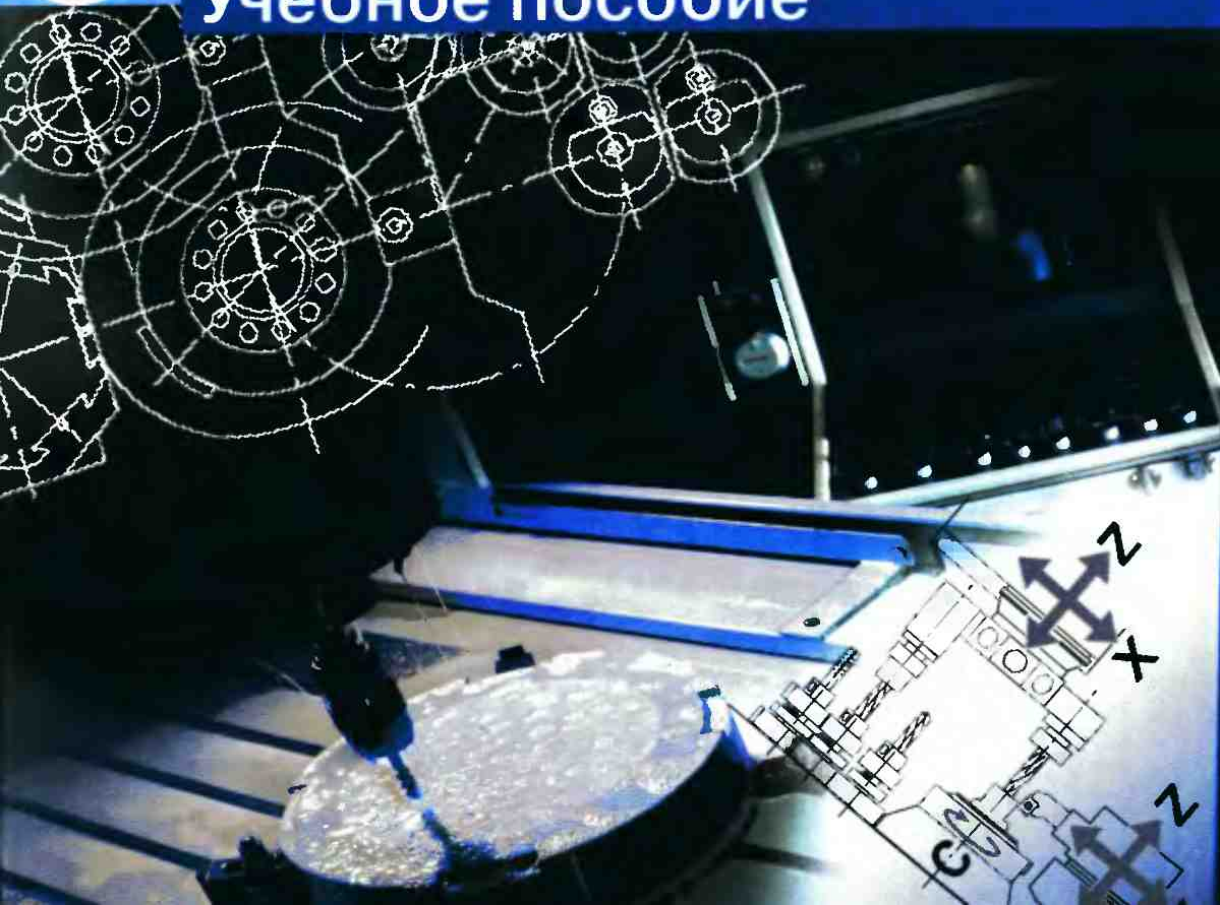


Допуски, посадки и технические измерения



Теоретические основы
профессиональной деятельности

Учебное пособие



Результат 1

Характеризовать допуски и посадки гладких элементов деталей в соответствии с ЕСДП

Результат 2

Характеризовать отклонения формы, расположения и шероховатость поверхностей в соответствии с ГОСТом

Темы

- 1.** Основные понятия взаимозаменяемости, стандартизации и качества продукции
- 2.** Понятие о размерах, отклонениях, допусках
- 3.** Действительный размер. Условие годности
- 4.** Графическое изображение отклонений и допуска
- 5.** Понятие о сопряжениях. Определение характера соединений
- 6.** Образование посадок
- 7.** Основные принципы построения ЕСДП
- 8.** Поля допусков отверстий и валов
- 9.** Посадки в системах отверстия и вала
- 10.** Нанесение и определение предельных отклонений размеров отверстий и валов на чертежах

Темы

- 11.** Допуски и отклонения формы поверхностей
- 12.** Допуски и отклонения расположения поверхностей
- 13.** Шероховатость поверхности. Понятие «параметры»

ДОПУСКИ, ПОСАДКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Результат 3

Производить измерения с помощью штангенциркуля и микрометра

Критерии оценки деятельности

1. Характеристика выбора средств для измерения дана верно
2. Устройство штангенинструментов объяснено
3. Измерения штангенциркулем выполнены верно
4. Устройство микрометрических инструментов охарактеризовано верно
5. Измерения микрометром выполнены верно

Результат 4

Характеризовать допуски, посадки и контроль основных видов соединений

Критерии оценки деятельности

1. Единицы измерения, средства измерения, допуски углов и гладких конусов охарактеризованы верно
2. Допуски, посадки и средства измерения метрических резьб объяснены верно
3. Допуски, посадки, средства измерения шпоночных и шлицевых соединений описаны верно
4. Допуски, виды сопряжения и средства измерения зубчатых колес охарактеризованы верно

Е.П. Таратина

Допуски, посадки и технические измерения

**Теоретические
основы
профессиональной
деятельности**

Учебное пособие



Москва
АКАДЕМКНИГА/УЧЕБНИК
2005

Научный консультант
директор НОУ «Центр инновационных технологий»
канд. эконом. наук С.В. Соколова

Рецензенты
доцент Волжской государственной
инженерно-педагогической академии
канд. пед. наук Ф.П. Сироткин,

начальник отдела
ОАО «Завод Красное Сормово» г. Н. Новгорода
Т.Е. Железнова

- Т 19 **Таратина Е.П.** Допуски, посадки и технические измерения : теоретические основы профессиональной деятельности [Текст] : Учеб. пособие / Е.П. Таратина. – М.: Академкнига/Учебник, 2005. – 144 с.: ил. ISBN 5-94908-143-9

Практико-ориентированное учебное пособие разработано в соответствии с государственным образовательным стандартом.

Пособие включает в себя словарь основных терминов, учебный материал, задания разного уровня сложности и формы представления, практические работы и материалы оценки профессиональной компетентности, что позволяет обучающимся самостоятельно изучать, закреплять учебный материал, а также осуществлять самоконтроль.

Учебное пособие является составной частью модульной программы по подготовке рабочих и специалистов по профессиям слесарь, токарь-универсал, наладчик станков и оборудования в учреждениях начального и среднего профессионального образования, на курсах повышения квалификации и переподготовки, а также для переподготовки населения службой занятости.

Оглавление

Введение		4
Словарь терминов		6
Результат 1.	Характеризовать допуски и посадки гладких элементов деталей в соответствии с ЕСДП	9
Результат 2.	Характеризовать отклонения формы, расположения и шероховатость поверхностей в соответствии с ГОСТом	55
Результат 3.	Производить измерения с помощью штангенциркуля и микрометра	71
Результат 4.	Характеризовать допуски, посадки и контроль основных видов соединений	91
Материалы оценки компетентности		113
Список нормативных документов		128
Приложение	Извлечение из ГОСТ 25346-89	129

Введение

Данное учебное пособие рассматривается как самостоятельный теоретический раздел модульной программы по подготовке учащихся по профессиям, связанным с обработкой и сборкой деталей, ремонтом и обслуживанием машин и механизмов.

В пособии используется модульный подход к проектированию содержания данного курса (теоретического раздела). Таким образом, этот модуль позволяет овладеть теоретическими знаниями, в частности в области чтения конструкторской, технологической документации, и практическими умениями и навыками в области технических измерений.

Академический кредит: 37 часов.

В результате изучения модуля обучаемый должен знать: основные сведения о размерах, допусках гладких элементов деталей, способах образования посадок; основы и средства для измерения линейных размеров; допуски формы и расположения поверхностей; шероховатость поверхностей; допуски, посадки и средства измерения углов, конусов, резьбовых, шпоночных, шлицевых соединений и зубчатых передач.

Модуль содержит четыре результата.

По окончании изучения материала по результату 1 учащийся будет:

- 1) знать об одном из главных принципов, применяемых при разработке и изготовлении машин, – принципе взаимозаменяемости;

- 2) иметь представление о документах, в которых определены правила и нормы проектирования, изготовления и сборки деталей и узлов машин;
- 3) характеризовать понятия размер, отклонение, допуск;
- 4) уметь определять годность детали, графически изображать размер, допуск, отклонение;
- 5) характеризовать понятия сопряжение, зазор, натяг посадки;
- 6) определять характер и признаки построения посадок в системах отверстия и вала.

По окончании изучения материала по результату 2 учащийся сможет:

- 1) характеризовать отклонения формы и расположения поверхностей;
- 2) читать на чертеже знаки отклонений от формы и расположения;
- 3) характеризовать понятие шероховатость и знать ее параметры.

По окончании изучения материала по результату 3 учащийся будет:

- 1) знать виды и устройство средств линейных измерений;
- 2) уметь выбирать средства измерения и измерять размеры деталей штангенциркулем и микрометром.

По окончании изучения материала по результату 4 учащийся будет:

- 1) знать единицы и средства измерения углов и конусов, допуски, посадки и средства измерения резьбы;
- 2) уметь определять допуски метрических резьб;
- 3) характеризовать допуски, посадки шпоночных, шлицевых соединений; допуски, виды сопряжения и средства измерения зубчатых колес.

Задания, содержащиеся в учебном пособии, различны по содержанию, форме, уровню, что позволяет выявить проблемы усвоения учебного материала и формирования профессиональной компетентности.

При изучении предмета применяются различные формы работы с учащимися:

- индивидуальная,
- работа в парах,
- групповая,
- лабораторно-практическая.

Для оценки знаний применяются индивидуальные вопросы соответствия (тестирование), письменные, устные ответы, практические работы. Учащиеся, не выполняющие требования к доказательствам по каким-либо результатам, должны повторно письменно или устно подтвердить свои знания и умения по заданным критериям, включая все классы уровней. Данная модель обучения может применяться при подготовке и переподготовке рабочих-машиностроителей.

При изучении модуля необходимо учитывать межпредметные связи – с дисциплинами спецтехнология и черчение.

Модульное обучение, возникшее как альтернатива традиционному обучению, интегрирует в себя все то прогрессивное, что накоплено в педагогической практике. Сущность модульного обучения состоит в том, что обучающийся самостоятельно (с направляющей помощью педагога – мастера производственного обучения) достигает определенной компетентности в процессе работы с модулем. Модульное обучение, и в этом одна из его особенностей, ориентировано на учащихся с различной мотивацией и разным уровнем дпрофессионального обучения.

Другой важной особенностью является построение модуля по принципу структурирования деятельности обучаемых в виде достижения результатов деятельности и формирования профессиональной компетентности.

Модульная программа включает в себя: методические рекомендации для преподавателя; учебное пособие по теоретическому и производственному обучению и рабочую тетрадь для учащихся; методические рекомендации для мастера производственного обучения. Модульная программа – это система средств и приемов, с помощью которых достигается дидактическая компетентность педагога по конкретной дисциплине.

Словарь терминов

Б

Базы – поверхности, линии, точки и их совокупности, служащие для ориентации детали, ее расположения, измерения.

Боковой зазор – расстояние между нерабочими профилями зубьев колес, находящихся в зацеплении.

В

Вал – наружные (охватываемые) элементы детали.

Верхнее отклонение – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Взаимозаменяемость – свойство независимо изготовленных деталей, узлов или агрегатов машин, позволяющее устанавливать их при сборке или ремонте либо заменять без всякой подгонки или дополнительной обработки и обеспечивать при этом дополнительную работоспособность сборочной единицы в соответствии с заданными техническими условиями.

Г

Градус – угол, равный $1/360$ части полной окружности.

Д

Действительное отклонение – алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами.

Действительный размер – размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Допуск расположения – предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения поверхности.

Допуск формы – наибольшее допускаемое значение отклонения формы.

З

Зазор – разность действительных размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.

И

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

К

Калибр – бесшкальный инструмент контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей.

Качество – совокупность свойств, обеспечивающих использование продукции в соответствии с ее назначением.

Квалитет – совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Конусность – отношение разности диаметров конуса к длине конуса.

М

Модуль – число миллиметров диаметра окружности, приходящееся на один зуб колеса.

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах их выполнения, обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности.

Мера – средство измерения, вещественно воспроизводящее физическую величину заданного размера.

Н

Натяг – разность действительных размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.

Нижнее отклонение – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Номинальный размер – размер, полученный конструктором в результате расчетов или с учетом различных конструкторских или технологических соображений при проектировании.

О

Отверстия – внутренние (охватывающие) элементы детали.

П

Поле допуска – зона, заключенная между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям.

Погрешность измерения – отклонение результата измерения от действительного размера измеряемой величины.

Показание средства измерения – значение величины, определенное по отчетному устройству после измерения заданного объекта.

Посадка – характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров и натягов.

Предельные размеры – размеры, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали.

Профиль резьбы – контур сечения винтовой поверхности плоскостью, проходящей через ось резьбы.

Р

Радан – угол между двумя радиусами окружности, вырезающими из нее дугу, длина которой равна длине радиуса.

Резьбовое соединение – соединение по резьбе двух деталей – одной с наружной, а другой с внутренней резьбой.

С

Система вала – вид посадок, при которых различные зазоры и натяги получают соединением различных отверстий с основным валом.

Система отверстия – вид посадок, при которых различные зазоры и натяги полу-

чаются соединением различных валов с основным отверстием.

Стандарт – документ, в котором определены основные правила, нормы, требования к определенному объекту.

Стандартизация – установление и применение указанных правил, норм и требований, то есть стандартов.

у

Угол профиля – угол между боковыми сторонами профиля в осевой плоскости.

ц

Цена деления шкалы – разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

ш

Шаг резьбы – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами витков профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Шероховатость – совокупность микронеровностей на поверхности детали.

Результат 1

Характеризовать допуски и посадки
гладких элементов деталей
в соответствии с ЕСПД

Темы:

1. Основные понятия
взаимозаменяемости, стандартизации
и качества продукции
2. Понятие о размерах, отклонениях,
допусках
3. Действительный размер.
Условие годности
4. Графическое изображение отклонений
и допуска
5. Понятие о сопряжениях.
Определение характера соединений
6. Образование посадок
7. Основные принципы построения ЕСПД
8. Поля допусков отверстий и валов
9. Посадки в системах отверстия и вала
10. Нанесение и определение
предельных отклонений
размеров отверстий и валов
на чертежах

Результат 1

Характеризовать допуски и посадки гладких элементов деталей в соответствии с ЕСПД

Тема

1**Основные понятия взаимозаменяемости, стандартизации и качества продукции****Учебный материал 1**

Один из главных принципов, используемых конструктором при разработке и изготовлении всех машин и их деталей – это принцип взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемость называется свойство независимо изготовленных деталей, узлов или агрегатов машин, позволяющее устанавливать их при сборке или ремонте либо заменять без всякой подгонки или дополнительной обработки и обеспечивать при этом необходимую работоспособность сборочной единицы в соответствии с заданными техническими условиями.

Примеры: двигатель автомобиля собирается в единое изделие (автомобиль) на конвейере; цоколь электрической лампочки ввертывается в патрон; вилка электрошнура входит в розетку.

Соблюдение взаимозаменяемости обеспечивает упрощение сборки и ремонта, облегчает процесс конструирования, дает возможность специализации.

Специализация удешевляет продукцию.

Взаимозаменяемость бывает полной и неполной.

Полная взаимозаменяемость позволяет получать заданные показатели качества без дополнительных операций в процессе сборки.

При *неполной взаимозаменяемости* в процессе сборки допускаются операции, связанные с подбором или регулировкой некоторых деталей.

Для обеспечения взаимозаменяемости необходимо, чтобы процессы конструирования машин, обработки деталей и сборки их в узлы осуществлялись в соответствии с определенными правилами и нормами. Эти правила и нормы оформляются в виде документа, называемого стандартом. Соответственно, установление и применение указанных правил, норм, требований, то есть стандартов, называется стандартизацией.

• В зависимости от сферы действия и уровня утверждения установлены категории стандартов:

- государственные стандарты – ГОСТ,
- отраслевые стандарты – ОСТ,
- стандарты предприятий – СТП.

Обозначение стандарта состоит из соответствующей аббревиатуры (ГОСТ, ОСТ, СТП), присвоенного порядкового номера и двух цифр, указывающих год его утверждения или пересмотра (ГОСТ 25346-89). Органом, осуществляющим руководство стандартизацией в масштабе страны, является Государственный комитет по стандартам (ГОССТАНДАРТ). Стандартизация обеспечивает прогресс народного хозяйства и повышение качества продукции.

Качество – совокупность свойств, обеспечивающих использование продукции в соответствии с ее назначением.

Группы показателей качества:

1. Показатели **назначения**, характери-

зующие основные функции продукции (мощность, скорость).

2. **Экономические** показатели, характеризующие затраты на изготовление продукции.
3. Показатели **надежности** (долговечность, безотказность).
4. **Эстетические** показатели, характеризующие рациональность и совершенство формы изделия.
5. Показатели **технологичности**, характеризующие условия изготовления изделий.
6. **Экологические** показатели, а также показатели безопасности, характеризующие при работе изделия сохранение окружающей среды и безопасность его обслуживания.

Задание 1.1

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Что такое взаимозаменяемость?
2. Какая бывает взаимозаменяемость?
3. Какие примеры взаимозаменяемости вы знаете?
4. Что такое стандарт?
5. Какие существуют категории стандартов?
6. Что включает в себя понятие «качество продукции»?
7. Перечислите показатели качества продукции.

Задание 1.2

Проверка степени усвоения материала

1. Перечислите основные виды стандартов.
2. Какие виды взаимозаменяемости вы знаете?
3. Чем отличается полная взаимозаменяемость от неполной?

4. Выберите из правой колонки определение, относящееся к термину в левой колонке.

Показатели качества	Определение показателей качества
1) Назначение	А. Показатели, характеризующие затраты на изготовление продукции.
2) Экологические	Б. Показатели, характеризующие основные функции продукции.
3) Экономические	В. Показатели, характеризующие рациональность и совершенство формы изделия.
4) Эстетические	Г. Показатели, характеризующие условия изготовления детали.
5) Надежности	Д. Показатели, характеризующие при работе изделия сохранение окружающей среды.
6) Технологичности	Е. Долговечность, надежность.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Тема

2

Понятие о размерах, отклонениях, допусках

Учебный материал 2

При изготовлении любого изделия рабочий всегда пользуется чертежом, на котором обозначены все линейные и угловые размеры этого изделия.

Линейный размер – это числовое значение линейной величины (диаметра, длины) в выбранных единицах измерения. По принятой метрической системе линейные

размеры на чертежах проставляются в миллиметрах.

Линейные размеры делятся на **номинальные, действительные и предельные**. **Номинальным** называется размер, полученный конструктором при проектировании машины в результате расчетов (на прочность, жесткость) или с учетом

различных конструктивных, технологических соображений. Номинальные размеры могут быть выражены как целыми, так и дробными числами. Чтобы уменьшить разнообразие назначаемых конструктором номинальных линейных размеров, а следовательно, уменьшить номенклатуру режущего и измерительного инструмента, типоразмеров запасных частей, установлено обязательное применение так называемых **нормальных** размеров. Это значит, что на чертеже в качестве номинального линейного размера указывается расчетный размер, округленный до ближайшего значения из установленного ряда нормальных линейных размеров.

Можно ли изготовить деталь с абсолютно точным размером? Конечно, нет. А как узнать допустимые размеры детали, при которых изделие будет полностью соответствовать своему назначению? Для этого надо определить возможные отклонения от номинального размера и решить, как записать их на чертеже. Имея в виду изготовленную деталь, будем говорить о **действительном размере** – размере, установленном измерением с допустимой погрешностью. Чтобы действительный размер обеспечивал функциональную годность детали, конструктор, исходя из целого ряда факторов, выясняет, какова возможная величина погрешностей размера, при которой изделие будет полностью соответствовать своему назначению.

Так, после расчета номинального размера устанавливаются два **предельных размера – наибольший и наименьший**. Это предельно допустимые размеры, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали. Однако задавать на чертеже два размера неудобно, поэтому в дополне-

ние к номинальному размеру на чертеже проставляют его предельные отклонения – верхнее и нижнее.

Верхнее предельное отклонение – это алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Нижнее предельное отклонение – это алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Определение отклонений как алгебраической разности числовых величин означает, что они всегда имеют знак: плюс (+) или минус (–). Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним предельными отклонениями характеризует точность, которой должен соответствовать размер при изготовлении детали, и называется **допуском**. Допуск, в отличие от отклонений, знака не имеет.

Пример. Конструктор, исходя из условий прочности, определил номинальный размер **53,47** мм. Он его округляет до размера **54**. Но, в зависимости от назначения, размер **54** может отклоняться от номинального в следующих пределах:

наибольший размер **54,2** мм,
наименьший размер **53,7** мм.

Эти размеры являются предельными, а действительный размер годной детали может иметь размеры, находящиеся между ними, то есть от **54,2** до **53,7** мм.

По определению:

верхнее отклонение (В.О.) равно
 $54,2 - 54,0 = +0,2$;

нижнее отклонение (Н.О.) равно
 $53,7 - 54,0 = -0,3$;

допуск равен $+0,2 - (-0,3) = 0,5$ мм,
или $54,2 - 53,7 = 0,5$ мм.

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы теста.

1. Размеры на чертеже проставляются в:
 - а) сантиметрах
 - б) дециметрах
 - в) миллиметрах
2. Наибольший и наименьший размеры детали называются:
 - а) действительные
 - б) предельные
 - в) номинальные
3. По формулировке определите тип размера.
 Размер, полученный конструктором в результате расчетов или с учетом различных конструкторских или технологических соображений, – это размер...
 - а) номинальный
 - б) действительный
 - в) наибольший
4. Имеет ли допуск размера знак?
 - а) Да
 - б) Нет

Задание 2.2

Проверка степени усвоения материала

Выберите правильные характеристики для размера $54 \begin{smallmatrix} +0,1 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$.

- | | |
|---------|-----------------------|
| 1) 54,1 | А. Наибольший размер |
| 2) 54,0 | Б. Наименьший размер |
| 3) 53,7 | В. Номинальный размер |
| 4) +0,1 | Г. Верхнее отклонение |
| 5) 0,4 | Д. Нижнее отклонение |
| 6) -0,3 | Е. Допуск размера |

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1

2

3

4

5

6

Задание 2.3



Проверка степени усвоения материала

Проведите анализ размеров и заполните таблицу.

Вариант I

Лист 1

Контроль- ные вопро- сы	Исходные данные					
	Размер на чертеже					
	$10^{+0,2}_{-0,1}$	$10^{+0,1}$	$10_{-0,1}$	$10 \pm 0,2$	$10^{+0,4}_{+0,2}$	$10^{-0,1}_{-0,3}$
Номиналь- ный раз- мер, мм?						
Верхнее предельное отклоне- ние, мм?						
Нижнее предель- ное отклоне- ние, мм?						
Наиболь- ший предель- ный раз- мер, мм?						
Наимень- ший предель- ный раз- мер, мм?						
Допуск размера?						

Исходные данные

Размер на чертеже

Контроль-
ные воп-
росы $12^{+0,3}_{-0,1}$ $12^{+0,3}$ $12_{-0,3}$ $12 \pm 0,3$ $12^{+0,3}_{+0,2}$ $12^{-0,2}_{-0,3}$ Номиналь-
ный
размер,
мм?Верхнее
предельное
отклонение,
мм?Нижнее
предельное
отклоне-
ние, мм?Наиболь-
ший пре-
дельный
размер,
мм?Наимень-
ший пре-
дель-
ный раз-
мер, мм?Допуск
размера?

Вариант II

Лист 1

Контроль- ные воп- росы	Исходные данные					
	Размер на чертеже					
	$13^{+0,5}_{-0,1}$	$13^{+0,4}$	$13_{-0,4}$	$13 \pm 0,4$	$13^{+0,5}_{+0,1}$	$13^{-0,1}_{-0,2}$
Номиналь- ный размер, мм?						
Верхнее предельное отклоне- ние, мм?						
Нижнее предель- ное откло- нение, мм?						
Наиболь- ший пре- дельный размер, мм?						
Наимень- ший пре- дель- ный раз- мер, мм?						
Допуск размера?						

Контроль- ные воп- росы	Исходные данные					
	Размер на чертеже					
	$14^{+0,4}_{-0,3}$	$14^{+0,5}$	$14_{-0,5}$	$14 \pm 0,5$	$14^{+0,4}_{+0,2}$	$14^{+0,4}_{-0,5}$
Номиналь- ный размер, мм?						
Верхнее предель- ное откло- нение, мм?						
Нижнее предель- ное откло- нение, мм?						
Наиболь- ший пре- дельный размер, мм?						
Наимень- ший пре- дель- ный раз- мер, мм?						
Допуск размера?						

**Действительный
размер.
Условие годности**Тема
3**Учебный материал 3**

Одного умения правильно прочесть размер на чертеже мало, надо еще уметь учитывать требования, задаваемые на чертеже, в процессе изготовления изделия. В первую очередь надо научиться определять годность действительного размера. Действительный размер будет годным, если он окажется не больше наибольшего предельного размера и не меньше наименьшего предельного размера или равен им.

Это и есть **условие годности действительного размера**.

Пример. Обозначение размера на чертеже $10^{+0,2}_{-0,1}$. Действительный размер **9,7**.

Определяем предельные размеры:

наибольший предельный **10,2**,

наименьший предельный **9,9**.

Действительный размер меньше наименьшего предельного размера.

Заключение о годности – брак.

До сих пор мы вводили понятия, характеризующие точность исполнения размера, не соотнося указанные на чертеже разме-

ры с самим чертежом. В действительности же размер без чертежа не имеет смысла, его надо обязательно соотнести с поверхностью, обработка которой им определяется. Для удобства и упрощения оперирования данными чертежа все многообразие конкретных элементов деталей принято сводить к двум элементам: наружные (охватываемые) – валы и внутренние (охватывающие) – отверстия. Введение терминов «вал», «отверстие» позволяет уточнить сформулированное выше условие годности действительного размера. Теперь заключение о том, что данный размер – это брак, необходимо дополнить характеристикой брака: брак исправимый, брак неисправимый.

Пример: Размер на чертеже $10^{+0,2}_{-0,1}$.

Действительный размер **9,7**.

Наибольший предельный **10,2**.

Наименьший предельный **9,9**.

Для вала – брак неисправимый.

Для отверстия – брак исправимый.

Задание 3.1

Закрепляющий материал**Ответьте на вопросы:**

1. Какой размер называется действительным?
2. Какие размеры называются предельными?
3. Какой брак является исправимым?

4. Какой брак является неисправимым?
5. Определите вид брака или годности:
 - а) для вала, размер которого по чертежу $10 \begin{smallmatrix} -0,2 \\ -0,4 \end{smallmatrix}$,
а действительный размер 9,7;
 - б) для отверстия, размер которого по чертежу $12 \begin{smallmatrix} +0,5 \\ +0,1 \end{smallmatrix}$,
а действительный размер 11,9.

Задание 3.2

Проверка степени усвоения материала

Проведите анализ размеров и заполните таблицу.

Вариант I

Контрольные вопросы	Исходные данные					
	Размер на чертеже					
	$24 \begin{smallmatrix} -0,2 \end{smallmatrix}$	$24 \begin{smallmatrix} +0,3 \\ -0,1 \end{smallmatrix}$	$24^{+0,1}$	$24 \pm 0,1$	$24 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ +0,1 \end{smallmatrix}$	$24 \begin{smallmatrix} -0,2 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$
Номинальный размер, мм?						
Верхнее предельное отклонение, мм?						
Нижнее предельное отклонение, мм?						
Наибольший предельный размер, мм?						
Наименьший предельный размер, мм?						
Допуск размера?						

Вариант II

Исходные данные

Размер на чертеже

Контрольные
вопросы $42_{-0,2}$ $42_{-0,2}^{+0,4}$ $42_{-0,2}^{+0,3}$ $42_{-0,2}^{\pm 0,2}$ $42_{-0,2}^{+0,3}$
 $+0,1$ $42_{-0,4}^{-0,3}$ Номинальный
размер,
мм?Верхнее
предельное
отклонение,
мм?Нижнее
предельное
отклонение,
мм?Наибольший
предельный
размер,
мм?Наименьший
предельный
размер,
мм?Допуск
размера?

Задание 3.3

Проверка степени усвоения материала

Сделайте заключение о годности действительных размеров детали и заполните таблицу.

Вариант I

Исходные данные

Действительный размер	Размер вала по чертежу				Размер отверстия по чертежу			
	$15^{+0,3}_{-0,2}$		$15^{+0,2}$		$15 \pm 0,4$		$15^{+0,1}_{-0,3}$	
15,6								
15,5								
15,3								
15,0								
14,7								
14,5								

Вариант II

Исходные данные

Действительный размер	Размер вала по чертежу				Размер отверстия по чертежу			
	$20^{+0,3}_{-0,2}$		$20^{+0,1}$		$20 \pm 0,3$		$20^{+0,4}_{-0,5}$	
19,4								
19,5								
19,7								
20,0								
20,5								
20,7								

Графическое изображение отклонений и допуска

Тема
4

Учебный материал 4

Рассмотренные понятия – номинальный размер, предельные размеры (наибольший, наименьший), предельные отклонения (верхнее, нижнее), допуск – можно представить графически. Однако изобразить отклонения и допуск в одном масштабе с размерами детали практически невозможно (размер равен 10 мм, отклонения 0,2 и 0,1 мм). Поэтому вместо полного изображения отверстий и валов с предельными размерами применяют схематичные – только с указанием предельных отклонений. Такие схемы можно вычерчивать в принятом масштабе, они получаются более наглядными, простыми и компактными.

Построение схемы начинается с проведения нулевой линии, соответствующей номинальному размеру, от которой откладывают предельные отклонения размеров (вверх – со знаком плюс и вниз – со знаком минус).

Зона, заключенная между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему предельным отклонениям, называется полем допуска (на схемах – заштрихованные прямоугольники со словами «вал» или «отв» (см. рис. 1)).

Поле допуска отличается от допуска тем, что оно определяет не только величину допуска, но и его положение относительно номинального размера.

Поле допуска по отношению к нулевой линии может располагаться по-разному: асимметричное двустороннее (рис. 2а), асимметричное одностороннее с верхним отклонением, равным нулю (рис. 2б), асимметричное одностороннее с нижним отклонением, равным нулю (рис. 2в), симметричное двустороннее (рис. 2г), асимметричное одностороннее с плюсовыми отклонениями (рис. 2д), асимметричное одностороннее с минусовыми отклонениями (рис. 2е).

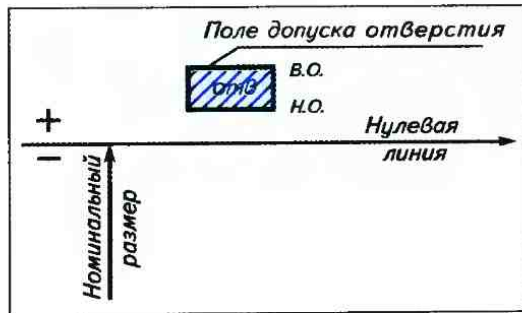
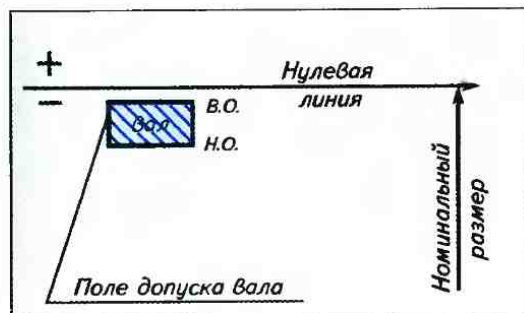


Рис. 1. Графическое изображение отклонений и поля допуска

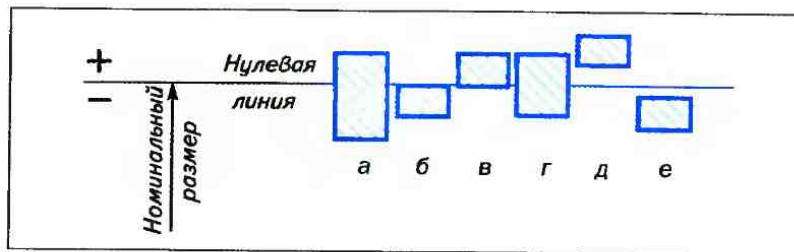


Рис. 2. Расположение полей допусков

Задание 4.1

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Какому размеру соответствует нулевая линия схемы?
2. Как называется зона, заключенная между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему предельным отклонениям?
3. Как может располагаться поле допуска относительно нулевой линии?
4. Изобразите графически поля допусков для размеров:

$$15_{+0,1}, 15_{-0,1}, 15 \pm 0,2, 15_{-0,2}^{+0,1}, 15_{-0,1}^{+0,2}, 15_{-0,2}^{-0,1}$$

Задание 4.2

Проверка степени усвоения материала

Сделайте анализ размеров и изобразите графически отклонения и допуск размера.

Вариант I

Контрольные вопросы	Исходные данные					
	Размер на чертеже					
	$15_{-0,2}^{+0,3}$	$15_{+0,2}$	$15_{-0,1}$	$15 \pm 0,4$	$15_{+0,3}^{+0,5}$	$15_{-0,3}^{-0,1}$
1	2	3	4	5	6	7
Номинальный размер, мм?						

1	2	3	4	5	6	7
Верхнее предельное отклонение, мм?						
Нижнее предельное отклонение, мм?						
Наибольший предельный размер, мм?						
Наименьший предельный размер, мм?						
Допуск размера?						
Графическое изображение отклонений и допуска?						

Вариант II

Контрольные вопросы	Исходные данные					
	Размер на чертеже					
	$20^{+0,5}_{-0,4}$	$20^{+0,1}$	$20_{-0,2}$	$20 \pm 0,3$	$20^{+0,4}_{-0,2}$	$20^{-0,4}_{-0,5}$
Номинальный размер, мм?						
Верхнее предельное отклонение, мм?						
Нижнее предельное отклонение, мм?						
Наибольший предельный размер, мм?						
Наименьший предельный размер, мм?						
Допуск размера?						
Графическое изображение отклонений и допуска?						

Тема

5

Понятие о сопряжениях. Определение характера соединений

Учебный материал 5

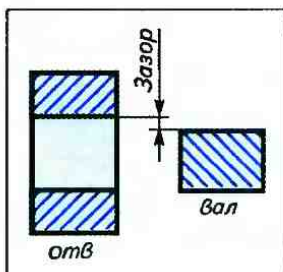
Все разнообразные машины, станки, приборы, механизмы состоят из деталей, имеющих сопрягаемые и несопрягаемые поверхности.

Сопрягаемые – это поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы (узлы).

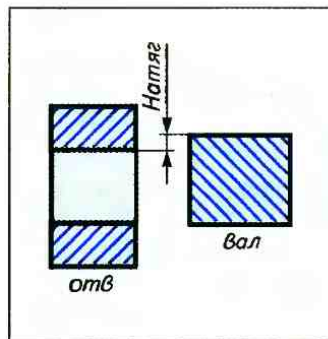
Несопрягаемые (свободные) – это конструктивно необходимые поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей.

Требования к конструкциям могут быть различными. В зависимости от назначения соединения элементы деталей должны во время работы механизма либо обеспечить возможность движения деталей друг относительно друга, либо, наоборот, сохранить их полную неподвижность относительно друг друга.

Для обеспечения подвижности соединения нужно, чтобы действительный размер охватываемого элемента (вала) был меньше действительного размера охватывающего элемента (отверстия). Разность действительных размеров отверстия и вала называется **зазором (S)**.



Для получения неподвижного соединения нужно, чтобы действительный размер охватываемого элемента (вала) был больше действительного размера охватывающего элемента (отверстия). Разность действительных размеров вала и отверстия называется **натягом (N)**.



Сопряжение, образуемое в результате соединения отверстий и валов с одинаковыми номинальными размерами, называется **посадкой**.

Или: **посадка** – это характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров и натягов.

Поскольку действительные размеры годных отверстий и валов могут колебаться между заданными предельными размерами, то и величина зазоров и натягов может колебаться в зависимости от действительных размеров сопрягаемых деталей.

Поэтому различают наибольший и наименьший зазоры и наибольший и наименьший натяги.

$$\begin{aligned}
 S_{\max} &= D_{\max} - d_{\min}, \\
 S_{\min} &= D_{\min} - d_{\max}, \\
 N_{\max} &= d_{\max} - D_{\min}, \\
 N_{\min} &= d_{\min} - D_{\max},
 \end{aligned}$$

где S – зазор; N – натяг; D – размеры отверстия; d – размеры вала.

Наибольшие и наименьшие натяги можно представить в соединениях деталей.

Пример 1. На чертеже отверстия указан размер $50^{+0,2}$, а на чертеже вала – размер $50^{-0,3}_{-0,6}$ (рис. 3).

Проведем расчеты.

Предельные размеры отверстия:

$$\begin{aligned}
 \text{наибольший } D_{\max} &= 50 + 0,2 = 50,2, \\
 \text{наименьший } D_{\min} &= 50,0.
 \end{aligned}$$

Предельные размеры вала:

$$\begin{aligned}
 \text{наибольший } d_{\max} &= 50 - 0,3 = 49,7, \\
 \text{наименьший } d_{\min} &= 50 - 0,6 = 49,4.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\max} &= D_{\max} - d_{\min} = 50,2 - 49,4 = 0,8, \\
 S_{\min} &= D_{\min} - d_{\max} = 50 - 49,7 = 0,3.
 \end{aligned}$$

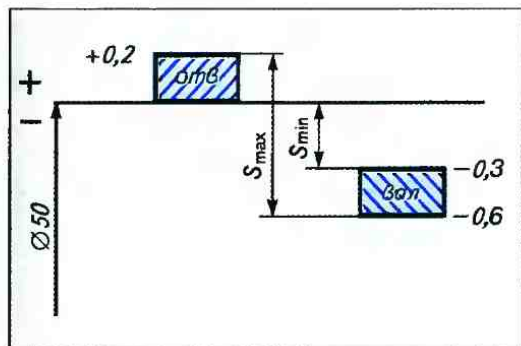


Рис. 3. Графическое изображение зазоров

Пример 2. На чертеже отверстия указан размер $50^{+0,2}$, а на чертеже вала – размер $50^{+0,5}_{+0,3}$ (рис. 4).

Проведем расчеты.

Предельные размеры отверстия:

$$\begin{aligned}
 \text{наибольший } D_{\max} &= 50 + 0,2 = 50,2, \\
 \text{наименьший } D_{\min} &= 50,0.
 \end{aligned}$$

Предельные размеры вала:

$$\begin{aligned}
 \text{наибольший } d_{\max} &= 50 + 0,5 = 50,5, \\
 \text{наименьший } d_{\min} &= 50 + 0,3 = 50,3.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{\max} &= d_{\max} - D_{\min} = 50,5 - 50,0 = 0,5, \\
 N_{\min} &= d_{\min} - D_{\max} = 50,3 - 50,2 = 0,1.
 \end{aligned}$$

Наряду с посадками с зазором и посадками с натягом возможен и такой вариант, когда предельные размеры сопрягаемых деталей не гарантируют получение в сопряжении только зазора или только натяга. Такие посадки называют переходными. В этом случае возможно получение как зазора, так и натяга, и конкретный характер соединения будет зависеть от действительных размеров сопрягаемых годных отверстий и валов.

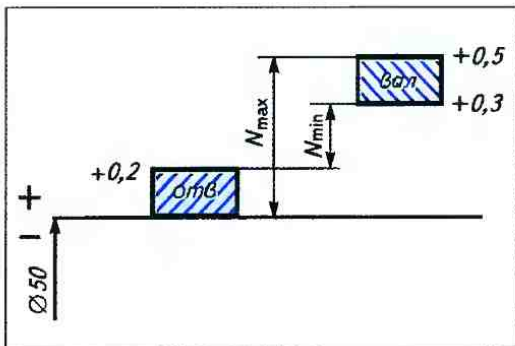


Рис. 4. Графическое изображение натягов

Пример 3. На чертеже отверстия указан размер $50^{+0,2}$, а на чертеже вала – размер $50^{+0,3}_{+0,1}$ (рис. 5).

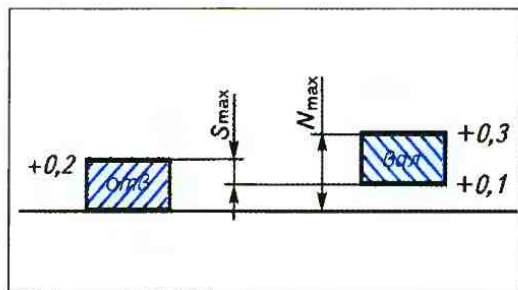


Рис. 5. Графическое изображение зазоров и натягов

Проведем расчеты.

Предельные размеры отверстия:

наибольший $D_{\max} = 50 + 0,2 = 50,2$,

наименьший $D_{\min} = 50,0$.

Предельные размеры вала:

наибольший $d_{\max} = 50 + 0,3 = 50,3$,

наименьший $d_{\min} = 50 + 0,1 = 50,1$.

Если представить соединение наибольшего отверстия с наименьшим валом, то образуется посадка с зазором:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 50,2 - 50,1 = 0,1,$$

$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 50,0 - 50,3 = -0,3$,
где минусовой зазор – есть натяг.

Если представить соединение наименьшего отверстия с наибольшим валом, то образуется посадка с натягом:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 50,3 - 50,0 = 0,3,$$

$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = 50,1 - 50,2 = -0,1$,
где минусовой натяг – есть зазор.

При графическом изображении переходной посадки поля допусков отверстия и вала перекрываются.

Задание 5.1

Закрепляющий материал

1. Приведите примеры сопрягаемых поверхностей в сборочных узлах.
2. Найдите соответствие вида сопряжений:
 - а) с зазором,
 - б) с натягом.

Пример сопряжения

Вид сопряжения (посадка)

1

2

Соединение ручки молотка и бойка

Соединение «ласточкин хвост» направляющих суппорта

Соединение конуса шпинделя сверлильного станка и конуса сверла

1

2

Соединение поршня и цилиндра
в гидроцилиндре

Соединение звездочки заднего колеса велосипеда
с осью

Резьбовое соединение в шариковой авторучке

3. Определите максимальные зазоры и натяги для соединения с размерами отверстия $\varnothing 50^{+0,2}$, вала $\varnothing 50^{+0,3}_{-0,1}$.

Задание 5.2

Проверка степени усвоения материала

Проведите анализ соединения и определите вид посадки.

	Вал	Отверстие
Контрольные вопросы	$12^{+0,2}$	$12^{+0,1}_{-0,2}$
Наибольший размер, мм?		
Наименьший размер, мм?		
Верхнее предельное отклонение, мм?		
Нижнее предельное отклонение, мм?		
Допуск размера?		
Графическое изображение соединения?		
Вид посадки?		

Задание 5.3

Проверка степени усвоения материала

Вариант I

1. Проведите анализ размеров и заполните таблицу.

Контрольные вопросы	Исходные данные			
	Отверстие	Вал		
	$15^{+0,2}$	$15^{+0,3}_{+0,1}$	$15 \pm 0,1$	$15^{-0,1}_{-0,2}$
Номинальный размер, мм?				
Верхнее предельное отклонение, мм?				
Нижнее предельное отклонение, мм?				
Наибольший предельный размер, мм?				
Наименьший предельный размер, мм?				
Допуск размера?				
Графическое изображение отклонений и допуска?				
Группа посадок?				

2. Определите максимальные зазоры и натяги по размерам сопрягаемых деталей.

Основные понятия, выявляемые при чтении размеров	Отверстие		Вал	
	$15^{+0,019}$	$15^{+0,032}_{+0,020}$	$15 \pm 0,006$	$15^{-0,006}_{-0,018}$
1. Номинальный размер				
2. Верхнее предельное отклонение				
3. Нижнее предельное отклонение				
4. Наибольший предельный размер				
5. Наименьший предельный размер				
6. Допуск				
7. Графическое изображение поля допуска				
8. Величина зазоров и натягов				

Вариант II

1. Проведите анализ размеров и заполните таблицу.

Контрольные вопросы	Отверстие	Исходные данные		
		Вал		
	$20^{+0,1}$	$20^{+0,4}_{+0,2}$	$20 \pm 0,2$	$20^{-0,1}_{-0,2}$
Номинальный размер, мм?				
Верхнее предельное отклонение, мм?				
Нижнее предельное отклонение, мм?				
Наибольший предельный размер, мм?				
Наименьший предельный размер, мм?				
Допуск размера?				
Графическое изображение отклонений и допуска?				
Группа посадок?				

2. Определите максимальные зазоры и натяги по размерам сопрягаемых деталей.

Основные понятия, выявляемые при чтении размеров	Отверстие		Вал	
	$20^{+0,023}$	$20 \begin{smallmatrix} - 0,003 \\ - 0,022 \end{smallmatrix}$	$20 \begin{smallmatrix} + 0,039 \\ + 0,025 \end{smallmatrix}$	$20 \pm 0,007$
1. Номинальный размер				
2. Верхнее предельное отклонение				
3. Нижнее предельное отклонение				
4. Наибольший предельный размер				
5. Наименьший предельный размер				
6. Допуск				
7. Графическое изображение поля допуска				
8. Величина зазоров и натягов				

Тема

6

Образование посадок

Учебный материал 6

Посадки всех трех групп – с зазорами, с натягами, переходные с различными величинами зазоров и натягов – можно получить при одном и том же номинальном размере, изменяя положение полей допусков обеих сопрягаемых деталей – отверстия и вала. Но, очевидно, таких сочетаний могло бы оказаться бесчисленное множество, что привело бы к невозможности централизованного изготовления мерного режущего инструмента.

Гораздо удобнее в технологическом и эксплуатационном отношении получать разнообразные посадки, изменяя положение поля допуска только одной детали при неизменном положении поля допуска другой.

Если посадки образованы изменением только полей допуска валов при постоянном поле допуска отверстий, то такой способ образования посадок называется **системой отверстия** (рис. 6).

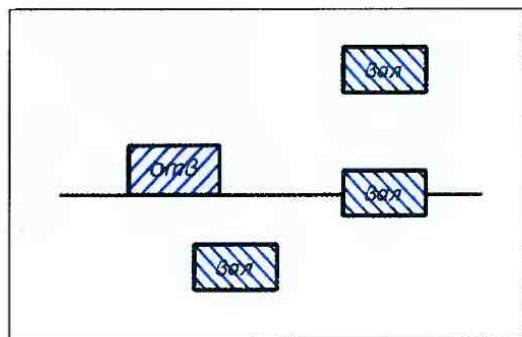


Рис. 6. Образование посадок в системе отверстия

Деталь, у которой положение поля допуска является базовым и не зависит от характера соединения, называют **основной** деталью системы (в рассмотренном случае – отверстие).

Аналогичные посадки могут быть получены по-иному, если за основную деталь принять вал, а для образования различных посадок изменять поля допуска отверстий. Такой способ называется **системой вала** (рис. 7).

Чтобы сделать еще более удобным назначение посадок для конструктора и обработку деталей для рабочего, условились, что поля допусков основных деталей в системе посадок должны удовлетворять одному обязательному условию: один из предельных размеров основной детали должен совпадать с номинальным размером. Причем для основного отверстия таким предельным размером должен быть наименьший, а для основного вала – наибольший.

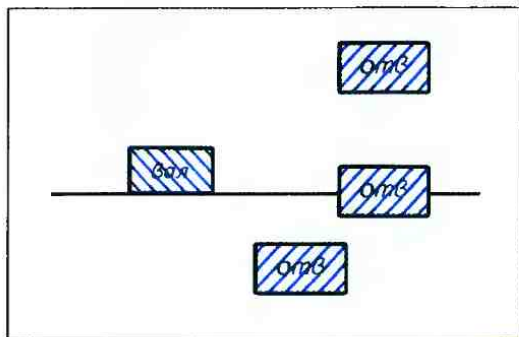


Рис. 7. Образование посадок в системе вала

Закрепляющий материал**Ответьте на вопросы:**

1. Каким образом можно получить посадку:
 - а) с зазором?
 - б) с натягом?
2. Каковы условия образования зазора?
3. Каковы условия образования натяга?
4. Какие группы посадок существуют?
5. Как образуются посадки в системе отверстия?
6. Как образуются посадки в системе вала?
7. Какая из систем посадок является предпочтительной и почему?
8. Как расположено поле допуска основного отверстия в системе вала?
9. Как расположено поле допуска основного отверстия в системе отверстия?
10. Как по взаимному расположению полей допусков отверстия и вала при графическом изображении посадки определить характер соединения?

Задание 6.2

Проверка степени усвоения материала**Вариант I****1. Изобразите графически соединение:**отверстия диаметром $25^{+0,2}$ с валом диаметром $25^{+0,1}_{-0,2}$ **Вариант II**отверстия диаметром $40^{+0,3}$ с валом диаметром $40^{+0,2}_{+0,1}$ **2. Определите тип данного соединения (посадки):**

а) с натягом

б) с зазором

в) переходный

а) переходный

б) с натягом

в) с зазором

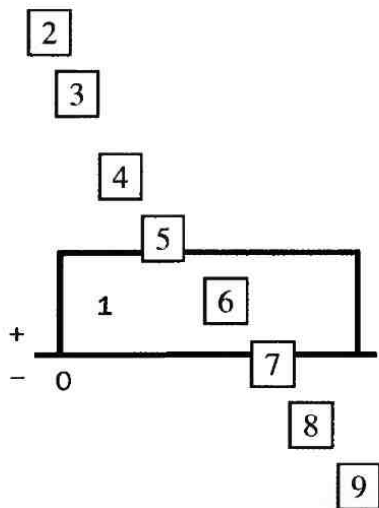
Задание 6.3

Проверка степени усвоения материала

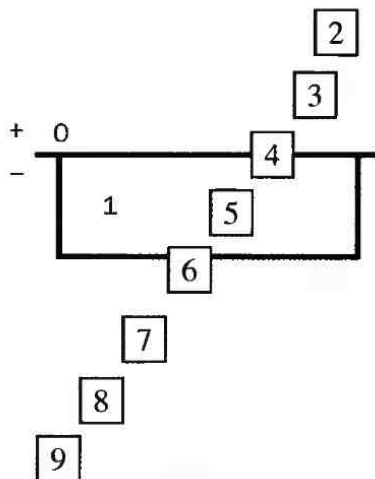
Определите вид системы посадок по характеру расположения поля допуска основной детали.

Контрольные
вопросы

Исходные данные
Схемы полей допусков



1 – поле допуска основной детали,
2–9 – поля допусков сопрягаемых
деталей



1 – поле допуска основной
детали,
2–9 – поля допусков
сопрягаемых деталей

Система посадки

а

Тип соеди-
нения

б

в

Основные принципы построения ЕСДП

Тема
7

Учебный материал 7

Допуски и посадки размеров назначаются в соответствии с определенными правилами и требованиями – стандартами. Система стандартов на допуски и посадки была разработана и введена с 01.01.1977 г. и получила название **Единой системы допусков и посадок (ЕСДП)**. Эти стандарты распространяются на сопрягаемые размеры гладких элементов.

Знание системы допусков и посадок и умение использовать ее при обработке деталей, соединении их в сборочные единицы, ремонте является обязательной частью квалификационных требований профессий токаря, слесаря и других. ЕСДП оформлена в виде таблиц (см. табл. 1), в которых для номинальных размеров заданы величины предельных отклонений для разных полей допусков отверстий и валов. При пользовании таблицами ЕСДП надо обратить внимание, что интервалы номинальных размеров указаны с добавлением слов «свыше» и «до». Это означает, что последняя цифра интервала относится к данному интервалу.

Ряды точности. Разные детали машин в зависимости от назначения и условий работы требуют разной точности изготовления. В ЕСДП предусмотрено несколько рядов точности, названных **квалитетами**. Квалитет – это совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров. Для размеров от 1 до 500 мм установлено 20 квалитетов – 01, 0, 1, 2... 18. С возрастанием номера квалитета допуск увеличивается,

то есть точность убывает. Для посадок предусмотрены квалитеты с 5-го по 12-й. Допуски в каждом квалитете обозначаются двумя буквами латинского алфавита (IT) с добавлением номера квалитета. Например, IT5 означает допуск по 5-му квалитету.

В ГОСТ 25346-89 приведены числовые значения допусков. Просмотрев любую строку таблицы, отметим, что допуски одинаковых размеров в разных квалитетах различны, то есть квалитеты определяют различную точность одинаковых номинальных размеров. И еще один важный вывод. Так как различные способы обработки деталей обладают определенной технологически достижимой точностью, то назначение квалитета (а значит, и допуска) конструктором и указание его на чертеже фактически задают технологию обработки деталей. Заданные квалитеты (то есть требуемая точность) обеспечиваются тем или иным технологическим процессом обработки:

- валы 5-го квалитета и отверстия 5 и 6-го квалитетов получают шлифованием;
- валы 6, 7-го и отверстия 7 и 8-го квалитетов – тонким точением или растачиванием, чистовым развертыванием;
- валы 8, 9-го и отверстия 9-го квалитетов – тонким фрезерованием, получистовым развертыванием;
- валы и отверстия 10-го квалитета – чистовым зенкерованием;
- валы и отверстия 11-го квалитета – чистовым строганием, чистовым точением, сверлением;

Таблица 1

Значения допусков, мкм

Интервалы номинальных размеров, мм	Квалитеты																
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	-			
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	430	750	1200	1800			
Св. 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	2200			
Св. 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700			
Св. 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300			
Св. 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900			
Св. 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600			
Св. 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	5400			
Св. 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300			
Св. 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200			
Св. 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100			
Св. 315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900			
Св. 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700			

- валы и отверстия 12 и 13-го квалитетов – черновым строганием и точением, черновым фрезерованием, сверлением;
- валы и отверстия 14–18-го квалитетов – черновой токарной обработкой, резкой ножницами и пилой.

Для ответственных сопряжений (по-

садок) применяются 6, 7-й квалитеты; в случае относительно больших зазоров и натягов 8–10-й квалитеты; 11 и 12-й квалитеты – для грубых соединений.

Остальные квалитеты используются для несопрягаемых элементов деталей. В таких случаях размеры называют свободными.

Задание 7.1

Закрепляющий материал**Ответьте на вопросы:**

1. Что такое система допусков и посадок?
2. Почему в стандартах на допуски и посадки используется понятие «интервал размера»?
3. Как называются ряды точности в ЕСДП?
4. Как обозначаются допуски в каждом квалитете?

Задание 7.2

Проверка степени усвоения материала

I. Выберите вид обработки детали для получения точности размеров в зависимости от квалитета.

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| А. Шлифование отверстия | 1) 14-й квалитет |
| Б. Тонкое точение | 2) 6, 7-й квалитеты |
| В. Чистовое зенкерование | 3) 5-й квалитет |
| Г. Резка ножницами | 4) 10-й квалитет |

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Вид обработки	А	Б	В	Г
Номер квалитета				

II. Определите значения допусков.

Размер (мм)	6	18	32	120	50	82
Квалитет	5	7	10	8	6	9
Допуск (мм)						

Тема 8

Поля допусков отверстий и валов

Учебный материал 8

Поле допуска определяет **величину допуска и его положение относительно номинального размера, а взаимное расположение полей допусков сопрягаемых деталей характеризует тип посадки и величины наибольших и наименьших зазоров и натягов. Посадки могут образовываться как в системе отверстия, так и в системе вала** (см. рис. 8).

Для образования посадок в ЕСДП стандартизированы два параметра, из которых образуются поля допусков: ряды и значения допусков в разных квалитетах и так называемые основные отклонения валов и отверстий для определения положения поля допуска относительно номинального размера (нулевой линии). В качестве основного отклонения принято отклонение, ближайшее к нулевой линии, характеризующее возможное минимальное отклонение размера от номинального.

Таким образом, поле допуска в ЕСДП образуется сочетанием основного отклонения и квалитета.

В этом сочетании основное отклонение характеризует положение полей допусков относительно нулевой линии, а квалитет – величину допуска.

Для образования полей допусков в ЕСДП в каждом интервале номинальных размеров установлен ряд допусков из 20 квалитетов по 28 основных отклонений полей допусков валов и отверстий.

Основные отклонения обозначают одной, а в отдельных случаях и двумя буквами латинского алфавита: прописными (А, В, С, D и т. д.) – для отверстий и строчными (а, в, с, d и т. д.) – для валов. Основные отклонения зависят от номинальных размеров и, как правило, постоянны для всех квалитетов. Все поля допусков (кроме js и Js, которые расположены симметрично

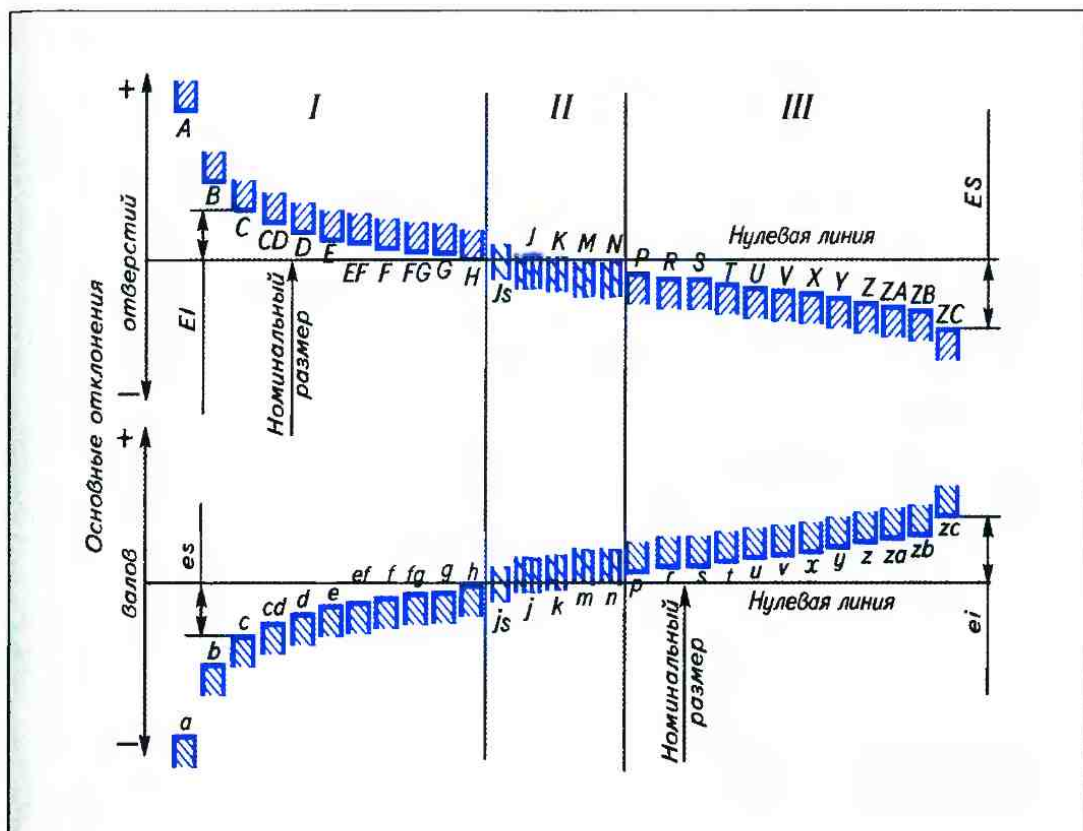


Рис. 8. Схема основных отклонений в ЕСДП

относительно нулевой линии) ограничены горизонтальными линиями только с одной стороны: с нижней, если поле допуска расположено выше нулевой линии, или с верхней, если оно расположено ниже нулевой линии. Это объясняется тем, что при одном и том же номинальном размере для всех квалитетов допуск имеет различные значения, а основные отклонения не изменяются.

Основными отклонениями служат: для валов $a...h$ верхние отклонения $-es$; для отверстий $A...H$ нижние отклонения

$-EI$; для валов $js...zc$ нижнее отклонение $+ei$; для отверстий $J...ZC$ верхние отклонения $+ES$. Поля допусков основных отверстий обозначаются буквой H , а основных валов $-h$, с добавлением номера квалитета, например $H7$, $H8$ и т. д. (в этом случае нижние отклонения всегда равны нулю) и $h7$, $h8$ и т. д. (в этом случае верхние отклонения всегда равны нулю).

Числовые значения отклонений приведены в таблицах по ГОСТ 25347-82 (см. табл. 2.1, 2.2).

Предпочтительные поля допусков валов по ЕСПД (выборка из ГОСТ 25347-82)

Интервалы номинальных размеров, мм	Квалитет 6						Поля допусков						Квалитет 7		Квалитет 8		Квалитет 9	
	g6	h6	js6	k6	n6	p6	r6	s6	f7	h7	e8	h8	d9	h9				
	Предельные отклонения, мкм																	
От 1 до 3	-2	0	+3	+6	+10	+12	+16	+20	-6	0	-14	0	-20	0				
	-8	-6	-3	0	+4	+6	+10	+14	-16	-10	-28	-14	-45	-25				
Св. 3 до 6	-4	0	+4	+9	+16	+20	+23	+27	-10	0	-20	0	-30	0				
	-12	-8	-4	+1	+8	+12	+15	+19	-22	-12	-38	-18	-60	-30				
Св. 6 до 10	-5	0	+4,5	+10	+19	+24	+28	+32	-13	0	-25	0	-40	0				
	-14	-9	-4,5	+1	+10	+15	+19	+23	-28	-15	-47	-22	-76	-36				
Св. 10 до 18	-6	0	+5,5	+12	+23	+29	+34	+39	-16	0	-32	0	-50	0				
	-17	-11	-5,5	+1	+12	+18	+23	+28	-34	-18	-59	-27	-93	-43				
Св. 18 до 30	-7	0	+6,5	+15	+28	+35	+41	+48	-20	0	-40	0	-65	0				
	-20	-13	-6,5	+2	+15	+22	+28	+35	-41	-21	-73	-33	-117	-52				
Св. 30 до 50	-9	0	+8	+18	+33	+42	+50	+59	-25	0	-50	0	-80	0				
	-25	-16	-8	+2	+17	+26	+34	+43	-50	-25	-89	-39	-142	-62				

Таблица 2.1 (окончание)

Таблица 2.2

**Предпочтительные поля допусков отверстий по ЕСДП
(выборка из ГОСТ 25347-82)**

Интервалы номинальных размеров, мм	Квалитет 7				Квалитет 8			Квалитет 9	
	Поля допусков								
	H7	Js7	K7	N7	P7	F8	H8	E9	H9
	Предельные отклонения, мкм								
От 1 до 3	+10 0	+5 -5	0 -10	-4 -14	-6 -16	+20 +6	+14 0	+34 +19	+25 0
Св. 3 до 6	+12 0	+6 -6	+3 -9	-4 -16	-8 -20	+28 +10	+18 0	+50 +20	+30 0
Св. 6 до 10	+15 0	+7 -7	+5 -10	-4 -19	-9 -24	+35 +13	+22 0	+61 +25	+36 0
Св. 10 до 18	+18 0	+9 -9	+6 -12	-5 -23	-11 -29	+43 +16	+27 0	+75 +32	+43 0
Св. 18 до 30	+21 0	+10 -10	+6 -15	-7 -28	-14 -35	+53 +20	+33 0	+92 +40	+52 0
Св. 30 до 50	+25 0	+12 -12	+7 -18	-8 -33	-17 -42	+64 +25	+39 0	+112 +50	+62 0
Св 50 до 80	+30 0	+15 -15	+9 -21	-9 -39	-21 -51	+76 +30	+46 0	+134 +60	+74 0
Св. 80 до 120	+35 0	+17 -17	+10 -25	-10 -45	-24 -59	+90 +36	+54 0	+159 +72	+87 0
Св. 120 до 180	+40 0	+20 -20	+12 -28	-12 -52	-28 -68	+106 +43	+63 0	+185 +85	+100 0
Св. 180 до 250	+46 0	+23 -23	+13 -33	-14 -60	-33 -79	+122 +50	+72 0	+215 +100	+115 0
Св. 250 до 315	+52 0	+26 -26	+16 -36	-14 -66	-36 -88	+137 +56	+81 0	+240 +110	+130 0

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Какие квалитеты используются для образования посадок?
2. Как обозначается поле допуска основного отверстия 6-го квалитета, основного вала 8-го квалитета?
3. Напишите обозначение сопряжения с номинальным размером 24, полем допуска основного отверстия H7, полем допуска вала h6.
4. Напишите обозначение сопряжения с номинальным размером 32, полем допуска отверстия по F8, полем допуска основного вала h7.
5. Что означает запись 40_{-e8}^{H8} на чертеже сборочной единицы?

Задание 8.2**Проверка степени усвоения материала**

Определите предельные отклонения, если на чертеже указаны размеры:

6h7, 8k6, 30H7, 10K7, 35n6, 25d9, 45H9.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Размер
на чертеже

Предельные
отклонения
в мм

Тема

9

**Посадки в системах
отверстия и вала****Учебный материал 9**

Для образования посадок в ЕСДП используются квалитеты с 5-го по 12-й, то есть отверстия и валы обрабатываются с точностью, задаваемой допусками по этим квалитетам.

Так как посадки образуются сочетанием установленных стандартом полей допусков отверстий и валов, то теоретически возможно использовать для образования посадки любые из множества таких сочетаний. Но экономически такое многообразие не выгодно. ЕСДП рекомендует предпочтительные: 17 посадок в системе отверстия и 10 посадок в системе вала, образованных из предпочтительных полей допусков.

Обозначение посадки на сборочном чертеже в соответствии с ГОСТ 2.307-68 состоит из указания полей допусков сопрягаемых деталей, при этом указание оформляется в виде простой дроби. Вначале записывается номинальный размер соединения (он одинаков для сопрягаемых отверстия и вала), затем над чертой (в числителе) указывается поле допуска отверстия, а под чертой (в знаменателе) – поле допуска вала.

Такая форма обозначения едина для посадок в системе отверстия и системе вала.

Пример: $75 \frac{H7}{h7}$, $H7$ – поле допуска основного отверстия.

$25 \frac{E9}{h8}$, $h8$ – поле допуска основного вала.

Выбор посадок

Посадки с зазором образуются полями допусков, которые установлены в квалитетах 4–12 и применяются в неподвижных и подвижных соединениях для облегчения

сборки при невысокой точности центрирования, для регулирования взаимного положения деталей, для обеспечения смазки трущихся поверхностей.

Посадки с наименьшим зазором, равным нулю $\frac{H}{h}$, обеспечивают высокую точность центрирования и поступательного перемещения деталей. Посадки с натягом применяют для передачи соединением крутящего момента или осевой силы, как правило, без дополнительного крепления. Назначение посадок с натягом производят, исходя из условий работы соединения.

Переходные посадки обеспечивают легкость сборки и разборки неподвижных соединений при высокой точности центрирования. В переходных посадках поля допусков отверстия и вала частично перекрываются и в соединении возможно появление как зазора, так и натяга. Величина максимального натяга значительно меньше, чем у неподвижных посадок, и сборка деталей обычно возможна с помощью молотка.

Характер сопряжения (группу посадки) легко установить, если в соответствии с обозначением посадки на сборочном чертеже после нахождения в таблицах величин предельных отклонений отверстия и вала изобразить посадку графически.

Если поле допуска отверстия располагается над полем допуска вала – это посадка с зазором.

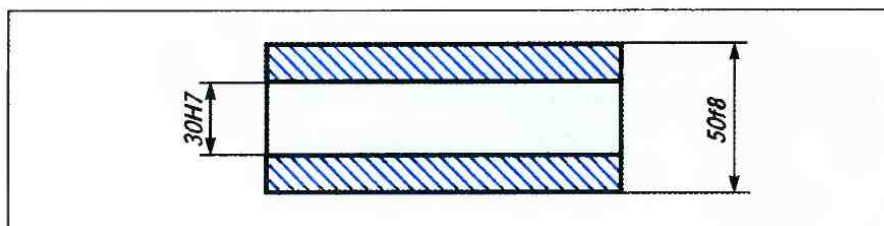
Если поле допуска отверстия располагается под полем допуска вала – посадка с натягом.

Если поля допусков отверстия и вала **полностью или частично перекрываются**, то это переходная посадка.

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Как обозначаются на чертежах поля допуска основного отверстия и основного вала?
2. Как расположены поля допусков основного отверстия и основного вала?
3. Чем отличаются обозначения полей допусков отверстий от обозначений полей допусков валов?
4. Что означают размеры 30H7, 50f8 на чертеже детали?



Задание 9.2

Проверка степени усвоения материала

Определите характер соединения и отклонения размеров.

Контрольные вопросы	Исходные данные			
	Размер на чертеже			
	14H7/g6		40F8/h7	
Система посадки?				
Обозначения сопрягаемого размера?	Отв.	Вал	Отв.	Вал
Квалитет?				
Условное обозначение поля допуска?				
Верхнее отклонение?				
Нижнее отклонение?				
Тип соединения?				

Тема

10

Нанесение и определение предельных отклонений размеров отверстий и валов на чертежах

Учебный материал 10

Нанесение предельных отклонений размеров на чертежи осуществляется в соответствии с ГОСТ 2.307-68. Предусмотрено три способа указания отклонений:

- числовыми значениями предельных отклонений, например:
 $18^{+0,018}$; $12^{-0,032}_{-0,059}$;
- условными обозначениями полей допусков, например: 18H7, 12e8;
- условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, например:
 $18H7(+0,018)$; $12e8(-0,032_{-0,059})$.

Во всех случаях вначале указывается номинальный размер (18, 12).

Обозначение посадки на сборочном чертеже в соответствии с ГОСТ 2.307-68

состоит из указания полей допусков сопрягаемых деталей. Указание выполняется в виде простой дроби. Вначале записывается номинальный размер соединения, затем в числителе указывается поле допуска отверстия, в знаменателе – поле допуска вала. Можно указывать в «числителе» и «знаменателе» предельные отклонения сопрягаемых деталей.

Пример:

$$75 \frac{H7}{n6} \text{ или } 75 \frac{+0,030}{+0,030}$$

$$50 \frac{E9}{n8} \text{ или } 50 \frac{+0,112}{-0,039}$$

где H7 – поле допуска основного отверстия, h8 – поле допуска основного вала.

Задание 10.1

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

- Какие элементы (вал, отверстие) обозначаются размерами:
 - 30H8,
 - 40K6,
 - 32H6,
 - 45n7.
- Определите поле допуска отверстия и вала в соединениях:
 - 16H7/к6,
 - 12F7/h8,
 - 15E8/h9,
 - 10H7/n6.

Задание 10.2

Проверка степени усвоения материала

Определите отклонения для размеров:

30H7, 24H8, 14F7, 10F8, 12H8, 52n6.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

30H7	24H8	14F7	10F8	12H8	52n6

Задание 10.3

Проверка степени усвоения материала

Определите характер соединения и отклонения размеров.

Вариант I

Контрольные вопросы	Исходные данные					
	Размер к чертежу соединения деталей					
	$\varnothing 32 \frac{H7}{h6}$	$\varnothing 42 \frac{H8}{e8}$	$\varnothing 52 \frac{E9}{h9}$			
Система посадки?						
Обозначение сопрягаемого размера на чертеже детали?	Отв.	Вал	Отв.	Вал	Отв.	Вал
Квалитет?						
Условное обозначение поля допуска?						
Верхнее предельное отклонение?						
Нижнее предельное отклонение?						
Тип соединения?						

Вариант II

Исходные данные

Контрольные
вопросы

Размер к чертежу соединения деталей

 $\varnothing 16 \frac{H7}{r6}$ $\varnothing 65 \frac{H9}{d9}$ $\varnothing 62 \frac{F8}{h8}$ Система
посадки?Обозначение
сопрягаемого
размера
на чертеже
детали?

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Квалитет?

Условное
обозначение поля
допуска?Верхнее
предельное
отклонение?Нижнее
предельное
отклонение?

Тип соединения?

Задание 10.4

Проверка степени усвоения материала

Определите характер соединения и отклонения размеров.

Вариант I

Лист 1

Исходные данные

Размер к чертежу соединения деталей

Контрольные
вопросы $\varnothing 25 \frac{H8}{h7}$ $\varnothing 15 \frac{H7}{h6}$ $\varnothing 18 \frac{N7}{h6}$ Система
посадки?Обозначение
сопрягаемого
размера
на чертеже
детали?

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Квалитет?

Условное
обозначение поля
допуска?Верхнее
предельное
отклонение?Нижнее
предельное
отклонение?

Тип соединения?

Исходные данные

Контрольные
вопросы

Размер к чертежу соединения деталей

 $\varnothing 55 \frac{H8}{e8}$ $\varnothing 90 \frac{H7}{k6}$ $\varnothing 30 \frac{P7}{h6}$ Система
посадки?Обозначение
сопрягаемого
размера
на чертеже
детали?

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Квалитет?

Условное
обозначение поля
допуска?Верхнее
предельное
отклонение?Нижнее
предельное
отклонение?

Тип соединения?

Вариант II

Лист 1

Исходные данные

Размер к чертежу соединения деталей

Контрольные
вопросы $\varnothing 32 \frac{H7}{h7}$ $\varnothing 28 \frac{N7}{n6}$ $\varnothing 42 \frac{H7}{n6}$ Система
посадки?Обозначение
сопрягаемого
размера
на чертеже
детали?

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Квалитет?

Условное
обозначение поля
допуска?Верхнее
предельное
отклонение?Нижнее
предельное
отклонение?

Тип соединения?

Исходные данные

Контрольные
вопросы

Размер к чертежу соединения деталей

 $\varnothing 16 \frac{H8}{e8}$ $\varnothing 40 \frac{P7}{h6}$ $\varnothing 80 \frac{H7}{k6}$ Система
посадки?Обозначение
сопрягаемого
размера
на чертеже
детали?

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Отв.

Вал

Квалитет?

Условное
обозначение поля
допуска?Верхнее
предельное
отклонение?Нижнее
предельное
отклонение?

Тип соединения?

Результат 2

Характеризовать отклонения
формы, расположения
и шероховатость поверхностей
в соответствии с ГОСТом

Темы:

11. Допуски и отклонения формы поверхностей
12. Допуски и отклонения расположения поверхностей
13. Шероховатость поверхности.
Понятие «параметры»

Результат 2

Характеризовать отклонения формы, расположения и шероховатость поверхностей в соответствии с ГОСТом

Тема

11

Допуски и отклонения формы поверхностей

Учебный материал 11

Отклонения поверхностей деталей возникают в процессе обработки заготовок из-за неточности и деформации станка, неточности и износа режущего инструмента, деформации заготовки во время обработки, неточности зажимных устройств и т. д. Эти отклонения поверхностей детали в итоге влияют на характер соединения деталей и на износ поверхностей в процессе работы. Поэтому конструктор вынужден в чертеже назначать не только точность изготовления размера, но и точность сопрягаемых поверхностей деталей.

К отклонениям поверхностей относят **отклонения формы поверхности**.

Различают два вида требований к форме поверхности.

1. Требование к форме поверхности на чертеже отдельно не указано. В этом случае следует считать, что все отклонения формы поверхности по своей величине не должны превышать допуск размера данного элемента детали.

2. Требование к форме поверхности указано на чертеже специальным знаком. Это означает, что форму поверхности

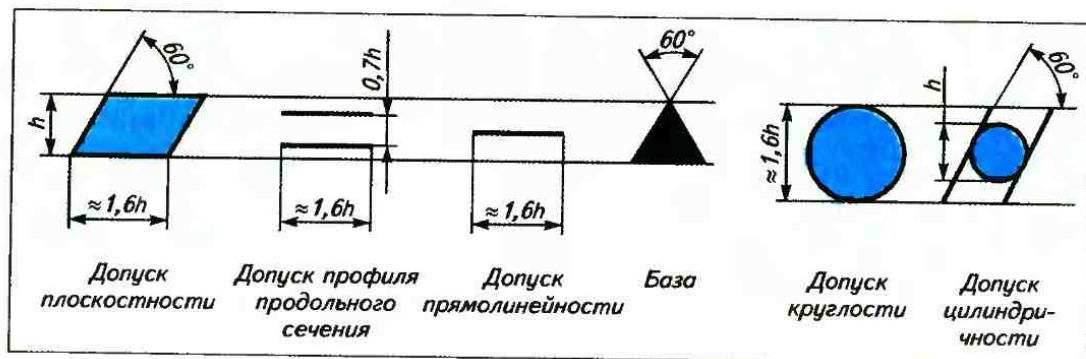


Рис. 9. Формы и размеры знаков для условных обозначений видов допусков формы

данного элемента требуется выполнить точнее, чем его размер, и величина отклонения формы будет меньше, чем величина допуска размера.

Допуск указывают на чертежах условными обозначениями. Формы и размеры знаков для условных обозначений видов допусков формы см. на рис. 9.

Знаки обозначения видов допусков и числовые значения помещают в прямоугольной рамке, разделенной на две части, в которых помещают: в первой – знак вида допуска, во второй – числовое значение допуска в миллиметрах. Примеры указания на чертежах допусков формы и рас-

положения поверхностей см. на рис. 10.

Высота знаков, цифр и букв, вписываемых в рамки, должна быть равна размеру шрифта размерных чисел на данном чертеже. Высота рамки должна превышать высоту шрифта в 2 раза. Соединяют рамку с элементом детали, к которому относится допуск, прямой или ломаной линией, заканчивающейся стрелой, а с базой – прямой или ломаной линией, заканчивающейся зачерненным треугольником. Треугольник должен быть равносторонним с высотой, равной размеру шрифта размерных чисел. Рамку и отводимые от нее линии вычерчивают сплошными тонкими линиями.

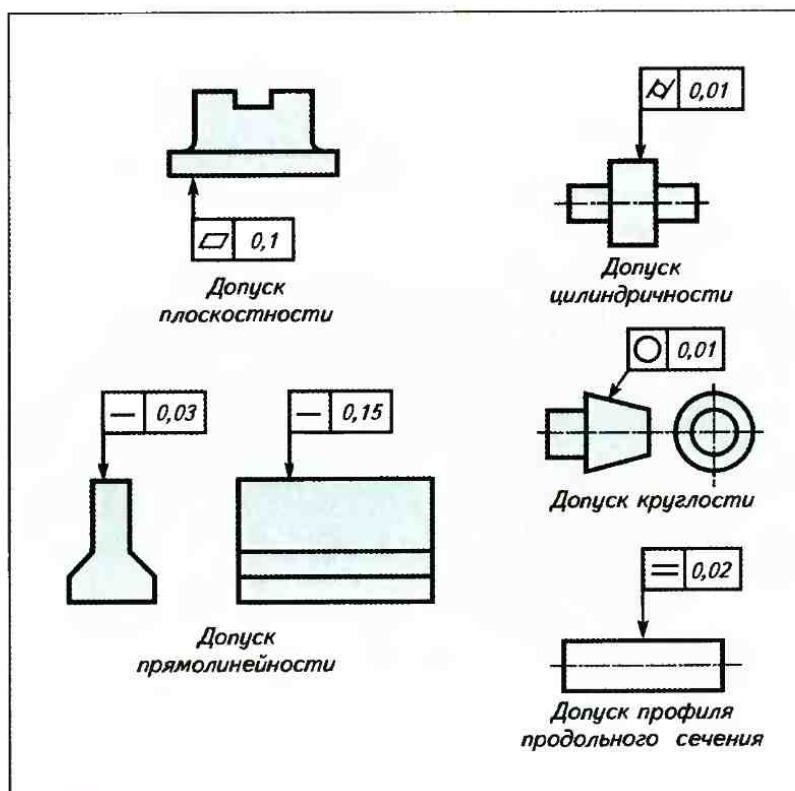


Рис. 10. Примеры указания допусков формы и расположения поверхностей

Виды отклонений формы поверхности

Отклонение от прямолинейности в плоскости есть наибольшее расстояние точки реального профиля поверхности до прилегающей прямой (рис. 11).

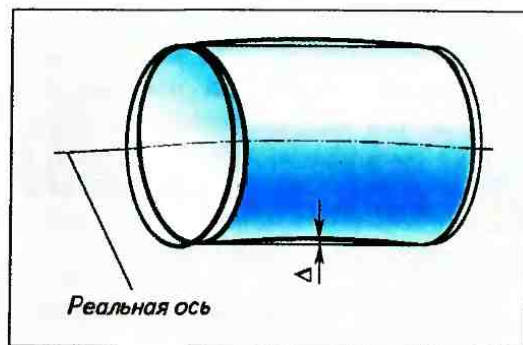


Рис. 11

Отклонение от плоскостности есть наибольшее расстояние от реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка (рис. 12).



Рис. 12

Отклонение от цилиндричности – это наибольшее отклонение точки реальной поверхности от поверхности прилегающего цилиндра (рис. 13).

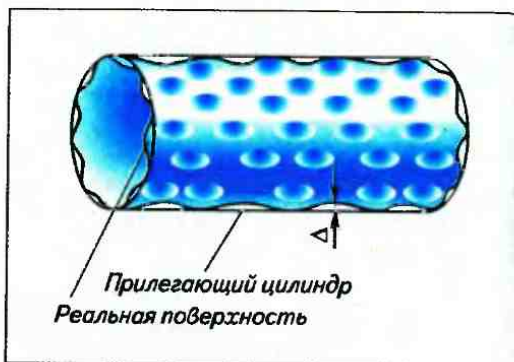


Рис. 13

Отклонение от круглости – это наибольшее расстояние от точки реального профиля поперечного сечения до прилегающей окружности (рис. 14).

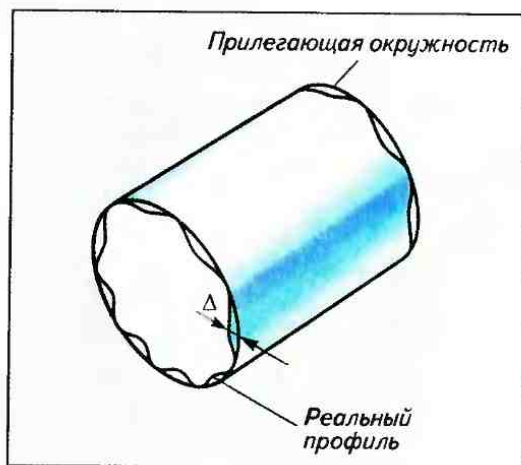


Рис. 14

Отклонение профиля продольного сечения – это наименьшее расстояние от точки реальной поверхности, лежащей в плоскости, проходящей через продольную ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля. Частыми отклонениями являются конусообразность, бочкообразность (рис. 15а), седлообразность (рис. 15б).

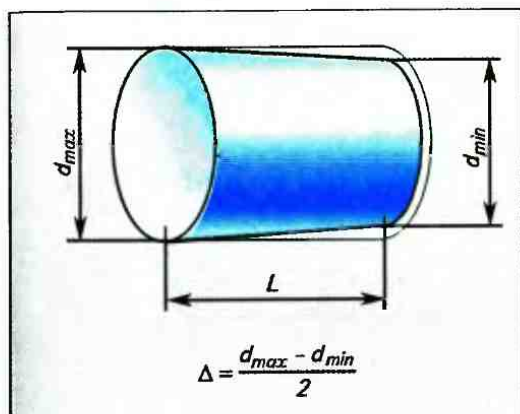


Рис. 15а

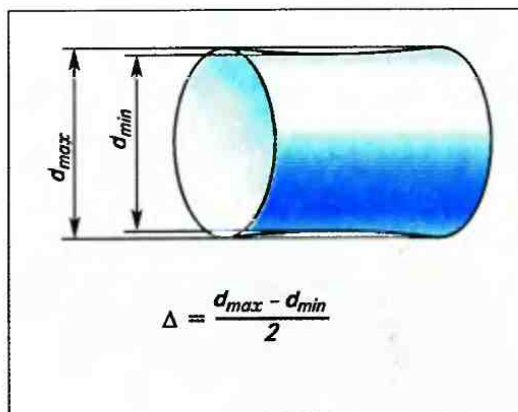


Рис. 15б

Задание 11.1

Закрепляющий материал

1. Заполните таблицу, вписав соответственно виду допуска его условный знак.

Вид допуска	Знак
Допуск плоскостности	
Допуск прямолинейности	
Допуск круглости	
Допуск цилиндричности	
Допуск профиля продольного сечения	

2. Ответьте на вопросы:

- а) Как влияют отклонения от формы на характер соединения деталей?
- б) Когда на чертеже не указывается отклонение от формы поверхности?
- в) В каких единицах указывается отклонение от формы на чертеже детали?
- г) Перечислите причины, по которым возникают отклонения от формы обрабатываемой поверхности.

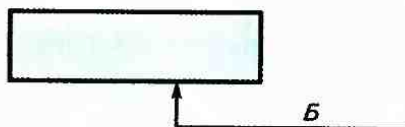
Задание 11.2

Проверка степени усвоения материала

1. Расставьте знаки отклонений формы согласно названию.

Отклонение формы	Знак
Отклонение от прямолинейности	
Отклонение от плоскостности	
Отклонение от цилиндричности	
Отклонение от круглости	

2. Условным изображением укажите неплоскостность поверхности Б не более 0,02 мм.



3. Как обозначается база на чертеже?

Тема
12

Допуски и отклонения расположения поверхностей

Учебный материал 12

Отклонением расположения поверхности считают отклонение реального расположения поверхности рассматриваемого элемента детали от его номинального расположения.

Номинальное расположение поверхности элемента задается номинальными координирующими линейными или угловыми размерами, которые представляют собой расстояние между элементами и

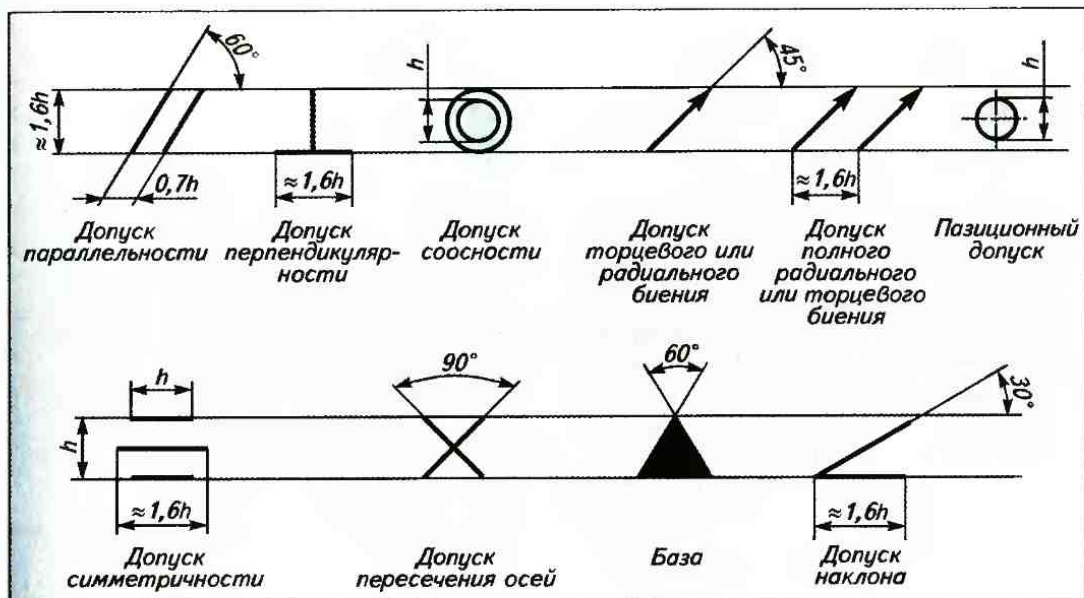


Рис. 16. Формы и размеры знаков для обозначения допусков

базой, выраженное в линейных или угловых единицах.

Допуск расположения указывается на чертеже аналогично допуску формы. Если допуск задается относительно базовой поверхности, тогда в обозначение вводится третья часть рамки, в которой указывается база. Или допуск поверхностей задается относительно друг друга.

Базой называется поверхность, от которой задается по чертежу, обрабатывается и измеряется расположение поверхности элемента детали. База обозначается буквой А. Если имеются две базы, то их обозначают буквами А и Б. Формы и размеры знаков для условных обозначений видов допусков расположения поверхностей см. на рис. 16.

Допуском расположения называется предел, ограничивающий допустимое отклонение расположения поверхности. Различают следующие виды отклонений расположения поверхностей.

Отклонение от перпендикулярности плоскостей – это отклонение угла между плоскостями от прямого угла, выраженное в линейных единицах на длине нормируемого участка (рис. 17).

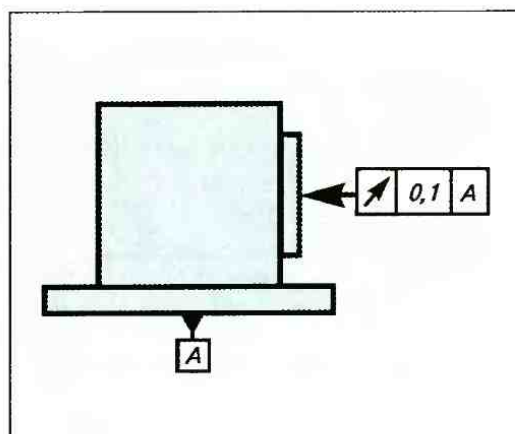


Рис. 17. Отклонение от перпендикулярности плоскостей

Отклонение от параллельности плоскостей или осей – это разница между наибольшим и наименьшим расстояниями между плоскостями или осями на длине нормируемого участка (рис. 18).

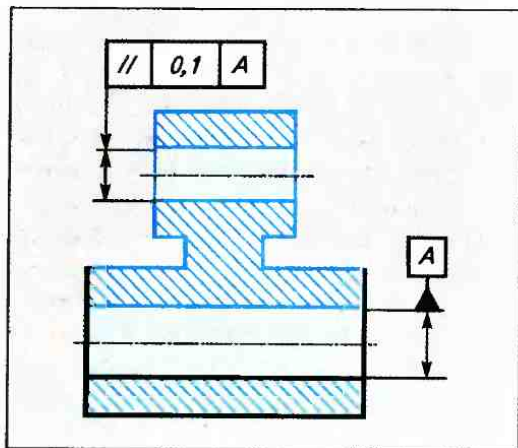


Рис. 18

Отклонение от соосности – это наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности и осью базовой поверхности на длине нормируемого участка (рис. 19).

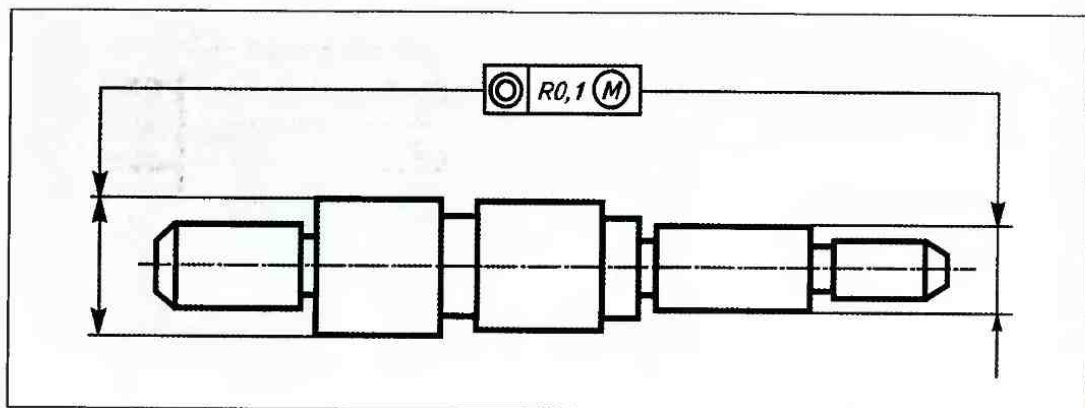


Рис. 19

Отклонение от симметричности – это наибольшее расстояние между плоскостями симметрии рассматриваемого и базового элементов в пределах нормируемого участка (рис. 20).

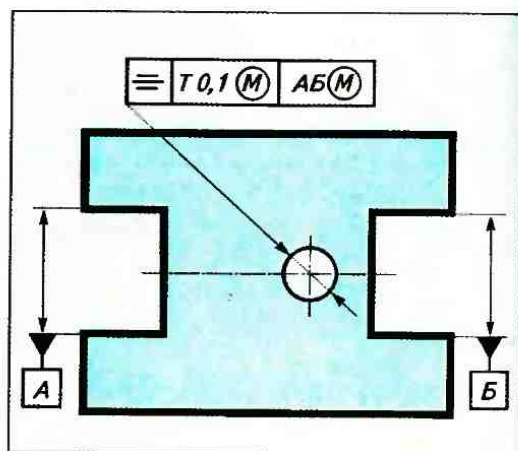


Рис. 20

Отклонение от пересечения осей – это наименьшее расстояние между номинально пересекающимися осями (рис. 21). Позиционное отклонение (смещение от номинального расположения) – это наи-

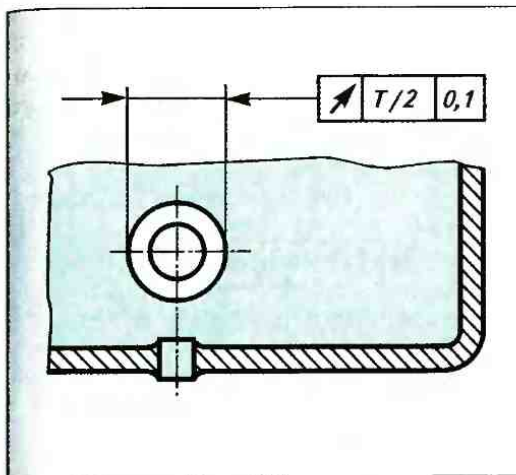


Рис. 21

большее расстояние между реально расположенным элементом и местом его номинального расположения.

Отклонение наклона плоскости или оси – это отклонение угла между прилегающей плоскостью (или осью) и базовой плоскостью от номинального угла, выраженное в линейных единицах на длине нормируемого участка.

Для соосности, симметричности, пересечения осей и позиционного допуска возможно задание допуска расположения двумя способами: с радиусом или в диаметральном выражении.

Радиусное выражение допуска расположения есть наибольшее допускаемое значение отклонения расположения. Обозначение – в рамке дополнительным знаком R или T/2.

Диаметральное выражение есть удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения расположения поверхности. Обозначение – в рамке дополнительным знаком T.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей

При изготовлении деталей машин реальные отклонения формы и расположения поверхностей в подавляющем большинстве случаев возникают одновременно, то есть поверхность элемента детали оказывается изготовленной с отклонением как по форме, так и по расположению. Сложив алгебраически эти отклонения, получим так называемое суммарное отклонение формы и расположения поверхностей.

Радиальное биение – это разность наибольшего и наименьшего расстояний от точки реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскости, перпендикулярной базовой оси (рис. 22).

Торцевое биение – это разность наибольшего и наименьшего расстояний от точки реального профиля торцевой

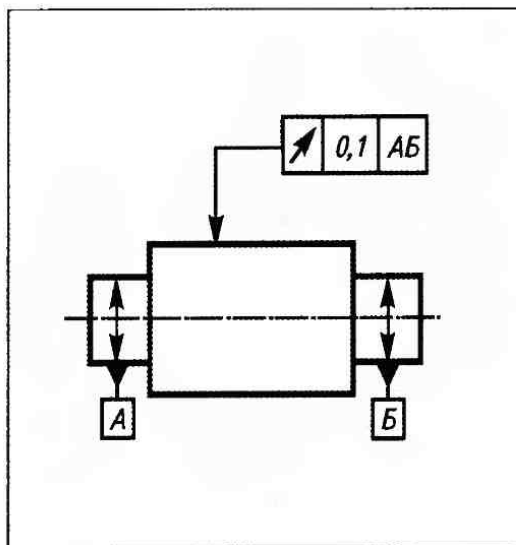


Рис. 22

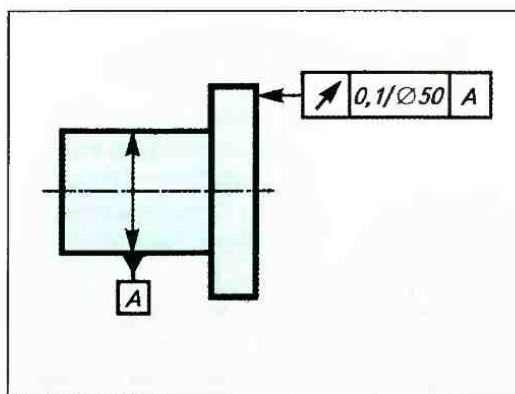


Рис. 23

поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой плоскости (рис. 23).

Полное радиальное биение – это разность наибольшего и наименьшего расстояний по всей реальной поверхности до базовой оси в пределах нормируемого участка (рис. 24).

Полное торцевое биение – это разность наибольшего и наименьшего расстояний

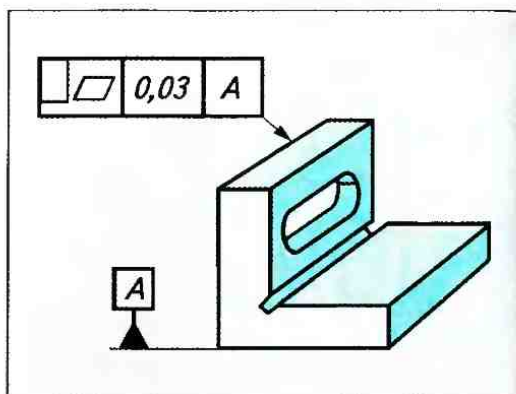


Рис. 25

по всей реальной торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси (рис. 23).

Суммарное отклонение от перпендикулярности и плоскостности – это разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой плоскости в пределах нормируемого участка (рис. 25).

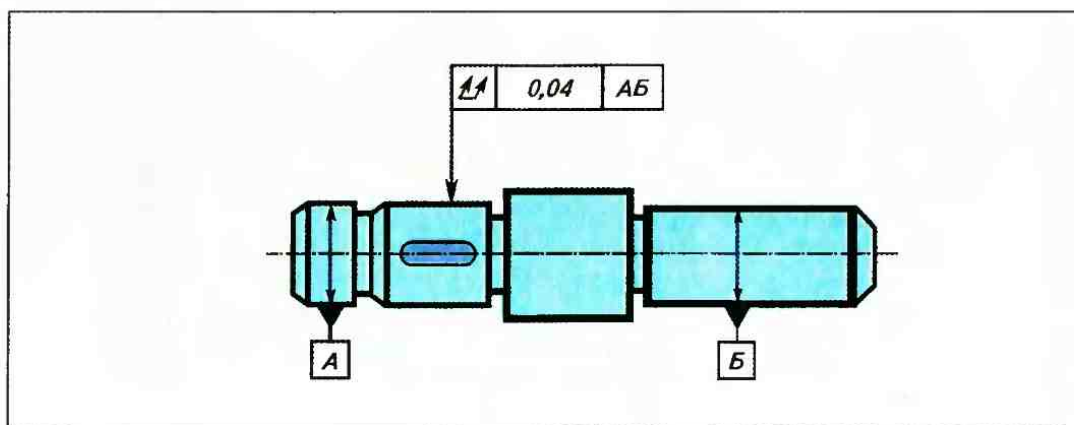


Рис. 24

Закрепляющий материал**Ответьте на вопросы:**

1. Где на чертеже указывают допуск расположения поверхностей?
2. Прочтите запись $// \quad 0,04 \quad A$
3. Когда вводится третья часть рамки?
4. Какая поверхность называется базой?
5. Как влияют отклонения от расположения поверхностей на характер соединения деталей?
6. Когда на чертеже не указывают отклонения от расположения поверхностей?

Задание 12.2**Проверка степени усвоения материала**

1. Расставьте знаки отклонений расположения поверхностей согласно названию.

Допуск расположения

Знак

Допуск параллельности

Допуск перпендикулярности

Допуск соосности

Допуск симметричности

2. Закончите предложение: «Поверхность, от которой задается по чертежу, обрабатывается и измеряется расположение поверхности элемента детали, называется...»
3. Прочтите запись отклонения от расположения поверхности

 $\nearrow \quad 0,01 \quad A$

4. В каких единицах указывается допуск расположения поверхности?

³ Допуски, посадки и технические измерения

Тема

13

Шероховатость поверхности. Понятие «параметры»

Учебный материал 13

Поверхности деталей не бывают совершенно гладкими. В процессе отливки, проката, механической обработки на поверхности деталей остаются следы в виде чередующихся выступов и впадин разных размеров. **Совокупность неровностей на рассматриваемой поверхности называется шероховатостью.**

Шероховатость поверхностей оказывает заметное влияние на качество продукции. Чем поверхность более гладкая, тем меньше трение и износ деталей, тем выше коэффициент полезного действия механизмов, прочность, антикоррозийная стойкость деталей. Шероховатость влияет и на герметичность соединений. Однако при выборе необходимой степени шероховатости той или иной поверхности учитывают не только назначение детали, но и стоимость ее обработки. Эта стоимость резко возрастает при повышении точности изготовления и уменьшения шероховатости поверхностей. Для оценки шероховатости пользуются различными показателями.

Параметр R_a называется средним арифметическим отклонением точек профиля от линии m и определяется по формуле:

$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n} = \frac{1}{n} \sum |y_i|,$$

где y_i – отклонение точки i профиля от средней линии в микрометрах; n – число точек.

Параметр R_z – высоту неровностей профиля – определяют по десяти наибо-

лее отклоняющимся точкам профиля на базовой длине l . Для подсчета R_z на этом участке профиля находят пять самых высоких вершин и пять самых глубоких впадин, суммируют отклонения H_{max} пяти вершин и отдельно – отклонения H_{min} пяти впадин от средней линии и подсчитывают величину R_z по формуле:

$$R_z = \frac{H_{1max} + H_{2max} + \dots + H_{5max}}{5} = \frac{H_{1min} + H_{2min} + \dots + H_{5min}}{5}.$$

Числовые значения R_a и R_z выражаются в микрометрах. По своему физическому смыслу R_a характеризует высоту всех неровностей профиля, а параметр R_z – только наибольших. То есть параметр R_a более полно определяет шероховатость, нежели R_z , и поэтому рекомендуется к применению (см. табл. 3 на с. 68)

Для обозначения шероховатости используют следующие знаки.

✓ Применяется в случае, когда метод обработки поверхности чертежом не регламентирован.

▽ Указывает на то, что поверхность детали должна быть получена путем удаления слоя металла.

▽ Указывает на то, что поверхность может быть получена без удаления слоя металла (холодной штамповкой, прокатом).

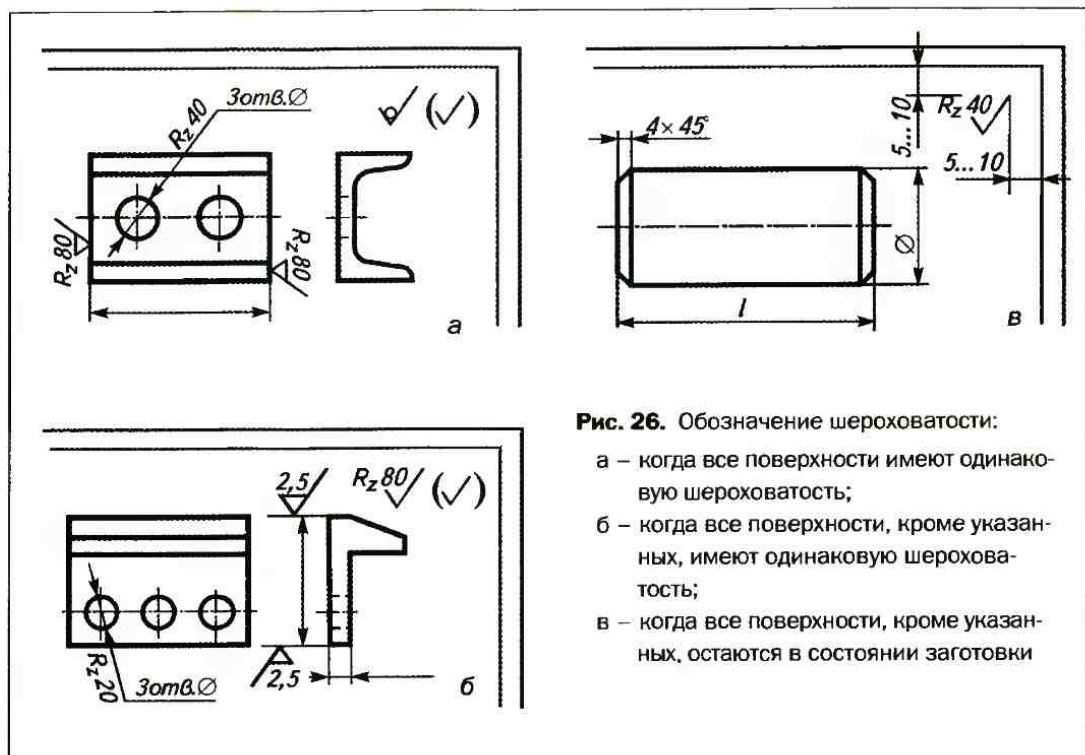


Рис. 26. Обозначение шероховатости:

- а – когда все поверхности имеют одинаковую шероховатость;
- б – когда все поверхности, кроме указанных, имеют одинаковую шероховатость;
- в – когда все поверхности, кроме указанных, остаются в состоянии заготовки

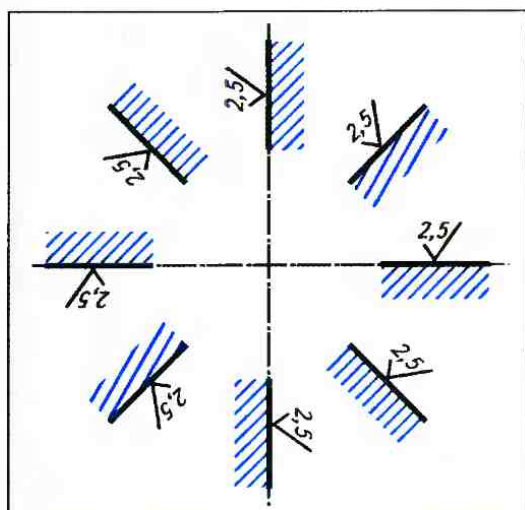


Рис. 27. Нанесение знаков шероховатости на чертеже

Над знаком указывают буквенное обозначение параметра шероховатости R_z (R_a не указывается) и его значение в микрометрах, например: $1,25/\checkmark$.

Примеры обозначения шероховатости приведены на чертеже (рис. 26).

Знаки обозначения шероховатости должны острием касаться обрабатываемой поверхности и быть направлены к ней со стороны обработки. Эти знаки располагают на линиях контура, выносных линиях или на полках линий – выносок.

Примеры расположения знаков см. на рис. 27.

Таблица 3

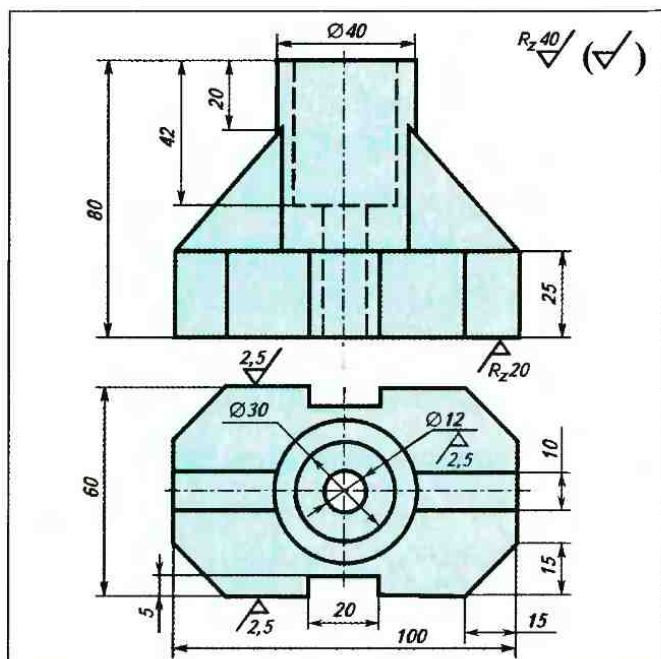
Значение параметров шероховатости (по ГОСТ 2879-83)Высотные параметры R_a , R_z класса шероховатости

Класс шероховатости	R_a , мкм	R_z , мкм	Возможные методы обработки
1	80	320	Грубое обтачивание, черновое фрезерование, сверление
2	40	160	
3	20	80	Получистовое обтачивание, черновое фрезерование, сверление, черновое зенкерование
4	10	40	
5	5	20	Чистовое точение, развертывание, шлифование, чистовое протягивание
6	2,5	10	
7	1,25	6,3	Тонкое точение, тонкое развертывание, чистовое шлифование
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	
10	0,16	0,8	Тонкое полирование, хонингование, суперфиниширование
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	Зеркальная доводка
13	0,02	0,1	
14	0,01	0,05	

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Что такое шероховатость?
2. Как влияет шероховатость деталей на работу механизма?
3. Назовите параметры шероховатости.
4. Как по-вашему, какой из параметров более полно определяет шероховатость?
5. Какие знаки применяют при обозначении шероховатости?
6. Стандартизованы ли значения параметров шероховатости?
7. В каких единицах выражаются параметры шероховатости?
8. Прочтите чертеж.



9. Ответьте на следующие вопросы по чертежу:
- Какова шероховатость передней и задней поверхностей, расстояние между которыми 60 мм?
 - Каким способом можно получить поверхность отверстия $\varnothing 12$:
а) зенкерованием? б) развертыванием?
 - Какова шероховатость большей части поверхностей детали?

Ответ оформите в виде таблицы.

I

II

III

Задание 13.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы:

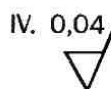
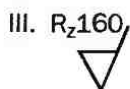
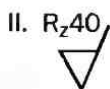
1. Что такое шероховатость?
2. Какие параметры шероховатости вы знаете, и как они обозначаются?
3. В каких единицах выражаются числовые значения шероховатости?
4. В зависимости от способа обработки поверхности определите применение знаков шероховатости:

Знак шероховатости

Виды обработки поверхности



5. Выберите возможные методы обработки поверхности данной шероховатости:



А – зеркальная доводка В – тонкое точение

Б – зенкерование Г – грубое точение

Ответ оформите в виде таблицы.

I

II

III

IV

Результат 3

Производить измерения
с помощью штангенциркуля
и микрометра

Темы:

14. Средства измерения,
их характеристики
15. Методы измерений.
Выбор средств измерения
16. Штангенинструменты.
Виды, устройство,
чтение показаний
17. Микрометрические инструменты.
Типы, устройство, чтение показаний

Результат 3

**Производить измерения
с помощью штангенциркуля
и микрометра**

Тема

14**Средства измерения,
их характеристики****Учебный материал 14**

Для того чтобы определить, какой размер получился после обработки детали и соответствует ли он требованиям чертежа, необходимо измерить эту деталь. Измерения изучаются отдельной наукой – метрологией.

Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности.

Измерение – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Средство измерения – инструмент, прибор, с помощью которого выполняют измерение.

Результат измерения – это значение величины, которое вывели измерением.

Измерительные средства классифицируют по конструктивному исполнению на: меры, измерительные приборы, калибры.

Меры предназначены для воспроизведения физической величины заданного размера (концевые меры длины, линейки).

Измерительные приборы служат для выработки данных на основе информации,

сообщаемой измерителю шкальными, цифровыми, регистрирующими и сигнальными отчетными устройствами.

Калибры – бесшкальные измерительные инструменты, с помощью которых устанавливают, находится ли контролируемый размер в допустимых пределах, не определяя его действительного размера.

Для правильного назначения измерительного прибора нужно знать его возможности, метрологические характеристики.

При назначении измерительного средства важно знать диапазон его показаний, определяемый начальным и конечным значениями шкалы. Весьма важна и другая его характеристика – диапазон измерений, или область измерения определяемой величины.

Шкала средства измерения – это ряд отметок (штрихов) и проставленных около них чисел, положение и значение которых соответствует ряду последовательных размеров.

Цена деления шкалы – это разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Показание средства измерения – это значение измеряемой величины, определенное по отчетному устройству.

Пределы измерений – это наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений.

Задание 14.1

Закрепляющий материал**Ответьте на вопросы:**

1. Что такое измерение?
2. Что такое результат измерения?
3. Что такое средства измерения?
4. Что такое метрология?
5. Что такое шкала, цена деления?

Задание 14.2

Проверка степени усвоения материала

Выберите из правой колонки определение, относящееся к термину в левой колонке.

Термин	Определение
1	2
1. Метрология	А. Значение величины, которое вывели измерением.
2. Средство измерения	Б. Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности.
3. Результат измерения	В. Средство, с помощью которого выполняют измерения.
4. Шкала	Г. Это наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений.
5. Пределы измерений	Д. Ряд отметок (штрихов) и проставленных около них чисел, положение и значение которых соответствуют ряду последовательных размеров.

1	2
6. Цена деления шкалы	Е. Разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.
7. Измерение	Ж. Значение измеряемой величины, определенное по отчетному устройству.
8. Показания средства измерений	И. Нахождение значения физической величины опытным путем.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1	2	3	4	5	6	7	8

Тема

15

Методы измерений. Выбор средств измерения

Учебный материал 15

Прямое измерение – когда искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных. Например, диаметр валика измеряют штангенциркулем или микрометром и его значение считывают непосредственно со шкал инструмента.

Косвенное измерение – когда прямое измерение затруднено или невозможно. При косвенном измерении находят значение величины, связанной с искомой известной зависимостью. Так, вместо

измерения диаметра крупногабаритного вала измеряют длину его окружности, а затем, путем пересчета, находят значение диаметра по формуле:

$$L = 2\pi R = \pi D; D = L/\pi,$$

где D – диаметр окружности; L – длина окружности; $\pi = 3,14$.

Измерения производят различными методами, под которыми понимают сово-

купность приемов использования принципов и средств измерений.

Метод непосредственной оценки – определение измеряемой величины непосредственно по показаниям измерительного средства. Например, определение диаметра вала по показаниям шкал микрометра.

Метод сравнения с мерой – применяется при высокоточных измерениях; измеряемую величину сравнивают с заранее известным размером образца.

Дифференцированный метод – при данном методе измеряют один элемент детали сложной формы, например шаг резьбы.

Комплексный метод измерения – чаще всего используется при контроле изготовленных деталей. При этом одновременно оценивается точность всех основных параметров детали, влияющих на ее эксплуатационную пригодность. Примером может служить контроль резьбы комплектом калибров, когда проверяются все пять параметров резьбы (шаг, угол профиля, средний диаметр, наружный и внутренний диаметры). Применение данного метода значительно ускоряет контрольные операции. Недостаток в том, что при выявлении брака невозможно установить его причины, что затрудняет его ликвидацию.

Контактный метод – метод, когда измерительное средство имеет механический контакт с поверхностью измеряемого объекта. Так работают штангенциркули, микрометры. При **бесконтактном методе** измерительное средство не имеет механического контакта с поверхностью измеряемого объекта. К таким средствам относятся инструментальные микроскопы.

При выборе средства измерения линейного размера обрабатываемой детали необходимо учитывать следующие показатели:

- величину допуска на изготовление измеряемого размера,
- номинальный размер,
- допускаемую погрешность измерения этого размера,
- общий контур элемента и всей детали,
- способ производства при изготовлении данной детали,
- предельную погрешность измерения выбираемого средства измерения.

Порядок действий при выборе средства измерения линейного размера:

1. Определяют по чертежу детали номинальный размер и предельное отклонение измеряемого элемента. Подсчитывают величину допуска размера в микрометрах.
2. Находят величину допускаемой погрешности измерения детали по величине допуска и номинальному размеру.
3. Выбирают средство измерения по таблицам предельных погрешностей измерения размеров, записывают его наименование, диапазон измерения размеров, цену деления шкалы и величину предельной погрешности измерения.
4. Сопоставляют величины предельной и допускаемой погрешностей измерения и решают вопрос о пригодности выбранного средства для измерения в условиях данного производства.

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Какая разница между прямым и косвенным измерениями?
2. В чем сущность метода непосредственной оценки и метода сравнения с мерой?
3. Перечислите показатели, которые следует учитывать при выборе средств измерения линейных размеров.
4. Каков порядок действий при выборе средств для измерения линейных размеров?

Задание 15.2**Проверка степени усвоения материала**

Ответьте, к какому виду (прямому, косвенному) относится измерение:

- а) ширины паза штангенциркулем;
- б) расстояния между осями двух отверстий штангенциркулем;
- в) диаметра отверстия.

Тема

16**Штангенинструменты.
Виды, устройство,
чтение показаний****Учебный материал 16**

Штангенинструменты применяются для измерений с величиной отсчета 0,1 и 0,05 мм наружных, внутренних и других линейных параметров деталей.

По конструкции и области применения штангенинструменты подразделяются на

штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы.

Штангенциркуль ШЦ-I имеет двустороннее расположение губок для наружных и внутренних измерений, снабжен линейкой для измерения глубины. Пределы изме-

рений – 0–125 мм, величина отсчета – 0,1 мм (рис. 32).

Штангенциркуль ШЦ-II с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и разметки снабжен устройством для точного перемещения рамки по штанге с помощью микрометрической пары. Измерение наружных размеров может выполняться как нижними, так и верхними губками. Для охватываемых размеров предназначены нижние губки. Пределы измерений – 0–160; 0–200; 0–250 мм. Величина отсчета 0,1 и 0,05 мм (рис. 33).

Штангенциркули предназначены для определения размеров, выполняемых с невысокой точностью, по 15–17-му квалитетам.

Штангенглубиномером измеряют глубину пазов, глухих отверстий и т. д. Он состоит из основания, устанавливаемого на деталь, и перемещающейся штанги, на которую нанесена основная шкала. Рамка с нониусом жестко закреплена на основании. Прибор оснащен узлом микрометрической подачи штанги. Пределы измерений – 0–160; 0–400 мм. Величина отсчета – 0,05 мм (рис. 34).

Штангенрейсмас в основном предназначен для разметочных работ от плоской поверхности, например поверочной плиты, но может применяться и для измерения глубины пазов и высоты расположения различных уступов от базовой плоскости. Линейка с основной шкалой закреп-

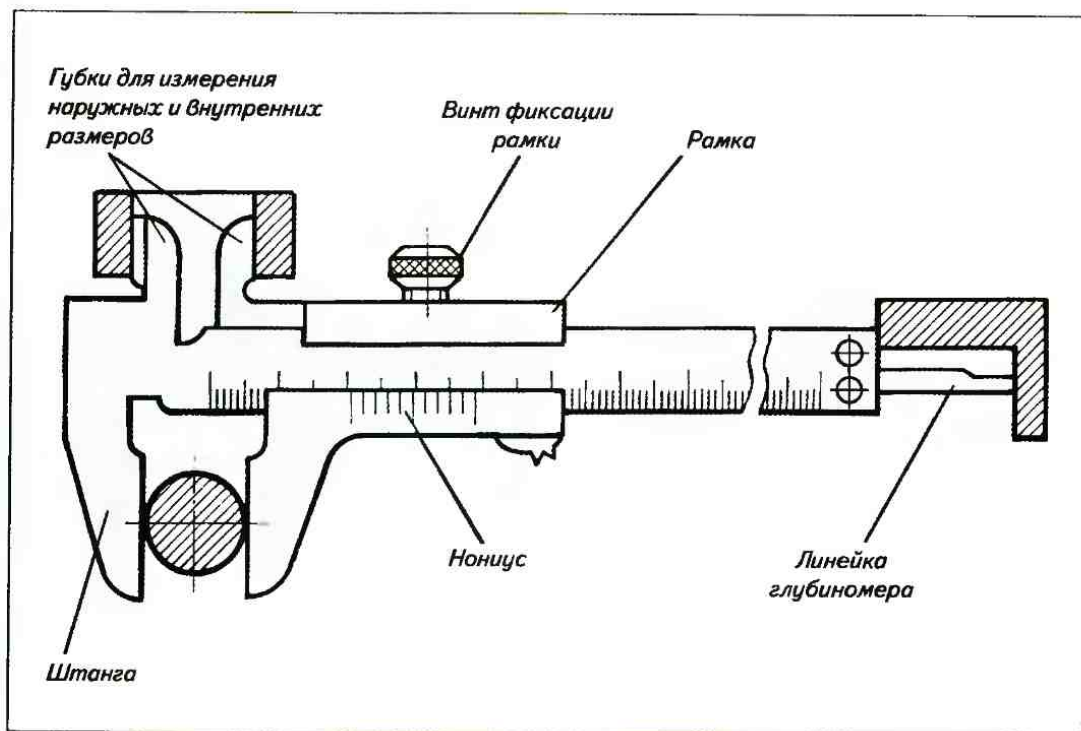


Рис. 32. Штангенциркуль ШЦ-I

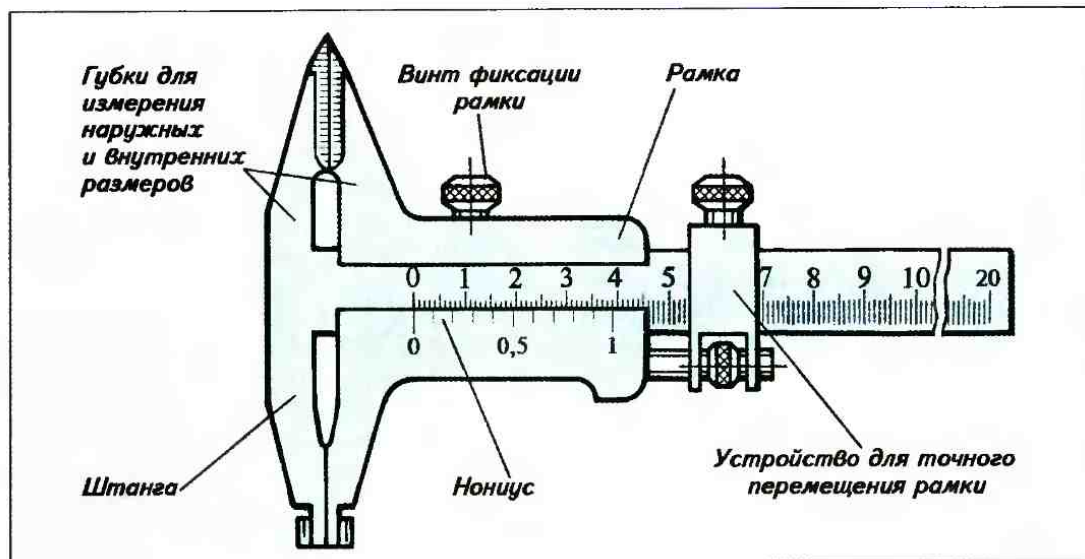


Рис. 33. Штангенциркуль ШЦ-II

лена на массивном основании. Рамка с нониусом перемещается с помощью микровинта вдоль линейки. В держателе закрепляют разметочные губки или специальные ножки для измерения глубины или высоты. Пределы измерений прибора – от 0–250 мм с величиной отсчета 0,05 мм до 1500–2000 мм с величиной отсчета 0,1 мм (рис. 35).

Чтение показаний на штангенциркуле с величиной отсчета 0,1 мм

Целое число миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего со штрихом штанги (рис. 36а, б).

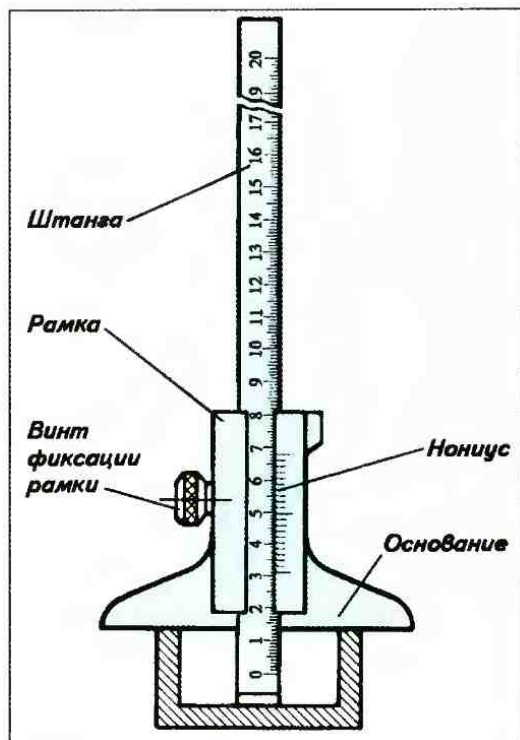


Рис. 34. Штангенглубиномер

Чтение показаний на штангенинструментах с величиной отсчета 0,05 мм

При чтении показаний на штангенинструментах с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм целое число миллиметров отсчитывают слева направо нулевым штрихом нониуса. Затем находят штрих нониуса, совпадающий со штрихом шкалы штанги. После этого к ближайшей слева цифре нониуса

(25, 50 или 75), обозначающей сотые доли миллиметра, прибавляют результат умножения величины отсчета на порядковый номер короткого штриха нониуса, совпадающего со штрихом штанги, считая его от найденного длинного оцифрованного штриха. Если же со штрихом штанги совпадает длинный оцифрованный штрих нониуса, то ограничиваются прибавлением его величины к целому числу миллиметров (рис. 36в, г).

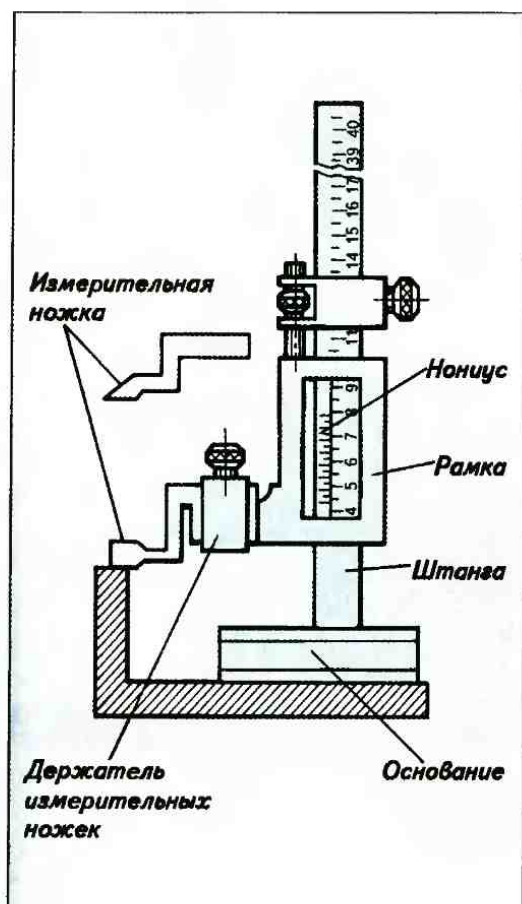


Рис. 35. Штангенрейсмас

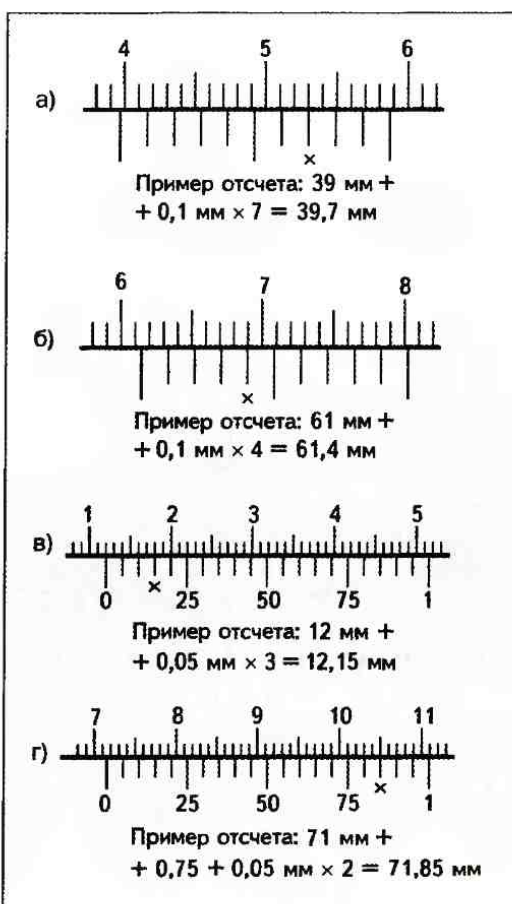


Рис. 36. Чтение показаний штангенинструментов

Задание 16.1

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Чем характерны штангенинструменты?
2. Какие существуют виды штангенциркулей?
3. Назовите основные части штангенциркуля.
4. Как определяются целые миллиметры у штангенциркуля?
5. Как определяются дробные доли миллиметра у штангенинструментов?
6. Какие величины отсчета установлены у штангенинструментов?
7. Для чего служит штангенрейсмас?
8. Для чего служит штангенглубиномер?

Задание 16.2

Проверка степени усвоения материала

Выберите средства для измерения вала с размерами:

- | | |
|-----------------|--------------|
| а) $10^{+0,2}$ | 1. Микрометр |
| б) $135^{+0,3}$ | 2. ШЦ-II |
| в) $12^{+0,05}$ | 3. ШЦ-I |

а

б

в

Лабораторная работа № 1

Тема. Измерения штангенциркулем

Оборудование: штангенциркуль ШЦ-I, штангенциркуль ШЦ-II, линейка масштабная, модель детали.

Вариант I

Задание 1:

- назовите виды штангенинструментов;
- определите тип штангенциркуля, изображенного на рис. 37;
- назовите детали штангенциркуля;
- перечислите элементы деталей, которые можно измерять данным инструментом.

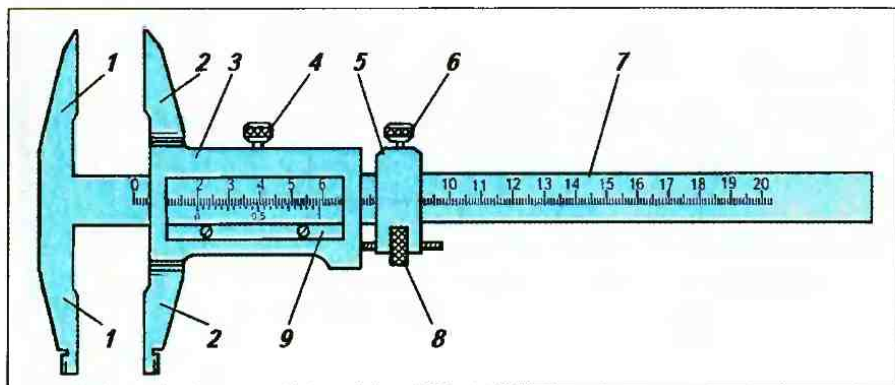


Рис. 37

Задание 2. Прочитайте чертеж на рис. 38:

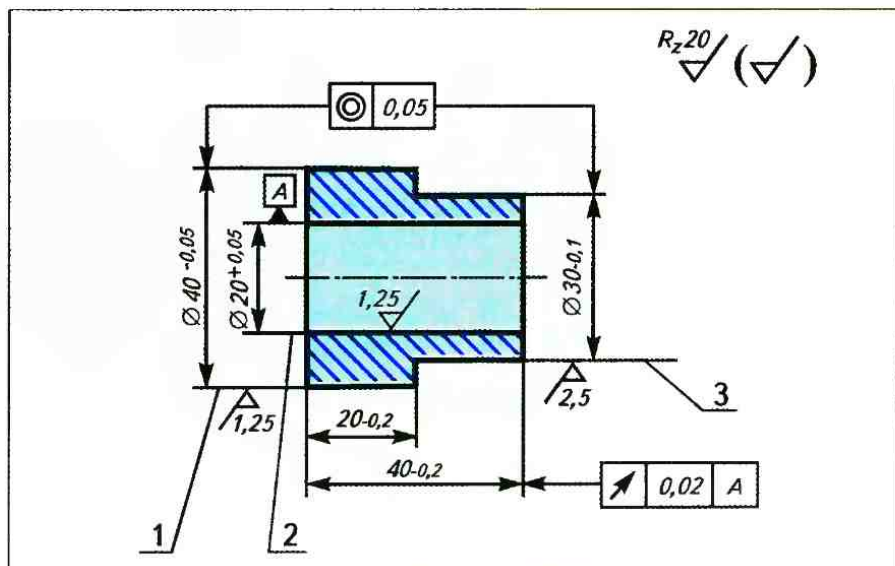


Рис. 38

- а) определите габаритные размеры $D_{нб}$, $L_{нб}$;
- б) определите отклонения размеров для поверхностей: 1, 2, 3;
- в) определите шероховатость поверхностей: 1, 2, 3;
- г) назовите отклонения формы и расположения, указанные на чертеже.

Задание 3. Работа с деталью:

- а) выполните эскиз детали с изображением необходимых видов и разрезов;
- б) выполните замеры элементов детали и нанесите размеры на эскизе.

Вариант II

Задание 1:

- а) назовите виды штангенинструментов;
- б) определите тип штангенциркуля, изображенного на рис. 39;
- в) назовите детали штангенциркуля;
- г) перечислите элементы деталей, которые можно измерять данным инструментом.

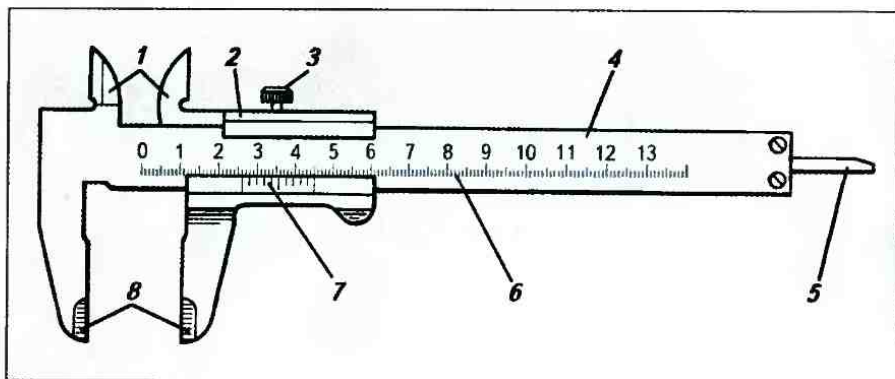


Рис. 39

Задание 2. Прочитайте чертеж на рис. 40:

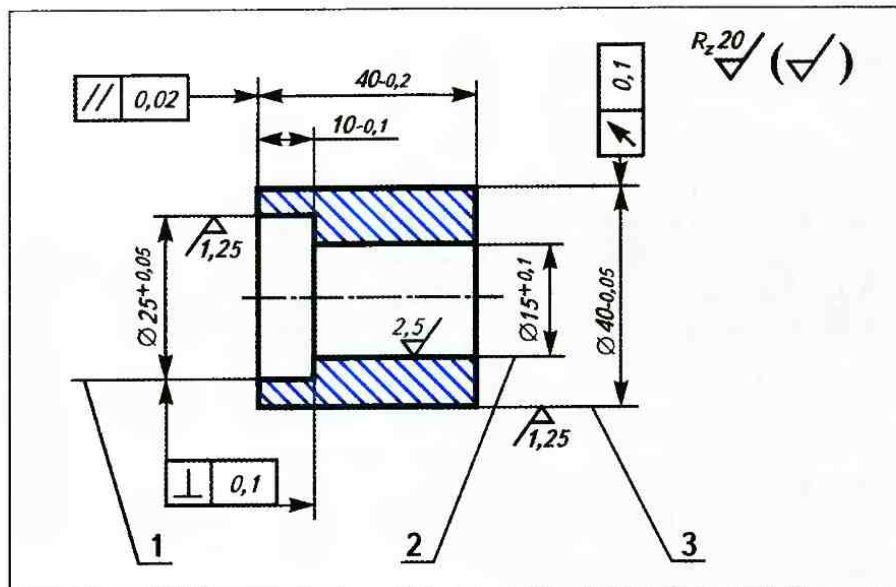


Рис. 40

- определите габаритные размеры $D_{нб}$, $L_{нб}$;
- определите отклонения размеров для поверхностей: 1, 2, 3;
- определите шероховатость поверхностей: 1, 2, 3;
- назовите отклонения формы и расположения, указанные на чертеже.

Задание 3. Работа с деталью:

- выполните эскиз детали с изображением необходимых видов и разрезов;
- выполните замеры элементов детали и нанесите размеры на эскизе.

Микрометрические инструменты. **Типы, устройство, чтение показаний**

Тема
17

Учебный материал 17

Микрометрическими инструментами называют средства измерения линейных размеров, основанные на использовании винтовой пары, называемой микропарой.

К числу микрометрических инструментов относят: микрометры гладкие, микрометрические глубиномеры, микрометрические нутромеры.

Микрометром гладким называется средство для измерения наружных линейных

размеров, основанием которого является скоба (1), а преобразующим устройством служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта (3) и микрометрической гайки, укрепленной внутри стебля (5). В скобу (1) запрессованы пятка (2) и стебель (5). Измеряемую деталь охватывают торцевыми измерительными поверхностями микровинта (3) и пятки (2). Барабан (6) присоединен к микровинту (3) конуса трещотки (7).

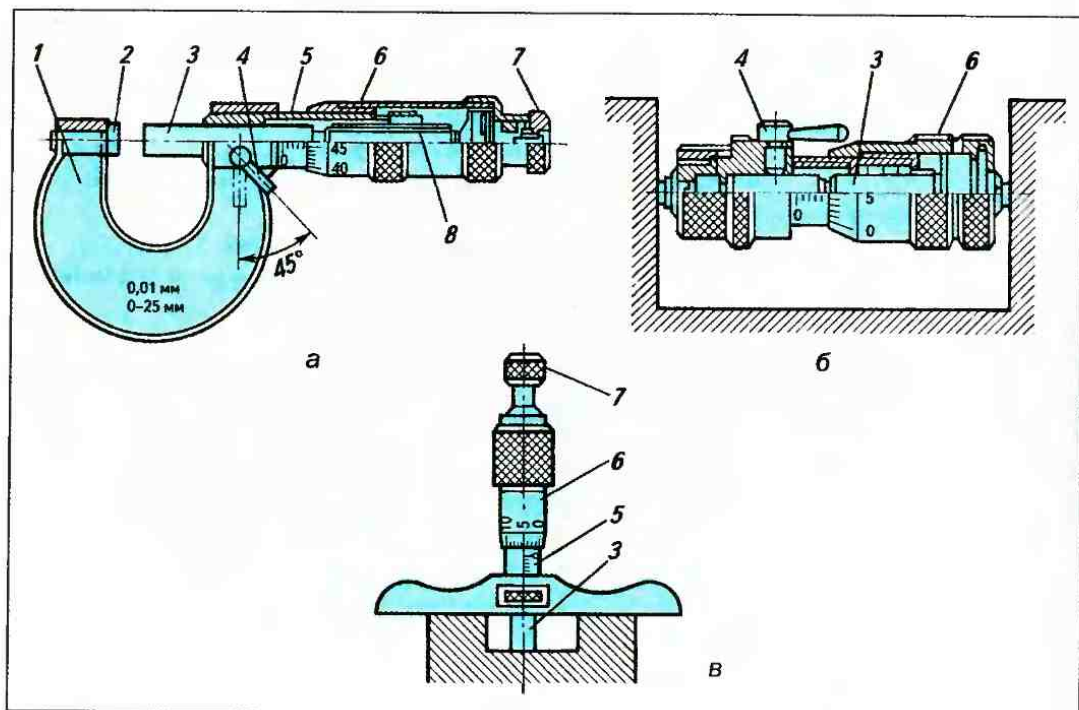


Рис. 41. Микрометрические инструменты

Чтобы приблизить микровинт (3) к пятке (2), вращают барабан (6) или трещотку (8) по часовой стрелке. Для ограничения измерительного усилия микрометр снабжен трещоткой (см. рис. 41а).

Микрометрический глубиномер предназначен для измерения глубины пазов, глухих отверстий и т. д.

Измерительный стебель (5) жестко соединен с основанием. Измерительный стержень (3) вставляется в отверстие на торце микрометрического винта и закрепляется. Пределы измерений глубиномером 0–100 и 0–150 мм. Предельная погрешность измерений для размеров до 50 мм равна 0,005 мм, а выше 50 мм – 0,01 мм.

При ввинчивании микровинта показания не уменьшаются, как у микрометра, а увеличиваются. Поэтому цифры на шкале стебля и барабана указаны в обратном порядке: на стебле цифры увеличиваются справа налево, а на барабане – по часовой стрелке (см. рис. 41в).

Микрометрический нутромер служит для измерения диаметра отверстий и других внутренних размеров. Он состоит из микрометрической головки и набора сменных удлинителей. Отчетное устройство и цена деления прибора такие же, как у микрометра. Измерительными поверхностями являются торец микровинта и торец стержня удлинителя, который ввертывается в корпус нутромера (см. рис. 41б).

Нутромеры изготавливаются с пределами измерений: 50–75; 75–175; 75–600; 150–1250; 800–2500; 1250–4000; 2500–6000; 4000–10 000 мм.

Проверка нулевого положения микрометра

При соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с измерительными поверхностями установочной меры или непосредственно между собой (при

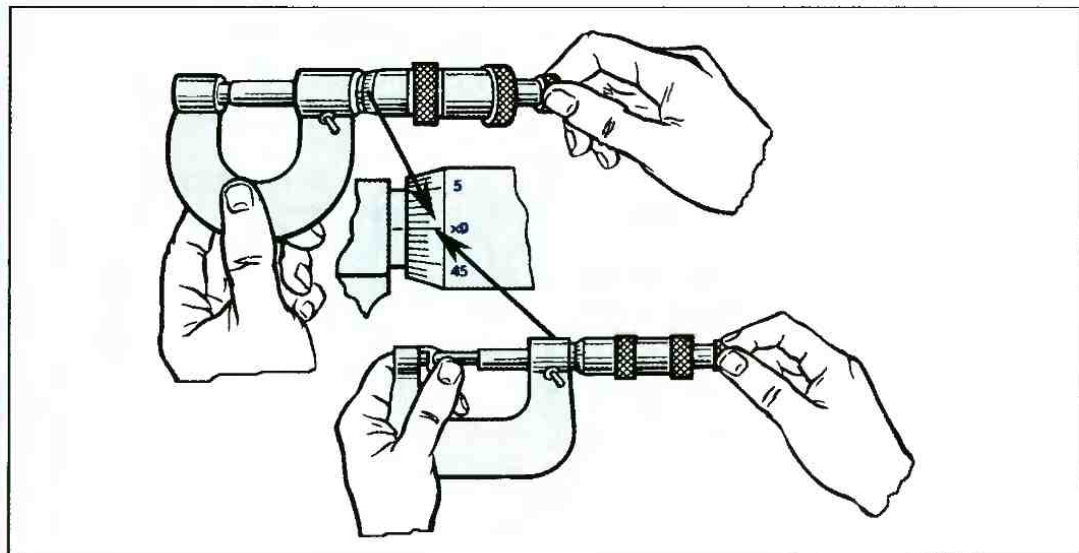


Рис. 42. Настройка микрометра на ноль

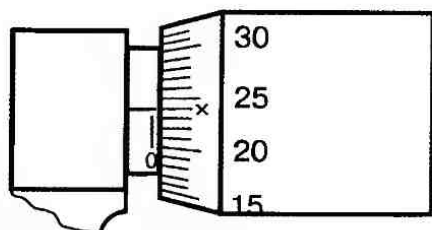
пределах измерения 0–25 мм) нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля (см. рис. 42).

Чтение показаний микрометра

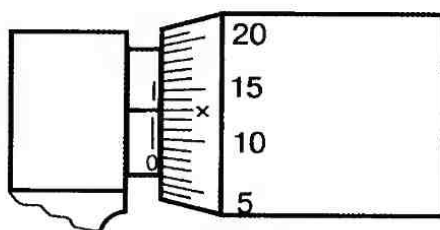
Отсчетное устройство микрометра, как и других микрометрических инструментов, имеет основную и вспомогательную шкалы. На стебле (5) нанесены продольная риска и по обеим ее сторонам две шкалы.

По нижней шкале отсчитывают целые миллиметры, по верхней – их половины. Дополнительная шкала с 50 делениями нанесена на коническом скосе торца барабана, указателем ее служит продольная риска на стержне. За один оборот микровинт с барабаном перемещаются на шаг винтовой пары, равный 0,5 мм, а дополнительная шкала поворачивается на 50 делений. Цена деления равна $0,5/50 = 0,01$ мм.

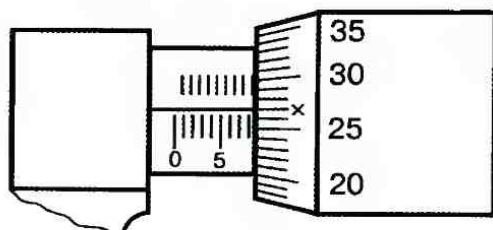
При измерении детали производят отсчет по всем шкалам и суммируют (рис. 43).



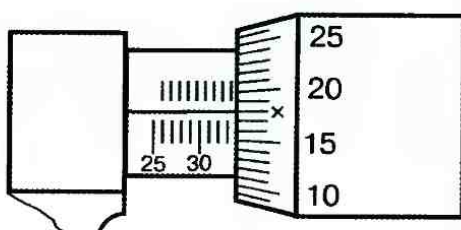
$$\times 0,24 \text{ мм}$$



$$\times 0,5 \text{ мм} + 0,13 \text{ мм} = 0,63 \text{ мм}$$



$$\times 8 \text{ мм} + 0,27 \text{ мм} = 8,27 \text{ мм}$$



$$\times 33 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм} + 0,18 \text{ мм} = 33,68 \text{ мм}$$

Рис. 43. Чтение показаний микрометра

Закрепляющий материал**Ответьте на вопросы:**

1. Чем характерны микрометрические инструменты?
2. Какие существуют микрометрические инструменты общего назначения?
3. Из каких основных частей состоит микрометр?
4. Для чего служит трещотка?
5. Чему равна цена деления микрометрических инструментов и как она определяется?
6. Как производится чтение показаний на микрометрических инструментах?
7. Какова разница в чтении показаний у микрометрического глубиномера и микрометра?

Лабораторная работа № 2**Тема. Измерения микрометром**

Оборудование: микрометр 0–25, 25–50; микрометрический глубиномер, штангенциркуль ШЦ-I, штангенциркуль ШЦ-II, линейка, модель детали.

Вариант I**Задание 1:**

- а) назовите виды микрометрических инструментов;
- б) перечислите элементы деталей, которые можно измерять каждым видом микрометрических инструментов;
- в) ответьте, какова цена деления шкалы барабана микрометра.

Задание 2. Назовите основные части микрометра (см. рис. 44).

Задание 3. Рассчитайте, на какую величину перемещается микрометрический винт вдоль оси при повороте барабана на 3,5 оборота.

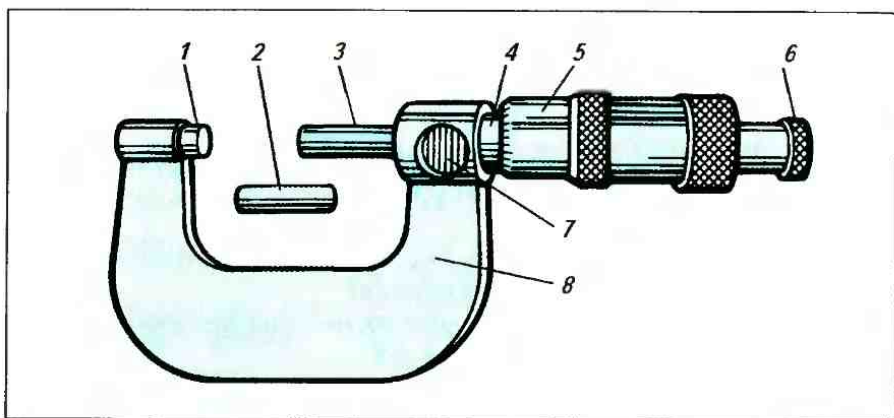


Рис. 44

Задание 4. Прочитайте чертеж на рис. 45 и назовите:

- а) вид микрометрического измерительного средства для элементов поверхностей с размерами: 1, 2, 3, 4, 5, 6;
- б) виды отклонений поверхностей.

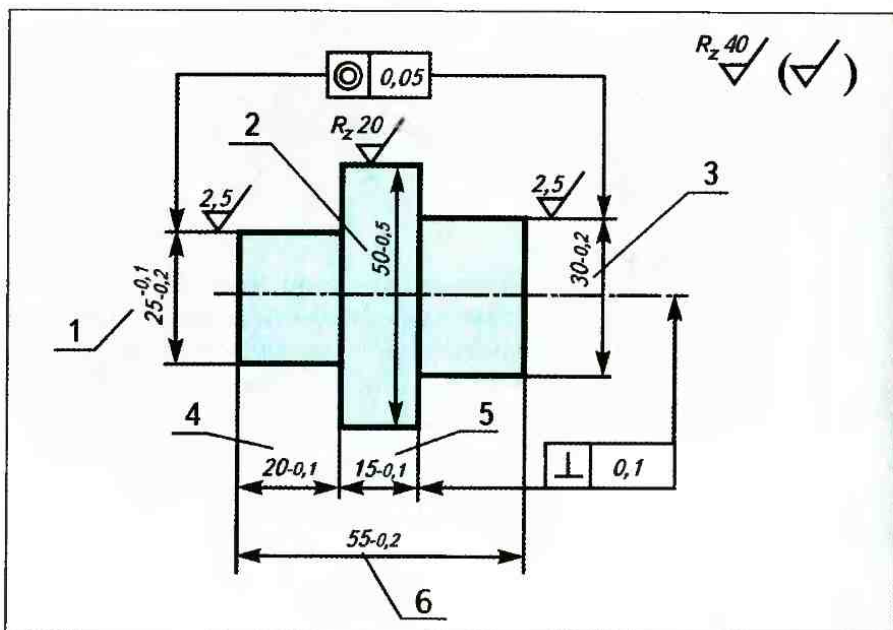


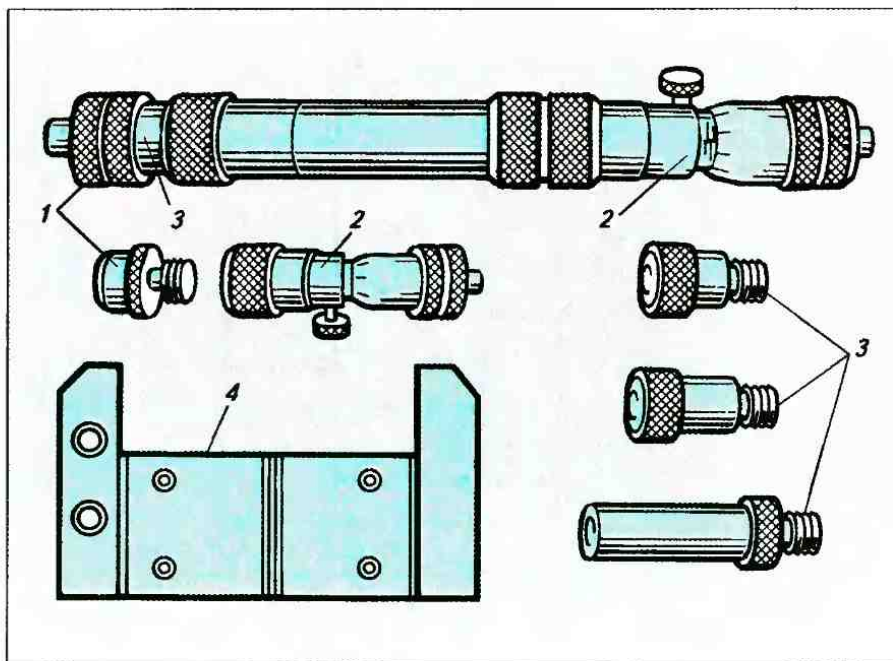
Рис. 45

Задание 5. Работа с деталью:

- а) выполните эскиз детали с выполнением необходимых видов и разрезов;
- б) выполните замеры элементов детали и нанесите размеры на эскизе.

Вариант II**Задание 1:**

- а) назовите виды микрометрических инструментов;
- б) перечислите элементы деталей, которые можно измерять каждым видом микрометрических инструментов;
- в) ответьте, какова цена деления шкалы барабана микрометра.

Задание 2. Назовите основные части микрометрического нутромера (рис. 46).**Рис. 46**

Задание 3. Рассчитайте, на какую величину перемещается винт вдоль оси при повороте барабана на 4,5 оборота.

Задание 4. Прочитайте чертеж на рис. 47 и назовите:

- вид микрометрического измерительного средства для элементов поверхностей размерами: 1, 2, 3, 4, 5, 6;
- виды отклонений поверхностей.

Задание 5. Работа с деталью:

- выполните эскиз детали с изображением необходимых видов и разрезов,
- выполните замеры элементов детали и нанесите размеры на эскизе.

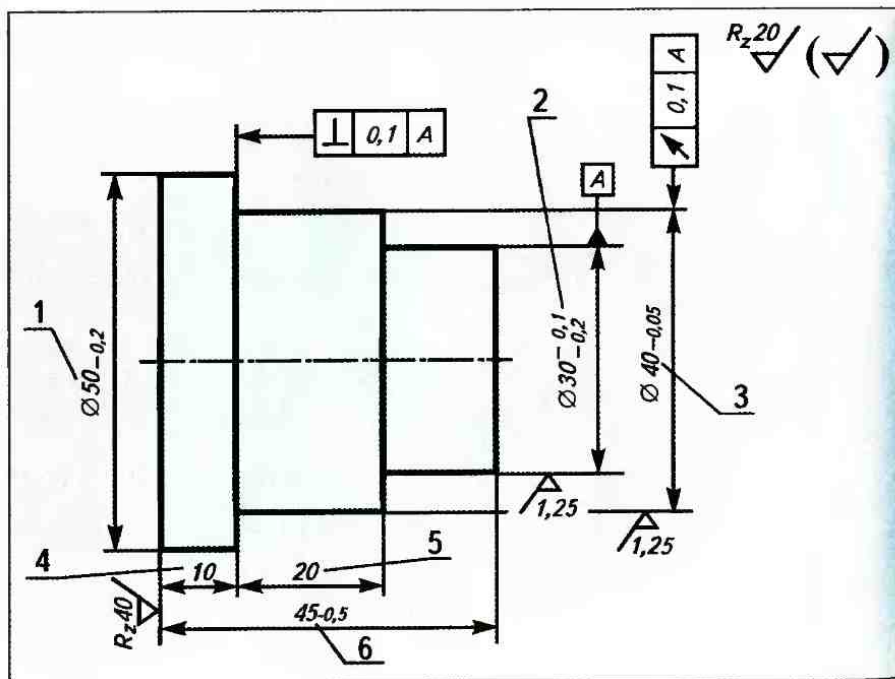


Рис. 47

Результат 4

Характеризовать допуски, посадки
и контроль основных видов
соединений

Темы:

18. Допуски, посадки,
средства измерения углов
и гладких конусов
19. Допуски и посадки
метрических резьб
20. Средства контроля
и измерения резьб
21. Шпоночные соединения.
Допуски, посадки, средства
измерения
22. Шлицевые соединения.
Допуски и посадки
23. Зубчатые колеса и передачи.
Допуски, контроль

Результат 4

Характеризовать допуски, посадки и контроль основных видов соединений

Тема

18**Допуски, посадки, средства измерения углов и гладких конусов****Учебный материал 18**

Для определения и измерения углов приняты следующие единицы измерения.

В градусной системе: градус – угол, равный $1/360$ части полной окружности, угловая минута – равная $1/60$ градуса и угловая секунда – равная $1/60$ угловой минуты;

в радиальной системе: радиан – угол между двумя радиусами окружности, вырезающими из нее дугу, длина которой равна длине радиуса.

Соотношение между единицами обеих систем:

$$1^\circ = 0,017453 \text{ рад.}$$

В машиностроении применяют градусную систему, так как средства измерения, выпускаемые промышленностью, проградуированы в градусах. Отклонения угла оценивают в угловых ($\Delta\alpha$) или в линейных (Δh) величинах:

$\Delta\alpha = \alpha^1 - \alpha$, где α^1 – значение угла детали, полученное измерением, α – значение угла, заданное по чертежу.

$\Delta h = \text{tg}\Delta\alpha \times L$, где Δh – длина перпендикуляра (катета), восстановленного к меньшей стороне угла $\Delta\alpha$ на расстоянии L от его вершины.

Допуском угла AT называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами угла. Различают три вида расположения поля допуска AT относительно номинального угла:

- + AT – смещенное в плюс;
- AT – смещенное в минус;
- $\pm AT/2$ – симметричное.

Величину допуска AT назначают в зависимости от длины меньшей из сторон, образующих угол, а номинальную величину угла при назначении величины допуска не принимают во внимание.

Числовые величины допусков углов предусмотрены ГОСТ 8908-81 и разделены на 17 степеней точности.

Гладкие конические соединения получают сопряжением двух деталей – наружного конуса (вала) с внутренним конусом (отверстием), – имеющих одинаковые номинальные конусности.

Конусность K – отношение разности диаметров конуса D и d к длине конуса L : $K = (D - d)/L$.

Конусность задается в виде отношения $1/L$.

Например, $K = 1:10$ означает, что на длине конуса $L = 10$ мм разность диаметров конуса $D - d$ равна 1 мм.

Нормальные конусности. Согласно ГОСТ 8593-81 для машиностроения в качестве нормальных приняты конусности: 1:200, 1:100, 1:50, 1:30, 1:20, 1:15, 1:10.

Кроме них приведены конусности специального назначения: конусы инструментов Морзе с конусностью, близкой к 1:20, и конусы в станках с ЧПУ – с конусностью 7:24.

Посадки конических соединений

Конические посадки, так же как и цилиндрические, различают по характеру сопряжения поверхностей наружного и внутреннего конусов. Гладкое коническое соединение характеризуется конической посадкой и базорасстоянием этого соединения. Базорасстоянием конического соединения называют осевое расстояние между базовыми плоскостями наружного и внутреннего сопрягаемых конусов. В зависимости от диаметральных разме-

ров конических элементов соединяемых деталей конусы образуют посадку с зазором, переходную или с натягом.

Средства контроля углов и конусов

Исходную точность выполнения угловых размеров обеспечивают угловые меры.

Угловые меры – это меры, воспроизводящие единицу измерения угла в градусах. Промышленность выпускает наборы угловых мер в виде угловых плиток с градацией 20°, 10°, 1', 15".

Для измерения отклонений от перпендикулярности применяют угольники различных типов. Для измерения углов в угловых единицах применяют угломеры с нониусом. Для измерения небольших отклонений от горизонтального или вертикального расположения поверхностей применяют уровни брусковые или рамные. Для комплексного контроля годности конусов инструментов применяют калибры: для внутренних конусов – калибры-пробки, для наружных конусов инструментов – калибры-втулки.

Задание 18.1

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Для чего стандартизованы конусности?
2. Сколько степеней точности установлено на угловые размеры?
3. Какой степени точности соответствуют наименьшие угловые отклонения?
4. Как обозначаются угловые отклонения на чертежах?
5. Какие типы конических соединений вы знаете?
6. Как обозначается конусность на чертеже?
7. В каких единицах измеряются углы?
8. Что означает запись:



1:30?

9. Какие вы знаете средства контроля углов и конусов?

Задание 18.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы:

1. В каких величинах оценивают отклонение угла?
2. Определите конусность поверхности, если: $D = 56$ мм, $d = 52$ мм, $L = 40$ мм.
3. Из перечисленных конусностей выберите нормальные конусности согласно ГОСТу:
а) 1:50; б) 1:25; в) 1:15; г) 1:8; д) 1:5; е) 1:4; ж) 1:500; з) 1:75.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Конусность
по ГОСТу

4. Что означает запись $K = 1:10$?
5. Какие виды посадок образуют конические элементы?
6. Перечислите средства контроля углов и конусов.

Тема
19

Допуски и посадки метрических резьб**Учебный материал 19**

Структура построения допусков резьбы аналогична структуре построения допусков гладких цилиндрических соединений. В резьбовых соединениях тоже назначают основные отклонения и обозначают их буквами латинского алфавита: прописными – для отклонений гаек и строчными – для отклонений болтов. Величины допусков назначают в зависимости от номинального размера резьбы, шага и степени точности.

Они сгруппированы в ряды допусков, которые называются степенями точности, аналогично качествам в гладких соединениях. **Сочетания основных отклонений и степени точности образуют поля допусков размеров резьбы.**

Все допуски приведены в таблицах ГОСТов отклонений (см. табл. 4а, б; 5):

es и ei – для верхнего и нижнего отклонений резьбы болта;

ES и EI – для верхнего и нижнего отклонений резьбы гайки.

Посадки метрической крепежной резьбы

Для метрической крепежной резьбы предусмотрены три группы посадок: с зазором, переходная, с натягом. Наибольшее распространение имеют крепежные резьбы, сопрягаемые по посадкам с зазором (ГОСТ 16093-81). Этот стандарт устанавливает следующие основные отклонения с обозначениями:

для болтов – h, g, f, e, d,

для гаек – H, G, F, E.

Обозначение диаметров резьбы

Наружный диаметр резьбы гайки – D, болта – d;

Внутренний диаметр гайки – D1, болта – d1;

Средний диаметр гайки – D2, болта – d2.

Величины допусков диаметров резьбы установлены в следующих степенях точности:

для d – 4, 6, 8;

для d2 – 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10;

для D1 – 4, 5, 6, 7, 8;

для D2 – 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Для внутреннего диаметра болта d1 и наружного диаметра гайки D допуски не назначаются.

Поля допусков диаметров резьбы образуются из степеней точности и основных отклонений.

Например: 6h, 8e, 7H.

Поле допуска обозначается четырьмя знаками.

Например:

M24 – 6g7h – определяет, что у этого болта допуск среднего диаметра 6-й степени точности и основное отклонение – g, а допуск наружного диаметра 7-й степени точности и основное отклонение – h.

M24 – 5H6H: допуск среднего диаметра гайки 5-й степени точности, основное отклонение – H, а допуск внутреннего диаметра 6-й степени точности и основное отклонение – H.

Если допуск и основные отклонения среднего и наружного диаметров (для болта) и внутреннего диаметра (для гайки) совпадают, допуск и отклонение записываются один раз.

Например:

M24 – 6H – допуск по D2 и D1 – H.

Обозначение резьбовых соединений на чертежах

Обозначение резьбы на чертеже указывает: **вид резьбы; шаг (для резьбы с мелким шагом); поле допуска.**

Пример.

Болт M24 x 2 – 7g6h – резьба метрическая, d = 24 мм, P = 2 мм, 7g – поле допуска среднего диаметра, 6h – поле допуска наружного диаметра.

Гайка M24 x 2 – 5H6H – резьба метрическая, d = 24 мм, P = 2 мм, 5H – поле допуска среднего диаметра, 6H – поле допуска внутреннего диаметра.

Для сборочного соединения: M24 – 5H/6g.

5H – поле допуска гайки (степень точности и основное отклонение D2 и D1 одинаковы)

6g – поле допуска болта (степень точности и основные отклонения d2 и d одинаковы).

Таблица 4а

Отклонения метрических резьб с зазорами по ГОСТ 16093-81

Поля допусков наружной резьбы с основными отклонениями									
Номи- нальный диа- метр резьбы d , мм	Шаг резь- бы P , мм	6h		6g			8g		
		Отклонение, мкм							
		ei		es	ei		es	ei	
		Диаметры резьбы, мм							
		d_{cp}	$d_{нар}$	$d_{нар},$ d_{cp}	$d_{вн},$ d_{cp}	$d_{нар}$	$d_{вн},$ $d_{cp},$ $d_{нар}$	d_{cp}	$d_{нар}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Св. 5,6 до 11,2	0,25	-63	-67	-18	-81	-85	-	-	-
	0,35	-71	-85	-19	-90	-104	-	-	-
	0,5	-85	-106	-20	-105	-126	-	-	-
	0,75	-100	-140	-22	-122	-162	-	-	-
	1	-112	-180	-26	-138	-206	-26	-206	-306
	1,25	-118	-212	-28	-146	-240	-28	-218	-363
	1,5	-132	-236	-32	-164	-268	-32	-244	-407
Св. 11,2 до 22,4	0,35	-75	-85	-19	-94	-104	-	-	-
	0,5	-90	-106	-20	-110	-126	-	-	-
	0,75	-106	-140	-22	-128	-162	-	-	-
	1	-118	-180	-26	-144	-208	-26	-216	-
	1,25	-132	-212	-28	-160	-240	-28	-240	-
	1,5	-140	-236	-32	-172	-268	-32	-256	-
	1,75	-150	-265	-34	-184	-299	-34	-270	-
	2	-160	-280	-38	-198	-318	-38	-288	-
	2,5	-170	-335	-42	-212	-377	-42	-307	-

Таблица 4а (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Св. 22,4 до 45	0,5	-95	-106	-20	-115	-126	-	-	-
	0,75	-112	-140	-22	-134	-162	-	-	-
	1	-125	-180	-26	-151	-206	-26	-226	-306
	1,5	-150	-236	-32	-182	-268	-32	-268	-407
	2	-170	-280	-38	-208	-318	-32	-303	-488
	3	-200	-375	-48	-248	-423	-43	-363	-648
	3,5	-212	-425	-53	-265	-478	-53	-388	-723
	4	-224	-475	-60	-284	-535	-60	-415	-810
	4,5	-236	-500	-63	-299	-563	-63	-438	-863

Таблица 4б

Отклонения метрических резьб с зазорами по ГОСТ 16093-81

Поля допусков внутренней резьбы с основными отклонениями

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг резьбы P , мм	6H		7H		
		Отклонение, мкм				
		ES	EI			ES
		Диаметры резьбы, мм				
		$D_{ср}$	$D_{вн}$	$D_{ср}, D_{вн}, D_{нар}$	$D_{ср}$	$D_{вн}$
Св. 5,6 до 11,2	0,25	+85	+71	-	-	-
	0,35	+95	+100	-	-	-
	0,5	+112	+140	+20	+160	+200
	0,75	+132	+190	+22	+192	+258
	1	+150	+236	+26	+216	+326
	1,25	+160	+265	+28	+228	+363
	1,5	+180	+300	+32	+256	+407

Таблица 46 (окончание)

Поля допусков внутренней резьбы с основными отклонениями						
Номинальный диаметр резьбы d , мм	Шаг резьбы P , мм	6H		7H		
		Отклонение, мкм				
		ES	EI		ES	
		Диаметры резьбы, мм				
		$D_{\text{ср}}$	$D_{\text{вн}}$	$D_{\text{ср}}, D_{\text{вн}}, D_{\text{нар}}$	$D_{\text{ср}}$	$D_{\text{вн}}$
Св. 11,2 до 22,4	0,35	+100	+100	-	-	-
	0,5	+118	+140	+20	+170	+200
	0,75	+140	+190	+22	+202	+258
	1	+160	+236	+26	+226	+326
	1,25	+180	+265	+28	+252	+363
	1,5	+190	+300	+32	+268	+407
	1,75	+200	+335	+34	+284	+459
	2	+212	+375	+38	+303	+513
	2,5	+224	+450	+42	+322	+602
Св. 22,4 до 45	0,5	+125	+140	-	-	-
	0,75	+150	+190	+22	+212	+258
	1	+170	+236	+26	+238	+326
	1,5	+200	+300	+32	+282	+407
	2	+224	+375	+38	+318	+513
	3	+265	+500	+48	+383	+678
	3,5	+280	+560	+53	+408	+763
	4	+300	+600	+60	+435	+810
	4,5	+315	+670	+63	+463	+913

Таблица 5

**Параметры номинального профиля (среднего и внутреннего диаметров)
метрической резьбы по ГОСТ 9150-81**

Шаг резьбы P, мм	Диаметры резьбы (болт и гайка)	
	Средний диаметр $d_2 = D_2$	Внутренний диаметр $d_1 = D_1$
1	$d - 1 + 0,350$	$d - 2 + 0,917$
1,25	$d - 1 + 0,188$	$d - 2 + 0,647$
1,5	$d - 1 + 0,026$	$d - 2 + 0,376$
1,75	$d - 2 + 0,863$	$d - 2 + 0,106$
2	$d - 2 + 0,701$	$d - 3 + 0,835$
2,5	$d - 2 + 0,376$	$d - 3 + 0,294$
3	$d - 2 + 0,051$	$d - 4 + 0,752$
3,5	$d - 3 + 0,727$	$d - 4 + 0,211$
4	$d - 3 + 0,402$	$d - 5 + 0,670$

Задание 19.1

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Перечислите группы посадок для метрической крепежной резьбы.
2. Как обозначаются основные отклонения для болтов и гаек?
3. Как обозначаются допуски верхнего и нижнего отклонений для болта и гайки?
4. Как обозначаются диаметры болта и гайки?
5. Как обозначаются поля допусков болта, гайки, сборочного соединения?

Задание 19.2

Проверка степени усвоения материала

Определите предельные отклонения диаметров резьбы болтов и гаек.
 Ответ оформите в виде таблицы.

Размер на чертеже		M20 x 1 – – 6H7H	M12 x 1,25 – – 6H7H	M10 x 1,5 – – 6g8g	M20 x 1,5 – – 6g8g
Отклонения d, D	B.O.				
	H.O.				
Отклонения d2, D2	B.O.				
	H.O.				
Отклонения d1, D1	B.O.				
	H.O.				

Лабораторная работа № 3**Тема. Определение допусков резьб**

Оборудование: макеты резьб, ГОСТ 16093-81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором».

Определите размеры элементов резьбы (d1, d2, D1, D2) и найдите предельные отклонения размеров резьбы.

Вариант I

Контрольные вопросы	Исходные данные			
	M12 x 1,25 – – 6g8g	M20 x 1,5 – – 6g8g	M12 x 1,5 – – 6H7H	M24 x 1,5 – 6H7H
Номинальный размер?				
Шаг резьбы?				
Наружный диаметр (D, d)?	es=	es=	ES=	ES=
	ei=	ei=	EI=	EI=
Средний диаметр (D2, d2)?	es=	es=	ES=	ES=
	ei=	ei=	EI=	EI=
Внутренний диаметр (D1, d1)?	es=	es=	ES=	ES=
	ei=	ei=	EI=	EI=

Вариант II

Контрольные вопросы	Исходные данные			
	M20 x 1 – – 6g8g	M10 x 1,5 – – 6g8g	M8 x 1,25 – – 6H7H	M16 x 1,75 – – 6H7H
Номинальный размер?				
Шаг резьбы?				

Вариант II (окончание)

Контрольные вопросы	Исходные данные			
	M20 x 1 – – 6g8g	M10 x 1,5 – – 6g8g	M8 x 1,25 – – 6H7H	M16 x 1,75 – – 6H7H
Наружный диаметр (D, d)?	es=	es=	ES=	ES=
	ei=	ei=	EI=	EI=
Средний диаметр (D2, d2)?	es=	es=	ES=	ES=
	ei=	ei=	EI=	EI=
Внутренний диаметр (D1, d1)?	es=	es=	ES=	ES=
	ei=	ei=	EI=	EI=

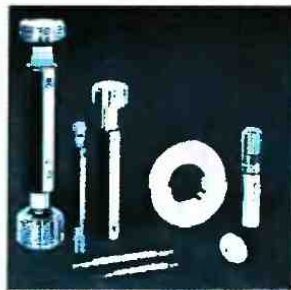
Тема
20

Средства контроля и измерения резьб

Учебный материал 20

Калибры для контроля годности цилиндрических резьб контролируют одновременно d , d_2 , P , половину угла профиля. Эти калибры разделяются на две основные группы:

калибры для наружной резьбы – кольца;
калибры для внутренней резьбы – пробки.



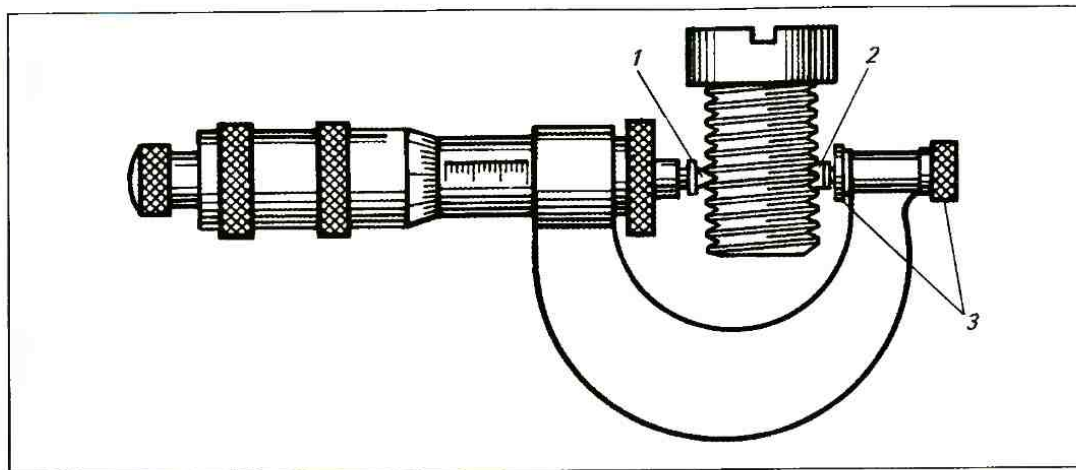


Рис. 48. Средство для измерения среднего диаметра – микрометр резьбовой

По принципу построения они являются предельными калибрами, то есть разделяются на *проходные* и *непроходные*, каждый из которых контролирует свой предел поля допуска. Резьбовые проходные калибры имеют *полный профиль* витков резьбы, а непроходные – *укороченный*.

Резьба годна, если проходной калибр свободно навинчивается на резьбу, а непроходной навинчивается не более чем на два оборота.

Средства измерения параметров резьбы

Микрометр со вставками – резьбовой микрометр (рис. 48) – средство для измерения среднего диаметра.

Этот микрометр отличается от гладкого тем, что в торцах его микровинта и пятки имеются отверстия для установки специальных вставок. Вставки прилагаются к каждому микрометру парами – коническая и призматическая. Размер каждой пары отличается по величине измерительных поверхностей и выбирается в зависимости от шага измеряемой резьбы.

Измерение с помощью трех проволок

Измерение среднего диаметра с помощью трех проволок (см. рис. 49а, б) выполняется резьбовым микрометром.

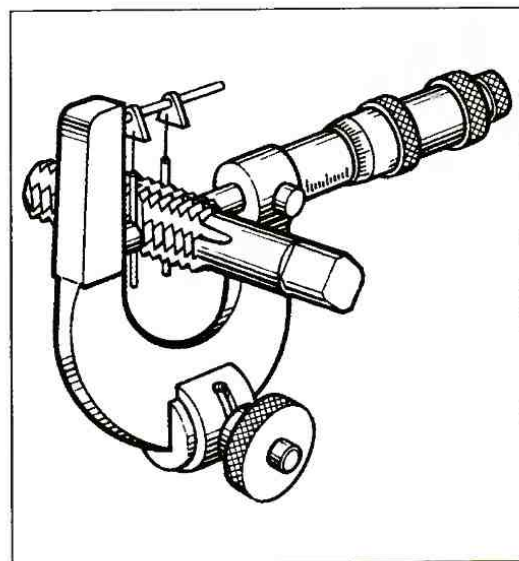


Рис. 49а. Измерение среднего диаметра резьбы метчика с помощью трех проволок

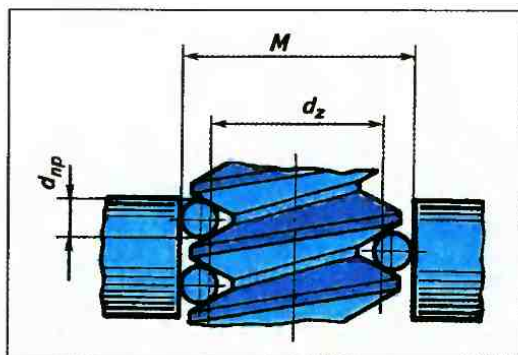


Рис. 496. Схема измерения среднего диаметра резьбы метчика с помощью трех проволок

Диаметр проволок зависит от величины шага резьбы: $d_{пр} = 0,577P$.

Размеры проволок выбраны так, чтобы точки касания проволок с винтовой поверхностью измеряемой резьбы лежали на среднем диаметре. Тогда микрометром измеряется размер M . Пересчитать этот

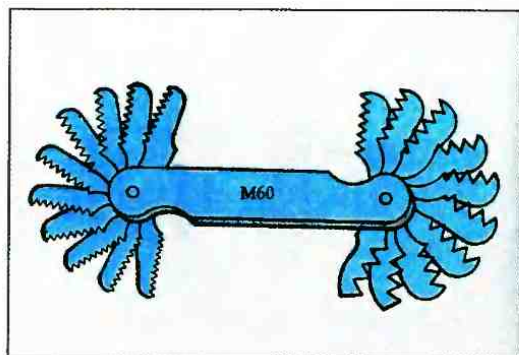


Рис. 50. Набор резьбовых шаблонов

размер на средний диаметр можно по формуле: $d_2 = M - 1,438d_{пр}$.

Резьбовые шаблоны применяются для определения номинального шага. Они представляют собой наборы пластинок, имеющих профиль метрической резьбы с углом профиля 60° (рис. 50).

Задание 20.1

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Что входит в комплект калибров для контроля гайки и винта?
2. Назовите условия годности резьбы при контроле калибром.
3. В чем отличие гладкого микрометра от резьбового?
4. Какой параметр измеряется резьбовым микрометром?
5. От чего зависит выбор диаметра проволок?
6. Какой параметр измеряется методом трех проволок?

Задание 20.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы:

1. Перечислите параметры, которые контролируют калибры.
2. Как определить годность резьбы при контроле калибром?
3. Какой параметр резьбы измеряется методом трех проволок?
4. На какие параметры резьбы винта и гайки назначены допуски, а на какие – не назначены?

Шпоночные соединения. Допуски, посадки, средства измерения

Тема
21

Учебный материал 21

Чтобы соединить вал двигателя с валом машины, применяют муфту, одна часть которой расположена на валу двигателя, а вторая укрепена на входном валу машины. Эти отдельные части муфты обычно называют втулкой. Для передачи вращения соединение вала со втулкой осуществляется с помощью специальных деталей – **шпонок**.

При сборке шпонки, вала и втулки необходима **взаимозаменяемость**.

Наиболее важным является соединение втулки и вала по размеру «в», ширине паза и шпонки (см. рис. 51).

Шпоночные соединения по размеру «в» построены по системе вала, то есть шпонка имеет по этому размеру для всех посадок одинаковое поле допуска $h9$, а различные посадки получаются за счет назначения разных полей допусков ширины канавок (пазов).

По ГОСТу установлено, что посадки шпоночных соединений по размеру «в» разделены на 3 группы: плотные; нормальные; свободные.

Плотное соединение создается посадкой $\frac{P9}{h9}$.

Нормальные соединения – посадками $\frac{Js9}{h9}$ (втулка), $\frac{N9}{h9}$ (вал).

Свободные – посадками $\frac{N9}{h9}$ (вал), $\frac{D10}{h9}$ (втулка).

Высота шпонки имеет поле допуска $h11$. Сопрягаемые с ней глубины канавок (пазов) имеют поле допуска $H11$.

Условное обозначение шпоночного соединения на чертеже

Запись

$$18 \times \frac{N9}{h9} \times \frac{Js9}{h9} \times 11 \times 100$$

читается так: шпоночное соединение; посадки по размеру «в»: паз вала со шпонкой $\frac{N9}{h9}$ и в паз втулки со шпонкой $\frac{Js9}{h9}$.

Номинальные размеры шпонки $18 \times 11 \times 100$: 18 – ширина шпонки, 11 – высота шпонки, 100 – длина шпонки.

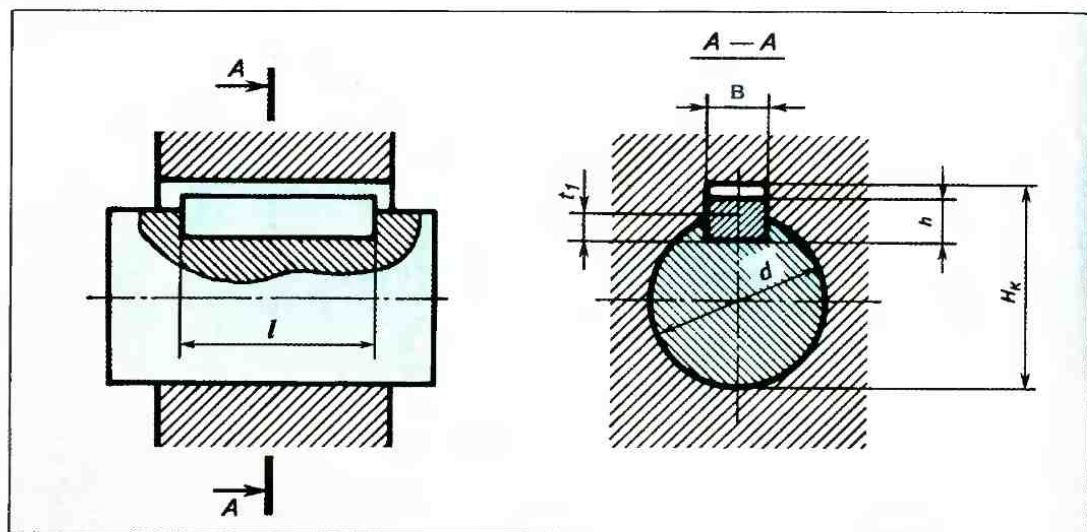


Рис. 51. Шпоночные соединения с призматическими шпонками

Средства контроля параметров шпоночного соединения

Размеры шпонок «в» и «h» в единичном производстве контролируют измерением их действительных размеров обычными средствами измерения. Но в серийном производстве размер «в» контролируется

гладкими калибрами – скобами для поля допуска $h11$. Для комплексного контроля годности изготовленных втулок с пазами применяется комплексный проходной шпоночный калибр-пробка (рис. 52).

Для контроля валов с пазами применяется комплексный шпоночный калибр-призма (рис. 53).

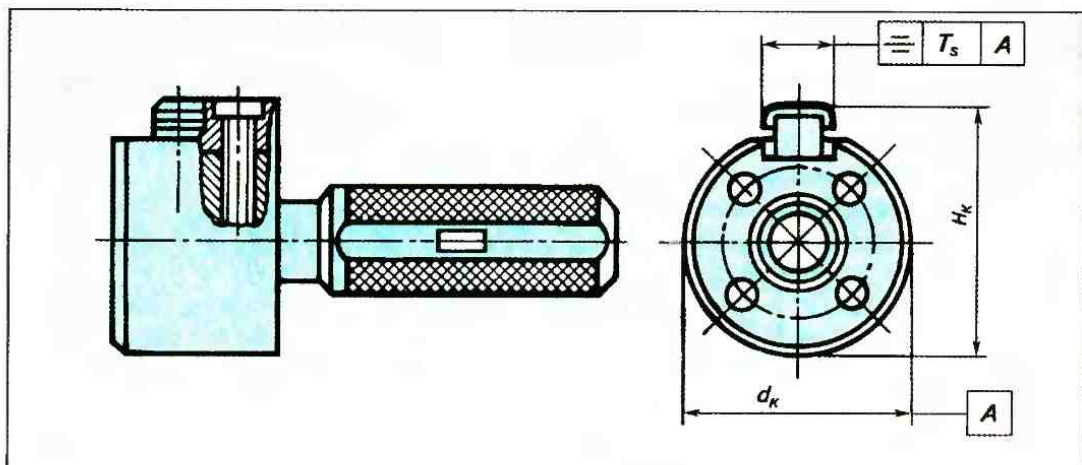


Рис. 52. Комплексный проходной шпоночный калибр-пробка

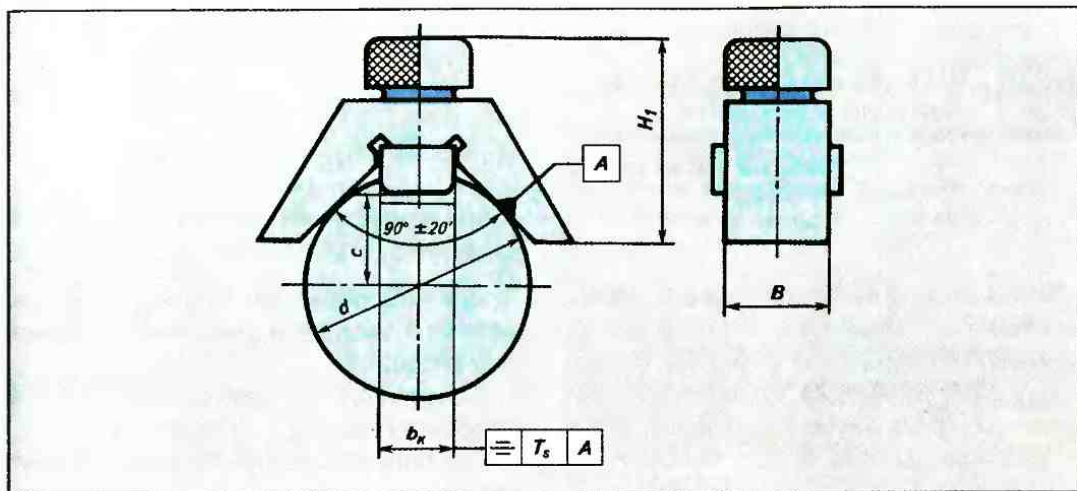


Рис. 53. Комплексный шпоночный калибр-призма

Задание 21.1

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы:

1. Каково назначение шпонок?
2. Какие группы посадок шпоночных соединений вы знаете?
3. Расшифруйте запись условного обозначения шпоночного соединения на чертеже: $16 \times \frac{N9}{h9} \times 10 \frac{Js9}{h9} \times 80$.
4. Чем отличаются комплексные калибры от позлементных?

Задание 21.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы:

1. По какой системе (отверстия, вала) построено шпоночное соединение по размеру «В» (ширине паза и шпонки)?
2. Перечислите виды шпонок по форме.
3. Расшифруйте запись условного обозначения шпоночного соединения $16 \times \frac{N9}{h9} \times \frac{Js9}{h9} \times 12 \times 100$.
4. При каких условиях производства для контроля шпоночных соединений применяются обычные средства измерения, при каких – комплексные калибры?

Тема
22
Шлицевые соединения.
Допуски и посадки
Учебный материал 22

При соединении вала со шлицевой поверхностью (шлицевой вал) и отверстия со шлицевой поверхностью (шлицевая втулка) образуются шлицевые соединения; они различаются по форме профиля шлицев и по размерам шлицев, то есть по мощности, передаваемой данным соединением.

По форме профиля шлицев различают соединения: прямобочные, эвольвентные, треугольные.

Прямобочные шлицевые соединения

Контур вала со втулкой определяется следующими тремя основными параметрами:

- D – наружный диаметр,
- d – внутренний диаметр,
- b – толщина шлица вала и ширина канавки втулки.

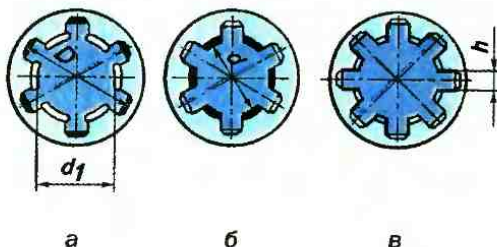


Рис. 54. Виды центрирования прямобочных шлицевых соединений

Центрирование вала по втулке в прямобочных шлицевых соединениях бывает трех видов.

Соединения с центрированием по наружному диаметру – D (рис. 54а).

Соединения с центрированием по внутреннему диаметру – d (рис. 54б).

Соединения с центрированием по боковым сторонам шлицам – b (рис. 54в).

Допуски и посадки прямобочных шлицевых соединений

Требуемый характер сопряжения соединяемых деталей достигается назначением полей допусков центрирующих параметров. Все поля допусков выбираются по ГОСТ 25347-82. Если параметр не является центрирующим, то его изготавливают в пределах полей допусков:

- для диаметра вала D – поле a_{11} ,
- для диаметра втулки D – поле H_{11} ,
- для диаметра вала d – допуск не назначают,
- для диаметра втулки d – поле H_{11} ,
- для размера b – посадку назначают при любом виде центрирования.

Условные обозначения допусков и посадок состоят из: буквы, указывающей центрирующий параметр; номинальных размеров параметров соединения и посадки каждого параметра.

Примеры записи:

для соединения:

$$D - 8 \times 42 \times 48 \frac{H8}{h7} \times 8 \frac{F7}{e8}$$

читать так: шлицевое прямобочное соединение, центрирование по D, параметры: b = 8 мм; d = 42 мм; D = 48 мм; посадки по D – 48, по b – 8;

для втулки

$$D - 8 \times 42 \times 48H8 \times 8F7$$

читать так: шлицевая прямобочная втулка, центрирование по D, параметры для D – 48H8, для b – 8F7 (d – не центрирующий);

для вала

$$D - 8 \times 42 \times 48h7 \times 8e8$$

читать так: шлицевый прямобочный вал, центрирование по D, параметры для D – 48h7, для b – 8e8.

Допуски и посадки эвольвентных шлицевых соединений

Основными параметрами, которые обеспечивают взаимозаменяемость соединений, являются:

- D – наружный диаметр,
- d – внутренний диаметр,
- S – толщина шлица вала, ширина впадины втулки,
- m – модуль.

Допуски, посадки, исходный контур устанавливает ГОСТ 6033-80.

Центрирование деталей осуществляется различными способами. Наиболее распространены: центрирование по боковым сторонам профиля, которое применяют для большей экономичности, и центрирование по наружному диаметру, которое дает большую точность соосности втулки с валом.

Условное обозначение шлицевого эвольвентного соединения, имеющего D = 35 мм, m = 2,5 и центрируемого по боковым сторонам зубьев с посадкой $\frac{9H}{9g}$, имеет вид: 35 x 2,5 $\frac{9H}{9g}$ (ГОСТ 6033-80).

Условное обозначение шлицевого эвольвентного соединения, имеющего D = 50 мм, m = 2 мм и центрируемого по наружному диаметру с посадкой $\frac{H7}{g6}$, имеет вид: 50 $\frac{H7}{g6}$ x 2 (ГОСТ 6033-80).

Средства контроля шлицевых элементов

Для контроля годности прямобочного шлицевого соединения по ГОСТ 7951-80 применяют следующие комплекты калибров.

А. Для контроля шлицевого прямобочного отверстия (втулки): **комплексный калибр-пробка проходной**.

Этот калибр имеет контур, обратный контуру шлицевого прямобочного отверстия. Его изготавливают с наименьшими предельными размерами параметров D, d, b.

Калибр-пробка контролирует одновременно наименьшие размеры этих параметров и их соосность, а также симметричность пазов, их шаг по окружности и параллельность боковых поверхностей пазов отверстия их осям симметрии.

Б. Для контроля шлицевого прямобочного вала: **комплексный калибр-кольцо проходной**.

Этот калибр имеет контур, обратный контуру шлицевого прямобочного вала; он изготовлен с наибольшими предельными размерами параметров D , d , b .

На шлицевом валу калибр-кольцо контролирует одновременно наибольшие предель-

ные размеры этих параметров и соосность их окружностей, а также симметричность шлицев, их шаг по окружности и параллельность боковых поверхностей шлицев их осям симметрии. На вал этот калибр должен проходить по всей длине шлицевой поверхности.

Задание 22.1

Закрепляющий материал**Ответьте на вопросы:**

1. Какие шлицевые соединения по форме шлицев вы знаете?
2. Какие параметры прямобочных шлицевых соединений вы знаете?
3. Какие виды центрирования деталей применяют в машиностроении?
4. Какие параметры эвольвентных шлицевых соединений вы знаете?
5. Какие комплекты калибров применяют для контроля эвольвентных шлицевых валов и втулок?

Задание 22.2

Контроль качества усвоения материала**Ответьте на вопросы:**

1. Каково назначение шлицев?
2. В чем преимущество и недостатки шлицевых соединений перед шпоночными?
3. Перечислите основные параметры шлицевого соединения.
4. Перечислите варианты центрирования прямобочных шлицевых соединений.
5. Прочитайте условное обозначение шлицевой втулки:
 $D - 8 \times 42 \times 48H7 \times 8F6$.
6. Прочитайте условное обозначение шлицевого вала:
 $D - 8 \times 42 \times 48h6 \times 8e7$.
7. Напишите условное обозначение шлицевого соединения для втулки и вала, указанных в пунктах 5, 6.

Зубчатые колеса и передачи. Допуски, контроль

Тема
23

Учебный материал 23

Зубчатые передачи представляют собой механизм для передачи движения посредством зубчатых колес. Профиль зубьев зубчатых колес может быть очерчен эвольвентой, циклоидой, дугами окружности и другими кривыми. Наибольшее распространение получили передачи с эвольвентным зацеплением.

Допуски на зубчатые передачи

Система допусков на зубчатые передачи приведена в ГОСТ 1643-81. Стандарт дает числовые значения допусков всех важнейших элементов зубчатых колес и передач.

ГОСТ устанавливает 12 степеней точности, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами 1, 2, 3 и т. д. до 12.

В каждой степени точности установлены и раздельно контролируются независимые нормы допускаемых отклонений параметров, определяющих кинематическую точность колес и передачи, плавность работы и полноту контакта зубьев.

Под **кинематической точностью** понимают степень согласованности углов поворота ведущего и ведомого колес передачи.

Плавность работы характеризуется величиной циклических погрешностей, многократно повторяющихся за оборот колеса и приводящих к возникновению вибрации и шума.

Нормы контакта зубьев определяют относительные размеры их суммарного пятна передачи, обеспечивающего равномерное

распределение нагрузки как по высоте, так и по длине зуба.

Боковой зазор – это расстояние между нерабочими сторонами зубьев сцепленных колес передачи. Боковой зазор не зависит от точности обработки зубьев и определяется величиной межосевого расстояния и толщиной зуба. В ГОСТ 1643-81 установлен ряд величин гарантированного зазора и введено 6 видов сопряжений по боковому зазору, которые обозначены прописными буквами Н, Е, Д, С, В, А в порядке роста величины зазора. Кроме допусков на параметры зубчатого колеса ГОСТ устанавливает отдельные классы отклонений межосевого расстояния. Таких классов назначено 6, и они обозначаются римскими цифрами от I до VI по мере уменьшения точности. Отдельно установлены виды допусков собственно бокового зазора. Эти виды допусков обозначаются строчными буквами латинского алфавита h, d, c, b, a, z, y, x по мере увеличения допуска бокового зазора.

Принципы контроля зубчатых передач

Контроль зубчатых колес и передач имеет ряд особенностей. Это объясняется, во-первых, сложностью геометрической формы зубчатого колеса, а во-вторых, тем, что для оценки зубчатых колес и передачи в целом применяется большое количество геометрических и кинематических параметров. Контроль параметров производят с помощью различных приборов.

Закрепляющий материал**Ответьте на вопросы:**

1. Какие основные параметры зубчатого колеса и зубчатой передачи важны при их изготовлении?
2. Сколько степеней точности устанавливает ГОСТ для изготовления зубчатых колес?
3. Объясните понятия: «кинематическая точность», «плавность работы», «боковой зазор».
4. Как вы думаете, для чего нужен боковой зазор зубчатой передачи?

Задание 23.2

Проверка степени усвоения материала

I. Выберите из правой колонки определение, относящееся к термину в левой колонке.

Параметр, элемент	Определение параметра, элемента
1. Шаг зубьев	А. Окружность, разделяющая шаг зубьев на две равные части, на зуб и впадину.
2. Делительная окружность	Б. Расстояние между нерабочими профилями зубьев, находящихся в зацеплении.
3. Модуль	В. Дуга делительной окружности, расположенная между одноименными профилями двух соседних зубьев.
4. Боковой зазор	Г. Часть делительной окружности, приходящаяся на один зуб колеса.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1	2	3	4
---	---	---	---

II. Ответьте на вопрос теста.

Боковой зазор зависит от:

- а) точности изготовления зубьев
- б) величины межосевого расстояния
- в) толщины зубьев

III. Закончите фразу: «Кинематическая точность – это...»

Материалы оценки компетентности

1. Оценка компетентности
по результату 1
2. Оценка компетентности
по результату 2
3. Оценка компетентности
по результату 3
4. Оценка компетентности
по результату 4

Оценка компетентности по результату 1

Вариант I

Задание 1

А. Перечислите виды взаимозаменяемости.

Б. Какие виды стандартов вы знаете?

В. По данной формулировке определите показатель качества.

Показатель, характеризующий затраты на изготовление продукции, – это показатель...

- 1) надежности 2) экономичности 3) экологичности

Задание 2

А. Определите тип размера по формулировке.

Размер, полученный конструктором в результате расчетов или с учетом различных конструкторских или технологических соображений, – это размер...

- 1) номинальный 2) предельный 3) действительный

Б. Расставьте правильно характеристики для размера $40 \begin{smallmatrix} +0,5 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$.

- | | |
|---------|---------------------------------|
| 1) 40 | а) наибольший предельный размер |
| 2) 40,5 | б) верхнее отклонение |
| 3) 39,8 | в) номинальный размер |
| 4) +0,5 | г) допуск размера |
| 5) 0,3 | д) наименьший предельный размер |
| 6) –0,2 | е) нижнее отклонение |

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1

2

3

4

5

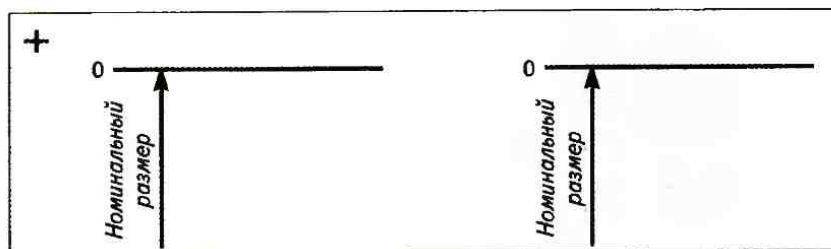
6

Задание 3

Изобразите графически размеры и определите допуск:

$$10 \begin{matrix} +0,2 \\ +0,1 \end{matrix}$$

$$12 \begin{matrix} +0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$$

**Задание 4**

Определите вид посадки (с зазором, натягом, переходная) для соединений:

1. Отв. $\varnothing 12 \begin{matrix} +0,1 \\ +0,1 \end{matrix}$, вал $\varnothing 12 \begin{matrix} +0,2 \\ -0,1 \end{matrix}$.

2. Отв. $\varnothing 24 \begin{matrix} +0,2 \\ +0,2 \end{matrix}$, вал $\varnothing 24 \begin{matrix} -0,3 \\ -0,1 \end{matrix}$.

3. Отв. $\varnothing 32 \begin{matrix} +0,1 \\ +0,1 \end{matrix}$, вал $\varnothing 32 \begin{matrix} -0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Номер сопряжения	1	2	3
Вид посадки			

Задание 5

А) Определите отклонения для отверстий и валов: Е, Н, е, g, К, F, n, k.

Ответ оформите в виде таблицы.

Отклонение отверстия

Отклонение вала

Б. По записи размера определите посадку в системе отверстия и системе вала:

1) $\varnothing 45 \frac{H7}{g6}$;

2) $\varnothing 20 \frac{N7}{f7}$;

3) $\varnothing 45 \frac{H8}{h7}$;

4) $\varnothing 20 \frac{F8}{e8}$.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Система отверстия

Система вала

Задание 6

Проведите анализ размеров.

Анализ размеров сборочного чертежа	Контрольные вопросы	Исходные данные			
		Размер к чертежу соединения деталей			
		$\varnothing 45 \frac{H7}{g6}$		$\varnothing 15 \frac{H8}{h7}$	
	Система посадки?				
	Обозначение сопрягаемого размера на чертеже детали?	Отв.	Вал	Отв.	Вал
	Верхнее предельное отклонение?				
	Нижнее предельное отклонение?				
	Условное обозначение поля допуска?				
	Тип соединения (группа посадки)?				

Вариант II**Задание 1**

А. Расшифруйте виды стандартов:

ГОСТ

ОСТ

СТП

Б. Ответьте, какая взаимозаменяемость не предусматривает доработку деталей при сборке:

1) полная

2) неполная

В. По данной формулировке определите показатель качества.

Показатель, характеризующий условия изготовления детали, – это показатель...

1) назначения

2) эстетичности

3) технологичности

Задание 2

А. Определите тип размера по формулировке.

Размер, установленный измерением с допустимой погрешностью, – это размер...

1) номинальный 2) предельный 3) действительный

Б. Расставьте правильно характеристики для размера $35^{+0,2}_{-0,1}$.

1) 35

а) наибольший предельный размер

2) 35,2

б) верхнее отклонение

3) 34,9

в) номинальный размер

4) +0,2

г) допуск размера

5) –0,1

д) наименьший предельный размер

6) 0,3

е) нижнее отклонение

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1

2

3

4

5

6

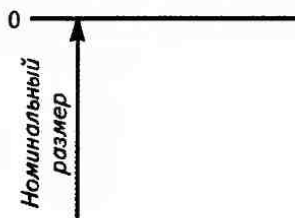
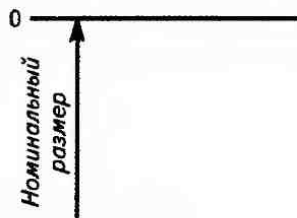
Задание 3

Изобразите графически данные размеры и определите допуск:

$$24 \begin{matrix} -0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$$

$$30 \begin{matrix} -0,1 \end{matrix}$$

+

**Задание 4**

Определите вид посадки (с зазором, натягом, переходная) для соединений:

1. Отв. $\varnothing 10 +0,1$, вал $\varnothing 10 \begin{matrix} -0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$.
2. Отв. $\varnothing 20 +0,2$, вал $\varnothing 20 \begin{matrix} +0,3 \\ -0,1 \end{matrix}$.
3. Отв. $\varnothing 30 +0,1$, вал $\varnothing 30 \begin{matrix} +0,3 \\ +0,2 \end{matrix}$.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Номер сопряжения	1	2	3
Вид посадки			

Задание 5

А. Определите отклонения для отверстий и валов: D, E, m, n, F, k, f, H.
 Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Отклонение отверстия

Отклонение вала

Б. По записи размера определите посадку в системе отверстия и системе вала:

- 1) $\varnothing 40 \frac{H7}{f6}$; 2) $\varnothing 20 \frac{F8}{h7}$; 3) $\varnothing 45 \frac{E7}{k6}$; 4) $\varnothing 20 \frac{H6}{e8}$.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Система отверстия

Система вала

Задание 6

Проведите анализ размеров.

Анализ размеров сборочного чертежа	Контрольные вопросы	Исходные данные			
		Размер к чертежу соединения деталей			
		$\varnothing 45 \frac{H8}{f7}$		$\varnothing 20 \frac{F8}{h7}$	
		Отв.		Отв.	
		Вал		Вал	
	Система посадки?				
	Обозначение сопрягаемого размера на чертеже детали?				
	Верхнее предельное отклонение?				
	Нижнее предельное отклонение?				
	Условное обозначение поля допуска?				
	Тип соединения (группа посадки)?				

Оценка компетентности по результату 2

Вариант I

Задание 1

Условным изображением укажите допуск параллельности поверхностей Б и В относительно поверхности А не более 0,1 мм (рис. 28).

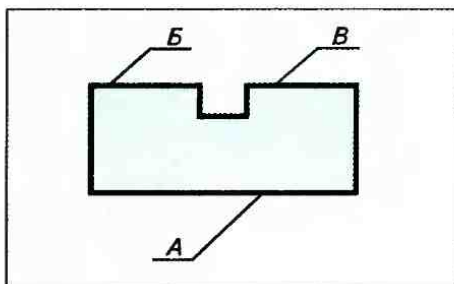


Рис. 28

Задание 2

Из перечисленных отклонений выберите отклонения формы и отклонения расположения.

1. Допуск круглости.
2. Допуск соосности.
3. Допуск плоскостности.
4. Допуск симметричности.
5. Допуск перпендикулярности.
6. Допуск цилиндричности.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Отклонения формы

Отклонения расположения

Задание 3

По указанным знакам отклонений на чертеже (рис. 29) прочтите вид допуска формы и расположения.

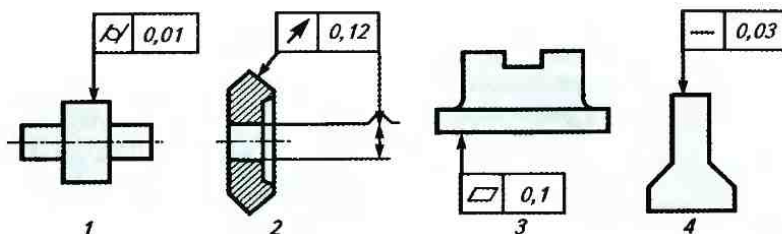


Рис. 29. Примеры нанесения отклонений формы и расположения

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1	2	3	4

Задание 4

Закончите фразу: «Совокупность неровностей на рассматриваемой поверхности – это...»

Задание 5

Определите применение знаков шероховатости в зависимости от способа обработки поверхности. Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Виды обработки поверхности	Знак шероховатости
Поверхность получена методом удаления слоя материала	
Способ обработки поверхности не устанавливается	
Поверхность обрабатывается без удаления слоя материала	

Задание 6

Расставьте значения параметров шероховатости в зависимости от возможных видов обработки.

1. Грубое обтачивание
2. Чистовое точение
3. Сверление
4. Шлифование чистовое

а) $R_z 40$ б) $R_z 20$ в) $R_z 80$ г) $1,25$

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1

2

3

4

Вариант II**Задание 1**

Условным изображением укажите допуск плоскости поверхности А и параллельности плоскости А относительно плоскости Б (рис. 30).

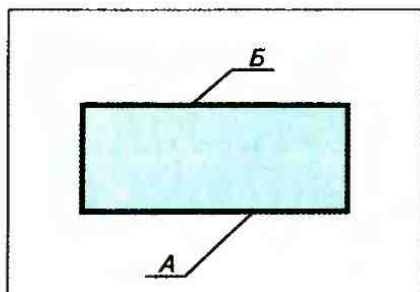


Рис. 30

Задание 2

Из перечисленных отклонений выберите отклонения формы и отклонения расположения.

1. Допуск цилиндричности.
2. Допуск круглости.
3. Допуск соосности.
4. Допуск перпендикулярности.
5. Допуск плоскостности.
6. Допуск симметричности.

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

Отклонения формы

Отклонения
расположения

Задание 3

По указанным знакам отклонений на чертеже прочтите вид допуска формы и расположения (рис. 31).

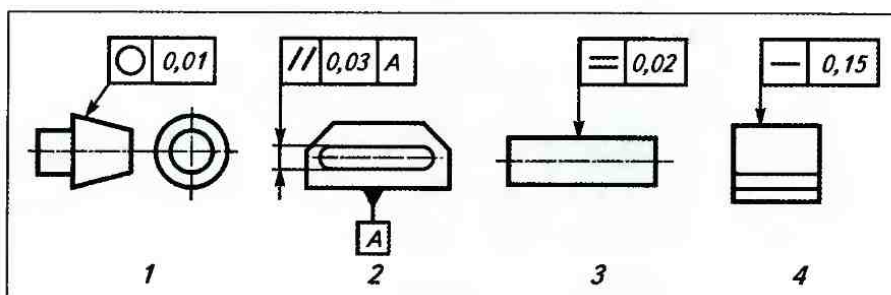


Рис. 31. Примеры нанесения отклонений формы и расположения

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1

2

3

4

Задание 4

Назовите параметры оценки шероховатости поверхности.

Задание 5

Определите по данным знакам шероховатости способы обработки поверхности. Ответ оформите в виде таблицы.

Знак шероховатости	Виды обработки поверхности
	
	
	

Задание 6

Расставьте значения параметров шероховатости в зависимости от возможных видов обработки.

1. Зеркальная доводка
2. Развертывание
3. Черновое фрезерование
4. Тонкое точение

- а)  б)  в)  г) 

Ответ оформите в виде указанной таблицы.

1	2	3	4

Оценка компетентности по результату 4

Вариант I**Задание 1**

- А. Напишите условное обозначение конусности детали, у которой на длине конуса $L = 50$ мм разность диаметров конуса равна 1 мм.
- Б. На какие две группы делятся инструментальные конусы?
- 1)
 - 2)
- В. На какие типы делятся конусные калибры?
- 1)
 - 2)

Задание 2

Ответьте на вопросы:

- А. Какие виды посадок шпоночных соединений вы знаете?
- 1)
 - 2)
 - 3)
- Б. Какие типы шлицевых соединений по форме профиля вы знаете?
- 1)
 - 2)
 - 3)
- В. Для чего предназначены зубчатые передачи?

Задание 3

Сделайте анализ резьбового соединения.

Контрольные вопросы	Исходные данные			
	$M24 \times 1,5 - \frac{6H}{6g}$		$M12 \times 1,0 - \frac{7H}{8g}$	
Номинальный размер сопряжения?				
Обозначение сопрягаемого размера?	Болт	Гайка	Болт	Гайка
Наружный диаметр?	es=	ES=	es=	ES=
	ei=	EI=	ei=	EI=
Средний диаметр?	es=	ES=	es=	ES=
	ei=	EI=	ei=	EI=
Внутренний диаметр?	es=	ES=	es=	ES=
	ei=	EI=	ei=	EI=

Вариант II**Задание 1**

А. Прочитайте обозначение поверхности
на чертеже  1:50.

Б. Перечислите, в каких единицах измеряются углы.

- | | |
|----|----|
| 1) | 3) |
| 2) | 4) |

В. Напишите формулу определения конусности
и расшифруйте ее.

Задание 2

Ответьте на вопросы:

- А. Для чего предназначены шпоночные соединения?
 Б. Какие виды центрирования прямобочных шлицевых соединений вы знаете?

1) 2) 3)

- В. Назовите основные параметры зубчатого колеса.

1) 2) 3) 4) 5)

Задание 3

Сделайте анализ резьбового соединения.

Контрольные вопросы	Исходные данные			
	M16 x 1,0 – $\frac{6H}{6g}$		M14 x 1,5 – $\frac{7H}{8g}$	
Номинальный размер сопряжения?				
Обозначение сопрягаемого размера?	Болт	Гайка	Болт	Гайка
Наружный диаметр?	es=	ES=	es=	ES=
	ei=	EI=	ei=	EI=
Средний диаметр?	es=	ES=	es=	ES=
	ei=	EI=	ei=	EI=
Внутренний диаметр?	es=	ES=	es=	ES=
	ei=	EI=	ei=	EI=

СПИСОК НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 25346-89 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды документов и основных отклонений.

ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки.

ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

ГОСТ 24853-81 Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски.

ГОСТ 5939-51 Калибры предельные гладкие для отверстий менее 1 мм. Допуски.

ГОСТ 7660-50 Калибры предельные гладкие для валов и отверстий классов точности 1-3а. Обозначения. Расположение полей допусков. Правила применения.

ГОСТ 8908-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные углы и допуски углов.

ГОСТ 8593-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные конусности и углы конусов.

ГОСТ 9150-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль.

ГОСТ 16093-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором.

ГОСТ 23360-78 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов.

ГОСТ 6033-80 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30 град. Размеры, допуски и измеряемые величины.

Приложение

Извлечение из ГОСТ 25346-89.

Основные нормы взаимозаменяемости.

Единая система допусков и посадок.

Общие положения, ряды допусков
и основных отклонений

Приложение

**Извлечение из ГОСТ 25346-89.
Основные нормы взаимозаменяемости.
Единая система допусков и посадок.
Общие положения, ряды допусков
и основных отклонений**

Настоящий стандарт распространяется на гладкие элементы деталей, цилиндрические и ограниченные параллельными плоскостями, а также на образованные ими посадки и устанавливает термины, определения и условные обозначения, допуски и основные отклонения системы допусков и посадок для размеров до 3150 мм и любых линейных размеров, если они не установлены другими стандартами.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**1.1. Термины и определения**

1.1.1. Размер – числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. п.) в выбранных единицах измерения.

1.1.2. Действительный размер – размер элемента, установленный измерением.

1.1.3. Предельные размеры – два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться (или

которым может быть равен) действительный размер (см. п. 1.4).

1.1.4. Наибольший предельный размер – наибольший допустимый размер элемента (черт. 1).

1.1.5. Наименьший предельный размер – наименьший допустимый размер элемента (черт. 1).

1.1.6. Номинальный размер – размер, относительно которого определяются отклонения (черт. 1 и 2).

1.1.7. Отклонение – алгебраическая разность между размером (действительным или предельным размером) и соответствующим номинальным размером.

1.1.8. Действительное отклонение – алгебраическая разность между действительным и соответствующим номинальным размерами.

1.1.9. Предельное отклонение – алгебраическая разность между предельным и

соответствующим номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения.

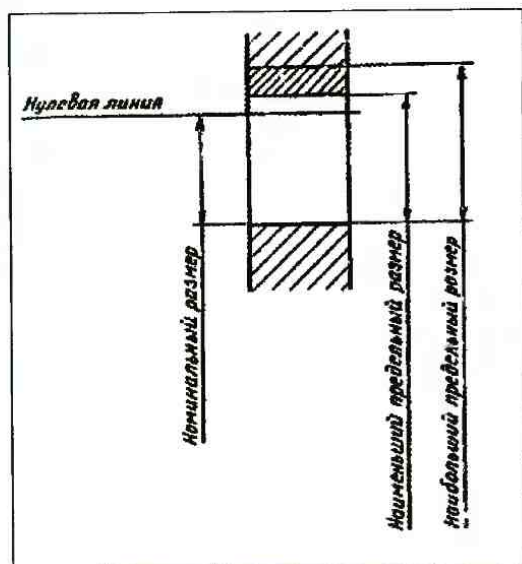
1.1.10. Верхнее отклонение ES , es – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами (черт. 2).

Примечание. ES – верхнее отклонение отверстия; es – верхнее отклонение вала.

1.1.11. Нижнее отклонение EI , ei – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами (черт. 2).

Примечание. EI – нижнее отклонение отверстия; ei – нижнее отклонение вала.

1.1.12. Основное отклонение – одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. В



Черт. 1

данной системе допусков и посадок основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

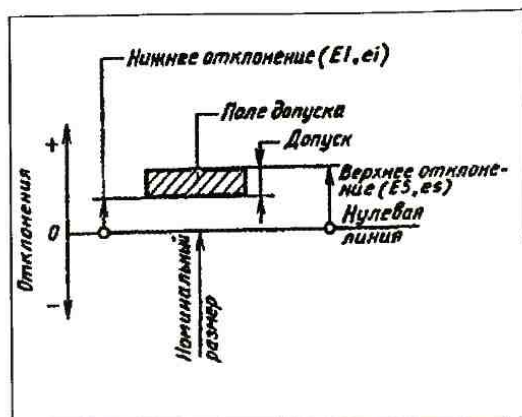
1.1.13. Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз (черт. 2).

1.1.14. Допуск T – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями (черт. 2).

Примечание. Допуск – это абсолютная величина без знака.

1.1.15. Стандартный допуск IT – любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок.

Примечание. В дальнейшем в стандарте под термином «допуск» понимается «стандартный допуск».



Черт. 2

1.1.16. Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии (черт. 2).

1.1.17. Квалитет (степень точности) – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров.

1.1.18. Единица допуска i , I – множитель в формулах допусков, являющийся функцией номинального размера и служащий для определения числового значения допуска.

Примечание. i – единица допуска для номинальных размеров до 500 мм, I – единица допуска для номинальных размеров свыше 500 мм.

1.1.19. Вал – термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

1.1.20. Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

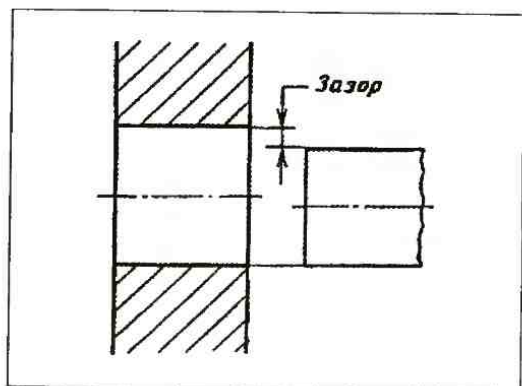
1.1.21. Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

1.1.22. Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

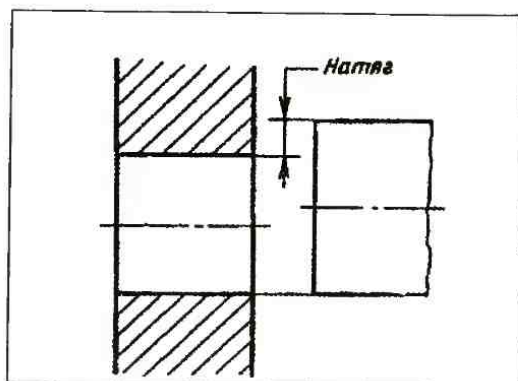
1.1.23. Предел максимума материала – термин, относящийся к тому из предельных размеров, которому соответствует наибольший объем материала, то есть наибольшему предельному размеру вала или наименьшему предельному размеру отверстия.

Примечание. Применявшийся ранее термин «проходной предел» использовать не рекомендуется.

1.1.24. Предел минимума материала – термин, относящийся к тому из предельных размеров, которому соответствует наименьший объем материала, то есть наименьшему предельному размеру вала или наибольшему предельному размеру отверстия.



Черт. 3



Черт. 4

Примечание. Применявшийся ранее термин «непроходной предел» использовать не рекомендуется.

1.1.25. Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

1.1.26. Номинальный размер посадки – номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

1.1.27. Допуск посадки – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

1.1.28. Зазор – разность между размерами отверстия и вала до сборки, если размер отверстия больше размера вала (черт. 3).

1.1.29. Натяг – разность между размерами вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия (черт. 4).

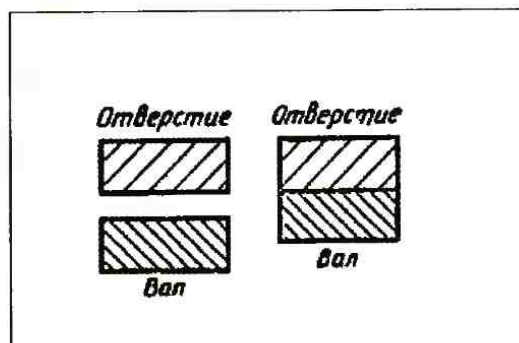
Примечание. Натяг можно определять как отрицательную разность между размерами отверстия и вала.

1.1.30. Посадка с зазором – посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, то есть наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала (черт. 5).

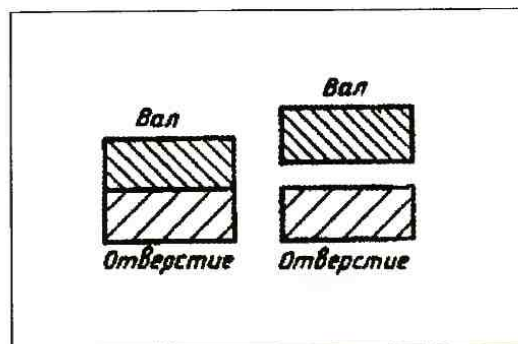
1.1.31. Посадка с натягом – посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, то есть наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала (черт. 6).

1.1.32. Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала. При графическом изображении поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично (черт. 7).

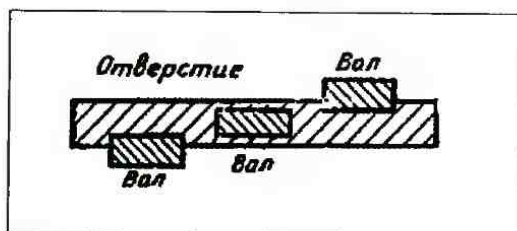
1.1.33. Наименьший зазор – разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала в посадке с зазором (черт. 8).



Черт. 5



Черт. 6

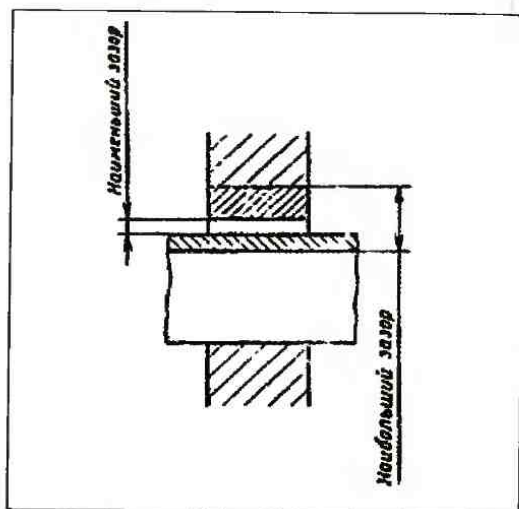


Черт. 7

1.1.34. Наибольший зазор — разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала в посадке с зазором или в переходной посадке (черт. 8 и 9)

1.1.35. Наименьший натяг — разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия до сборки в посадке с натягом (черт. 10).

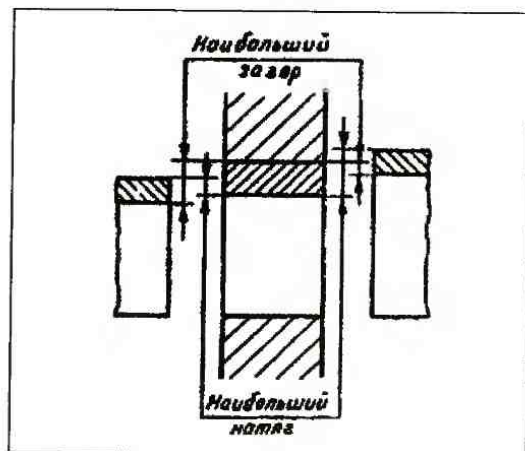
1.1.36. Наибольший натяг — разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия до сборки в посадке с натягом или в переходной посадке (черт. 9 и 10).



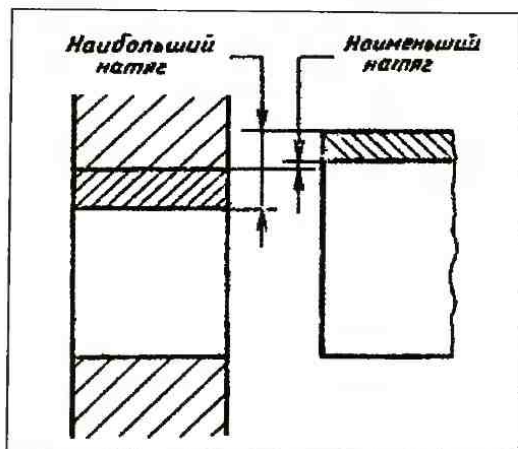
Черт. 8

1.1.37. Посадки в системе отверстия — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (черт. 11).

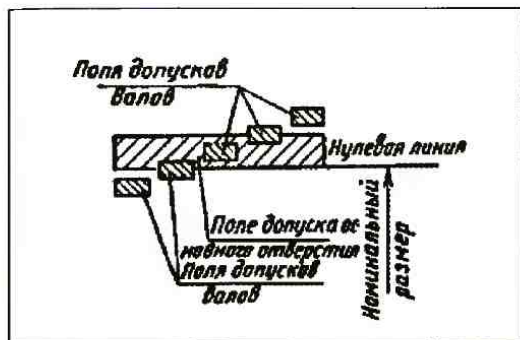
1.1.38. Посадки в системе вала — посадки, в которых требуемые зазоры



Черт. 9



Черт. 10



Черт. 11

и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (черт. 12).

1.2. Нормальная температура

Допуски и предельные отклонения, установленные в настоящем стандарте, относятся к размерам деталей при температуре 20°C.

1.3. Условные обозначения

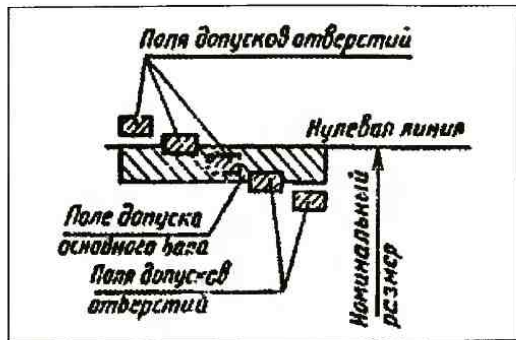
1.3.1. Квалитеты

Квалитеты обозначаются порядковыми номерами, например: 01, 7, 14.

Допуски по квалитетам обозначаются сочетанием прописных букв IT с порядковым номером квалитета, например IT01, IT7, IT14.

1.3.2. Основные отклонения

Основные отклонения обозначаются буквами латинского алфавита, прописными для отверстий (A... ZC) и строчными для валов (a... zc) (черт. 13).



Черт. 12

1.3.3. Поле допуска

Поле допуска обозначается сочетанием буквы (букв) основного отклонения и порядкового номера квалитета.

Например: g6, js7, H7, H11.

Обозначение поля допуска указывается после номинального размера элемента.

Например: 40g6, 40H7, 40H11.

В обоснованных случаях допускается обозначать поле допуска с основным отклонением «H» символом «+IT», с основным отклонением «h» – символом «-IT», с отклонениями «js» или «JS» – символом «±IT/2».

Например: +IT14, -IT14, ±IT14/2.

1.3.4. Посадка

Посадка обозначается дробью, в числителе которой указывается обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе – обозначение поля допуска вала.

Например: H7/g6 или $\frac{H7}{g6}$.

Для отверстий – диаметр наибольшего правильного воображаемого цилиндра, который может быть вписан в отверстие так, чтобы плотно контактировать с наиболее выступающими точками поверхности на длине соединения (размер сопрягаемой детали идеальной геометрической формы прилегающей к отверстию без зазора), не должен быть меньше, чем предел максимума материала. Дополнительно наибольший диаметр в любом месте отверстия, определенный путем двухточечного измерения, не должен быть больше, чем предел минимума материала.

Для валов диаметр наименьшего правильного воображаемого цилиндра, который может быть описан вокруг вала так, чтобы плотно контактировать с наиболее выступающими точками поверхности на длине соединения (размер сопрягаемой детали идеальной геометрической формы, прилегающей к валу без зазора), не должен быть больше, чем предел максимума материала. Дополнительно наименьший диаметр в любом месте вала, определенный путем двухточечного измерения, не должен быть меньше, чем предел минимума материала.

2. ДОПУСКИ

2.1. Настоящий стандарт устанавливает 20 квалитетов 01, 0, 1, 2... 18.

Примечание. Квалитеты от 01 до 5 предназначены преимущественно для калибров.

2.2. Числовые значения допусков приведены в табл. 1.

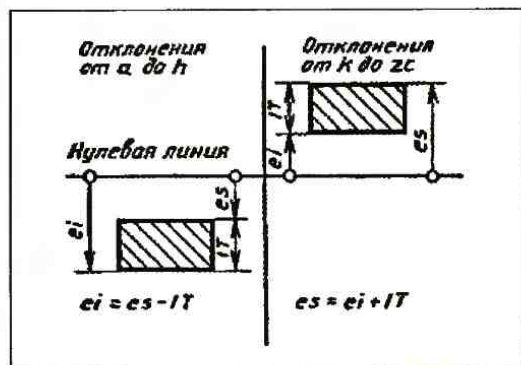
3. ОСНОВНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ

3.1. Числовые значения основных отклонений валов приведены в табл. 2.

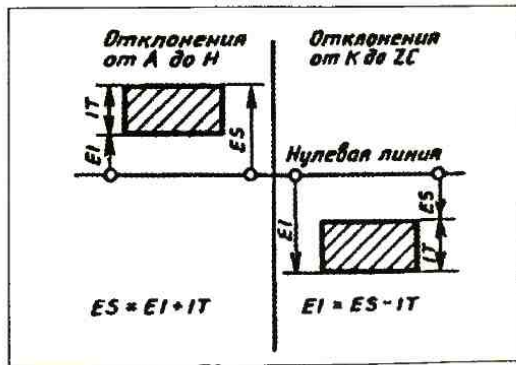
3.2. Второе отклонение поля допуска вала определяется из основного отклонения и допуска IT (черт. 14).

3.3. Числовые значения основных отклонений отверстий приведены в табл. 3.

3.4. Второе отклонение поля допуска отверстия определяется из основного отклонения и допуска IT (черт. 15).



Черт. 14



Черт. 15

Таблица 1
Числовые значения допусков

Интервал номинальных размеров, мм		Квалитет																			
		01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Свыше	До	мм										мм									
		3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,00
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,20	1,80
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,50	2,20
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,80	2,70
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,10	3,30
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,50	3,90
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,00	4,60
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,50	5,40
120	180	1,2	2	2,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,00	6,30
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,60	7,20
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,20	8,10
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,70	8,90
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00	6,30	9,70
500	630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	4,40	7,00	11,00
630	800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	5,00	8,00	12,50
800	1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0,90	1,40	2,30	3,60	5,60	9,00	14,00
1000	1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,60	4,20	6,60	10,50	16,50
1250	1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,10	5,00	7,80	12,50	19,50
1600	2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1,50	2,30	3,70	6,00	9,20	15,00	23,00
2000	2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,80	4,40	7,00	11,00	17,50	28,00
2500	3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2,10	3,30	5,40	8,60	13,50	21,00	33,00

Примечание. Для размеров менее 1 мм квалитеты от 14 до 18 не применяются.

Числовые значения основных отклонений валов, мкм

Интервал размеров, мм	а ¹	b ¹	с	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	is ²	Основные отклонения											
													Свыше	До	для всех квалитетов						для квалитетов			
															Верхнее отклонение es						Нижнее отклонение ei			
5 и 6	7	8	от 4 до 7	до 3 и выше 7	k																			
3 ¹	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0								
3	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0								
6	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0								
10	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0								
14																								
18	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0								
24																								
30	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0								
40	-320	-180	-130																					
50	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0								
65	-360	-200	-150																					
80	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0								
100	-410	-240	-180																					
120	-460	-260	-200																					
140	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0								
160	-580	-310	-230																					
180	-660	-340	-240																					
200	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0								
225	-820	-420	-280																					

Таблица 2 (извлечение 2)

Интервал размеров, мм		Основные отклонения													
		m ³	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
Свыше		До	для всех квалитетов												
			Нижнее отклонение ei												
-	3 ¹	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
3	6	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80
6	10	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
10	14	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
14	18							+39		+45		+60	+77	+108	+150
18	24	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
24	30						+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
30	40	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50						+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50	65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80				+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120				+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140				+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
180	200				+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
200	225	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
225	250				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350

¹ Основные отклонения a и b не предусмотрены для размеров менее 1 мм.

² Для полей допусков от js7 до js11 нечетные числовые значения IT могут быть округлены до ближайшего меньшего четного числа, чтобы предельные отклонения $\pm \frac{IT}{2}$ были выражены целым числом микрометров.

³ Специальный случай: поле допуска m7 предусмотрено лишь для размеров свыше 3 мм.

Таблица 3 (извлечение 1)

Интервал размеров, мм	A ¹	B ¹	C	CD	D	Основные отклонения						H	JS ²				
						E	EF	F	FG	G							
											для всех квалитетов						
											Нижнее отклонение EI						
Свыше	До																
-	3 ¹⁵	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0					
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0					
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0					
10	14																
14	18	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0					
18	24																
24	30	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0					
30	40	+310	+170	+120													
40	50	+320	+180	+130	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0					
50	65	+340	+190	+140									*				
65	80	+360	+200	+150	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0					
80	100	+380	+220	+170													
100	120	+410	+240	+180	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0					
120	140	+460	+260	+200													
140	160	+520	+280	+210	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0					
160	180	+580	+310	+230													
180	200	+660	+340	+240	-												
200	225	+740	+380	+260		+170	+100	-	+50	-	+15	0					
225	250	+820	+420	+280	-												

Таблица 3 (извлечение 2)

Интервал размеров, мм	Основные отклонения												P до ZC ³	R	S	T	
	J	K ³		M ^{3,4}		M ^{3,5}		для квалитетов									
		6	7	8	до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 7	для квалитетов свыше 7-го							
Свыше	До	Верхнее отклонение ES															
-	3 ¹⁵	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4	-6	-10	-14				
3	6	+5	+6	+10	-1+Δ	-	-4+Δ	-4	-8+Δ	0	-12	-15	-19				
6	10	+5	+8	+12	-1+Δ	-	-6+Δ	-6	-10+Δ	0	-15	-19	-23				
10	14																
14	18	+6	+10	+15	-1+Δ	-	-7+Δ	-7	-12+Δ	0	-18	-23	-28				
18	24																
24	30	+8	+12	+20	-2+Δ	-	-8+Δ	-8	-15+Δ	0	-22	-28	-35				-41
30	40																
40	50	+10	+14	+24	-2+Δ	-	-9+Δ	-9	-17+Δ	0	-26	-34	-43				-48
50	65										Отклонения, как для квалитетов свыше						-54
65	80	+13	+18	+28	-2+Δ	-	-11+Δ	-11	-20+Δ	0	-32	-41	-53				-66
80	100										7-го, увеличен- ные на Δ						-75
100	120	+16	+22	+34	-3+Δ	-	-13+Δ	-13	-23+Δ	0	-37	-51	-71				-91
120	140																-104
140	160	+18	+26	+41	-3+Δ	-	-15+Δ	-15	-27+Δ	0	-43	-63	-92				-122
160	180																-134
180	200																-146
200	225	+22	+30	+47	-4+Δ	-	-17+Δ	-17	-31+Δ	0	-50	-77	-122				-166
225	250																-180
																	-196

Отклонения,
как для
квалитетов
свыше
7-го,
увеличен-
ные на
Δ

таблица 3 (извлечение 3)

Интервал размеров, мм	Основные отклонения										Δ, мкм								
	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC											
									для квалитетов свыше 7-го										
									Верхнее отклонение ES										
Свыше	До																		
-	3 ^{1.5}	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60			3	4	5	6	7	8		
3	6	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80			1	1.5	1	3	4	6		
6	10	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97			1	1.5	2	3	6	7		
10	14	-33	-	-40	-	-50	-64	-90	-130			1	2	3	3	7	9		
14	18	-39	-39	-45	-	-60	-77	-108	-150										
18	24	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188			1.5	2	3	4	8	12		
24	30	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218										
30	40	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274			1.5	3	4	5	9	14		
40	50	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325										
50	65	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405			2	3	5	6	11	16		
65	80	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480										
80	100	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585			2	4	5	7	13	19		
100	120	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690										
120	140	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800										
140	160	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900			3	4	6	7	15	23		
160	180	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000										
180	200	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150										
200	225	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250			3	4	6	9	17	26		
225	250	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350										

1-2 См. табл. 2 (извлечение 2) на с. 140.

3 Для определения значений отклонений H, M и N до 8-го квалитета (включительно) и отклонений от P до ZC до 7-го квалитета (включительно) следует использовать величины Δ в графах справа.

4 Специальные случаи: для поля допуска M6 в интервале размеров от 250 до 315 мм ES = -9 мкм (вместо -11 мкм); поле допуска M8 предусмотрено лишь для размеров свыше 3 мм.

5 Основное отклонение N для квалитетов до 8-го не предусмотрено для размеров менее 1 мм.

Учебное издание

Таратина Екатерина Петровна

Допуски, посадки и технические измерения

Теоретические основы профессиональной деятельности

Учебное пособие

Ответственный редактор *А.И. Голосов*

Редактор-корректор *Н.А. Девдариани*

Художник *М.М. Иванов*

Технический редактор *Е.Ф. Семенова*

Макет и верстка *О.Ю. Ильина*

Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93. Код 953000

Подписано в печать 18.07.2005. Формат 70х90/16.

Гарнитура FranklinGothicBookC. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Печ. л. 9,0. Тираж 10 000 экз. (1–5000). Тип. зак. № 2538.

Издательство «Академкнига/Учебник»

117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 90, оф. 602

Тел./факс: (095) 334-76-21, 429-92-68

E-mail: academuch@maik.ru

Отпечатано в ОАО «Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР»,
170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, 46.

