детали определяют следующим образом: сторона М должна проходить над уступом, а сторона Б – не должна проходить.

При износе расстояние между направляющими и измерительными поверхностями увеличивается.



### **«Световой щели» или «на просвет»**

Деталь считается годной, если наблюдается просвет между поверхностью детали и измерительными поверхностями Б и М калибра последовательно.

При износе направляющей поверхности размер стороны Б увеличивается, а стороны М – уменьшается.

### **«Вхождения»**

Применяют калибры листовые односторонние и двусторонние.

Контролируют внутренние и наружные размеры, расстояние между параллельными поверхностями (с допусками по 11 качеству).

### **«По рискам»**

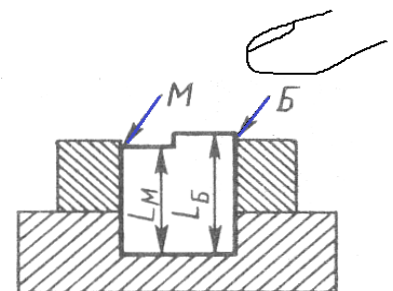
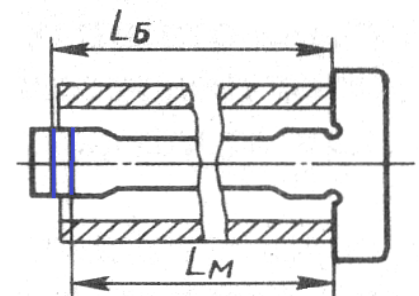
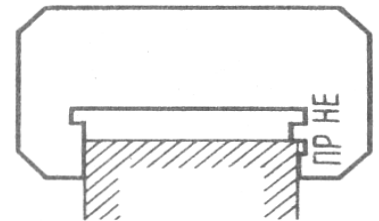
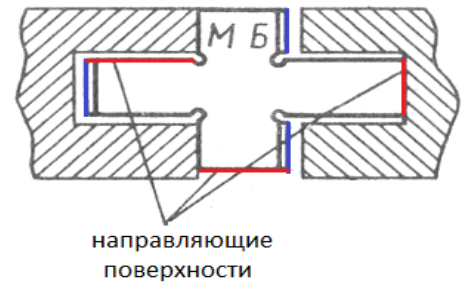
Используют для контроля длин проточек, канавок, прорезов.

Деталь считается годной, если контролируемая плоскость находится между рисками, соответствующими наибольшему ( $L_B$ ) и наименьшему ( $L_M$ ) предельным размерам.

### **«Осязания»**

Используют ступенчато-стержневые калибры для контроля глубин.

Контроль осуществляют на ощупь в местах, указанных стрелками. Размер считается годным, если ограничивающая его плоскость занимает положение между плоскостями М и Б, т.е. выше нижнего уступа и ниже верхнего.



### **Правила эксплуатации калибров:**

- пользоваться только калибрами, предназначенными для данного случая (рабочие используют новые проходные калибры, а работники ОТК могут использовать частично изношенные);
- следить за чистотой рабочих поверхностей калибров;
- применять выдержку калибров;
- не подвергать калибры сильным температурным колебаниям;
- не допускается применение больших усилий;
- во избежание нагрева не следует держать калибры в руках дольше, чем это необходимо;
- калибры больших размеров поддерживать руками только за теплоизолирующие накладки;
- хранить калибры в специальной таре.

### **Расчет исполнительных размеров калибров.**

*Исполнительным* называют размер калибра, проставленный на чертеже таким образом, чтобы допуск на его изготовление был направлен в тело калибра. В качестве исполнительного размера калибра-скобы принимают ее наименьший предельный размер с положительным отклонением, для калибра-пробки – наибольший предельный размер с отрицательным отклонением.

Формулы для вычисления исполнительных размеров приведены в таблице 2, допуски и отклонения калибров приведены в приложении 1 и справочнике [15].

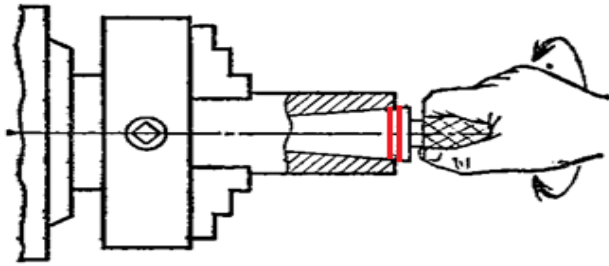
Таблица 2 – Формулы для расчета размеров гладких калибров

Пробка	Скоба
<i>Предельные размеры</i>	
$PP_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2}$	$PP_{\max} = d_{\max} - Z_1 + \frac{H_1}{2}$
$PP_{\min} = D_{\min} + Z - \frac{H}{2}$	$PP_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2}$
$PP_{\text{изн}} = D_{\min} - Y$	$PP_{\text{изн}} = d_{\max} - Y_1$
$HE_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2}$	$HE_{\max} = d_{\min} + \frac{H_1}{2}$
$HE_{\min} = D_{\max} - \frac{H}{2}$	$HE_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2}$
<i>Исполнительные размеры</i>	
$PP_{\max} = (D_{\min} + Z + \frac{H}{2})_{-H}$	$PP_{\min} = (d_{\min} - Z_1 - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$
$HE_{\min} = (D_{\max} - \alpha + \frac{H}{2})_{-H}$	$HE_{\min} = (d_{\min} - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$
<i>Исполнительные размеры контркалибров</i>	
$K - И = (d_{\max} - Y_1 + \frac{H_p}{2})_{-H_p}$	
$K - PP = (d_{\max} - Z_1 + \frac{H_p}{2})_{-H_p}$	
$K - HE = (d_{\min} + \frac{H_p}{2})_{-H_p}$	

Исполнительные размеры калибров следует округлять для изделий 6...14 квалитетов и всех контркалибров до 0,5 мкм в сторону сокращения производственного допуска контролируемой детали. Величина допуска калибра и контркалибра должна сохраниться

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**Пример 1.** Определите годность детали



*Решение:*

Деталь с внутренней конической поверхностью контролируют конусными калибрами-пробками. На пробках делают 2 риски, расстояние между которыми соответствует допуску. Если торец не выходит за пределы рисков, то деталь считается годной. В данном случае торец не выходит за пределы, значит, она годна.

**Пример 2.** Расшифровать условное обозначение на калибре и определить тип калибра.



*Решение:*

Номинальный размер –  $\varnothing 25$  мм

Поле допуска –  $H7$

Значения предельных отклонений:

проходной части (ПР)  $es = 0$  мм

непроходной части (НЕ)  $ei = +0,021$  мм

Тип калибра – двусторонний предельный калибр-пробка.

**Пример 3.** Рассчитать исполнительные размеры калибра-скобы для вала  $\varnothing 25k6$  ( $^{+0,015}_{+0,002}$ ). Изобразить схему полей допусков и выполнить эскиз рабочего калибра.

*Решение:*

По нормативным данным таблицы допусков и отклонений калибров [15] установим значения допусков для определения исполнительных размеров калибров:

$Z_1 = 2$  мкм – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера изделия;

$Y = 1,5$  мкм – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия;

$H_1 = 4,0$  мкм – допуск на изготовление калибра для вала;

Определим наибольший и наименьший предельные размеры вала:

$$d_{max} = d_{ном} + es = 25 + 0,015 = 25,015 \text{ мм}$$

$$d_{min} = d_{ном} + ei = 25 + 0,002 = 25,002 \text{ мм}$$

Построим схему расположения полей допусков калибра для вала диаметром  $\varnothing 25k6$  (рисунок 7).

Учитывая схему расположения полей допусков, вычислим исполнительные размеры калибра-скобы:

➤ наименьший размер проходной стороны

$$ПР_{min} = D_{max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 25,015 - 0,002 - 0,002 = 25,011 \text{ мм}$$

➤ наименьший размер непроходной стороны

$$НЕ_{min} = D_{min} - \frac{H_1}{2} = 25,002 - 0,002 = 25,0 \text{ мм}$$

➤ наибольший размер изношенного калибра ПР

$ПР_{изн} = D_{max} + Y = 25,015 + 0,0015 = 25,003 \text{ мм}$  (когда калибр ПР будет иметь этот размер, его следует изъять из эксплуатации).

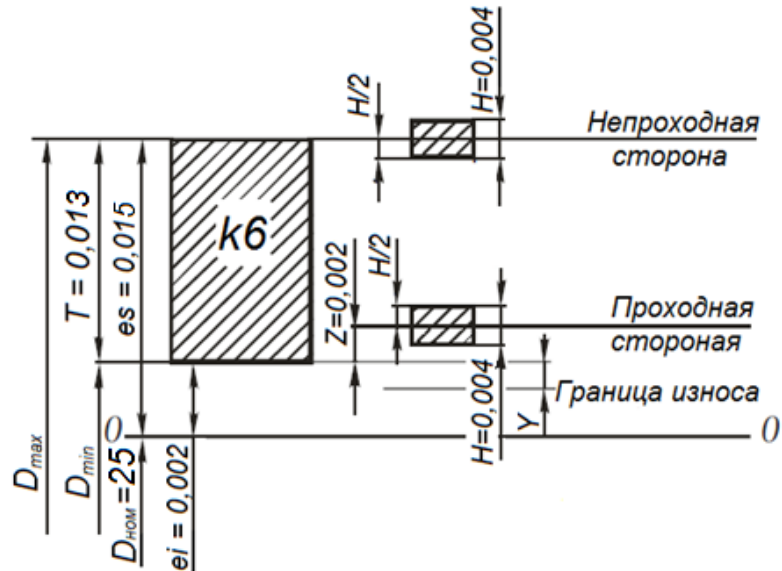


Рисунок 7 – Схема расположения полей допусков вала  $\varnothing 25 k6$  и его рабочих калибров

Верхнее отклонение и допуск на изготовление проходной и непроходной стороны скобы равен  $+0,004 \text{ мм}$ .

На чертеже проставляем исполнительные размеры (рисунок 8):

$$ПР = 25,011^{+0,004}$$

$$НЕ = 25^{+0,004}$$

Габаритные размеры назначаем по рекомендациям ГОСТ 2216–84, ГОСТ 18355–73 или справочника [15].

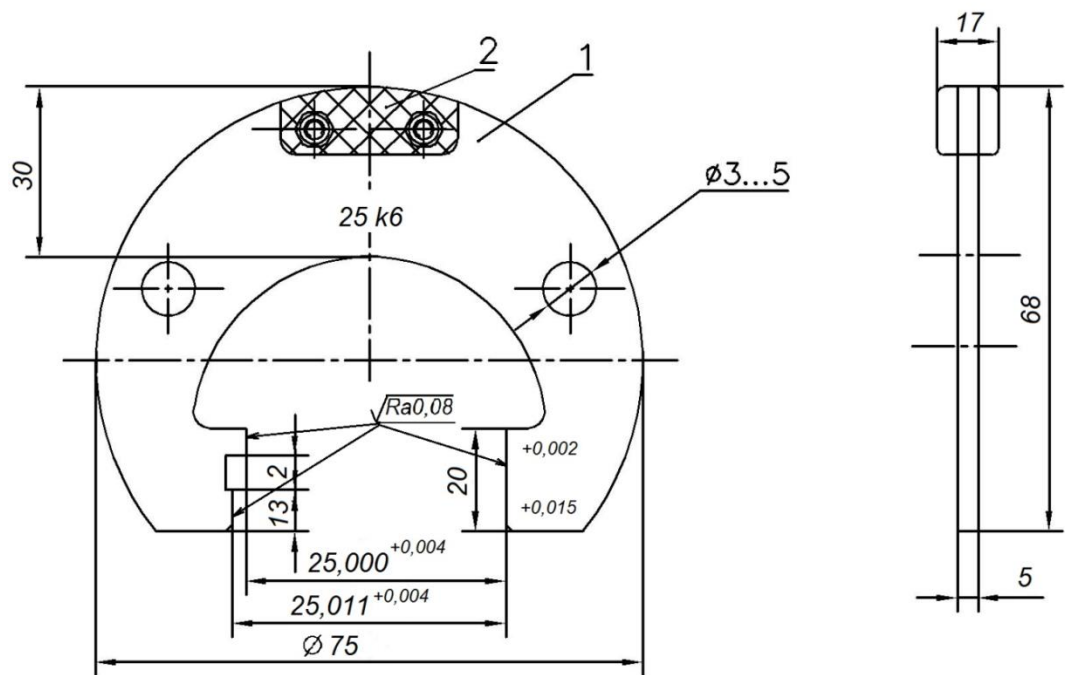
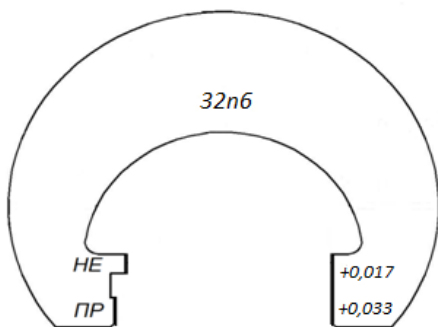


Рисунок 8 – Эскиз калибра-скобы

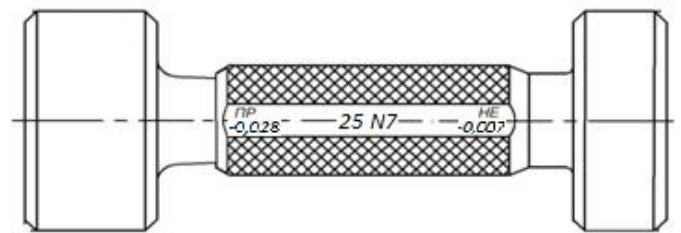
### ЗАДАЧИ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

1. Расшифровать условное обозначение на калибре и определить его тип.

1)

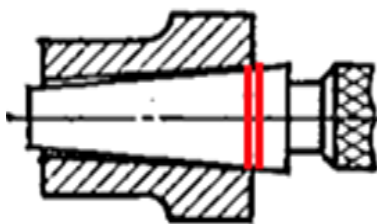


2)

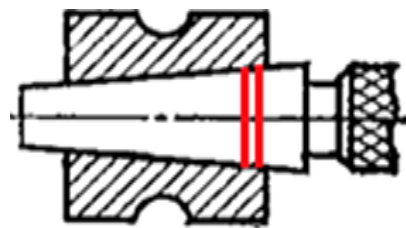


2. Определить годность детали

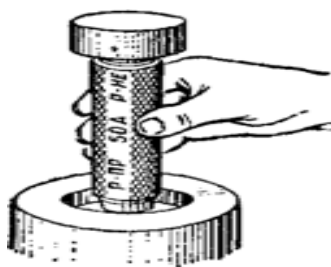
1)



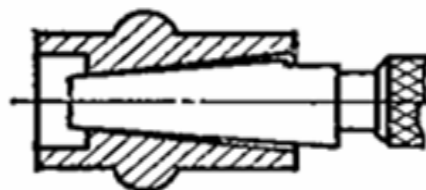
2)



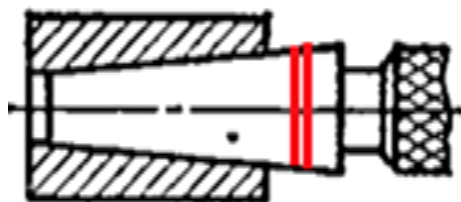
3)



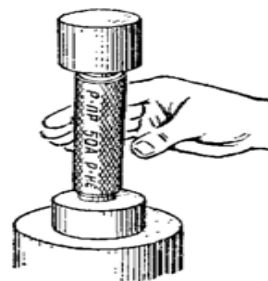
4)



5)



6)



3. Определить размеры калибра (предельные, исполнительные, изношенные, контркалибра) для контроля размеров, представленных в таблице 3. Изобразить схему полей допусков и эскиз рабочего калибра.

Таблица 3 – Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5
Размер детали	$\varnothing 124d9$	$\varnothing 64H9$	$\varnothing 45h9$	$\varnothing 72h6$	$\varnothing 42N7$
Вариант	6	7	8	9	10
Размер детали	$\varnothing 25n6$	$\varnothing 28P7$	$\varnothing 65p6$	$\varnothing 10H8$	$\varnothing 12h7$

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить теоретические положения. Ответить на контрольные вопросы.
2. Изучить чертеж (приложение 2 и 4) и проанализировать требования к точности параметров детали, подлежащих контролю. Сделать эскиз.
3. Выбрать методику контроля каждого параметра. Выполнить схему контроля. Указать средства контроля.
4. Выбрать и подготовить гладкие калибры к контролю.

При отсутствии калибров для одной или нескольких поверхностей их можно заменить регулируемыми калибрами-скобами, настроенными по конечным мерам длины. Также калибры-пробки неполные и калибры-скобы можно собрать из концевых мер длины и принадлежностей к ним. При этом размер скобы равен размеру блока концевых мер, зажатого между боковиками, а размер неполной пробки включает размер блока и размеры радиусных боковиков, которые устанавливаются цилиндрическими поверхностями наружу.

В таблице отчета привести расчет блока концевых мер длины и его действительного размера по аттестату.



Исходный размер	Предельные размеры	Размер блока			
		Номинальное значение меры	Отклонение меры по аттестату	Действительное значение меры	Действительный размер блока
	наибольший				
	наименьший				

5. Проконтролировать параметры детали.

6. Заполнить таблицу о результатах контроля (годный размер – «+», несоответствующий – «-»).

Направление контроля	Прохождение калибров при контроле сечений поверхности					
	Проходной стороной ПР			Непроходной стороной НЕ		
	I–I	II–II	III–III	I–I	II–II	III–III
1–1						
2–2						
Итоговое заключение о годности детали _____						

7. Провести анализ результатов контроля и дать заключение о годности по каждой контролируемой поверхности и всей детали.

8. Оформить отчет о выполнении работы.

### Контрольные вопросы

1. Какие калибры называются нормальными и предельными? Для чего их применяют?

2. Укажите достоинства и недостатки калибров.

3. Принцип проверки деталей предельными калибрами.

4. Перечислите виды гладких калибров для контроля отверстий и валов.

5. Укажите признаки годности деталей при контроле калибрами.



6. Что можно сказать о годности размера детали, если калибр-скоба непроходная проходит?
7. Что можно сказать о годности размера детали, если калибр-пробка непроходная проходит?
8. Что контролируют проходная и непроходная стороны калибров?
9. Каковы правила контроля калибрами? Укажите правильные и неправильные приемы контроля.
10. Какие требования предъявляются к конструкции и материалам предельных калибров?
11. Суть и условия применения принципа Тейлора при конструировании предельных калибров для гладких изделий.
12. Маркировка и условные обозначения предельных калибров.
13. Каковы конструктивные особенности калибров-скоб и калибров-колец?
14. Укажите назначение и особенности рабочих, приемных и контрольных калибров.
15. В каких случаях применяют калибры-пробки полные и неполные?
16. В каких случаях применяют односторонние и двусторонние калибры-скобы?
17. Можно ли проверять предельными калибрами точность размеров и формы изделий?
18. Почему у предельных калибров измерительные поверхности проходной стороны более длинные, чем непроходной?
19. Перечислите меры повышения долговечности предельных калибров.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

### Тема: ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ И ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРА ЧАСОВОГО ТИПА

**Цель работы:** в процессе выполнения работы Вы сможете изучить методику выполнения измерений индикатором часового типа и приобрести навыки работы индикатором часового типа при измерении линейных размеров и отклонений формы поверхности деталей.

#### **Задачи:**

1. Изучить устройство и технические характеристики индикаторов часового типа.
2. Изучить методику измерения индикатором часового типа.
3. Измерить индикатором часового типа заданные параметры детали, отклонения формы ее поверхности и определить годность детали.

**Применяемые приборы и оборудование:** индикаторы часового типа, стойки, набор концевых мер длины, плита поверочная, призмы поверочные.

**Измеряемая деталь** – цилиндрический ступенчатый вал.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Измерительными головками** называют приборы, предназначенные для измерений линейных размеров деталей, отклонений формы и расположения поверхностей. Измерительные головки имеют механические преобразующие и стрелочные отсчетные устройства.

**Принцип действия** измерительной головки основан на преобразовании малого перемещения измерительного стержня, находящегося в контакте с объектом измерений, в значительные перемещения стрелки отсчетного устройства относительно штрихов круговой шкалы.

В зависимости от конструкции механизма, преобразующего эти перемещения, измерительные головки подразделяют на зубчатые, рычажные, рычажно-зубчатые, рычажно-пружинные, пружинные и пружинно-оптические.

### **Типы зубчатых измерительных головок**

**Зубчатые измерительные головки** – индикаторы часового типа предназначены для использования в цеховых условиях при выполнении операций технологических процессов изготовления, сборки и испытания изделий.

Выпускают двух исполнений:

- тип ИЧ – с перемещением измерительного стержня параллельно шкале (ИЧ02, ИЧ05, ИЧ10, ИЧ25);
- тип ИТ – с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале (ИТ02).

Выпускают также индикаторы часового типа с цифровым (электронным) отсчетом.

## Технические характеристики

Индикаторы часового типа (ГОСТ 577–68) выпускают с различными диапазонами измерений (0–2, 0–5, 0–10, 0–25 мм) с ценой деления 0,01 мм. Погрешность показаний варьируется от 0,012 мм до 0,03 мм.

### Стойки и штативы

**Стойка** – установочное устройство, снабженное кронштейном для крепления в вертикальном положении измерительной головки и столиком для измеряемой детали. Измерительные головки, устанавливаемые на стойки, имеют посадочную поверхность диаметром 8 мм и 28 мм. К стойкам с подвижным столиком относятся стойки типов С–I и С–II, с неподвижным – С–III и С–IV.

*Стойки типа С–I* имеют прямоугольный или квадратный ребристый столик, их используют для проведения высокоточных измерений с помощью головок, цена деления которых не превышает 0,001 мм. Эти стойки массивны и отличаются высокой жесткостью конструкции. Они снабжены маховиком, который обеспечивает перемещение кронштейна с закрепленным в нем индикатором по направляющим колонки (рисунок 1, а).

*Стойки типа С–II* имеют квадратный ребристый столик и предназначены для использования с измерительными головками, имеющими цену деления 0,001... 0,005 мм (рисунок 1, б).

*Стойки типа С–III* являются малогабаритными, имеют круглый гладкий столик и предназначены для использования в сочетании с измерительными головками, цена деления которых составляет 0,005... 0,1 мм (рисунок 1, в).

*Стойки типа С–IV* являются малогабаритными, имеют широкий прямоугольный гладкий столик (рисунок 1, г).

**Штатив** – установочное устройство, в котором закрепляют только измерительную головку и применяют при измерениях на поверочных плитах и на станках. Присоединительный размер измерительных головок, устанавливаемых на штативе, составляет 8 мм. Штативы не снабжают столиками для установки деталей. Они могут иметь магнитное основание. Штативы выпускают в двух исполнениях – с высокой и укороченной колонкой и снабжают специальным устройством, позволяющим закреплять измерительную головку за ушко.

*Штативы Ш–I, Ш–II, Ш–III* предназначены для крепления измерительных головок с ценой деления 0,01 мм в тех случаях, когда измерения производят на поверочных плитах, в тисках или непосредственно на станке (рисунок 2, а).

*Штативы ШМ–I, ШМ–II, ШМ–III* снабжены магнитным основанием. Посредством этих магнитов штативы удерживаются на стальных и чугунных изделиях без дополнительного их закрепления (рисунок 2, б).

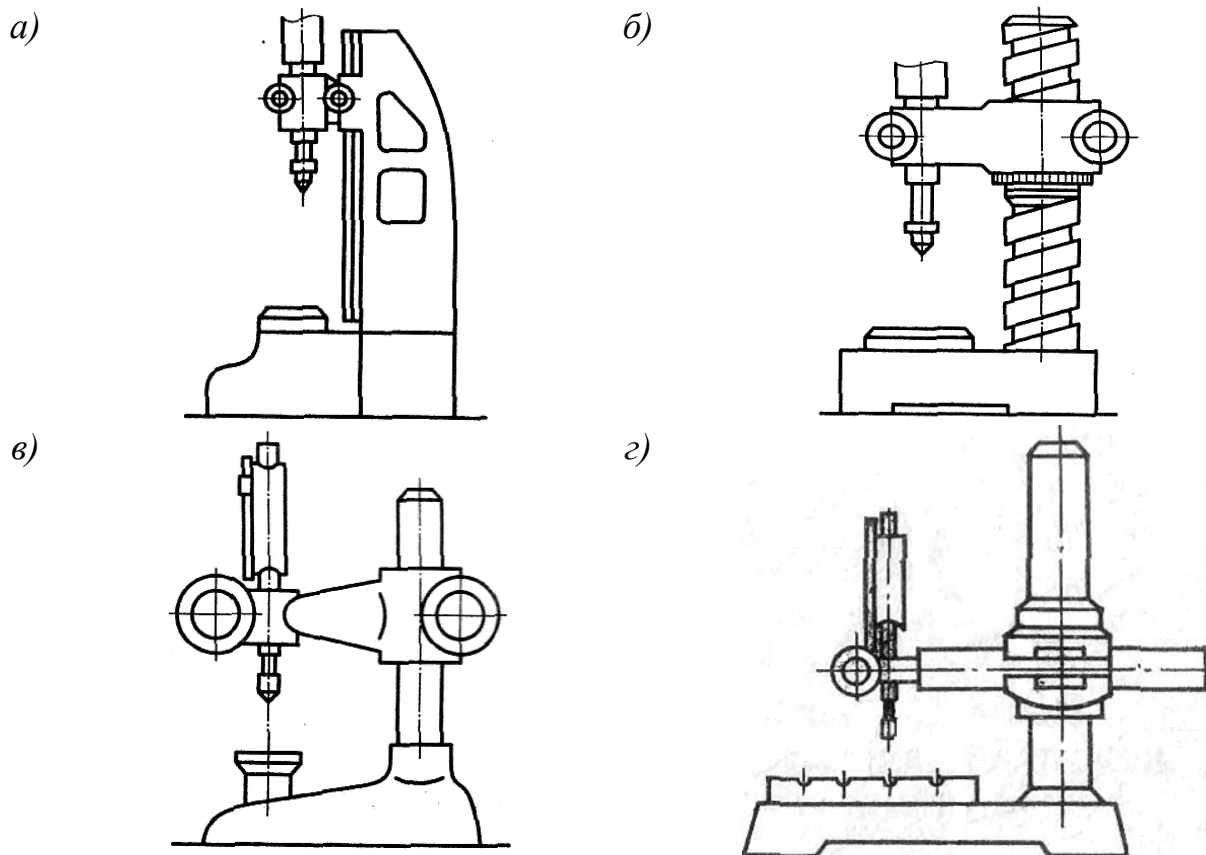


Рисунок 1 – Стойки:  
*a* – типа С-I, *б* – типа С-II, *в* – типа С-III, *г* – типа С-IV

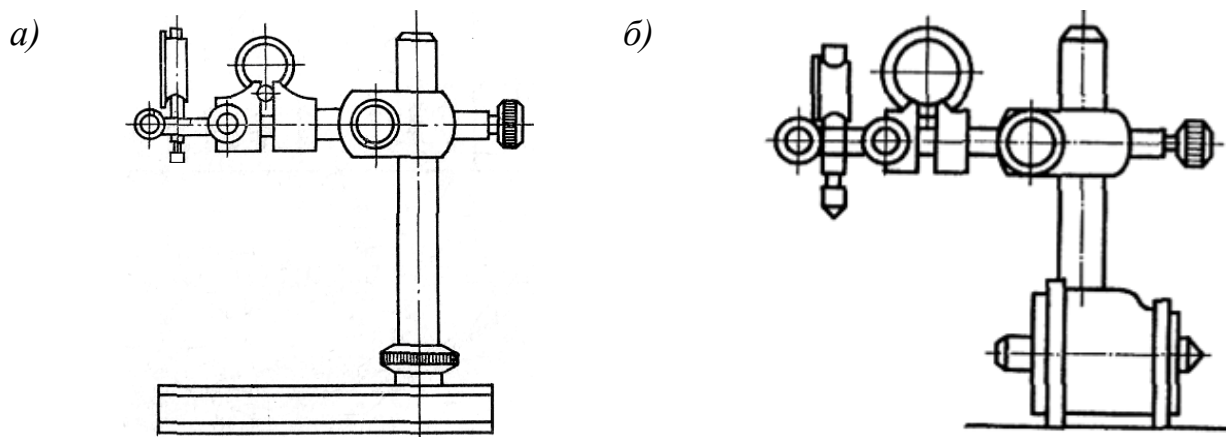


Рисунок 2 – Штативы:  
*a* – типа ШМ-I, *б* – типа ШМ-II

### Условное обозначение индикаторов часового типа, стоек и штативов

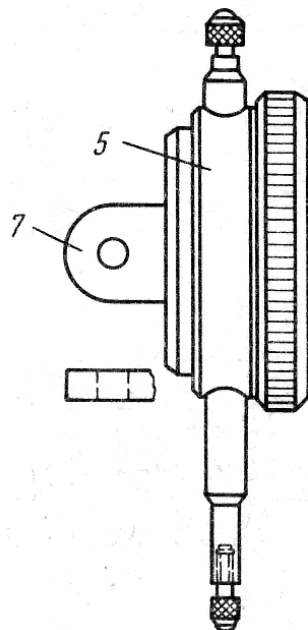
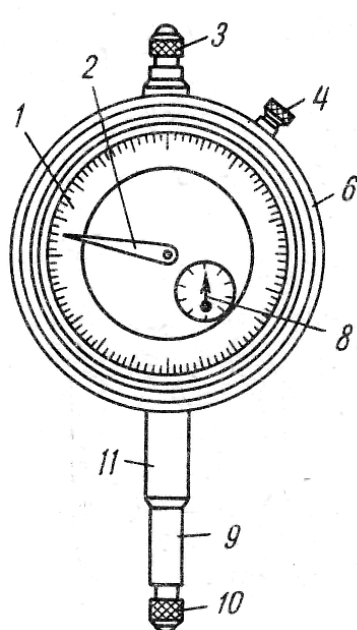
1. Индикатор исполнения ИЧ с диапазоном измерения 0–2 мм, обыкновенного класса точности 0: *Индикатор ИЧ 02 кл. 0 ГОСТ 577–68.*

2. Индикатор исполнения ИЧ с диапазоном измерения 0–10 мм, брызгозащищенного, класса точности 1: *Индикатор ИЧ 10 Б кл. 1 ГОСТ 577–68.*

3. Стойка С-I с диаметром отверстия под измерительную головку 28 мм и размерами стола 100×40: *Стойка С-I-28-100×40 ГОСТ 10197–70.*

4. Штатив типа Ш-II с низкой колонкой и диаметром отверстия под головку 8 мм: *Штатив Ш-II Н-8 ГОСТ 10197–70.*

### Устройство индикатора часового типа



- 1 – круговая шкала,
- 2 – стрелка,
- 3 – головка измерительного стержня,
- 4 – стопор,
- 5 – корпус,
- 6 – ободок,
- 7 – ушко,
- 8 – указатель числа оборотов,
- 9 – измерительный стержень,
- 10 – наконечник,
- 11 – гильза

### Отсчетное устройство индикатора часового типа указатель числа оборотов

1 деление - 1 мм



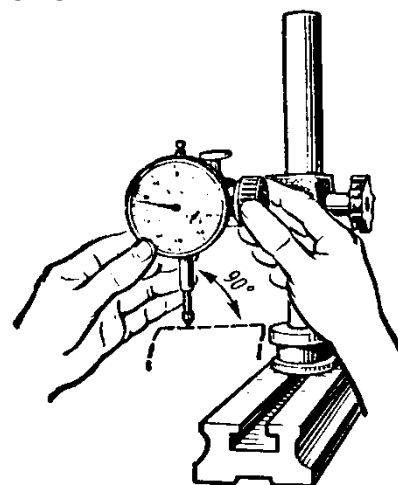
круговая шкала

1 деление - 0,01 мм

### ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИНДИКАТОРОМ ЧАСОВОГО ТИПА

#### 1. Подготовка прибора к измерению

- проверить плавность перемещения измерительного стержня;
- проверить плавность перемещения стрелки;
- закрепить индикатор в штативе или стойке;
- проверить положение измерительного стержня, который должен располагаться перпендикулярно к поверхности стола.



## 2. Настройка на заданный размер

- установить на столике или контрольной плите блок концевых мер длины, размер которого соответствует номинальному размеру детали;

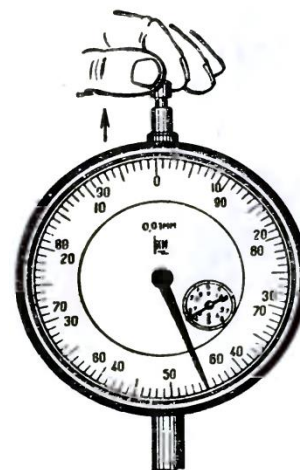
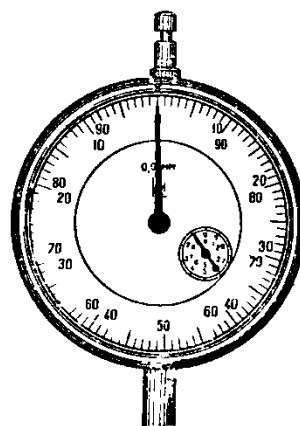
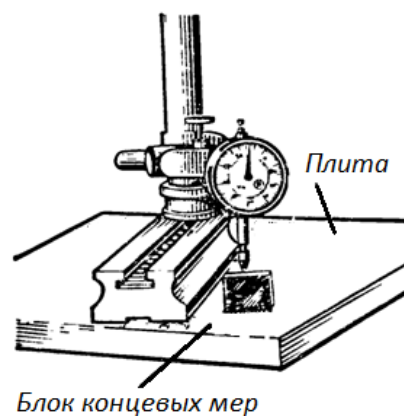
- опустить кронштейн с индикатором по колонке стойки так, чтобы измерительный наконечник коснулся поверхности меры, и стрелка отклонилась от нулевого положения;

- продолжать опускать индикатор до тех пор, пока большая стрелка не сделает полный оборот, а указатель числа оборотов стрелки не установится на «1». В этом положении закрепить кронштейн. Такая установка прибора «в натяг» необходима, чтобы в процессе измерения прибор мог показать как отрицательные, так и положительные отклонения от начального положения;

- установить шкалу в нулевое положение, вращая ободок, повернуть круговую шкалу до совмещения нулевого штриха со стрелкой;

- проверить постоянство показаний индикатора, поднимая и опуская, измерительный стержень за головку. Стрелка должна возвращаться на нулевой штрих при касании наконечником блока мер. Если наблюдается отклонение стрелки от нуля, то настройку следует повторить;

- поднять измерительный стержень и снять блок концевых мер длины.



## 3. Измерение индикатором часового типа

- установить деталь на столике или плите, как показано на рисунке 3;
- поступательным движением рук сдвинуть деталь, скользя ею по столу так, чтобы измеряемый диаметр находился под наконечником. Это положение можно заметить по перемене направления вращения стрелки индикатора;
- скользя деталью по столу (от себя – на себя) следует наблюдать за движением стрелки индикатора. Выявить самый крайний штрих шкалы, до

которого стрелка доходит при вращении по часовому направлению. Выполнить указанное действие несколько раз, пока стрелка не будет доходить каждый раз до одного и того же штриха шкалы.

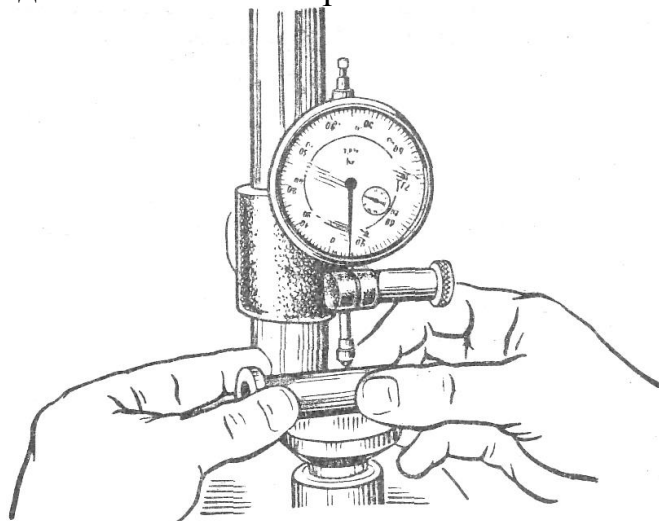
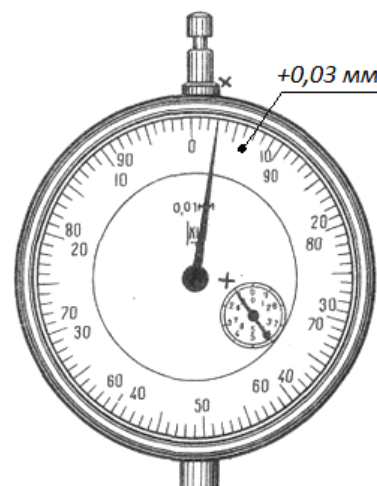


Рисунок 3 – Измерение диаметра вала индикатором часового типа

#### 4. Отсчет показаний по шкалам индикатора часового типа

- отсчитать отклонение в сотых долях миллиметра по большой круговой шкале.

Если стрелка отклонилась от нуля по часовому направлению, то показания считывают по наружной шкале индикатора и отклонение принимают со знаком «+».



Если стрелка отклонилась против часового направления от нуля, то показания считывают по внутренней шкале и отклонение принимают со знаком «-».

- снять измеряемую деталь со столика;
- подсчитать действительный размер детали, сложив размер блока концевых мер длины и отклонение по шкале прибора;
- проверить сохранность нулевой установки прибора, установив снова блок концевых мер длины под наконечник индикатора. Допускаемое отклонение стрелки от нуля не более 0,5 деления





шкалы.

В указанной последовательности произвести рекомендуемое в таблице 1 количество сечений измерения в зависимости от длины и диаметра измеряемой поверхности.

Таблица 1 – Рекомендуемое количество сечений измерения

Длина измеряемой поверхности $l$ , мм	Соотношение длины и диаметра $l/d$ измеряемой поверхности	Количество сечений измерения $N$
До 50	До 1	1
	Св. 1 до 3	2
	Св. 3	3
Св. 50 до 200	До 1	2
	Св. 1 до 3	3
	Св. 3	4
Св. 200	До 1	3
	Св. 1 до 3	4
	Св. 3	5

## 5. Обработка результатов измерения

По результатам измерения диаметров детали в каждом сечении определить разность отклонений формы поверхности в разных положениях детали. На рисунке 4 показана схема измерения с указанием сечений (I–I, II–II, III–III) и взаимноперпендикулярных направлений (1, 2).

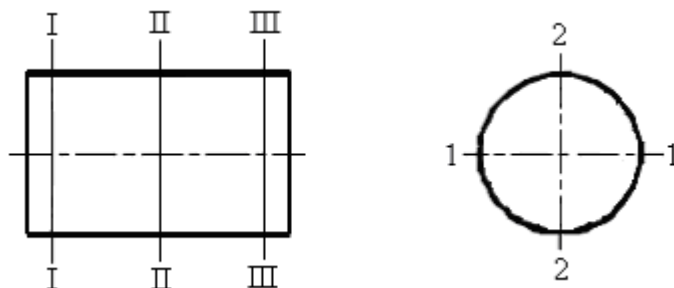


Рисунок 4 – Схема измерения диаметра вала

### 1) Овальность

- установить деталь, настроить индикатор на ноль в натяг;
- прокатывая деталь под наконечником индикатора по столику в первом сечении (I–I), определить величину отклонения с учетом знака, как крайнее положение стрелки индикатора по часовому направлению;
- повернуть деталь на  $90^\circ$  и выполнить те же действия;
- определить величину второго отклонения с учетом знака;
- подсчитать величину овальности поверхности детали в измеряемом сечении, вычитая из наибольшего значения наименьшее с учетом знаков;
- в такой же последовательности измерить величину овальности в остальных сечениях;



- за результат принять наибольшую величину овальности.

## **2) Конусообразность**

- продвигая деталь под наконечником индикатора в сечении I–I и направлении 1–1, определить величину отклонения с учетом знака;
- установить деталь по наконечник индикатора в сечении III–III, направлении и, продвигая деталь, определить величину отклонения;
- подсчитать величину конусообразности поверхности детали в плоскости 1 как разность между наибольшим и наименьшим отклонениями;
- повернуть деталь на 90° и выполнить в той же последовательности измерения отклонений в сечениях I–I и III–III в осевой плоскости 2;
- за результат принять наибольшую величину конусообразности.

## **3) Бочкообразность или седлообразность**

- прокатывая деталь под наконечником индикатора в сечениях I–I и II–II, определить величины отклонений с учетом знаков;
- подсчитать величину бочкообразности или седлообразности поверхности детали, как разность наибольшего и наименьшего значений отклонения с учетом знаков;
- установить отклонение формы. Если при измерении отклонение в сечении II–II больше, чем по краям, то отклонение формы называется бочкообразностью, а если отклонение стрелки меньше в середине – седлообразностью;
- повернуть деталь на 90° вокруг оси вращения и выполнить измерения отклонений в тех же сечениях, но в другой осевой плоскости 2;
- подсчитать величину бочкообразности или седлообразности;
- за результат принять наибольшую величину бочкообразности или седлообразности.

## **6. Определение годности измеренной детали**

*Деталь признается годной, если:*

- 1) действительные размеры параметров, измеренные во всех положениях, назначенных схемой измерения, не выходят за пределы наибольшего и наименьшего предельных размеров, заданных по чертежу детали;
- 2) величины отклонения формы, подсчитанные при обработке результатов измерения, не превышают величины допуска формы, указанного в чертеже. Если допуск формы на чертеже отдельно не указан, то за его величину принимают допуск размера измеряемого элемента детали.

## **7. Окончание работы с индикатором часового типа**

По окончании работы освободить зажим присоединительного отверстия кронштейна стойки и снять с него индикатор часового типа. Уложить индикатор в футляр. Столик стойки или контрольную плиту протереть чистой тканью.

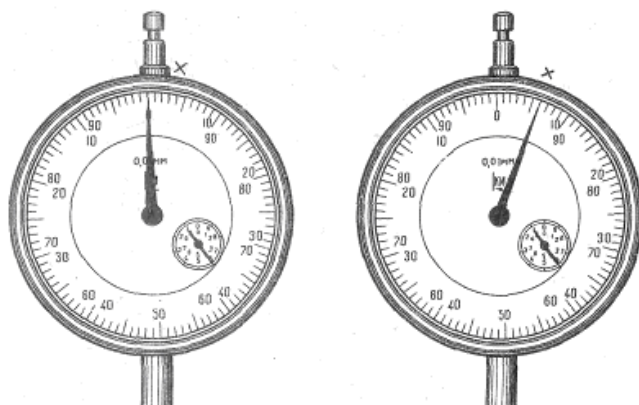


## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**Пример 1.** Отсчитать показания по шкалам индикатора часового типа, настроенного на размер 68 мм.

**Решение:** На первом рисунке показано нулевое положение индикатора, установленного на размер 68 мм.

Поскольку стрелка отклонилась по часовой стрелке, то отклонение со знаком «—».

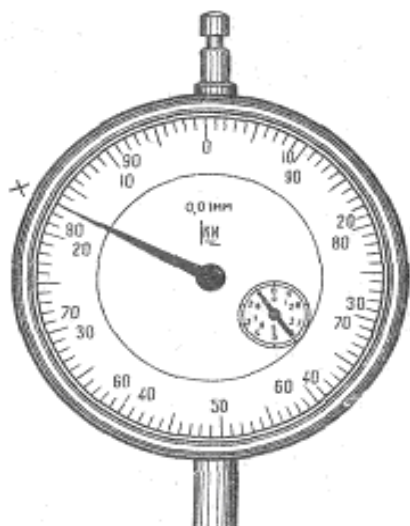


В результате получаем:  $68 + (-0,06) = 67,94$  мм

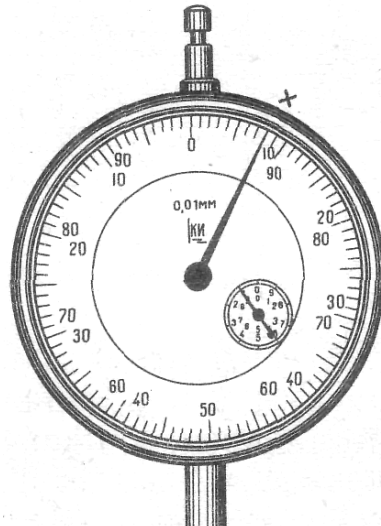
## Задачи

1. Отсчитать показания по шкалам индикатора часового типа.

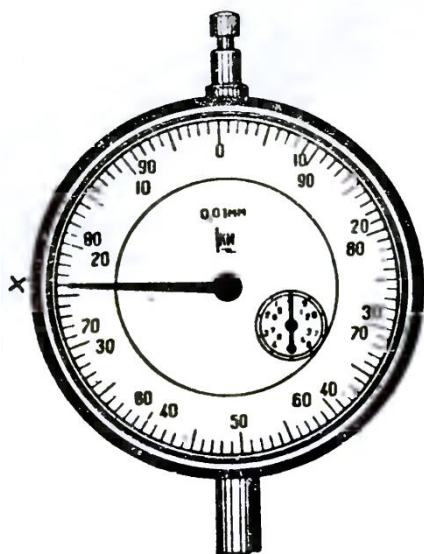
1)



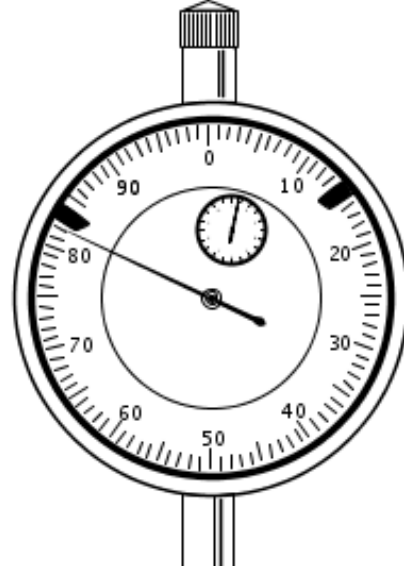
2)



3)



4)



2. Расшифровать условное обозначение:
  - 1) Индикатор ИЧ 10 Р кл. 1 ГОСТ 577–68
  - 2) Индикатор ИТП кл. 1 ГОСТ 277–68
  - 3) Индикатор ИЧ25 кл. 1 ГОСТ 577–68
  - 4) Стойка С–III–8–50 ГОСТ 10197–70
  - 5) Штатив ШМ–III–8 ГОСТ 10197–70

### Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические положения. Ответить на контрольные вопросы.
2. Изучить требования чертежа детали (приложение 3). Сделать эскиз с указанием предельных отклонений размеров.
3. Сделать схему измерения, указав сечения и направления.
4. Заполнить таблицу контролируемых параметров.

Номинальный размер	Предельные отклонения		Предельные размеры		Величина допуска
	верхнее ( <i>es</i> )	нижнее ( <i>ei</i> )	<i>max</i>	<i>min</i>	

5. Дать краткую характеристику прибора, заполнив таблицу. Записать условное обозначение.

Обозначение измерительного прибора	Технические требования		
	Цена деления	Диапазон измерений	Предельная погрешность измерения

6. Подготовить деталь и индикатор часового типа в штативе к измерению. Произвести настройку индикатора на заданный размер.
7. Измерить размеры детали согласно схеме и технологии измерения.
8. Заполнить таблицу о результатах измерений. Выполнить обработку результатов измерений (см. стр. 25). Определить годность детали.

Измеря емый диаметр	Отсчеты показаний						Заключен ие о годности размера
	Сечение I-I		Сечение II-II		Сечение III-III		
	Направле ние 1	Направле ние 2	Направле ние 1	Направле ние 2	Направле ние 1	Направле ние 2	
<i>d</i>							

$D$							
Измеряемая длина	Направлени е 1	Направлен ие 2	Направлени е 3	Направлен ие 4			
$h$							
Овальность	Сечение I-I	Сечение II-II		Сечение III-III			
Конусообразность	Направление 1		Направление 2				
Бочкообразность (седлообразность)	Направление 1		Направление 2				
Итоговое заключение о годности детали _____							

9. Сделать выводы по работе. Оформить отчет о выполнении работы.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите разновидности измерительных головок и их назначение.
2. Укажите основные конструктивные узлы индикатора часового типа.
3. Какую цену деления и диапазон измерений могут иметь индикаторы часового типа?
4. В какие приспособления может устанавливаться индикатор часового типа при измерении?
5. Как производят настройку индикатора часового типа на заданный размер?
6. Как измеряют размер детали индикатором часового типа?
7. Как производят отсчет показаний по шкалам индикатора часового типа?
8. Как подсчитывается действительный размер при измерении индикатором часового типа?
9. Каким образом устанавливается годность детали измеренной индикатором часового типа?

### 3. Критерии оценки

Отметка	Объем выполнения работы в %
«5» (отлично)	90 – 100
«4» (хорошо)	70 – 89
«3» (удовлетворительно)	50 – 69
«2» (неудовлетворительно)	менее 50

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение практических работ

Законодательные материалы:

1. ГОСТ 1139-80 Допуски и посадки шлицевых соединений
2. ГОСТ 9150-2002 Основные параметры метрических резьб.
3. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности
4. ГОСТ 3325-89 Посадки подшипников качения
5. ГОСТ 16093-2004 Поля допусков метрических резьб
6. ГОСТ 16319-80 Размерные цепи. Основные термины и определения
7. ГОСТ 24642-81 Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения
8. ГОСТ 24643-81 Числовые значения отклонений формы и взаимного положения
9. ГОСТ 25069-81 Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей
10. ГОСТ 25142-82 Шероховатость поверхности. Термины и определения
11. ГОСТ 25346-89 Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений
12. ГОСТ 2.308-79 Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей
13. ГОСТ 2.309-73 Обозначение шероховатости поверхностей.
14. ГОСТ 30893.1-2002 Числовые значения предельных отклонений
15. ЕСП СЭВ

Основные учебные издания:

1. Аверченков В.И., Е.А. Польскогогор. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: Учеб. пособие - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2021.
2. Анухин В.И. Допуски и посадки. Учебное пособие. 4-е изд.-СПб.: Питер. 2021.
3. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении. Учебное пособие для СПО/ Ю.М.Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-6549-1
4. Коломейченко А. В., Кравченко И. Н. и др. Технология машиностроения. Лабораторный практикум. Учебное пособие для СПО/ А.В.Коломейченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-6647-4
5. Копылов Ю. Р. Технология машиностроения. Учебное пособие для СПО/ Ю.Р.Копылов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-6703-7
6. Копылов Ю. Р., Болдырев А. А. Технология машиностроения. Дистанционный курс. Учебное пособие для СПО/ Ю.Р.Копылов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-6704-4
7. Суслов А.Г. Технология машиностроения, учебник, 2021.

Дополнительные учебные издания:

1. Копылов Ю. Р. Технология машиностроения. Учебное пособие для СПО/ Ю.Р.Копылов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-6703-7
2. Учебное пособие по курсу «Технология обработки металлов резанием». Academy Sandvik Caramant. АВ Sandvik Caramant. 2021.
3. Энциклопедия по машиностроению – URL: <http://mash-xxl.info/>
4. Единое окно доступа к информационным ресурсам – URL: <http://window.edu.ru>

Интернет-ресурсы:

- 1.Федеральный портал «Российское образование» [edu.ru](http://edu.ru)
2. Сайт:<http://metrologia.ru>
3. [www.standard.gost.ru/](http://www.standard.gost.ru/)



# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## Аттестат на набор плоскопараллельных концевых мер длины 4-го разряда

Завод-изготовитель	Заводской №	Кол-во штук в наборе	Поверен по набору		На приборе
			№	Разряд	
«Калибр»	8723	87	29	3	Интерферометре ИКПВ

## Результаты периодической поверки мер (аттестат)

Номинальный размер, мм	Отклонение от номинала, мкм	Номинальный размер, мм	Отклонение от номинала, мкм	Номинальный размер, мм	Отклонение от номинала, мкм
1	2	3	4	5	6
1,005	−0,7	1,29	−0,4	2,5	+0,3
1,01	−0,4	1,30	−0,6	3,0	−0,8
1,02	−0,7	1,31	−0,4	3,5	−0,3
1,03	−0,5	1,32	−0,4	4,0	−0,2
1,04	−0,1	1,33	−0,7	4,5	+0,1
1,05	−0,9	1,34	+0,7	5,0	−0,2
1,06	−0,5	1,35	−0,6	5,5	+0,2
1,07	+0,2	1,36	−0,3	6,0	−0,5
1,08	−0,1	1,37	+0,3	6,5	+0,5
1,09	−0,3	1,38	−0,8	7,0	−1,1
1,10	−0,8	1,39	−0,9	7,5	−0,3
1,11	+0,2	1,40	−0,3	8,0	−0,4
1,12	−1,1	1,41	−0,2	8,5	−0,6
1,13	−0,1	1,42	−0,1	9,0	−1,2
1,14	−0,4	1,43	−0,2	9,5	−0,2
1,15	+0,42	1,44	+0,2	10	+0,3
1,16	+0,7	1,45	+0,2	20	−0,5
1,17	−0,4	1,46	−0,4	30	−0,6
1,18	−0,3	1,47	+0,3	40	−1,2
1,19	+0,6	1,48	−1,2	50	+0,4
1,20	−0,4	1,49	−1,3	60	−0,3
1,21	+1,3	0,5	−0,6	70	−1,2
1,22	−0,5	1,0	−0,5	80	−1,5
1,23	−0,4	1,5	+0,1	90	+1,6
1,24	−0,5	1,6	−0,1	100	−0,8
1,25	−1,4	1,7	−1,0	1(a)*	+0,1
1,26	−0,2	1,8	−0,2	1(н)*	−0,3
1,27	−0,3	1,9	+0,1	1,5(г)*	+0,2
1,28	−0,4	2,0	−0,7	1,5(с)*	−0,6

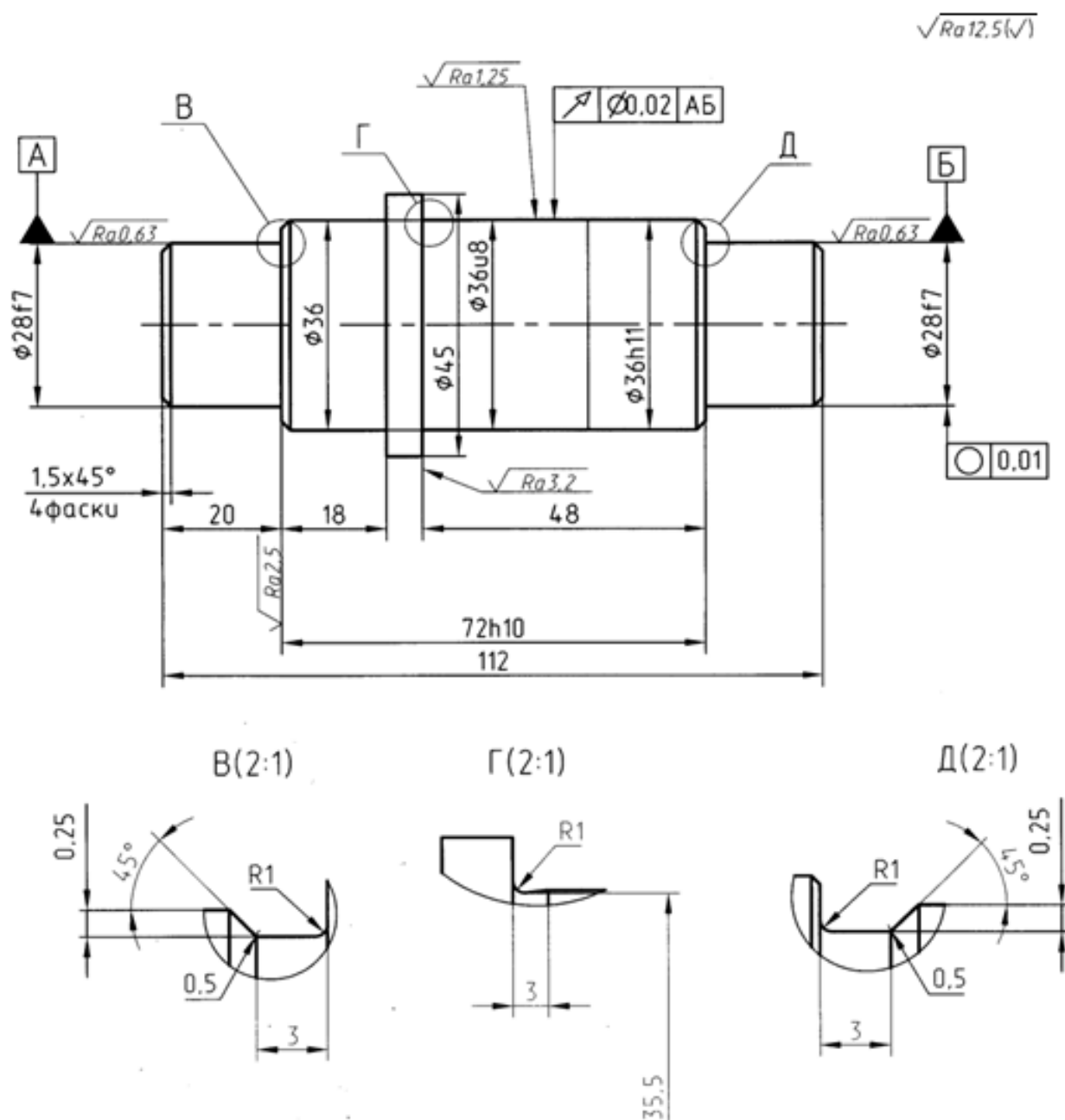
## Отклонения длины концевых мер в зависимости от классов (ГОСТ 9038-90)

Номинальные значения длины концевой меры, мм	Допускаемые отклонения, мкм, для классов точности					
	0	1	2	3	4	5
До 10	0,10	0,2	0,4	0,8	2,0	4
Св. 10 до 25	0,14	0,3	0,6	1,2	2,5	5

Св. 25 до 50	0,20	0,4	0,8	1,6	3,0	6
Св. 50 до 75	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8
Св. 75 до 100	0,30	0,6	1,2	2,5	5,0	10
Св. 100 до 150	0,40	0,8	1,6	3,0	6,0	10

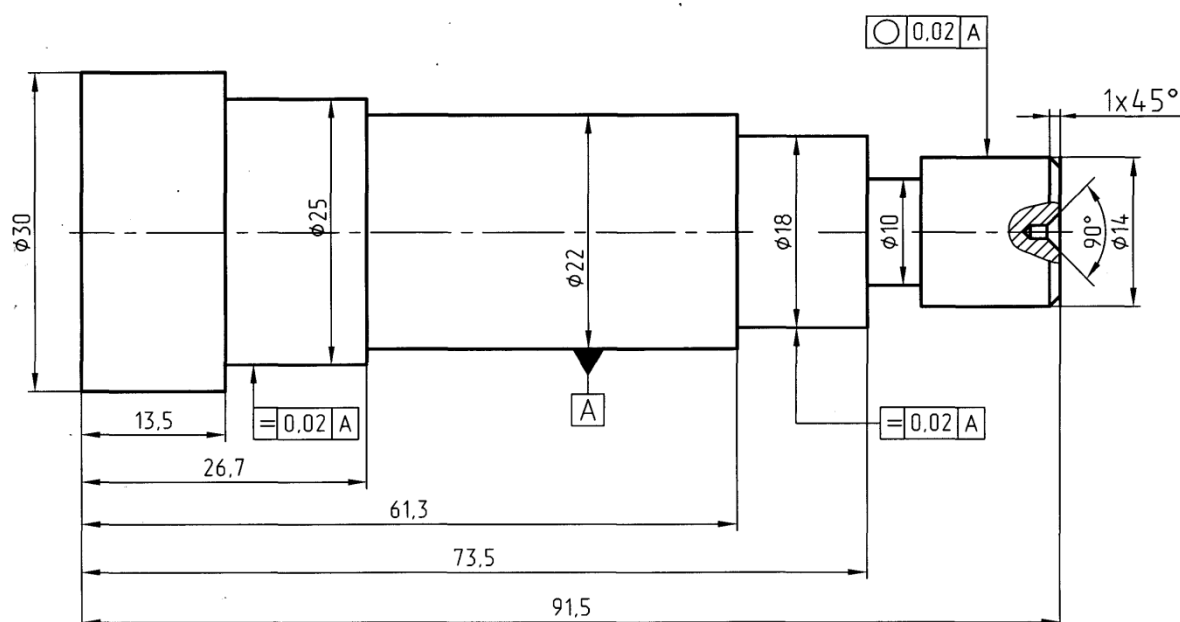
## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Чертеж детали «Валик»



1. Н14, h14;  $\pm IT14/2$ .
2. Острые кромки притупить.
3. Материал - сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

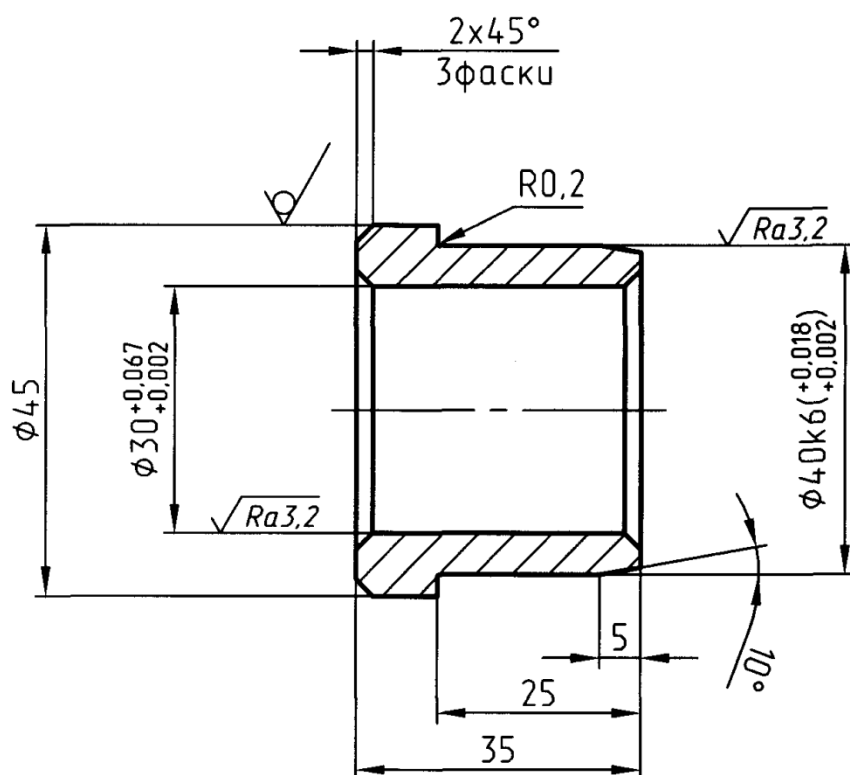
Чертеж детали «Вал ступенчатый»



1. Неуказанные предельные отклонения размеров валов по h14, отверстий H14, остальных IT14/2.
2. Материал – сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Чертеж детали «Втулка»

$\sqrt{Ra25(\sqrt)}$



1. Неуказанные предельные отклонения размеров валов по h14, отверстий H14, остальных IT14/2.
2. Материал – сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Допуски гладких рабочих калибров для отверстий и валов  
с размерами до 500 мм (ГОСТ 24853-81), мкм

Квалитет	Обозначения	Интервалы размеров, мм											
		Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
6	Z	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8
	Y	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	5	6	7
	$\alpha; \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5
	Z <sub>1</sub>	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	Y <sub>1</sub>	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	5	6	6	7
	H; H <sub>s</sub>	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	H <sub>1</sub>	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
7	Z; Z <sub>1</sub>	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	Y; Y <sub>1</sub>	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	6	7	8	9
	$\alpha; \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	6	7
	H; H <sub>1</sub>	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H <sub>s</sub>	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
8	Z; Z <sub>1</sub>	3	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16	18
	Y; Y <sub>1</sub>	3	3	4	4	5	5	6	6	7	9	9	11
	$\alpha; \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9
	H	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H <sub>1</sub>	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H <sub>s</sub>	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
9	Z; Z <sub>1</sub>	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32
	$\alpha; \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9
	H	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H <sub>1</sub>	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H <sub>s</sub>	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
10	Z; Z <sub>1</sub>	6	7	8	9	11	13	15	18	24	27	32	37
	$\alpha; \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	11	14
	H	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H <sub>1</sub>	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	H <sub>s</sub>	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
11	Z; Z <sub>1</sub>	12	14	16	19	22	25	28	32	40	45	50	55
	$\alpha; \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	15	20
	H; H <sub>1</sub>	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H <sub>s</sub>	-	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
12	Z; Z <sub>1</sub>	12	14	16	19	22	25	28	32	45	50	65	70
	$\alpha; \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20	30	35
	H; H <sub>1</sub>	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H <sub>s</sub>	-	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
14	Z; Z <sub>1</sub>	24	28	32	36	42	48	54	60	100	110	125	145
	$\alpha; \alpha_1$	0	0	0	0	0	0	0	0	45	55	70	90
	H; H <sub>1</sub>	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H <sub>s</sub>	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40

Чертежи к практическим работам

Практическая работа №1

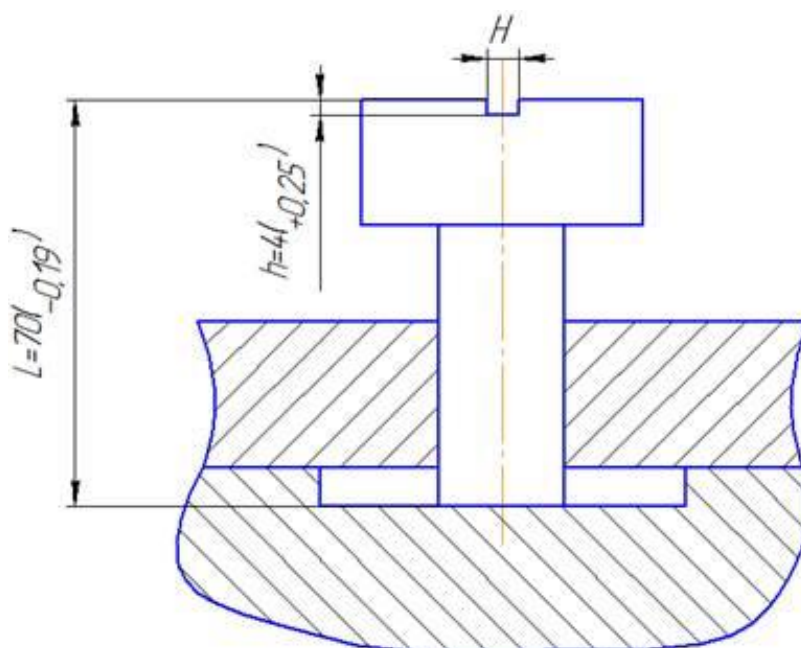


Рисунок 1Б – Операционный эскиз

Практическая работа №2

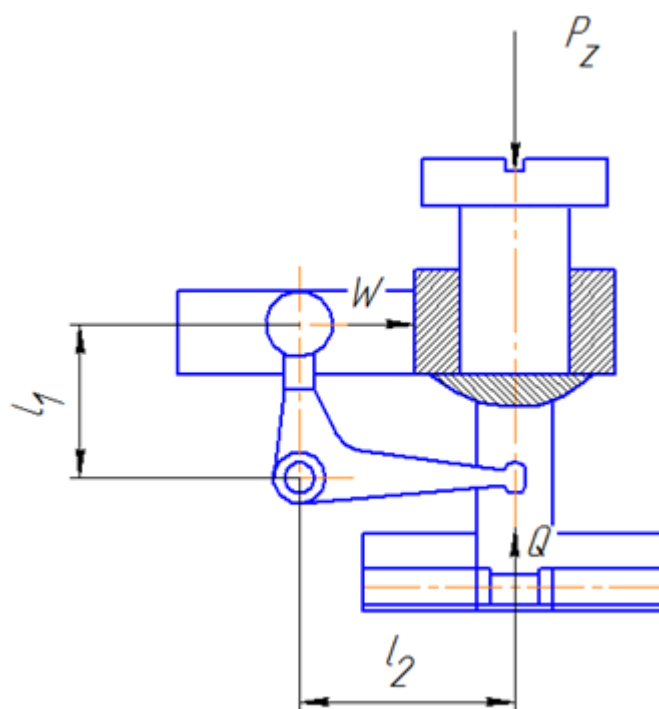


Рисунок 2Б – Зажимное устройство

## Практическая работа №3

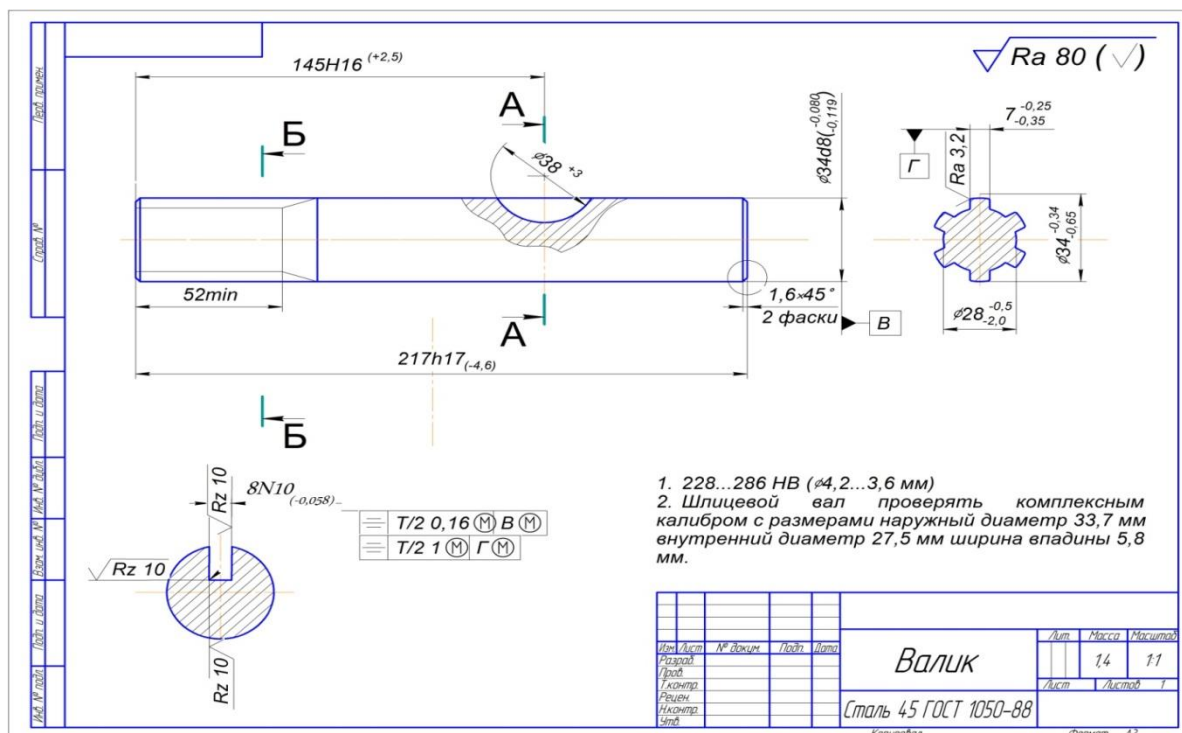
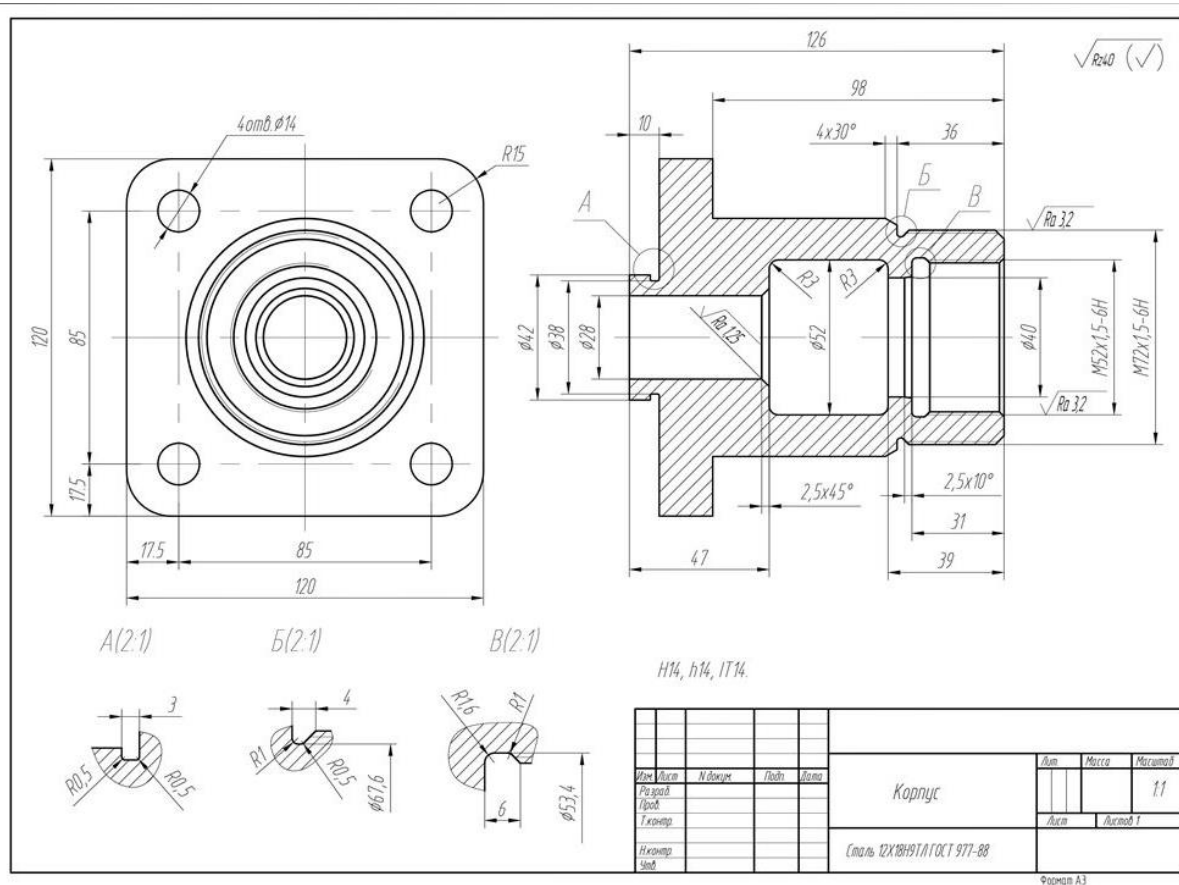


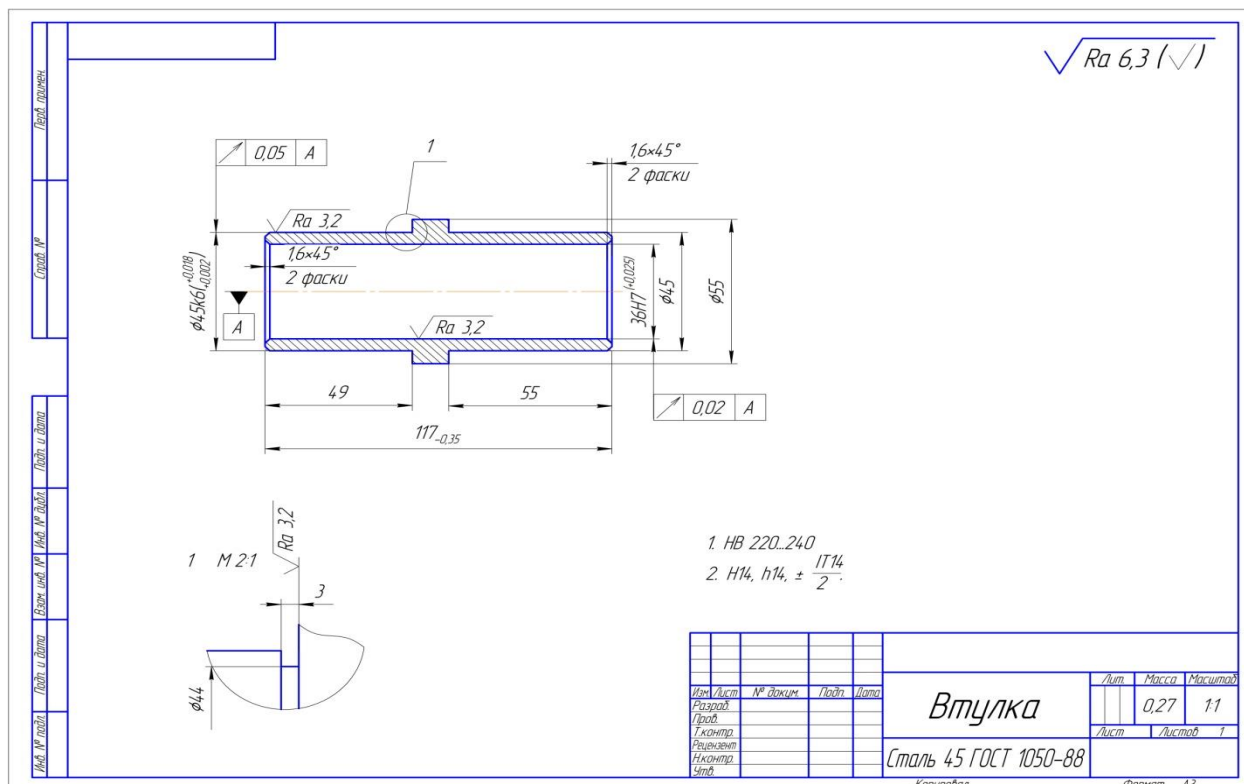
Рисунок 3Б – Деталь «Вал»

## Практическая работа №4



# Рисунок 4Б – Деталь «Корпус»

## Практическая работа №5



# Рисунок 5Б – Деталь «Втулка»