


ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВАЛУЙСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»

Согласовано:

заместитель директора по УМР

ОГАПОУ «ВИТ»

 /Рябинин А.Н./

**Комплект контрольно-оценочных средств
по учебной дисциплине**

ОП.04 «Допуски и технические измерения»

для обучающихся по профессии:

15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике

г. Валуйки

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) среднего профессионального образования по профессии: 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике по учебной дисциплине «Допуски и технические измерения»

Рассмотрено:

на заседании ЦМК

Протокол № 1 от 31 08 2020г.

Председатель  Зайцев С.Е.

Организация-разработчик: ОГАПОУ «Валуйский индустриальный техникум»

Разработчик: Звягинцев В.А., преподаватель

СОДЕРЖАНИЕ

1. <u>Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств</u>	4
2. <u>Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке</u>	5
3. <u>Оценка освоения учебной дисциплины</u>	9
3.1. <u>Формы и методы оценивания</u>	9
4. <u>Контрольно-оценочные материалы для итоговой аттестации по учебной дисциплине</u>	12

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Допуски и технические измерения». обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии 15.01.20. Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями:

Уметь:

1. Применять требования нормативных документов к основным видам продукции и процессов.
2. Применять документацию систем качества.
3. Использовать контрольно-измерительные приборы.

Знать:

1. Систему допусков и посадок.
2. Правила подбора средств измерений .
3. Основные понятия и определения метрологии, стандартизации, сертификации.
4. Виды и способы технических измерений.

Формой аттестации по учебной дисциплине является дифференцированный зачёт.

2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

2.1. В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций:

Таблица 1.1

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата Следует сформулировать показатели Раскрывается содержание работы	Форма контроля и оценивания Заполняется в соответствии с разделом 4 УД
<p>ОК. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес</p> <p>У1. Применять требования нормативных документов к основным видам продукции и процессов.</p>	<p>При решении задач различные методы нахождения неизвестных величин</p>	<p>Наблюдение и оценка выполнения лабораторных и практических работ, оценка решения задач</p>

<p>ОК. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество</p> <p>У2. Применять документацию систем качества.</p>	<p>Проектирование индивидуальных схем электроснабжения</p>	<p>Наблюдение и оценка выполнения лабораторных и практических работ</p>
<p>ОК. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.</p> <p>У3. Использовать контрольно-измерительные приборы.</p>	<p>Решение задач с помощью эквивалентного преобразования</p>	<p>Наблюдение и оценка выполнения лабораторных и практических работ, оценка решения задач</p>

Знать:

Систему допусков и посадок.	Определять предельные размеры, допуски и посадки.	Наблюдение и оценка выполнения лабораторных и практических работ, оценка решения задач
Правила подбора средств измерений .	Правильно выполнять выбор средств измерений.	Наблюдение и оценка выполнения лабораторных и практических работ, оценка решения задач
Основные понятия и определения метрологии, стандартизации, сертификации.	Определение метрологических показателей средств измерений.	Наблюдение и оценка выполнения лабораторных и практических работ, оценка решения задач
Виды и способы технических измерений.	Правильно выбирать способы технических измерений.	Наблюдение и оценка выполнения лабораторных и практических работ, оценка решения задач

ОК. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний		
--	--	--

3. Оценка освоения учебной дисциплины:

3.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине «Допуски и технические измерения», направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Имеют место текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачёта.

**Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам
Формы и методы контроля**

Элемент учебной дисциплины	Текущий контроль			Рубежный контроль		Промежуточная аттестация
	Форма контроля	Проверяемые ОК,	Проверяемые ОК, У, З	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З	
Допуски и технические измерения						Проверяемые ОК, У, З
Тема 1.1 Основы стандартизации и качества машин и механизмов.	Устный опрос Практическое занятие №1 Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У3, ОК3- ОК7, 32, 33	ОК 1-7, У1-3, 31-4			ОК 1-7, У1-3, 31-4
Тема 1.2 Взаимозаменяемость деталей, узлов и механизмов.	Устный опрос Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, 3 1, 32, 33, ОК 3, ОК 7				
Тема 1.3 Основные понятия по метрологии.	Устный опрос Практическое занятие №2 Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, 3 1, 32, 33, ОК 3, ОК 7				
Тема 1.4 Средства измерения и контроля линейных размеров	Устный опрос Практическое занятие №3 Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, 3 1, 32, 33, ОК 3, ОК 7				
Тема 1.5 Средства измерения и контроля угловых величин .	Устный опрос Практическое занятие №4 Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, 3 1, 32, 33, ОК 3, ОК 7				

Тема 1.6 Средства измерения и контроля волнистости и шероховатости	Устный опрос Практическое занятие №5 Тестирование Самостоятельная работа:	У1-5 З1-34 ОК1-10				
Тема 1.7 Допуски и посадки гладких цилиндрических деталей и соединений.	Устный опрос Практическое занятие №6 Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, З1, З2, З3, ОК3, ОК7				
Тема 1.8 Допуски углов и посадки конусов.	Устный опрос Практическое занятие №7 Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, З1, З2, З3, ОК3, ОК7				
Тема 1.9 Допуски и посадки резьбовых деталей и соединений.	Устный опрос Практическое занятие №8 Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, З1, З2, З3, ОК3, ОК7				
Тема 1.10 Допуски, посадки и контроль шпоночных и шлицевых деталей и соединений.	Устный опрос Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, З1, З2, З3, ОК3, ОК7				
Тема 1.11 Допуски и контроль зубчатых колёс и передач.	Устный опрос Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, З1, З2, З3, ОК3, ОК7				
Тема 1.12 Допуски размеров, входящих в размерные цепи.	Устный опрос Тестирование Самостоятельная работа:	У1, У2, З1, З2, З3, ОК3, ОК7				

4. Контрольно- оценочные материалы для итоговой аттестации

Задание для проведения дифференцированного зачёта.

Дифференцированный зачет

По учебной дисциплине «Допуски и технические измерения».

Вариант- 1

1. Погрешности измерений вызывают:
 - А. Отклонение размеров от заданных.
 - Б. Изменения в конструкции.
 - В. Изменения в чертежах.
2. Источник технических требований предъявляемых к детали:
 - А. Маршрутная техническая карта.
 - Б. Чертёж.
 - В. Результат измерений.
3. Единица измерения линейных размеров на чертежах:
 - А. Миллиметры.
 - Б. Сантиметры.
 - В. Метры.
4. Действительный размер детали устанавливается:
 - А. Расчётом.
 - Б. Измерением.
 - В. Сравнением двух деталей.
5. Как называется графическое изображение допуска:
 - А. Допуском.
 - Б. Полем допуска.
 - В. Прямоугольником.
6. В каком случае у детали типа «отверстие» дефект исправим:
 - А. Размер отверстия больше требуемого.
 - Б. Размер отверстия меньше требуемого.
7. Может ли деталь с действительным размером равным номинальному, оказаться бракованной:
 - А. Да.
 - Б. Нет.
8. В каком случае при соединении отверстия и вала получается посадка с натягом:
 - А. Вал меньше отверстия.
 - Б. Вал больше отверстия.
9. Какой вид измерений используется при контроле расстояния между центрами двух отверстий:
 - А. Прямой.
 - Б. Косвенный.
10. При каком типе производства изделий выгодно использовать калибры:
 - А. Единичном .
 - Б. Массовом

Ответы на вопросы: Вариант – 1

1. А
2. Б
3. А
4. Б
5. А
6. В
7. Б
8. Б
9. А
- 10.Б

Вариант- 2

1. Как называется часть микрометра, подводящая микровинт к детали при измерении:
А. Трещотка.
Б. Барабан.
2. Инструмент для контроля отверстий с высокой степенью точности:
А. Штангенциркуль.
Б. Микрометрический нутромер.
3. Каким измерительным средством является штангенциркуль:
А. Универсальным.
Б. Специальным.
4. Какой инструмент используется для измерения отклонений от горизонтального или вертикального расположения :
А. Угломер.
Б. Уровень.
5. С какой целью используются конические калибры:
А. Для контроля годности размеров.
Б. Для контроля величины размеров.
6. По какому параметру осуществляется центрирование шпоночного соединения:
А. По наружному диаметру.
Б. По внутреннему диаметру .
7. Укажите, что определяет размерная цепь:
А. Взаимное расположение поверхностей деталей.
Б. Размеры деталей.
8. Как называется звено, получаемое при сборки последним:
А. Составляющее.
Б. Замыкающее.
9. Какое отклонение от округлости может иметь поверхность цилиндрической детали в поперечном сечении:
А. Конусность.
Б. Овальность.
В. Изогнутость.
10. Что понимается под понятием шероховатости:
А. Совокупность микронеровностей на поверхности деталей.
Б. Способность сцепления поверхности с покрытиями.

Ответы на вопросы: Вариант – 2

1. Б
2. Б
3. А
4. Б
5. А
6. Б
7. Б
8. Б
9. Б
10. А

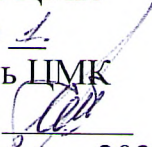
Вариант- 3


1. Название размера, полученного конструктором при расчётах на прочность:
 - А. Наибольший предельный размер.
 - Б. Номинальный размер.
 - В. Наименьший предельный размер.
2. Какие из показателей характеризуют качество продукции:
 - А. Надёжность.
 - Б. Количество.
 - В. Долговечность.
3. С какой целью используются щупы при контроле отклонений от прямолинейности:
 - А. Чтобы определить величину зазора между контролируемой поверхностью и плоскостью.
 - Б. Для того чтобы ликвидировать дефект.
4. Что является главной характеристикой шероховатости поверхности:
 - А. Отражающая способность.
 - Б. Геометрическая величина.
5. К какому виду измерений относятся измерения элементов резьбы с помощью микроскопа:
 - А. К контактному.
 - Б. К бесконтактному.
6. Какой вид штангенциркуля снабжён линейкой глубиномера:
 - А. ШЦ- I.
 - Б. ШЦ- II.
 - В. ШЦ- III.
7. С помощью какой шкалы угломера определяют полное число градусов:
 - А. Основания.
 - Б. Нониуса.
8. Какой инструмент используется для контроля размеров зубьев зубчатых колёс:
 - А. Штангензубомер.
 - Б. Микрометр.
9. Зависит ли величина погрешности от числа зубьев в цепи:
 - А. Да.
 - Б. Нет.
10. Погрешности измерения вызывают:
 - А. Отклонения размеров от заданных.
 - Б. Изменения в конструкции.
 - В. Изменения в чертежах.

Ответы на вопросы: Вариант – 3

1. Б
2. А
3. Б
4. Б
5. Б
6. Б
7. Б
8. Б
9. А
- 10.А

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВАЛУЙСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

РАССМОТРЕНО:
на заседании ЦМК
Протокол № 1
Председатель ЦМК
С. Е. Зайцев 
" 31 " 08 2020 г.

СОГЛАСОВАНО
Зам. директора
А. В. Кошман 
" 31 " 08 2020 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ОП.04. Допуски и технические измерения
Профессия: 15.01.20. Слесарь по контрольно-измерительным приборам и
автоматике.
Группа КИП**

Разработчик:
Преподаватель
В. А. Звягинцев

2020 г.

Содержание

Введение

Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы студентов составлены в соответствии с содержанием рабочей программы ОП.04 Допуски и технические измерения, разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта, (далее ФГОС), программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих (ППКРС), по профессии **15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике**. Общий объем времени, отведенный на выполнение самостоятельной работы, составляет в соответствии с учебным планом и рабочей программой – 5 часов.

Методические указания призваны помочь студентам правильно организовать самостоятельную внеаудиторную работу и рационально использовать свое время при овладении содержанием ОП.04 Допуски и технические измерения, закреплении теоретических знаний и умений. Все задания в методической разработке носят практико-ориентированный характер. Самостоятельная работа направлена на освоение студентами следующих результатов обучения согласно ФГОС программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих (ППКРС) по профессии **15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике**.

умения:

- контролировать качество выполняемых работ.

знания:

- системы допусков и посадок, точности обработки, квалитетов, классов точности;
- допусков и отклонений формы и расположений поверхностей.

Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы содержат методические рекомендации для студентов по конкретным видам самостоятельной работы, показатели оценки выполнения заданий, задания различных видов по каждой теме ОП.04 Допуски и технические измерения.

В таблице представлена тематика внеаудиторной самостоятельной работы по темам и разделам дисциплины в соответствии с рабочей программой ОП.04 Допуски и технические измерения.

Таблица 1 Нагрузка на выполнение внеаудиторной самостоятельной работы

Название раздела и темы дисциплины

Внеауди-торная нагрузка в часах

Раздел 1 Основные понятия о размерах, допусках и посадках

1

Тема 1.1 Основные сведения о размерах и сопряжениях

1

Тема 1.2 Допуски и посадки различных соединений

1

Тема 1.3 Допуски формы и расположения поверхностей

1

Раздел 2 Технические измерения

1

Тема 2.1 Технические измерения

Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине «Допуски и технические измерения»

- Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы.
- Самостоятельное изучение материала и конспектирование лекций по учебной и специальной технической литературе.
- Подготовка презентаций по заданной преподавателем теме (с учетом использования Интернет-ресурсов).
- Подготовка к сообщению или беседе на занятии по заданной преподавателем теме.
- Выполнение практических работ.

- Работа со справочной литературой.
- Оформление отчетов по практическим работам, и подготовка к их защите.
- Подготовка к дифференцированному зачёту.

Методические рекомендации для студентов по конкретным видам самостоятельной работы:

1. Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы

2. Подготовка к дифференцированному зачёту

1. Внимательно прочитайте материал по конспекту, составленному на учебном занятии.
2. Прочитайте тот же материал по учебнику, учебному пособию.
3. Постарайтесь разобраться с непонятным, в частности новыми терминами. Часто незнание терминологии мешает студентам воспринимать материал на теоретических и практических занятиях на должном уровне.
4. Ответьте на контрольные вопросы для самопроверки, имеющиеся в учебнике или предложенные преподавателем.
5. Кратко перескажите содержание изученного материала «своими словами».
6. Заучите «рабочие определения» основных понятий.

Показатели оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы:

- обоснованность и правильность изложения ответа на вопрос преподавателя по проверяемой теме дисциплины;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач или ответе на практико-ориентированные вопросы.

3. Самостоятельное изучение материала и конспектирование лекций по учебной и специальной технической литературе

1. При подготовке задания используйте рекомендуемые по данной теме учебники, техническую литературу, материалы электронных библиотек или другие Интернет-ресурсы.
2. Внимательно прочитайте материал, по которому требуется составить конспект.
3. Постарайтесь разобраться с непонятными, в частности новыми терминами и понятиями.
4. Кратко перескажите содержание изученного материала «своими словами».
5. Составьте план конспекта, акцентируя внимание на наиболее важные моменты текста.
6. В соответствии с планом выпишите по каждому пункту несколько основных предложений, характеризующих ведущую мысль описываемого пункта плана.

Показатели оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы:

- краткое изложение (при конспектировании) основных теоретических положений темы;
- логичность изложения материала конспекта;
- уровень понимания изученного материала.

4. Подготовка к сообщению или беседе на занятии по заданной преподавателем теме

1. Выберите тему из предложенной преподавателем тематики сообщений. Вы можете самостоятельно предложить тему с учетом изучаемого теоретического материала.
2. При подготовке сообщения используйте техническую литературу по выбранной теме, электронные библиотеки или другие Интернет-ресурсы.
3. Сделайте цитаты из книг и статей по выбранной теме (обратите внимание на непонятные слова и выражения, уточните их значение в справочной литературе).
4. Проанализируйте собранный материал и составьте план сообщения, акцентируя внимание на наиболее важных моментах.
5. Напишите основные положения сообщения в соответствии с планом, выписывая по каждому пункту несколько предложений.
6. Перескажите текст сообщения, корректируя последовательность изложения материала.

Показатели оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы:

- полнота и качество информации по заданной теме;
- свободное владение материалом сообщения;
- логичность и четкость изложения материала;

5. Выполнение практических заданий

6. Работа со справочной литературой

1. Внимательно прочитайте теоретический материал - конспект, составленный на учебном занятии. Если требуется, выпишите формулы из конспекта по изучаемой теме.
2. Обратите внимание, как выполнялось аналогичное задание на занятии с помощью преподавателя.
3. Выпишите ваш вариант задания.
4. Выполните предложенную задачу, используя выписанные формулы и конспект лекций.
5. В случае необходимости воспользуйтесь справочными данными.
6. Проанализируйте полученный результат (сопоставив известные теоретические положения в специальной литературе и конспекте лекций с полученным результатом). Например, после расшифровки марки или выбора марки стали для конструкции или инструмента сравните ваш результат с марочником стали или электронными справочниками, просмотрите рекомендуемую литературу по данной теме.
7. Выполнение задания должно сопровождаться необходимыми пояснениями (теоретическим обоснованием) при необходимости ссылаясь на справочную и специальную литературу. Расчётные формулы приводите на отдельной строке, выделяя из текста, с указанием размерности величин. Формулы записывайте сначала в общем виде (буквенное выражение), затем подставляйте числовые значения без указания размерностей, после чего приведите конечный результат расчётной величины.

Показатели оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы:

- грамотная запись условия задания и ее решения;
- грамотное использование формул (при необходимости);
- грамотное использование справочной литературы;
- точность и правильность результатов;
- обоснование выполнения задания.

7. Оформление отчетов по практическим работам и подготовка к их защите

1. Обратитесь к методическим указаниям по проведению практических работ и оформите работу, указав название, цель и краткий порядок проведения работы.
2. Повторите основные теоретические положения по теме практической работы, используя конспект лекций или методические указания.
3. Сформулируйте выводы по результатам работы, выполненной на учебном занятии.
4. Подготовьтесь к защите выполненной работы: повторите основные теоретические положения и ответьте на контрольные вопросы, представленные в методических указаниях по проведению практических работ.

8. Рекомендации по созданию презентаций

Электронная презентация – это электронный документ, представляющий собой набор слайдов, предназначенный для демонстрации аудитории.

Целью любой презентации является визуальное представление замысла автора, максимально удобное для восприятия конкретной аудиторией и побуждающее ее на позитивное взаимодействие с объектом и/или автором презентации. Электронная презентация должна показать то, что трудно объяснить на словах.

Задачи презентации:

1. привлечь внимание аудитории;
2. включать всю необходимую информацию, достаточную для восприятия аудиторией без пояснений;

3. предоставлять информацию аудитории максимально комфортно;
4. обратить внимание аудитории на наиболее существенные информационные разделы.
Электронная презентация, выполненная в среде Microsoft PowerPoint или ее аналогах – удобный способ преподнести. Основным преимуществом презентации является возможность демонстрации текста, графики (фотографий, рисунков, схем), анимации и видео в любом сочетании без необходимости переключения между различными приложениями – программой для просмотра изображений, видеопроигрывателем и т.д.

При подготовке презентации необходимо уделить определенное внимание **оформлению слайдов**:

1. Фон. Шрифт.

Лучший контраст – это чёрный текст (и вообще изображение) на белом фоне. Фон и текст (изображение) должны быть максимально контрастны. Следует избегать излишне ярких цветов. Выделение в тексте должно быть обусловлено необходимостью. Предпочтительнее выделение за счет толщины линий, размера шрифта, подчеркивания, формы точек (график). Оптимальный шрифт – семейство Arial. Текст должен быть хорошо читаемым с последнего ряда. Избегать делать большие текстовые вставки.

2. Таблицы. Графики.

Текст на графиках и в таблицах и подписи на осях должны хорошо читаться. Стараться избегать чрезмерно большого количества кривых на одном графике. Стараться избегать помещать «вставки» в графики и картинки. Каждая иллюстрация должна нести определенный смысл: упоминаться в докладе или нести разъяснительную информацию. График и фон должны быть контрастными и четкими. Стараться избегать использовать отсканированные или перефотографированные изображения, если есть возможность получить первоначальный вариант (теряется резкость изображения). Не пренебрегать использованием графических редакторов.

3. Видеоматериалы. Анимация.

Видеоматериалы (видеофайлы) лучше использовать в несжатом формате или в стандартном MPEG I. Использование других кодеров (DivX, Xvid, WMV и пр.) может привести к тому, что видео не будет корректно воспроизводиться на компьютере, на котором проводится презентация. Использовать несжатое видео. Иметь копию видеофайла отдельным файлом, не включенным в презентацию. Необходимо минимизировать количество анимации. Использование эффектов анимации должно быть оправдано.

4. Прочие особенности оформления.

Слайды должны быть пронумерованы. Слайд должен иметь заголовок. Презентация должна иметь однородной по оформлению дизайн. Необходимо проверить орфографию и научную грамотность написанного текста.

Объём презентации ограничивается 12-15 слайдами.

Показатели оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы

- оформление практических работ в соответствии с требованиями, описанными в методических указаниях;
- качественное выполнение всех этапов работы;
- необходимый и достаточный уровень понимания цели и порядка выполнения работы;
- правильное оформление выводов работы;
- обоснованность и четкость изложения ответа на контрольные вопросы к работе.

Самостоятельная работа студентов оценивается преподавателем по критериям, представленным ниже.

Критерии оценки самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов оценивается согласно следующим критериям:

Оценка «5» выставляется студенту, если:

- тематика работы соответствует заданной, студент показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;
- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;
- объем работы соответствует заданному;
- работа выполнена точно в сроки, указанные преподавателем.

Оценка «4» выставляется студенту, если:

- тематика работы соответствует заданной, студент допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе;
- работа оформлена с неточностями в оформлении;
- объем работы соответствует заданному или чуть меньше;
- работа сдана в сроки, указанные преподавателем, или позже, но не более, чем на 1-2 дня.

Оценка «3» выставляется студенту, если:

- тематика работы соответствует заданной, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или тематика изложена нелогично, не четко представлено основное содержание вопроса;
- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного;
- работа сдана с опозданием в сроках на 5-6 дней.

Оценка «2» выставляется студенту, если:

- не раскрыта основная тема работы;
- работа оформлена не в соответствии с требованиями преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному;
- работа сдана с опозданием в сроках больше 7 дней.

Задания для самостоятельной работы студентов

Раздел 1 Основные понятия о размерах, допусках и посадках

Тема 1.1 Основные сведения о размерах и сопряжениях

Цель: закрепить и обобщить теоретические знания и практические умения по основным сведениям о линейных размерах, допусках линейных размеров и сопряжениям.

Задание:

1. Проработка конспектов занятий, учебной и специальной литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленных преподавателем).

2. Подготовить конспект по темам: «Аттестация качества продукции»; «Посадки в системе отверстия и в системе вала».

Тема 1.2 Допуски и посадки различных соединений

Цель: закрепить и обобщить теоретические знания и практические умения о посадках.

Задание:

1. Проработка конспектов занятий, учебной и специальной литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленных преподавателем).
2. Подготовка к практическому занятию с использованием методических рекомендаций, оформление отчета и подготовка к защите на тему: «Расчет допусков и посадок с зазором гладких цилиндрических соединений».
3. Подготовка к практическому занятию с использованием методических рекомендаций, оформление отчета и подготовка к защите на тему: «Расчет допусков и посадок с натягом гладких цилиндрических соединений».
4. Подготовка к практическому занятию с использованием методических рекомендаций, оформление отчета и подготовка к защите на тему: «Расчет допусков и переходных посадок гладких цилиндрических соединений».
5. Подготовка к практическому занятию с использованием методических рекомендаций, оформление отчета и подготовка к защите на тему: «Расчет посадки резьбового соединения».
6. Подготовка к практическому занятию с использованием методических рекомендаций, оформление отчета и подготовка к защите на тему: «Расчет посадки шлицевого соединения».

Тема 1.3 Допуски формы и расположения поверхностей

Цель: закрепить и обобщить теоретические знания и практические умения об отклонениях поверхностей и формы поверхностей деталей машин.

Задание:

1. Проработка конспектов занятий, учебной и специальной литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленных преподавателем).
2. Подготовить конспект по теме: «Влияние шероховатости на эксплуатационные свойства деталей».

Раздел 2 Технические измерения

Тема 2.1 Технические измерения

Цель: закрепить и обобщить теоретические знания и практические умения о технических измерениях.

Задание:

1. Проработка конспектов занятий, учебной и специальной литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленных преподавателем).
2. Подготовка к практическому занятию с использованием методических рекомендаций, оформление отчета и подготовка к защите на тему: «Измерение размеров деталей гладких цилиндрических соединений».
3. Подготовить конспект по теме: «Набор для ВИК».
4. Подготовка к дифференцированному зачету: повторение тем, изученных за весь курс обучения.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Зайцев, С.А. Допуски и технические измерения: учебник для нач. проф. образования / С.А. Зайцев, А.Д. Куранов, А.Н. Толстов. – 10-е изд., стер. М.: Академия, 2017. 256 с.

Дополнительная:

1. Допуски и технические измерения: Контрольные материалы: учеб. пособие для нач. проф. образования / Т. А. Багдасарова. — М.: ИЦ «Академия», 2018. — 64 с.
2. Багдасарова Т. А. Допуски и технические измерения: Лабораторно-практические работы: учеб. пособие для нач. проф. образования /. — М.: ИЦ «Академия», 2018. — 64 с.
3. Багдасарова . Т. А. Допуски и технические измерения: раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования. — М.: ИЦ «Академия», 2018. — 80 с.

Интернет-ресурсы

1. <http://www.metrob.ru/>

Нормативные документы:

- ГОСТ 2.307- 2011 «ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений».
- ГОСТ 2.308- 2011 «ЕСКД. Указание допусков формы и расположения поверхностей».
- ГОСТ 2.309-73 «ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей».
- ГОСТ 2.311-68 «ЕСКД. Изображение резьбы».
- ГОСТ 2.313-82 «ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений».
- ГОСТ 2.318-81 «ЕСКД. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий» (с Изменениями № 1).
- ГОСТ 2.320-82 «ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов».
- ГОСТ 25346-89 «Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений».
- ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. Обозначение».
- РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВАЛУЙСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

РАССМОТРЕНО:

на заседании ЦМК

Протокол № 1

Председатель ЦМК

С. Е. Зайцев

" 30 " 09 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора

А. В. Кошман 

" 30 " 09 2020 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

ОП.04. Допуски и технические измерения

**Профессия: 15.01.20. Слесарь по контрольно-измерительным приборам и
автоматике.**

Группа 5КИП

Разработчик:
Преподаватель
В. А. Звягинцев

2020 г.

Содержание:

Пояснительная записка - стр. 3

Практическая работа № 1 - стр. 4

Практическая работа № 2 - стр. 12

Практическая работа № 3 - стр. 20

Практическая работа № 4 - стр. 27

Практическая работа № 5 - стр. 31

Практическая работа № 6 - стр. 38

Список рекомендуемой литературы - стр. 42

Пояснительная записка

Методические рекомендации по дисциплине **ОП.04 Допуски и технические измерения** для выполнения практических работ составлены в соответствии с рабочей программой среднего профессионального образования для профессии 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике. В методических рекомендациях приведено описание 6 практических работ, охватывающих все основные разделы. (Практические работы № 1 и № 2 содержат по четыре (4) часа каждая, а №3, №4, №5, №6 по два (2) часа каждая). Итого шестнадцать (16) часов.

Практические работы активизируют развитие визуально – пространственного мышления, способность студентов к саморазвитию и личностному самоопределению на основе мотивации к обучению и познанию, овладение навыками выполнения практических работ с привлечением различных источников, сформированность умений применять приобретенные знания в будущей профессиональной деятельности. Описание работы включает в себя: номер и наименование работы, указание цели работы, краткие теоретические сведения, а также порядок и пример её выполнения и варианты задания. Перед выполнением практической работы обучающийся должен повторить или изучить материал, относящийся к теме работы, учебной литературы и соответствующим методическим инструкциям. По каждой практической работе обучающийся сдает выполненное и оформленное задание.

Методические указания к выполнению практической работы для студентов

1. К выполнению практической работы необходимо подготовиться до начала занятия, используя рекомендованную литературу и конспект лекций.
2. Студенты обязаны иметь при себе чертежные инструменты, тетрадь.
3. Все этапы практической работы выполняются в соответствии с заданием.
4. При сдаче практической работы необходимо ответить на предложенные преподавателем контрольные вопросы.
5. При оценивании практической работы учитывается следующее:
 1. - качество выполнения работы (точность расчетов, точность размеров);
 2. - качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы (глубина ответов, знание методов выполнения работы, использование специальной терминологии).
6. Если выполненная работа не сдана вовремя (до выполнения следующей работы) по неуважительной причине, оценка за нее снижается.

Практическая работа № 1

Тема: Расчет допусков и посадок с зазором гладких цилиндрических соединений.

Цель работы: 1. Определить предельные отклонения, величины наибольших и наименьших зазоров и натягов по заданным размерам и посадкам по системе СЭВ
2. Построить схему расположения полей допусков по системе СЭВ в соединениях. Предельные отклонения нанести на чертежах.

Теоретическая часть

Поверхности

Детали бывают цилиндрические, плоские, конические, эвольвентные, сложные (шлицевые, винтовые) и др. Кроме того, поверхности бывают сопрягаемые и несопрягаемые. *Сопрягаемые* - это поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы, а сборочные единицы в механизмы. *Несопрягаемые или свободные* - это конструктивно необходимые поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей.

Внутренние цилиндрические поверхности, а также внутренние поверхности с параллельными плоскостями (отверстия в ступицах, шпоночные пазы и пр.) являются охватываемыми. Их условно называют отверстиями. Диаметры отверстий обозначают D . Наружные поверхности являются охватываемыми. Их условно называют *валами* и обозначают d .

Размеры

Размеры выражают числовые значения линейных величин (диаметров, длин и т. д.) и делятся на номинальный, действительные и предельные. В машино- и приборостроении все размеры в технической документации задают и указывают в миллиметрах.

Номинальный размер (обозначают D) - размер, относительно которого определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения.

Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер. Значения номинальных размеров округляют обычно в большую сторону (ГОСТ 6636 - 69).

Действительный размер (D -, d_r) — размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры — два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Больший из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером* (D_{max} , d_{min}) и т. д., а меньший — *наименьшим предельным размером* (D_{min} , d_{max})

Отклонения

Отклонением называют алгебраическую разность между размером (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером. Отклонения отверстий обозначают: для отверстий - E , для валов - e .

Виды отклонений:

Действительное отклонение (E_r , e_r) равно алгебраической разности действительного и номинального размеров:

$$E_r = D_r - D; e_r = d_r - d$$

Предельное отклонение равно алгебраической разности предельного и номинального размеров. Различают верхнее, нижнее и среднее отклонения. *Верхнее отклонение* (ES , es) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров:

$$ES = D_{max} - D; es = d_{min} - D$$

Нижнее отклонение (EI , ei) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров:

$$EI = D_{min} - D; ei = d_{max} - D$$

Среднее отклонение (E_m , e_m) равно полусумме верхнего и нижнего отклонений: $E_m = 0,5(ES + EI)$; $e_m = 0,5(es + ei)$

Понятие о допуске размера

Допуск (T — общее обозначение, TD — отверстия, Td — вала) равен разности наибольшего и наименьшего предельных размеров

$$TD = D_{max} - D_{min};$$

или абсолютной величине алгебраической разности верхнего и нижнего отклонений.

$$TD = ES - EI;$$

$$Td = es - ei.$$

Допуск всегда является положительной величиной независимо от способа его вычисления.

Графическое изображение допусков и отклонений

Принцип графического изображения допусков отдельных деталей (рис. 1).

Нулевая линия — линия, положение которой соответствует номинальному, размеру.

Поле допуска — поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями.

Положение поля допуска относительно номинального размера или нулевой линии определяется одним из двух отклонений — верхним или нижним, которое называют *основным*.

Для схемы, основными отклонениями являются: для поля допуска — отверстия — нижнее отклонение EI ; для поля допуска вала — верхнее отклонение es .

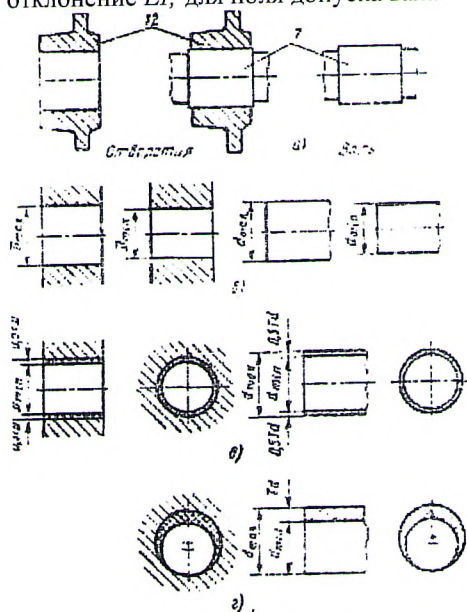


Рис. 1

Предельные отклонения откладывают от нулевой линии, а их численные значения вполне определяют величину и положение поля допуска относительно этой же линии.

Общие сведения о посадках

Характер соединений должен обеспечивать точность положения или перемещения деталей и сборочных единиц, надежность эксплуатации, простоту ремонта машин и приборов, поэтому конструкции соединений могут быть различными и к их характеру могут предъявляться различные требования. В одних случаях необходимо получить подвижное соединение с зазором, в других — неподвижное соединение с натягом.

Зазором S называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, т. е. $S = D - d$

Натягом N называют разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. При подобном соотношении диаметров d и D натяг можно считать отрицательным зазором, т. е.

$$N = -S = -(D - d) = d - D$$

Зазоры и натяги обеспечиваются не только точностью размеров отдельно взятых деталей, но главным образом соотношением размеров сопрягаемых поверхностей — посадкой.

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадки характеризуют свободу относительного перемещения соединенных деталей или их способность сопротивляться взаимному смещению. В зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяют на три группы:

посадки с зазором обеспечивают зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала);

посадки с натягом обеспечивают натяг в соединении (поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия);

переходные посадки дают возможность получать в соединении, как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются).

Посадки с зазором

Посадки с зазором характеризуются предельными зазорами — наибольшим и наименьшим.

Наибольший зазор S_{max} равен разности наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала.

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

Наименьший зазор S_{min} равен разности наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала

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

Формулы можно преобразовать для вычисления S_{max} и S_{min} через отклонения, для чего подставим в формулу значения D_{max} и d_{min} из предыдущих формул:

$$S_{min} = ES - ei$$

Аналогично найдем:

$$S_{max} = EI - es$$

Посадка с натягом.

Посадки с натягом характеризуются предельными натягами.

Наибольший натяг N_{max} равен разности наибольшего предельного размера вала и наименьшего предельного размера отверстия.

Наименьший натяг N_{min} равен разности наименьшего предельного размера вала и наибольшего предельного размера отверстия:

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

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

Предельные натяги, как и предельные зазоры, удобно вычислять через предельные отклонения:

$$N_{min} = es - EI;$$

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

Переходные посадки.

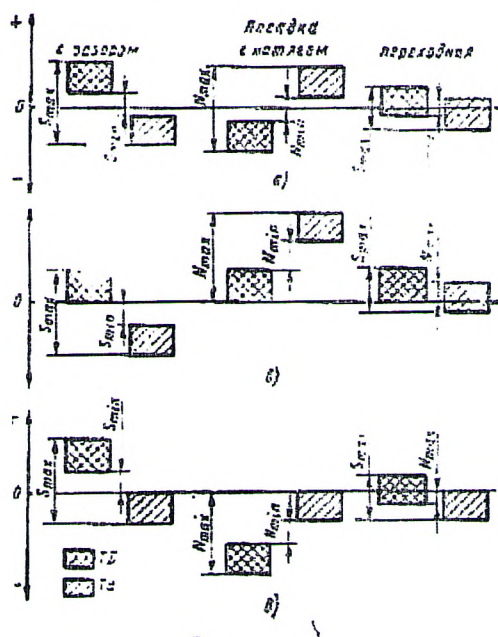
Основной особенностью переходных посадок является то, что в соединениях деталей, относящихся к одним и тем же партиям, могут получаться или зазоры, или натяги. Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами и наибольшими натягами.

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

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

Посадки в системе отверстия и в системе вала

Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, называют основной деталью системы. Это может быть отверстие или вал, имеющие любое основное отклонение. В системе допусков и посадок основными деталями служат отверстия или валы, имеющие основное отклонение, равное нулю. Таким образом, *основная деталь* - это деталь, поле допуска которой является базовым для образования посадок, установленных в данной системе допусков и посадок. *Основное отверстие* — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю $EI = 0$ (см. рис. 2, б).



Р

ис.2

Основное отверстие — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю $EI = 0$ (см. рис. 2, б).

У основного отверстия верхнее отклонение всегда положительное и равно допуску $ES - O = TD$; поле допуска расположено выше нулевой линии и направлено в сторону увеличения номинального размера. *Основной вал* — вал, верхнее отклонение, которое равно нулю $es = 0$ см. рис.2,в). У основного вала $Td = 0 - (-ei) = |ei|$.

Поле допуска расположено ниже нулевой линии и направлено в сторону уменьшения номинального размера.

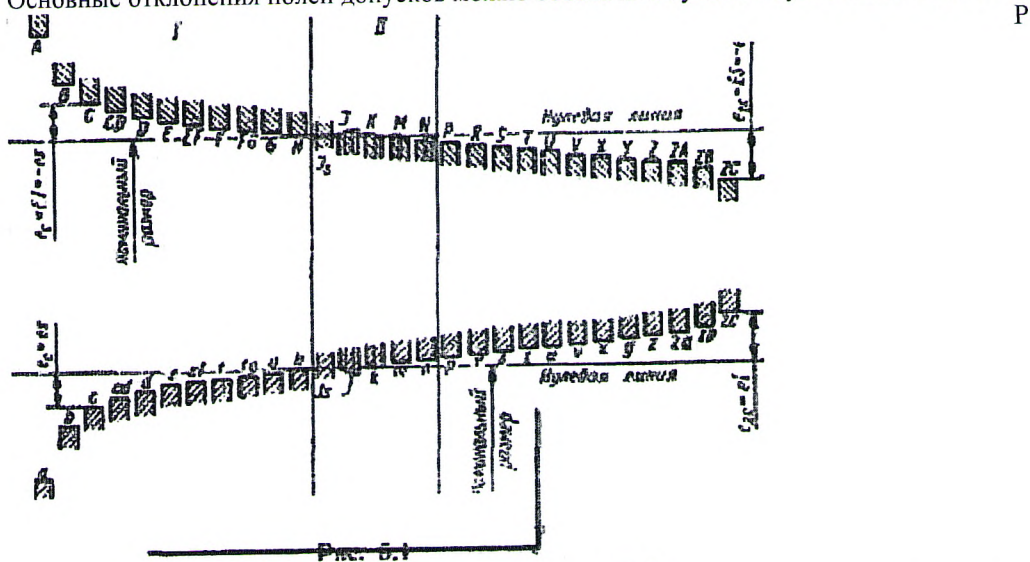
В зависимости от того, какая из двух сопрягаемых деталей является основной, системы допусков и посадок включают два ряда посадок: *посадки в системе отверстия* -различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием (см. рис. 2, б); *посадки в системе вала* — различные зазоры и натяги получаются Соединением различных отверстий с основным валом.

Квалитеты.

В ЕСД для размеров до 10 000 мм установлено 19 квалитетов: 01, 0, 1, 2, ..., 17. В порядке убывания точности допуски квалитетов условно обозначают IT01, IT0, IT2, ..., IT 16, IT 17. Для концевых мер длины: 01, 0, 1; для калибров и особо точных размеров: 2, 3, 4; для сопрягаемых размеров: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13; для несопрягаемых и неотчетливых размеров и припусков: 14, 15, 16, 17.

Образование посадок в ЕСДП

Основные отклонения. Для образования полей допусков в ЕСДП для каждого интервала номинальных размеров установлены ряд допусков из 19 квалитетов и по 28 основных отклонений полей допусков валов и отверстий. Основные отклонения обозначают одной или двумя буквами латинского алфавита — прописными (*A, B, C, CD, D* и т. д.) для отверстий и строчными (*a, b, c, cd, d* и т. д.) для валов. Основные отклонения полей допусков можно обозначать буквой с буквенным индексом.



Основные отклонения отверстий должны допускать образование посадок в системе отверстия и в системе вала с равными зазорами и натягами.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по теме: «Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений».
2. Исходные данные принять по таблице 2 (Приложения).
3. Определить:
 - а) принятую систему данного сопряжения;
 - б) верхние и нижнее отклонения отверстия и вала;
 - в) посадку, основные отклонения и квалитеты отверстия и вала;
 - г) предельные размеры отверстия и вала;
 - д) допуски на изготовление отверстия и вала;
 - е) максимальный и минимальный зазор данного сопряжения;
 - ж) допуск зазора;
- 3) построить схемы полей допусков вала и отверстия;
- и) проставить допуски вала и отверстия на чертежах.
4. Результаты расчетов свести в таблицу 1
5. Подготовить отчет о выполненной работе.

Содержание отчета

1. Краткая теория.
2. Задание с исходными данными.
3. Решение (см. пункты а – ж) с подробным описанием процесса расчета;
4. Схемы полей допусков вала и отверстия.
5. Чертеж вала и отверстия с обозначенными допусками и посадками.
6. Таблица с результатами расчетов.

Пример выполнения задания

Задание. Коленчатый вал двигателя автомобиля ЗИЛ 130 сопрягается с зубчатым колесом. В данном сопряжении диаметр шейки коленчатого вала имеет размер $d = 46^{-0,050}$ мм, а диаметр отверстия зубчатого колеса под коленчатый вал $D = 46^{+0,025}$.

Определить:

1. принятую систему данного сопряжения;
1. верхние и нижнее отклонения отверстия и вала;
2. посадку, основные отклонения и квалитеты отверстия и вала;
3. предельные размеры отверстия и вала;
4. допуски на изготовления отверстия и вала;
5. максимальный и минимальный зазор или натяг данного сопряжения;
6. допуск зазора или натяга;
7. построить схему полей допусков;
8. изобразить обозначение допусков и посадок вала и отверстия на чертежах.

Решение

1. Из условия задачи определяем систему данного сопряжения, т.к. у отверстия нижнее отклонение равно нулю, а верхнее отклонение имеет знак плюс, то система отверстия.

2. Определяем верхнее и нижнее отклонение отверстия и вала:

Для отверстия: $EI = +0,025\text{мм}$, $EJ = 0\text{мм}$

Для вала: $es = 0,025\text{мм}$, $ei = -0,050\text{мм}$

3. Определяем квалитеты и основные отклонения отверстия и вала:

Для отверстия: основное отклонение H; Квалитет 7

Для вала: основное отклонение f; Квалитет 7

Из этого следует, что посадка с зазором.

4. Определяем предельные размеры отверстия и вала:

Для отверстия:

$$D_{\max} = D + ES = 46 + 0,025 = 46,025\text{мм}$$

$$D_{\min} = D + EJ = 46 + 0 = 46\text{мм}$$

Для вала:

$$d_{\max} = d + es = 46 + (-0,025) = 45,975\text{мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 46 + (-0,050) = 45,950\text{мм}$$

5. Определяем допуски на изготовление отверстия и вала:

Допуск отверстия: $TD = D_m - D_{\min} = 46,025 - 46 = 0,025\text{мм}$

Допуск вала: $Td = d_{\max} - d_{\min} = 45,975 - 45,950 = 0,025\text{мм}$

Выполняем проверку допусков отверстия и вала через отклонение:

Для отверстия: $TD = ES - EJ = 0,025 - 0 = 0,025\text{мм}$

Для вала: $Td = es - ei = (-0,025) - (-0,050) = 0,025\text{мм}$

6. Определяем максимальный и минимальный зазор данного сопряжения:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 46,025 - 45,950 = 0,075\text{мм}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 46 - 45,975 = 0,025\text{мм}$$

7. Определяем допуск зазора:

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,075 - 0,025 = 0,050\text{мм}$$

Выполняем проверку допуска зазора через допуск отверстия и допуск вала:

$$Td = 0,025 + 0,025 = 0,050\text{мм}$$

8. Определяем максимальный и минимальный зазор данного сопряжения:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 46,025 - 45,950 = 0,075\text{мм}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 46 - 45,975 = 0,025\text{мм}$$

9. Определяем допуск зазора:

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,075 - 0,025 = 0,050\text{мм}$$

Выполняем проверку допуска зазора через допуск отверстия и допуск вала:

$$TS = TD + Td = 0,025 + 0,025 = 0,050\text{мм}$$

10. По результатам расчетов заполним таблицу

11. Строим поля допусков для вала и отверстия (рис. 4)

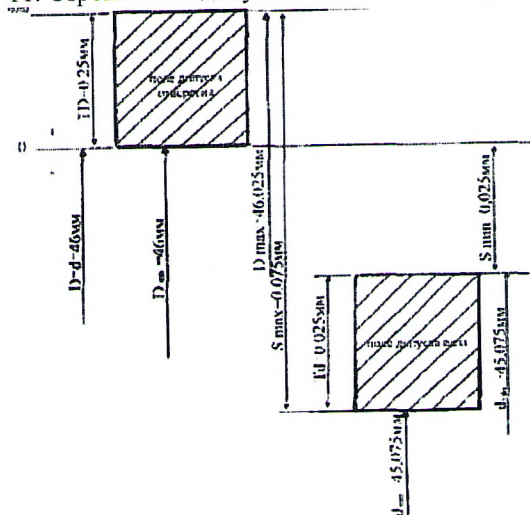


Рис.4

Контрольные вопросы

1. Назвать виды поверхностей.
2. Дать определение поверхности охватываемой и охватывающей.
3. Дать определения номинального, действительного и предельного размеров.
4. Что такое отклонение?
5. Дать определение верхнего, нижнего и среднего отклонений.
6. Что такое допуск на размер?
7. Какие виды посадок вы знаете?
8. Чем характеризуется посадка с зазором?
9. Чем характеризуется посадка с натягом?
10. Чем характеризуется переходная посадка?
11. Что такое зазор?
12. Что такое натяг?
13. Что такое поле допуска?
14. Что показывают на поле допуска.
15. Дать определение нулевой линии.
16. Где откладываются положительные и отрицательные отклонения?
17. Чему соответствует номинальный размер?
18. Как выбирают масштаб при построении поля допуска?
19. Дать определение единой системы допусков и посадок.
20. Какая система допусков и посадок применяется в большинстве стран мира?
21. В чем принципы построения системы допусков и посадок?
22. Какой диапазон размеров охватывает ЕСКД?
23. Что характеризует единица допуска и как ее вычисляют?
24. Что называют качеством точности и что он характеризует?
25. Что такое основное отклонение?
26. Что такое посадка в системе вала?
27. Что такое посадка в системе отверстия?
28. Охарактеризовать методы выбора посадок.

Критерии оценивания выполнения студентами практической работы

Оценка «5» (**отлично**) работа выполнена в полном объеме, точные расчеты; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание не только принципов учебной дисциплины, но и их частных применений, может самостоятельно добывать знания по учебной дисциплине, имеет необходимые практические умения и навыки.

Оценка «4» (**хорошо**) работа выполнена в полном объеме, есть неточности в расчетах; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание принципов учебной дисциплины, но не все их частные применения, может самостоятельно добывать знания, пользуясь литературой, имеет необходимые практические умения, но необязательно навыки.

Оценка «3» (**удовлетворительно**) работа выполнена в полном объеме, наличие ошибок в расчетах; студент показывает неуверенное знание методов выполнения работы. При защите работы показывает знание только основных принципов учебной дисциплины, может самостоятельно добывать знания, частично сформированы умения и навыки.

Оценка «2» (**неудовлетворительно**) работа выполнена не в полном объеме, наличие грубых ошибок в расчетах; студент не знает методов выполнения работы. При защите работы показывает незнание основных принципов учебной дисциплины, частично сформированы умения и навыки.

Практическая работа № 2

Тема: Допуски и посадки с натягом гладких цилиндрических соединений

Цель работы: 1. Определить предельные отклонения, величины наибольших и наименьших натягов по заданным размерам и посадкам по системе СЭВ.
2. Построить схему расположения полей допусков по системе СЭВ в соединениях. Предельные отклонения нанести на чертежах.

Теоретический часть

Поверхности

Детали бывают цилиндрические, плоские, конические, эвольвентные, сложные (шлицевые, винтовые) и др. Кроме того, поверхности бывают сопрягаемые и несопрягаемые. *Сопрягаемые* - это поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы, а сборочные единицы в механизмы. *Несопрягаемые или свободные* – это конструктивно необходимые поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей.

Внутренние цилиндрические поверхности, а также внутренние поверхности с параллельными плоскостями (отверстия в ступицах, шпоночные пазы и пр.) являются охватываемыми. Их условно называют отверстиями. Диаметры отверстий обозначают D . Наружные поверхности являются охватываемыми. Их условно называют *валами* и обозначают d .

Размеры

Размеры выражают числовые значения линейных величин (диаметров, длин и т. д.) и делятся на номинальный, действительные и предельные. В машино- и приборостроении все размеры в технической документации задают и указывают в миллиметрах.

Номинальный размер (обозначают D) – размер, относительно которого определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения.

Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер. Значения номинальных размеров округляют обычно в большую сторону (ГОСТ 6636 - 69).

Действительный размер (D_r, d_r) – размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Большой из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером* (D_{max}, d_{max}) и т. д., а меньший – *наименьшим предельным размером* (D_{min}, d_{min})

Отклонения

Отклонением называют алгебраическую разность между размером (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером. Отклонения отверстий обозначают: для отверстий – E , для валов – e .

Виды отклонений:

Действительное отклонение (E_r, e_r) равно алгебраической разности действительного и номинального размеров:

$$E_r = D_r - D; e_r = d_r - d$$

Предельное отклонение равно алгебраической разности предельного и номинального размеров. Различают верхнее, нижнее и среднее отклонения. *Верхнее отклонение* (ES, es) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров:

$$ES = D_{max} - D; es = d_{max} - D$$

Нижнее отклонение (EI, ei) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров:

$$EI = D_{min} - D; ei = d_{min} - D$$

Среднее отклонение (E_m, e_m) равно полусумме верхнего и нижнего отклонений: $E_m = 0,5(ES + EI); e_m = 0,5(es + ei)$

Понятие о допуске размера

Допуск (T – общее обозначение, TD – отверстия, Td – вала) равен разности наибольшего и наименьшего предельных размеров

$$TD = D_{max} - D_{min}$$

или абсолютной величине алгебраической разности верхнего и нижнего отклонений.

$$TD = ES - EI;$$

$$Td = es - ei.$$

Допуск всегда является положительной величиной независимо от способа его вычисления.

Графическое изображение допусков и отклонений

Принцип графического изображения допусков отдельных деталей (рис. 1).

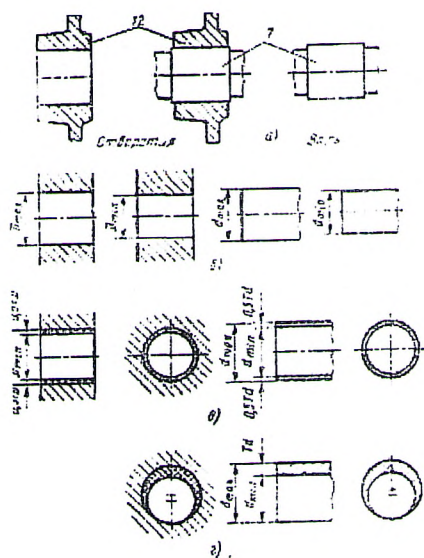


Рисунок 1 – Графическое изображение допусков и отклонений

Нулевая линия – линия, положение которой соответствует номинальному, размеру.

Поле допуска – поле, ограниченное верхними нижним отклонениями.

Положение поля допуска относительно номинального размера или нулевой линии определяется одним из двух отклонений – верхним или нижним, которое называют *основным*.

Для схемы, основными отклонениями являются: для поля допуска отверстия – нижнее отклонение EI ; для поля допуска вала – верхнее отклонение es .

Предельные отклонения откладывают от нулевой линии, а их численные значения вполне определяют величину и положение поля допуска относительно этой же линии.

Общие сведения о посадках

Характер соединений должен обеспечивать точность положения или перемещения деталей и сборочных единиц, надежность эксплуатации, простоту ремонта машин и приборов, поэтому конструкции соединений могут быть различными и к их характеру могут предъявляться различные требования.

В одних случаях необходимо получить подвижное соединение с зазором, в других – неподвижное соединение с натягом.

Зазором S называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, т. е. $S = D - d$

Натягом N называют разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. При подобном соотношении диаметров d и D натяг можно считать отрицательным зазором, т. е.

$$N = -S = -(D-d) = d - D$$

Зазоры и натяги обеспечиваются не только точностью размеров отдельно взятых деталей, но главным образом соотношением размеров сопрягаемых поверхностей – посадкой.

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадки характеризуют свободу относительного перемещения соединенных деталей или их способность сопротивляться взаимному смещению. В зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяют на три группы:

- *посадки с зазором* обеспечивают зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала);
- *посадки с натягом* обеспечивают натяг в соединении (поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия);
- *переходные посадки* дают возможность получать в соединении, как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются).

Посадки с зазором

Посадки с зазором характеризуются предельными зазорами – наибольшим и наименьшим.

Наибольший зазор S_{max} равен разности наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала.

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

Наименьший зазор S_{min} равен разности наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала

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

Формулы можно преобразовать для вычисления S_{max} и S_{min} через отклонения, для чего подставим в формулу значения D_{max} и d_{min} из предыдущих формул:

$$S_{min} = ES - ei$$

Аналогично найдем:

$$S_{max} = EI - es$$

Посадка с натягом

Посадки с натягом характеризуются предельными натягами.

Наибольший натяг N_{max} равен разности наибольшего предельного размера вала и наименьшего предельного размера отверстия.

Наименьший натяг N_{min} равен разности наименьшего предельного размера вала и наибольшего предельного размера отверстия:

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

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

Предельные натяги, как и предельные зазоры, удобно вычислять через предельные отклонения:

$$N_{max} = es - EI;$$

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

Переходные посадки

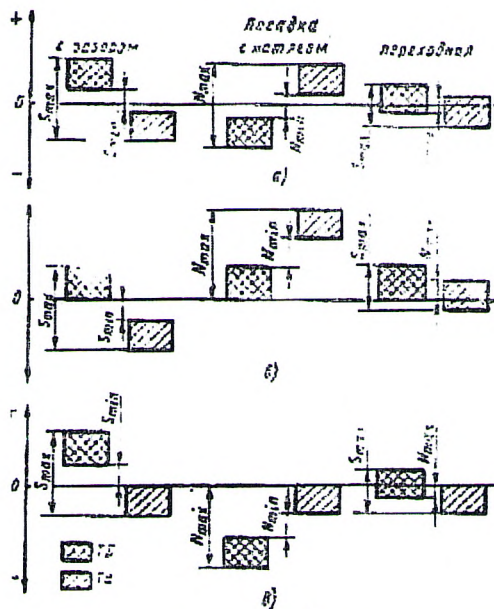
Основной особенностью переходных посадок является то, что в соединениях деталей, относящихся к одним и тем же партиям, могут получаться или зазоры, или натяги. Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами и наибольшими натягами.

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

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

Посадки в системе отверстия и в системе вала

Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, называют *основной деталью системы*. Это может быть отверстие или вал, имеющие любое основное отклонение. В системе допусков и посадок основными деталями служат отверстия или валы, имеющие основное отклонение, равное нулю. Таким образом, *основная деталь* – это деталь, поле допуска которой является базовым для образования посадок, установленных в данной системе допусков и посадок. *Основное отверстие* – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю $EI = 0$ (рис. 2, б).



Р

исунок 2 – Графическое изображение посадок: а – с зазором, с натягом, переходные; б – система отверстия; в – система вала

У основного отверстия верхнее отклонение всегда положительное и равно допуску $ES - O = TD$; поле допуска расположено выше нулевой линии и направлено в сторону увеличения номинального размера.

Основной вал – вал, верхнее отклонение, которое равно нулю $es = 0$ (рис. 2, в). У основного вала $Td = 0 - (-ei) = |ei|$.

Поле допуска расположено ниже нулевой линии и направлено в сторону уменьшения номинального размера.

В зависимости от того, какая из двух сопрягаемых деталей является основной, системы допусков и посадок включают два ряда посадок: *посадки в системе отверстия* – различные зазоры и натяги получаются

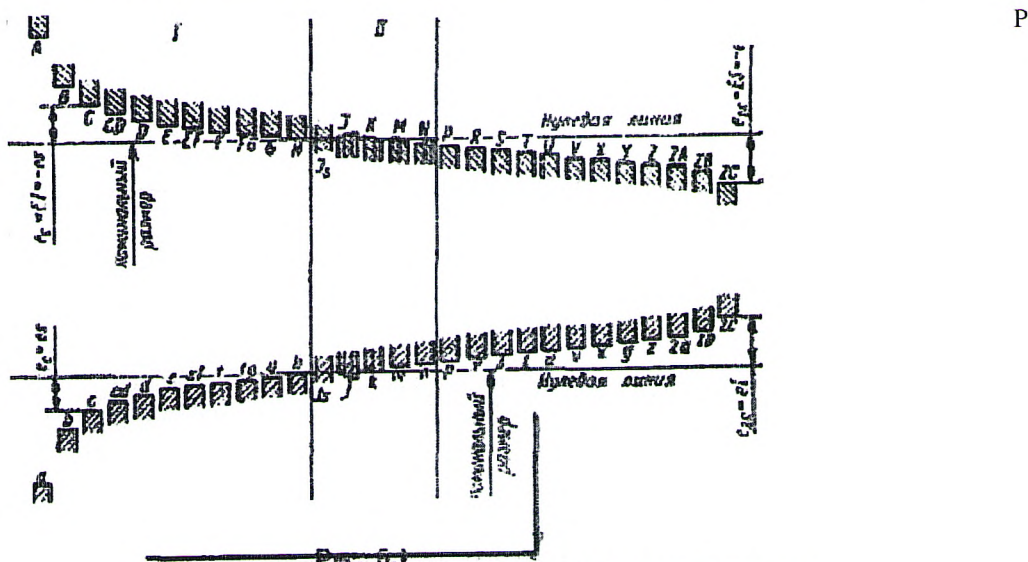
соединением различных валов с основным отверстием (рис. 2, б); посадки в системе вала – различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом.

Квалитеты

В ЕСДП для размеров до 10 000 мм установлено 19 квалитетов: 01, 0, 1, 2, ..., 17. В порядке убывания точности допуски квалитетов условно обозначают IT01, IT0, IT2, ..., IT 16, IT 17. Для концевых мер длины: 01, 0, 1; для калибров и особо точных размеров: 2, 3, 4; для сопрягаемых размеров: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13; для несопрягаемых и неответственных размеров и припусков: 14, 15, 16, 17.

Образование посадок в ЕСДП

Основные отклонения. Для образования полей допусков в ЕСДП для каждого интервала номинальных размеров установлены ряд допусков из 19 квалитетов и по 28 основных отклонений полей допусков валов и отверстий. Основные отклонения обозначают одной или двумя буквами латинского алфавита — прописными (*A, B, C, CD, D* и т.д.) для отверстий и строчными (*a, b, c, cd, d* и т.д.) для валов. Основные отклонения полей допусков можно обозначать буквой с буквенным индексом.



исунок 3 – Образование посадок

Основные отклонения отверстий должны допускать образование посадок в системе отверстия и в системе вала с равными зазорами и натягами.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по теме: «Допуски и посадки с натягом гладких цилиндрических соединений».
2. Исходные данные (см. справочник).
3. Определить:
 - а) принятую систему данного сопряжения;
 - б) верхние и нижнее отклонения отверстия и вала;
 - в) посадку, основные отклонения и квалитеты отверстия и вала;
 - г) предельные размеры отверстия и вала;
 - д) допуски на изготовление отверстия и вала;
 - е) максимальный и минимальный зазор данного сопряжения;
 - ж) допуск зазора;
- 3) построить схемы полей допусков вала и отверстия;
- и) проставить допуски вала и отверстия на чертежах.
4. Результаты расчетов свести в таблицу 1
5. Подготовить отчет о выполненной работе.

Содержание отчета

1. Краткая теория.
2. Задание с исходными данными.
3. Решение (см. пункты а – ж) с подробным описанием процесса расчета;
4. Схемы полей допусков вала и отверстия.
5. Чертеж вала и отверстия с обозначенными допусками и посадками.
6. Таблица с результатами расчетов.

Пример выполнения задания

Задание. Коленчатый вал двигателя автомобиля ЗИЛ 130 сопрягается с зубчатым колесом. В данном сопряжении диаметр шейки коленчатого вала имеет размер $d = 63_{-0.019}^0$ мм, а диаметр отверстия зубчатого колеса под коленчатый вал $D = 63_{-0.072}^{-0.042}$ мм.
Определить:

- принятую систему данного сопряжения;
- верхние и нижнее отклонения отверстия и вала;
- посадку, основные отклонения и квалитеты отверстия и вала;
- предельные размеры отверстия и вала;
- допуски на изготовление отверстия и вала;
- максимальный и минимальный натяг данного сопряжения;
- допуск натяга;
- построить схему полей допусков;
- изобразить обозначение допусков и посадок вала и отверстия на чертежах.

Решение

$\text{Ø}63 \frac{S7}{h6}$ – гладкое цилиндрическое соединение, номинальный размер – Ø63.

1. Из условия задачи определяем систему данного сопряжения, т.к. у вала верхнее отклонение равно нулю, а нижнее отклонение имеет знак минус, то система вала:

2. Определяем верхнее и нижнее отклонение отверстия и вала:

Для отверстия: $ES = -0,042$ мм, $EI = -0,072$ мм

Для вала: $es = 0$, $ei = -0,019$ мм

3. Определяем квалитеты и основные отклонения отверстия и вала:

Для отверстия: основное отклонение S; Квалитет 7

Для вала: основное отклонение h; Квалитет 6

Из этого следует, что посадка с натягом.

4. Определяем предельные размеры отверстия и вала:

Для отверстия:

$$D_{\max} = D + ES = 63 + (-0,042) = 62,958 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = D + EI = 63 + (-0,072) = 62,928 \text{ мм}$$

Для вала:

$$d_{\max} = d + es = 63 + 0 = 63 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 63 + (-0,019) = 62,981 \text{ мм}$$

5. Определяем допуски на изготовление отверстия и вала:

Допуск отверстия: $TD = D_{\max} - D_{\min} = 62,958 - 62,928 = 0,03$ мм

Допуск вала: $Td = d_{\max} - d_{\min} = 63 - 62,981 = 0,019$ мм

Выполняем проверку допусков отверстия и вала через отклонение:

Для отверстия: $TD = ES - EI = -0,042 - (-0,072) = 0,03$ мм

Для вала: $Td = es - ei = 0 - (-0,019) = 0,019$ мм

6. Определяем максимальный и минимальный натяг данного сопряжения:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 63 - 62,928 = 0,072 \text{ мм}$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = 62,981 - 62,958 = 0,023 \text{ мм}$$

7. Определяем допуск натяга:

$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 0,072 - 0,023 = 0,049 \text{ мм}$$

Выполняем проверку допуска зазора через допуск отверстия и допуск вала:

$$TN = TD + Td = 0,03 + 0,019 = 0,049 \text{ мм}$$

8. По результатам расчетов заполним таблицу

9. Строим поля допусков для вала и отверстия (рис. 4)

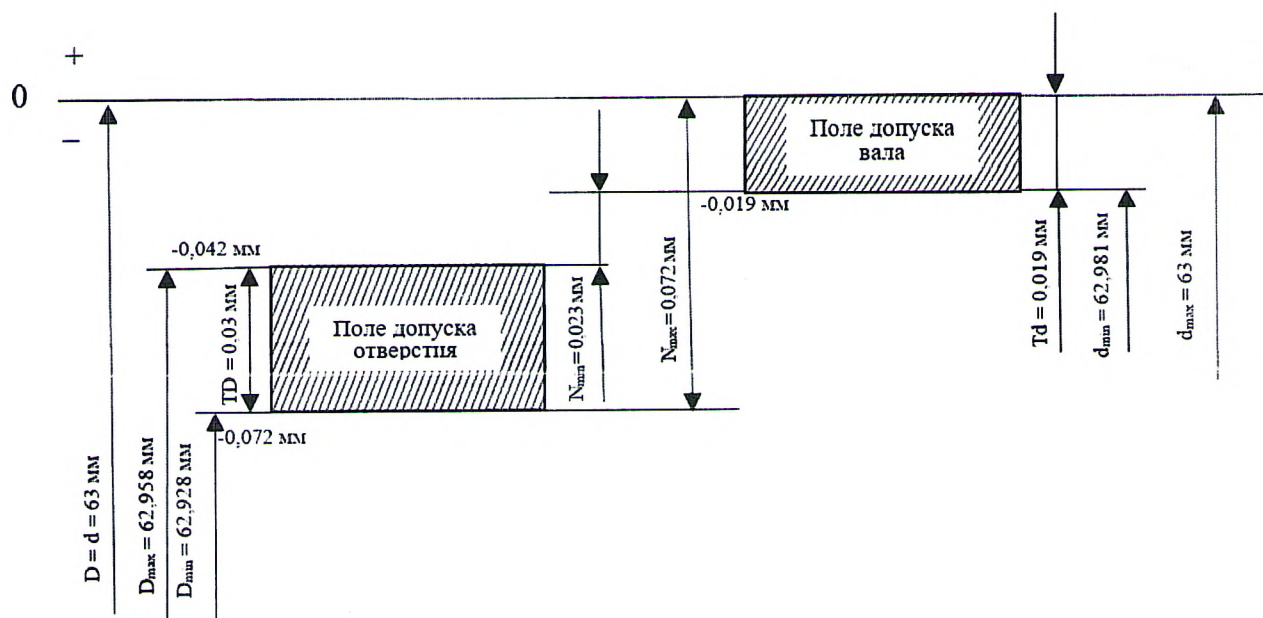


Рисунок 4 – Графическое изображение полей допусков для вала и отверстия

Контрольные вопросы

1. Дать определение поверхности охватываемой и охватывающей.
2. Дать определения номинального, действительного и предельного размеров.
3. Что такое отклонение?
4. Дать определение верхнего, нижнего и среднего отклонений.
5. Что такое допуск на размер?
6. Какие виды посадок вы знаете?
7. Чем характеризуется посадка с натягом?
8. Что такое натяг?
9. Что такое поле допуска?
10. Что показывают на поле допуска.
11. Дать определение нулевой линии.
12. Где откладываются положительные и отрицательные отклонения?
13. Чему соответствует номинальный размер?
14. Какой диапазон размеров охватывает ЕСКД?
15. Что такое основное отклонение?
16. Что такое посадка в системе вала?
17. Что такое посадка в системе отверстия?

Критерии оценивания выполнения студентами практической работы

Оценка «5» (**отлично**) работа выполнена в полном объеме, точные расчеты; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание не только принципов учебной дисциплины, но и их частных применений, может самостоятельно добывать знания по учебной дисциплине, имеет необходимые практические умения и навыки.

Оценка «4» (**хорошо**) работа выполнена в полном объеме, есть неточности в расчетах; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание принципов учебной дисциплины, но не все их частные применения, может самостоятельно добывать знания, пользуясь литературой, имеет необходимые практические умения, но необязательно навыки.

Оценка «3» (**удовлетворительно**) работа выполнена в полном объеме, наличие ошибок в расчетах; студент показывает неуверенное знание методов выполнения работы. При защите работы показывает знание только основных принципов учебной дисциплины, может самостоятельно добывать знания, частично сформированы умения и навыки.

Оценка «2» (**неудовлетворительно**) работа выполнена не в полном объеме, наличие грубых ошибок в расчетах; студент не знает методов выполнения работы. При защите работы показывает незнание основных принципов учебной дисциплины, частично сформированы умения и навыки.

Практическая работа № 3

Тема: Расчет допуска и переходной посадки гладких цилиндрических соединений

Цель работы: 1. Определить предельные отклонения, величины зазоров и натягов по заданным размерам и посадкам по системе СЭВ.
2. Построить схему расположения полей допусков по системе СЭВ в соединениях. Предельные отклонения нанести на чертежах.

Теоретический часть

Поверхности

Детали бывают цилиндрические, плоские, конические, эвольвентные, сложные (шлицевые, винтовые) и др. Кроме того, поверхности бывают сопрягаемые и несопрягаемые. *Сопрягаемые* - это поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы, а сборочные единицы в механизмы. *Несопрягаемые или свободные* – это конструктивно необходимые поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей.

Внутренние цилиндрические поверхности, а также внутренние поверхности с параллельными плоскостями (отверстия в ступицах, шпоночные пазы и пр.) являются охватываемыми. Их условно называют отверстиями. Диаметры отверстий обозначают D . Наружные поверхности являются охватываемыми. Их условно называют *валами* и обозначают d .

Размеры

Размеры выражают числовые значения линейных величин (диаметров, длин и т. д.) и делятся на номинальный, действительные и предельные. В машино- и приборостроении все размеры в технической документации задают и указывают в миллиметрах.

Номинальный размер (обозначают D) – размер, относительно которого определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения.

Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер. Значения номинальных размеров округляют обычно в большую сторону (ГОСТ 6636 - 69).

Действительный размер (D_r, d_r) – размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Большой из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером* (D_{max}, d_{max}) и т. д., а меньший – *наименьшим предельным размером* (D_{min}, d_{min})

Отклонения

Отклонением называют алгебраическую разность между размером (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером. Отклонения отверстий обозначают: для отверстий – E , для валов – e .

Виды отклонений:

Действительное отклонение (E_r, e_r) равно алгебраической разности действительного и номинального размеров:

$$E_r = D_r - D; e_r = d_r - d$$

Предельное отклонение равно алгебраической разности предельного и номинального размеров. Различают верхнее, нижнее и среднее отклонения. *Верхнее отклонение* (ES, es) равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров:

$$ES = D_{max} - D; es = d_{max} - D$$

Нижнее отклонение (EI, ei) равно алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров:

$$EI = D_{min} - D; ei = d_{min} - D$$

Среднее отклонение (E_m, e_m) равно полусумме верхнего и нижнего отклонений: $E_m = 0,5(ES + EI); e_m = 0,5(es + ei)$

Понятие о допуске размера

Допуск (T – общее обозначение, TD – отверстия, Td – вала) равен разности наибольшего и наименьшего предельных размеров

$$TD = D_{max} - D_{min}$$

или абсолютной величине алгебраической разности верхнего и нижнего отклонений.

$$TD = ES - EI;$$

$$Td = es - ei.$$

Допуск всегда является положительной величиной независимо от способа его вычисления.

Графическое изображение допусков и отклонений

Принцип графического изображения допусков отдельных деталей (рис. 1).

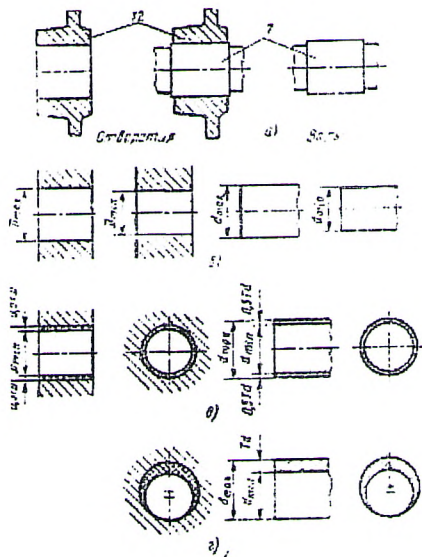


Рисунок 1 – Графическое изображение допусков и отклонений

Нулевая линия – линия, положение которой соответствует номинальному, размеру.

Поле допуска – поле, ограниченное верхними и нижним отклонениями.

Положение поля допуска относительно номинального размера или нулевой линии определяется одним из двух отклонений – верхним или нижним, которое называют *основным*.

Для схемы, основными отклонениями являются: для поля допуска отверстия – нижнее отклонение EI ; для поля допуска вала – верхнее отклонение es .

Предельные отклонения откладывают от нулевой линии, а их численные значения вполне определяют величину и положение поля допуска относительно этой же линии.

Общие сведения о посадках

Характер соединений должен обеспечивать точность положения или перемещения деталей и сборочных единиц, надежность эксплуатации, простоту ремонта машин и приборов, поэтому конструкции соединений могут быть различными и к их характеру могут предъявляться различные требования.

В одних случаях необходимо получить подвижное соединение с зазором, в других – неподвижное соединение с натягом.

Зазором S называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, т. е. $S = D - d$

Натягом N называют разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. При подобном соотношении диаметров d и D натяг можно считать отрицательным зазором, т. е.

$$N = -S = -(D-d) = d - D$$

Зазоры и натяги обеспечиваются не только точностью размеров отдельно взятых деталей, но главным образом соотношением размеров сопрягаемых поверхностей – посадкой.

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадки характеризуют свободу относительного перемещения соединенных деталей или их способность сопротивляться взаимному смещению. В зависимости от расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяют на три группы:

- *посадки с зазором* обеспечивают зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала);
- *посадки с натягом* обеспечивают натяг в соединении (поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия);
- *переходные посадки* дают возможность получать в соединении, как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются).

Посадки с зазором

Посадки с зазором характеризуются предельными зазорами – наибольшим и наименьшим.

Наибольший зазор S_{max} равен разности наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала.

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

Наименьший зазор S_{min} равен разности наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала

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

Формулы можно преобразовать для вычисления S_{max} и S_{min} через отклонения, для чего подставим в формулу значения D_{max} и d_{min} из предыдущих формул:

$$S_{min} = ES - ei$$

Аналогично найдем:

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

Посадка с натягом

Посадки с натягом характеризуются предельными натягами.

Наибольший натяг N_{max} равен разности наибольшего предельного размера вала и наименьшего предельного размера отверстия.

Наименьший натяг N_{min} равен разности наименьшего предельного размера вала и наибольшего предельного размера отверстия:

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

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

Предельные натяги, как и предельные зазоры, удобно вычислять через предельные отклонения:

$$N_{max} = es - EI;$$

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

Переходные посадки

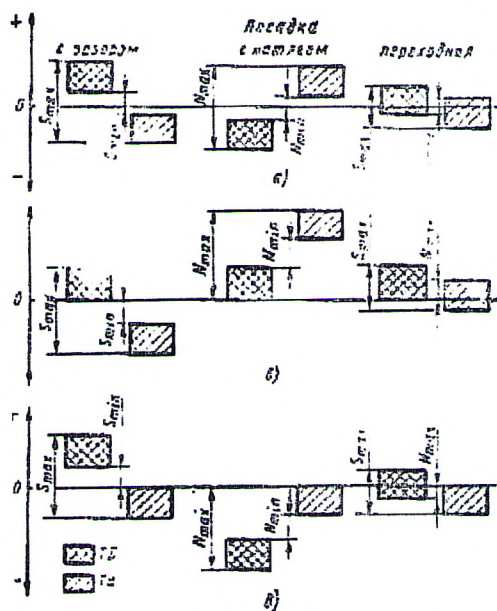
Основной особенностью переходных посадок является то, что в соединениях деталей, относящихся к одним и тем же партиям, могут получаться или зазоры, или натяги. Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами и наибольшими натягами.

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

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

Посадки в системе отверстия и в системе вала

Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, называют *основной деталью системы*. Это может быть отверстие или вал, имеющие любое основное отклонение. В системе допусков и посадок основными деталями служат отверстия или валы, имеющие основное отклонение, равное нулю. Таким образом, *основная деталь* – это деталь, поле допуска которой является базовым для образования посадок, установленных в данной системе допусков и посадок. *Основное отверстие* – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю $EI = 0$ (рис. 2, б).



Р

исунок 2 – Графическое изображение посадок: а – с зазором, с натягом, переходные; б – система отверстия; в – система вала

У основного отверстия верхнее отклонение всегда положительное и равно допуску $ES - O = TD$; поле допуска расположено выше нулевой линии и направлено в сторону увеличения номинального размера. *Основной вал* – вал, верхнее отклонение, которое равно нулю $es = 0$ (рис. 2, в). У основного вала $Td = 0 - (-ei) = |ei|$.

Поле допуска расположено ниже нулевой линии и направлено в сторону уменьшения номинального размера.

В зависимости от того, какая из двух сопрягаемых деталей является основной, системы допусков и посадок включают два ряда посадок: *посадки в системе отверстия* – различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием (рис. 2, б); *посадки в системе вала* – различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом.

Квалитеты

В ЕСДП для размеров до 10 000 мм установлено 19 квалитетов: 01, 0, 1, 2, ..., 17. В порядке убывания точности допуски квалитетов условно обозначают IT01, IT0, IT2, ..., IT 16, IT 17. Для концевых мер длины: 01, 0, 1; для калибров и особо точных размеров: 2, 3, 4; для сопрягаемых размеров: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13; для несопрягаемых и неотчетливых размеров и припусков: 14, 15, 16, 17.

Образование посадок в ЕСДП

Основные отклонения. Для образования полей допусков в ЕСДП для каждого интервала номинальных размеров установлены ряд допусков из 19 квалитетов и по 28 основных отклонений полей допусков валов и отверстий. Основные отклонения обозначают одной или двумя буквами латинского алфавита — прописными (*A, B, C, CD, D* и т.д.) для отверстий и строчными (*a, b, c, cd, d* и т.д.) для валов. Основные отклонения полей допусков можно обозначать буквой с буквенным индексом.

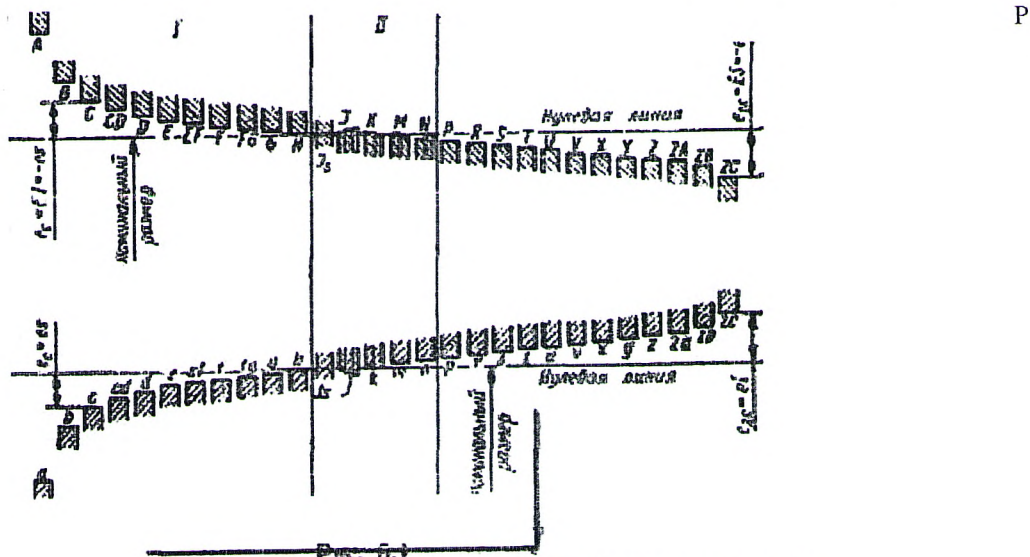


Рисунок 3 — Образование посадок

Основные отклонения отверстий должны допускать образование посадок в системе отверстия и в системе вала с равными зазорами и натягами.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по теме: «Допуски и переходные посадки гладких цилиндрических соединений».
2. Исходные данные (см. справочник).
3. Определить:
 - а) принятую систему данного сопряжения;
 - б) верхние и нижние отклонения отверстия и вала;
 - в) посадку, основные отклонения и квалитеты отверстия и вала;
 - г) предельные размеры отверстия и вала;
 - д) допуски на изготовление отверстия и вала;
 - е) зазор и натяг данного сопряжения;
 - ж) допуск посадки;
- з) построить схемы полей допусков вала и отверстия;
- и) проставить допуски вала и отверстия на чертежах.
4. Результаты расчетов свести в таблицу 1
5. Подготовить отчет о выполненной работе.

Содержание отчета

1. Краткая теория.
2. Задание с исходными данными.
3. Решение (см. пункты а – ж) с подробным описанием процесса расчета;
4. Схемы полей допусков вала и отверстия.
5. Чертеж вала и отверстия с обозначенными допусками и посадками.
6. Таблица с результатами расчетов.

Пример выполнения задания

Задание

Определить:

- принятую систему данного сопряжения;
- верхние и нижние отклонения отверстия и вала;

- посадку, основные отклонения и качества отверстия и вала;
- предельные размеры отверстия и вала;
- допуски на изготовление отверстия и вала;
- предельные зазоры и натяги данного сопряжения;
- допуск посадки;
- построить схему полей допусков;
- изобразить обозначение допусков и посадок вала и отверстия на чертежах.

Решение

Дана переходная посадка: $\varnothing 30 \frac{H7}{k6}$

1. Из условия задачи определяем систему данного сопряжения, т.к. у отверстия нижнее отклонение равно нулю, а верхнее отклонение имеет знак плюс, то система отверстия.

2. Определяем верхнее и нижнее отклонение отверстия и вала:

Для отверстия: $ES = +0,021$ мм, $EI = 0$ мм

Для вала: $es = +0,015$ мм, $ei = +0,002$ мм

3. Определяем качества и основные отклонения отверстия и вала:

Для отверстия: основное отклонение H; Качество 7

Для вала: основное отклонение k; Качество 6

Из этого следует, что посадка переходная.

4. Определяем предельные размеры отверстия и вала:

Для отверстия:

$$D_{max} = D + ES = 30 + 0,021 = 30,021 \text{ мм}$$

$$D_{min} = D + EI = 30 + 0 = 30,000 \text{ мм}$$

Для вала:

$$d_{max} = d + es = 30 + 0,015 = 30,015 \text{ мм};$$

$$d_{min} = d + ei = 30 + 0,002 = 30,002 \text{ мм};$$

5. Определяем допуски на изготовление отверстия и вала:

Допуск отверстия: $TD = D_{max} - D_{min} = 30,021 - 30,000 = 0,021$ мм

Допуск вала: $Td = d_{max} - d_{min} = 30,015 - 30,002 = 0,013$ мм

Выполняем проверку допусков отверстия и вала через отклонение:

Для отверстия: $TD = ES - EI = 0,021 - 0 = 0,021$ мм

Для вала: $Td = es - ei = 0,015 - 0,002 = 0,013$ мм

6. Определяем предельные зазоры и натяги для данного сопряжения:

наибольший зазор

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = 30,021 - 30,002 = 0,019 \text{ мм}$$

наибольший натяг

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = 30,015 - 30,000 = 0,015 \text{ мм}$$

7. Определяем допуск посадки:

$$TS (TN) = S_{max} + N_{max} = 0,019 + 0,015 = 0,034 \text{ мм}$$

Выполняем проверку допуска переходной посадки через допуск отверстия и допуск вала:

$$TN = TD + Td = 0,021 + 0,013 = 0,034 \text{ мм}$$

8. По результатам расчетов заполним таблицу

9. Строим поля допусков для вала и отверстия (рис. 4)

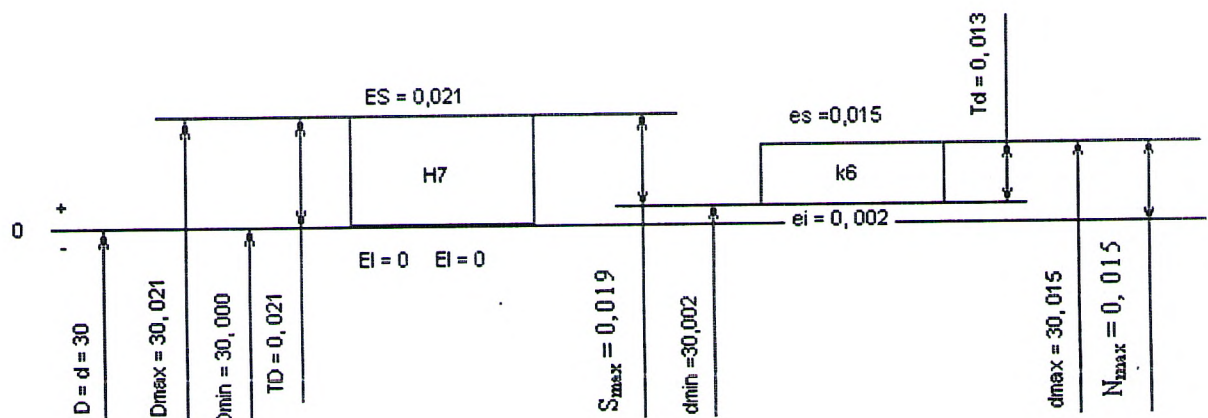


Рисунок 4 – Графическое изображение полей допусков для вала и отверстия

Контрольные вопросы

1. Дать определение поверхности охватываемой и охватывающей.
2. Дать определения номинального, действительного и предельного размеров.
3. Что такое отклонение?
4. Дать определение верхнего, нижнего и среднего отклонений.
5. Что такое допуск на размер?
6. Какие виды посадок вы знаете?
7. Чем характеризуется переходная посадка?
8. Что такое зазор?
8. Что такое натяг?
9. Что такое поле допуска?
10. Что показывают на поле допуска.
11. Дать определение нулевой линии.
12. Где откладываются положительные и отрицательные отклонения?
13. Чему соответствует номинальный размер?
14. Какой диапазон размеров охватывает ЕСКД?
15. Что такое основное отклонение?
16. Что такое посадка в системе вала?
17. Что такое посадка в системе отверстия?

Критерии оценивания выполнения студентами практической работы

Оценка «5» (**отлично**) работа выполнена в полном объеме, точные расчеты; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание не только принципов учебной дисциплины, но и их частных применений, может самостоятельно добывать знания по учебной дисциплине, имеет необходимые практические умения и навыки.

Оценка «4» (**хорошо**) работа выполнена в полном объеме, есть неточности в расчетах; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание принципов учебной дисциплины, но не все их частные применения, может самостоятельно добывать знания, пользуясь литературой, имеет необходимые практические умения, но необязательно навыки.

Оценка «3» (**удовлетворительно**) работа выполнена в полном объеме, наличие ошибок в расчетах; студент показывает неуверенное знание методов выполнения работы. При защите работы показывает знание только основных принципов учебной дисциплины, может самостоятельно добывать знания, частично сформированы умения и навыки.

Оценка «2» (**неудовлетворительно**) работа выполнена не в полном объеме, наличие грубых ошибок в расчетах; студент не знает методов выполнения работы. При защите работы показывает незнание основных принципов учебной дисциплины, частично сформированы умения и навыки.

Практическая работа № 4

Тема: «Расчет посадки резьбового соединения»

Цель работы: 1. Определить предельные отклонения, величины зазоров и натягов по заданным размерам и посадкам по системе СЭВ.
2. Построить схему расположения полей допусков по системе СЭВ в соединениях. Предельные отклонения нанести на чертежах.

Теоретическая часть

Метрическая цилиндрическая резьба применяется главным образом в качестве крепежной и разделяется на резьбу с крупным шагом диаметром 1–64 мм и резьбу с мелким шагом диаметром 1–600 мм. При равных наружных диаметрах метрические резьбы с мелким шагом отличаются от резьбы с крупным шагом меньшей высотой профиля и меньшим углом подъема резьбы. Поэтому резьбы с мелким шагом рекомендуется применять при малой длине свинчивания, на тонкостенных деталях, а также при переменной нагрузке, толчках и вибрациях. Резьбы с крупным шагом рекомендуется применять для соединения деталей, не подвергающихся таким нагрузкам, так как они менее надежны при переменной нагрузке и вибрациях и более склонны к самоотвинчиванию.

К основным параметрам цилиндрических резьб относятся:

- $d_2(D_2)$ – средний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- $d(D)$ – наружный диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- $d_1(D_1)$ – внутренний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- P – шаг резьбы;
- α – угол профиля резьбы, для метрических резьб $\alpha = 60^\circ$.

Значения основных параметров метрических резьб находят по ГОСТ 9150-2002 и ГОСТ 8724-2002. Резьбы при свинчивании контактируют только боковыми сторонами профиля, поэтому только средний диаметр, шаг и угол профиля резьбы определяют характер сопряжения в резьбе. Для компенсации накопленной погрешности шага и погрешности угла профиля производят смещение действительного среднего диаметра резьбы. Вследствие взаимосвязи между отклонениями шага, угла профиля и собственно среднего диаметра, допускаемые отклонения этих параметров раздельно не нормируют. Устанавливают только суммарный допуск на средний диаметр болта Td_2 и гайки TD_2 , который включает допускаемые отклонения собственно среднего диаметра и диаметральные компенсации погрешности шага и угла профиля. Кроме этого, задается допуск на наружный диаметр болта d и внутренний диаметр у гайки D_1 , то есть на диаметры, которые формируются перед нарезанием резьбы и при измерении готовых изделий наиболее доступны. *Длина свинчивания* в силу конструктивных особенностей резьбовых соединений оказывает влияние на качество и характер сопряжения. Установлено три группы длин свинчивания: S – короткие, N – нормальные, L – длинные.

К группе N относятся резьбы с длиной свинчивания не менее $2,24 P d^{0,2}$ и не более $6,7 P d^{0,2}$. Длины свинчивания менее $2,24 P d^{0,2}$ относятся к группе S, а длины свинчивания более $6,7 P d^{0,2}$ – к группе L. Точные значения длин свинчивания установлены ГОСТ 16093-2004.

Класс точности – понятие условное (на чертежах указывают поля допусков), и его используют для сравнительной оценки точности резьбы.

Точный класс рекомендуется для ответственных резьбовых соединений; средний класс – для резьб общего назначения; грубый класс – для резьб, нарезаемых на горячекатаных заготовках, в длинных глухих отверстиях и т. п.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по теме: «Расчет посадки резьбового соединения».
2. Исходные данные (табл. 2, табл. 3).
3. Определить:
 - предельные размеры наружной и внутренней резьбы;
 - построить схему полей допусков метрической резьбы.
4. Результаты расчетов свести в таблицу 1
5. Подготовить отчет о выполненной работе.

Содержание отчета

1. Краткая теория.
2. Задание с исходными данными.
3. Решение с подробным описанием процесса расчета;
4. Таблица с результатами расчетов.
5. Схемы полей допусков метрической резьбы.
6. Выводы.

Пример выполнения задания

Задание

6Н

При монтаже трубопровода применяли резьбу М33×0,75-5Н4Н.
Определить:

- шаг резьбы, номинальные диаметры болта и гайки d, D, d_1, D_1, d_2, D_2 ;
- предельные отклонения диаметров резьбы болта и гайки;
- предельные диаметры резьбы болта и гайки;
- графически изобразить поля допусков данного резьбового соединения и подсчитать значения предельных зазоров, указав их на поле допусков.

Решение

Параметры резьбы определяем в соответствии с ГОСТ 16093-81.

Условные обозначения параметров резьбового соединения в соответствии с ГОСТ 16093-81:

d – наружный диаметр наружной резьбы (болта);
 d_1 – внутренний диаметр наружной резьбы;
 d_2 – средний диаметр наружной резьбы;
 D – наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);
 D_1 – внутренний диаметр внутренней резьбы;
 D_2 – средний диаметр внутренней резьбы;
 P – шаг резьбы;
 Td, Td_2, TD_1, TD_2 – допуски диаметров d, d_2, D_1, D_2 ;
 es – верхнее отклонение диаметров наружной резьбы;
 ES – верхнее отклонение диаметров внутренней резьбы;
 ei – нижнее отклонение диаметров наружной резьбы;
 EI – нижнее отклонение диаметров внутренней резьбы.

6H

Исходя из условного обозначения заданной резьбы $M33 \times 0,75-5h4h$ можно определить ее номинальный диаметр, который указан после обозначения типа резьбы «М» – резьба метрическая: $D = d = 33$ мм. Шаг резьбы P указывается после обозначения номинального диаметра (если резьба мелкая) через знак «×», и для заданной резьбы равен $P = 0,75$ мм.

В соответствии с ГОСТ 24705-81 номинальные значения наружного, среднего и внутреннего диаметров резьбы $M33 \times 0,75$ должны соответствовать следующим значениям:

$P = 0,75$ мм;

$d = D = 33,000$ мм;

$d_2 = D_2 = 32,513$ мм;

$d_1 = D_1 = 32,188$ мм.

Для номинальных диаметров свыше 22,4 до 45 мм предельные отклонения диаметров будут равны (табл. 1, табл. 2).

Таблица 1

Предельные отклонения диаметров болта (ГОСТ 16093-81, табл. 1)

d , мм

Таблица 2

Предельные отклонения диаметров болта (ГОСТ 16093-81, табл. 2)

D , мм

6H

Основные параметры метрической резьбы $M33 \times 0,75 - 5h4h$.

1. Определяем предельные отклонения и рассчитываем предельные размеры:

а) для внутренней резьбы (гайка):

D_{max}, D_{min} не нормируются;

$$D_{2max} = D_2 + ES_{D_2} = 32,513 + 0,150 = 32,663 \text{ мм};$$

$$D_{2min} = D_2 + EI_{D_2} = 32,513 + 0 = 32,513 \text{ мм};$$

$$D_{1max} = D_1 + ES_{D_1} = 32,188 + 0,190 = 32,378 \text{ мм};$$

$$D_{1min} = D_1 + EI_{D_1} = 32,188 + 0 = 32,188 \text{ мм}.$$

б) для наружной резьбы (болт):

$$d_{max} = d + es_d = 33,000 + 0 = 33,000 \text{ мм};$$

$$d_{min} = d + ei_d = 33,000 + (-0,090) = 32,910 \text{ мм};$$

$$d_{2max} = d_2 + es_{d_2} = 32,513 + 0 = 32,513 \text{ мм};$$

$$d_{2min} = d_2 + ei_{d_2} = 32,513 + (-0,090) = 32,423 \text{ мм}.$$

d_{1max}, d_{1min} не нормируются.

2. Определим допуски резьбового соединения:

а) для внутренней резьбы (гайка):

$$TD_2 = D_{2max} - D_{2min} = 32,663 - 32,513 = 0,150 \text{ мм};$$

$$TD_1 = D_{1max} - D_{1min} = 32,378 - 32,188 = 0,190 \text{ мм}.$$

б) для наружной резьбы (болт):

$$Td = d_{max} - d_{min} = 33,000 - 32,910 = 0,090 \text{ мм};$$

$$Td_2 = d_{2max} - d_{2min} = 32,513 - 32,423 = 0,090 \text{ мм}.$$

3. Зазоры в резьбовом соединении определим исходя из величины предельных диаметров

$$S_{2max} = D_{2max} - d_{2min} = 32,663 - 32,423 = 0,240 \text{ мм};$$

$$S_{2min} = D_{2min} - d_{2max} = 32,513 - 32,513 = 0 \text{ мм}.$$

Значения предельных отклонений резьбы и предельных размеров приведены в табл. Схема расположения полей допусков резьбы (рис. 4)

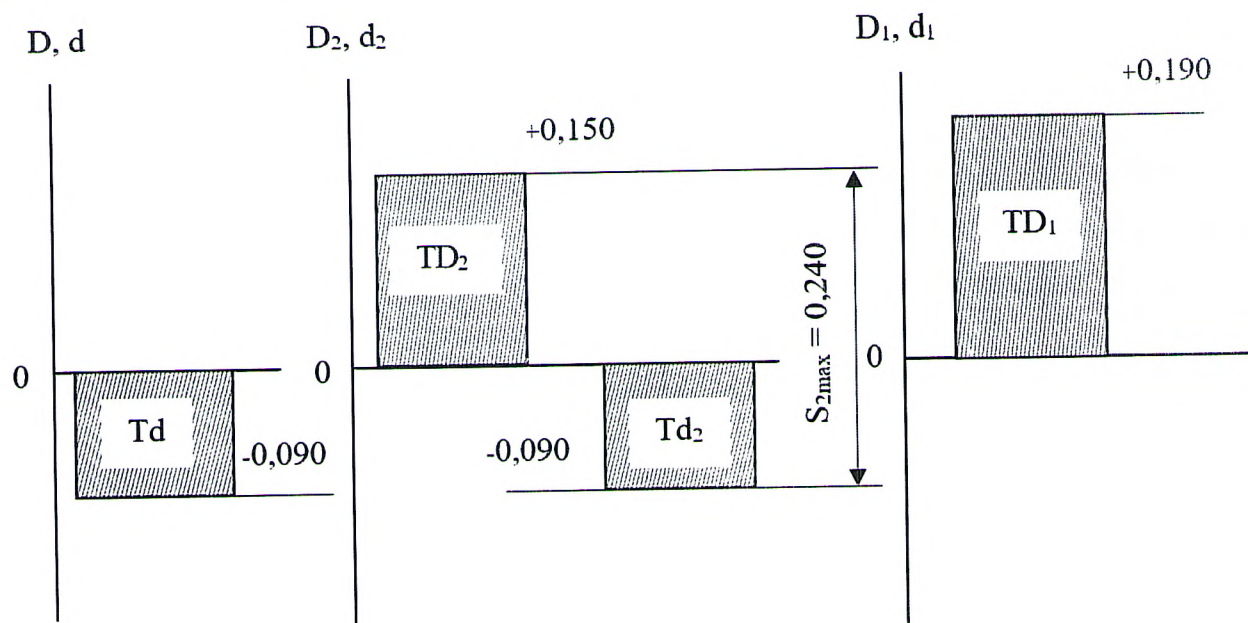


Рисунок 1 – Схема расположения полей допусков резьбы

Контрольные вопросы

1. К какому виду соединений относятся резьбовые соединения?
3. Как классифицируют резьбы в зависимости от формы профиля резьбы?
4. Как классифицируют резьбы в зависимости от назначения?
6. Назовите достоинства и недостатки резьбовых соединений.
7. Что понимают под профилем резьбы, шагом резьбы, углом профиля и углом подъема резьбы?
8. Где применяется метрическая резьба? Какие различают виды метрической резьбы?
9. Где применяют трубную, дюймовую, трапецидальную, круглую и упорную резьбы? Какой профиль они имеют?
10. В каких случаях применяют резьбу с мелким шагом?
11. Почему крепежные детали имеют резьбу треугольного профиля?
12. Почему в грузовых винтах применяется упорная однозаходная резьба?
13. С помощью каких деталей осуществляются резьбовые соединения?

Критерии оценивания выполнения студентами практической работы

Оценка «5» (отлично) работа выполнена в полном объеме, точные расчеты; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание не только принципов учебной дисциплины, но и их частных применений, может самостоятельно добывать знания по учебной дисциплине, имеет необходимые практические умения и навыки.

Оценка «4» (хорошо) работа выполнена в полном объеме, есть неточности в расчетах; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание принципов учебной дисциплины, но не все их частные применения, может самостоятельно добывать знания, пользуясь литературой, имеет необходимые практические умения, но необязательно навыки.

Оценка «3» (удовлетворительно) работа выполнена в полном объеме, наличие ошибок в расчетах; студент показывает неуверенное знание методов выполнения работы. При защите работы показывает знание только основных принципов учебной дисциплины, может самостоятельно добывать знания, частично сформированы умения и навыки.

Оценка «2» (неудовлетворительно) работа выполнена не в полном объеме, наличие грубых ошибок в расчетах; студент не знает методов выполнения работы. При защите работы показывает незнание основных принципов учебной дисциплины, частично сформированы умения и навыки.

Практическая работа № 5

Тема: «Расчет посадки шлицевого соединения»

- Цель работы: 1. Определить предельные отклонения, величины зазоров и натягов по заданным размерам и посадкам по системе СЭВ.
2. Построить схему расположения полей допусков по системе СЭВ в соединениях.

Теоретический часть

В машиностроении применяют шлицевые соединения трех видов: прямобочные, эвольвентные и треугольные. Наиболее совершенными являются эвольвентные шлицевые соединения, но в изготовлении они сложнее прямобочных. Треугольные соединения применяют при малых нагрузках и взамен прессовых соединений. Поэтому пока преимущественно применяют прямобочные шлицевые соединения. К основным параметрам прямобочных шлицевых соединений относятся: наружный D и внутренний d диаметры шлицевых валов и втулок; число зубьев z , угол расположения шлицев γ и ширина впадин и шлицев b (Рис. 1).

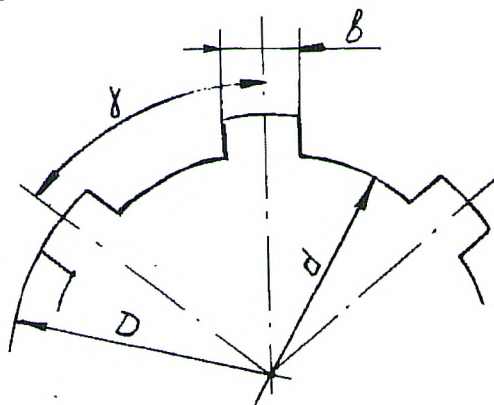


Рисунок 1 – Основные параметры

ГОСТ 1139-80 распространяется на размеры и допуски шлицевых и прямобочных соединений. Стандарт устанавливает допуски для соединений с центрированием по внутреннему диаметру d , наружному диаметру D и по боковым сторонам зубьев B . По всем трем размерам (d , D , B) предусмотрены посадки. В зависимости от назначения и условий работы к шлицевым соединениям предъявляют различные требования в отношении точности и характера сопряжения по центрирующим и нецентрирующим поверхностям, поэтому установлено:

- для центрирующих поверхностей валов 20 полей допусков квалитетов 5-10 с основными отклонениями d , e , f , g и h для образования посадок с зазорами, а также js , k , m и n для образования переходных посадок;
- для центрирующих поверхностей втулок поля допусков H6, H7, H8 - для размеров D , d , а также D8, F9, D10, F10, Js10 – для размера B .

В условном обозначении шлицевого соединения указывают последовательно: вид центрирования, число зубьев z , внутренний диаметр d , наружный диаметр D , ширину шлица – B . Примеры условного обозначения шлицевых соединений:

$$d - 8 \times 36 \frac{H7}{e8} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$$

центрирование по d :

$$D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H8}{h7} \times 7 \frac{D10}{h9}$$

центрирование по D :

$$B - 8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h8}$$

центрирование по b :

Для нецентрирующего диаметра посадку в условном обозначении не указывают.

Центрирование по D применяется, когда поверхность шлицевого отверстия может быть обработана производственными и точными методами протягивания или калибрования, а вал фрезеруют до окончательных размеров зубьев с последующим шлифованием по диаметру D . Его применяют для неподвижных соединений, а также для подвижных, воспринимающих небольшие нагрузки.

Если материал втулки имеет высокую твердость и обработка чистовой протяжкой неприменима или когда при обработке вала могут возникнуть существенные искривления, прибегают к центрированию по d, и отверстие во втулке приходится шлифовать на обычном внутришлифовальном станке. Способ применяется обычно для подвижных соединений.

Центрирование по ширине B целесообразно применять при передаче знакопеременных нагрузок, больших крутящих моментов, когда требуются минимальные зазоры между зубьями и впадинами во избежание ударных нагрузок, однако точность центрирования понижается. Стандартом предусмотрены для нецентрирующих диаметров постоянные поля допусков, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Поля допусков нецентрирующих диаметров

вал
втулки
d
D
d1
a11
H11
H12

Выбор типа шлицевых соединений связан с конструктивными и технологическими особенностями прямобочных и эвольвентных шлицевых соединений. Эвольвентный профиль зуба имеет повышенную прочность благодаря утолщению зуба к основанию и наличию закруглений у основания. Вместе с тем, трудоемкость шлифования эвольвентных зубьев вала выше трудоемкости шлифования зубьев прямобочного профиля, а для обработки сопрягаемых с валом втулок необходимы эвольвентные протяжки высокого качества, являющиеся сложным и более дорогостоящим инструментом по сравнению с прямобочными протяжками.

Пример выполнения задания

Задание

Рассчитать прямобочное шлицевое соединение $d - 8 \times 56 H11 / a11 \times 65 H12 / a11 \times 10 F8 / js7$.

Определить:

- вид центрирования, число зубьев, внутренний диаметр, наружный диаметр, ширину шлица;
- предельные отклонения внутреннего и наружного диаметров, ширину шлица;
- предельные размеры внутреннего и наружного диаметров шлицевого соединения;
- построить схему расположения полей допусков шлицевого соединения.

Решение

Таблица 2

Предельные отклонения внутреннего и наружного диаметров, ширины шлица шлицевого соединения (ГОСТ 25346-89)

d, мм

D, мм
b, мм
ES
EI
es
ei
ES
EI
es
ei
ES
EI
es
ei
+0,190
0
-0,340
-0,090
+0,300
0
-0,340

-0,530
 +0,035
 +0,013
 +0,0075
 -0,0075

Исходные данные: обозначение прямобочного шлицевого соединения – $d - 8 \times 56 H11/a11 \times 65 H12/a11 \times 10F8/js7$.

Расчет предельных размеров элементов шлицевого соединения и зазоров (натягов) аналогичен расчету гладких сопряжений. Поля допусков выбираются по ГОСТ 25346-89 или ГОСТ 1139-62.

Расчет предельных размеров и зазоров (натягов) по сопряжению $\varnothing 56 H11/a11$:

$$D_{\max} = D_0 + ES;$$

$$D_{\max} = 56,000 + 0,190 = 56,190 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D_0 + EI;$$

$$D_{\min} = 56,000 + 0,000 = 56,000 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_0 + es;$$

$$d_{\max} = 56,000 - 0,340 = 55,660 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d_0 + ei;$$

$$d_{\min} = 56,000 - 0,530 = 55,470 \text{ мм};$$

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = 56,190 - 56,000 = 0,190 \text{ мм};$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = 55,660 - 55,470 = 0,190 \text{ мм}.$$

Выполняем проверку:

$$TD = ES - EI = 0,190 - 0 = 0,190 \text{ мм};$$

$$Td = es - ei = -0,340 - (-0,530) = 0,190 \text{ мм};$$

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

$$S_{\max} = 56,190 - 55,470 = 0,720 \text{ мм}.$$

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

$$S_{\min} = 56,000 - 55,660 = 0,340 \text{ мм}.$$

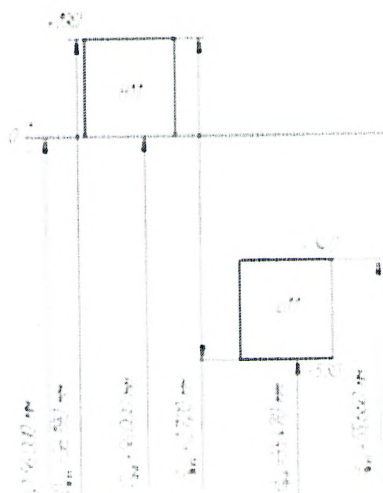


Рисунок 2 – Схемы расположения полей допусков внутреннего диаметра шлицевого соединения

Расчет предельных размеров и зазоров (натягов) по сопряжению $\varnothing 65 H12/a11$:

$$D_{\max} = D_0 + ES;$$

$$D_{\max} = 65,000 + 0,300 = 65,300 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D_0 + EI;$$

$$D_{\min} = 65,000 + 0,000 = 65,000 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_0 + es;$$

$$d_{\max} = 65,000 - 0,340 = 64,660 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d_0 + ei;$$

$$d_{\min} = 65,000 - 0,530 = 64,470 \text{ мм};$$

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = 65,300 - 65,000 = 0,300 \text{ мм}$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = 64,660 - 64,470 = 0,190 \text{ мм}$$

Выполняем проверку:

$$TD = ES - EI = 0,300 - 0 = 0,300 \text{ мм}$$

$$Td = es - ei = -0,340 - (-0,530) = 0,190 \text{ мм}$$

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

$$S_{\max} = 65,300 - 64,470 = 0,830 \text{ мм},$$

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

$$S_{\min} = 65,000 - 64,660 = 0,340 \text{ мм.}$$

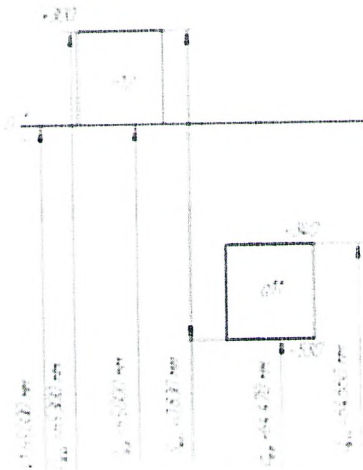


Рисунок 3 – Схемы расположения полей допусков наружного диаметра шлицевого соединения
Расчёт предельных размеров и зазоров по ширине шлиц 10F8/js7:

$$B_{\max} = B_0 + ES;$$

$$B_{\max} = 10,000 + 0,035 = 10,035 \text{ мм};$$

$$B_{\min} = B_0 + EI;$$

$$B_{\min} = 10,000 + 0,013 = 10,013 \text{ мм};$$

$$b_{\max} = b_0 + es;$$

$$b_{\max} = 10,000 + 0,0075 = 10,0075 \text{ мм};$$

$$b_{\min} = b_0 + ei;$$

$$b_{\min} = 10,000 - 0,0075 = 9,9925 \text{ мм};$$

$$TB = B_{\max} - B_{\min} = 10,035 - 10,013 = 0,022 \text{ мм}$$

$$Tb = b_{\max} - b_{\min} = 10,0075 - 9,9925 = 0,0150 \text{ мм}$$

Выполняем проверку:

$$TB = ES - EI = 0,035 - 0,013 = 0,022 \text{ мм}$$

$$Tb = es - ei = 0,0075 - (-0,0075) = 0,0150 \text{ мм}$$

$$S_{\max} = B_{\max} - b_{\min};$$

$$S_{\max} = 10,035 - 9,9925 = 0,0425 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = B_{\min} - b_{\max};$$

$$S_{\min} = 10,013 - 10,0075 = 0,0055 \text{ мм.}$$

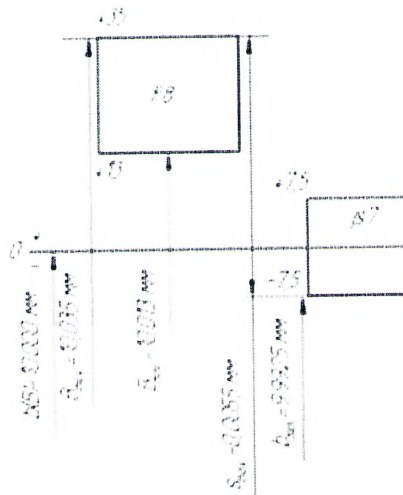


Рисунок 4 – Схема расположения полей допусков шлицевого соединения по внутреннему диаметру
Результаты расчетов занести в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчетов
Зазор, мм
верхнее
нижнее
наибольший
наименьший

наибол.
 наимен.
 d
 56,000
 втулка
 +0,190
 0
 56,190
 56,000
 0,190
 0,720
 -0,340
 вал
 -0,340
 -0,090
 55,660
 55,470
 0,190
 D
 65,000
 втулка
 +0,300
 0
 65,300
 65,000
 0,300
 0,830
 0,340
 вал
 -0,340
 -0,530
 64,660
 64,470
 0,190
 b
 10,000
 втулка
 +0,035
 +0,013
 10,035
 10,013
 0,022
 0,0425
 0,0055
 вал
 +0,0075
 -0,0075
 10,0075
 9,9925
 0,0150

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по теме: «Расчет посадки шлицевого соединения».
2. Схематично изобразить основные параметры шлицевого соединения (рис. 1).
3. Определить:
 - предельные размеры внутреннего и наружного диаметров шлицевого соединения;
 - построить схему полей допусков шлицевого соединения.
4. Результаты расчетов свести в таблицу 3.
5. Подготовить отчет о выполненной работе.

Содержание отчета

1. Краткая теория.
2. Схематичное изображение основных параметров шлицевого соединения.
3. Задание с исходными данными.
4. Решение с подробным описанием процесса расчета.

5. Таблица с результатами расчетов.
6. Схемы полей допусков шлицевого соединения.
7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие виды шлицевых соединений применяются в приборостроении и машиностроении?
2. Что означает центрирование шлицевых соединений?
3. Какие применяются способы центрирования?
4. Какие способы центрирования по соосности более точны?
5. Какие факторы влияют на выбор центрирования по наружному, либо по внутреннему диаметру?
6. Когда применяется центрирование по боковым сторонам зубьев?
7. Какие факторы определяют выбор посадок прямобочного шлицевого соединения?
8. Какие факторы влияют на выбор типа шлицевого соединения (прямобочное, эвольвентное, треугольное)?

Приложение

Критерии оценивания выполнения студентами практической работы

Оценка «5» (**отлично**) работа выполнена в полном объеме, точные расчеты; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание не только принципов учебной дисциплины, но и их частных применений, может самостоятельно добывать знания по учебной дисциплине, имеет необходимые практические умения и навыки.

Оценка «4» (**хорошо**) работа выполнена в полном объеме, есть неточности в расчетах; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание принципов учебной дисциплины, но не все их частные применения, может самостоятельно добывать знания, пользуясь литературой, имеет необходимые практические умения, но необязательно навыки.

Оценка «3» (**удовлетворительно**) работа выполнена в полном объеме, наличие ошибок в расчетах; студент показывает неуверенное знание методов выполнения работы. При защите работы показывает знание только основных принципов учебной дисциплины, может самостоятельно добывать знания, частично сформированы умения и навыки.

Оценка «2» (**неудовлетворительно**) работа выполнена не в полном объеме, наличие грубых ошибок в расчетах; студент не знает методов выполнения работы. При защите работы показывает незнание основных принципов учебной дисциплины, частично сформированы умения и навыки.

Практическая работа № 6

Тема: Измерение гладких цилиндрических поверхностей

Цель работы: ознакомить учащихся с методикой измерений деталей с помощью штангенциркуля и микрометрического инструмента.

Теоретический часть

Для измерения линейных размеров методом непосредственной оценки служат штангенинструменты.

Штангенциркули предназначены для измерения наружных и внутренних размеров (рис. 1). Выпускают четыре варианта штангенциркулей: ШЦ-I (с двусторонним расположением губок); ШЦТ-I (без губок для внутренних измерений, губки для наружных измерений выполнены из твердого сплава); ШЦ-II и ШЦ-III. Наибольшее распространение получили штангенциркули ШЦ-I и ШЦ-II.

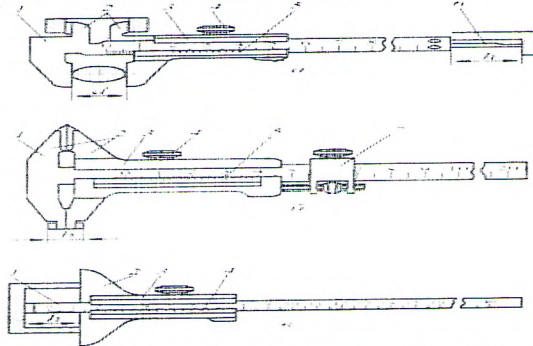


Рисунок 1 – Штангенциркуль: 1 – штанга; 2 – губки для измерений (наружных и внутренних); 3 – рамка; 4 – винт для фиксации рамки; 5 – нониус; 6 – линейка глубиномера; 7 – устройство для точного перемещения рамки;

В качестве отсчетного устройства у этих инструментов используется шкала штанги (линейки) с делениями через 1 мм. Отсчет делений по этой шкале производят при помощи нониуса – вспомогательной подвижной шкалы. Нониус – равномерная дополнительная шкала с пределом измерений, равным цене деления основной шкалы. Нониусы бывают двух типов: жесткие и подвижные. Если нулевой штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом основной шкалы при плотно сжатых измерительных губках, то это означает, что инструмент правильно установлен в нулевое положение. При перемещении нулевого штриха нониуса между делениями основной шкалы штрихи нониуса будут поочередно совпадать со штрихами основной шкалы. Число десятых и сотых долей миллиметра при отсчете по нониусу равно номеру штриха нониуса, совпавшего со штрихом основной шкалы, умноженному на цену деления нониуса.

Гладкие микрометры МК с пределом измерений 25 мм предназначены для измерения наружных размеров деталей (рис. 2). К основным деталям и узлам гладкого микрометра относятся скоба 1, пятка 2, микровинт 4, стопор 5 винта, стебель 6, барабан 7 и трещотка 8. На стебле 6 вдоль продольного штриха нанесена основная шкала. Цена деления основной шкалы 0,5 мм, а предел ее измерений – 25 мм. Для удобства отсчета четные штрихи шкалы, имеющие целые значения размера, отложены снизу продольного штриха. На коническом срезе барабана 7 нанесено 50 делений круговой шкалы с ценой деления 0,01 мм.

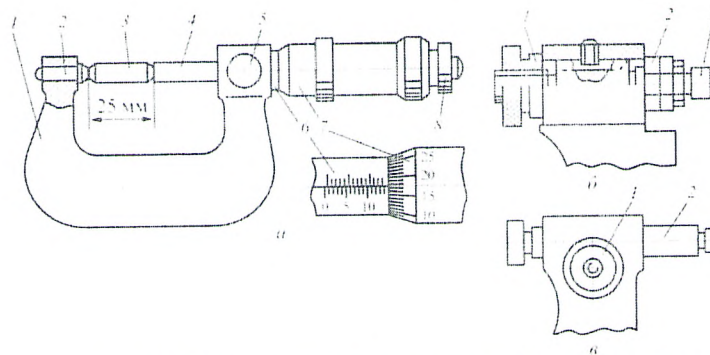


Рисунок 2 – Гладкий микрометр МК: а – устройство: 1 – скоба; 2 – пятка; 3 – установочная мера; 4 – микровинт; 5 – стопор; 6 – стебель; 7 – барабан; 8 – трещотка; б – сменная пятка: 1, 2 – гайка; 3 – пятка; в – регулируемая пятка: 1 – фиксатор; 2 – пятка

При измерениях изделие помещают без перекоса между пяткой и микровинтом. Вращая барабан за трещотку до тех пор, пока она не начнет проворачиваться, плотно прижимают измерительные поверхности к поверхностям детали.

Пределы измерения микрометров зависят от размера скобы и составляют 0 – 25; 25 – 50; 275 – 300; 300 – 400; 400 – 500; 500 – 600 мм. Микрометры для размеров более 300 мм оснащены сменными (рис. 2, б) или регулируемыми (рис. 2, в) пятками, обеспечивающими диапазон измерений 100 мм. Регулируемые пятки 2 крепятся в заданном положении фиксаторами 1 (рис. 2, в), а сменные пятки 3 – гайками 1 и 2 (рис.

2, б). Перед измерениями микрометры устанавливают в исходное (нулевое) положение, при котором пятка и микровинт прижаты друг к другу или к поверхности установочных мер 3 (рис. 2, а) под действием силы, ограниченной трещоткой.

Задание: измерить ступенчатый вал с помощью штангенциркуля и микрометрического инструмента и дать заключение об его годности.

Инструмент: Штангенциркуль и микрометрический инструмент.

Объект измерения: вал.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями.

2. По чертежу (рис. 1), на котором указаны номинальные размеры и допуски ступеней валика, с помощью таблицы допусков и посадок, находим предельные размеры ступеней валика.

3. Записываем в форму отчёта характеристику измерительных инструментов (табл. 1).

4. Измеряем вал в сечениях 1, 2, 3 по направлениям I-I и II-II с помощью штангенциркуля и микрометрического инструмента (рис. 2). Результаты измерений заносим в таблицу 2.

5. Делаем заключение о годности валика.

Примечание: Если валик годный, то все размеры в сечениях 1, 2, 3 по направлениям I-I и II-II не должны выходить за предельные размеры. Погрешности формы (овальности, конусность и т. д.) не должны выходить за пределы допуска на изготовление диаметра ступени.

6. Оформить отчёт о работе.

1. Характеристика измерительного инструмента.

2

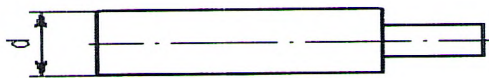


рис. 1

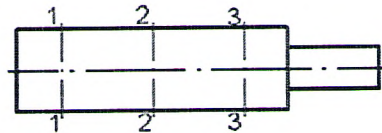
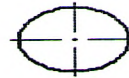


рис. 2

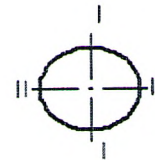


Рисунок – 3 Чертёж детали

Рисунок 4 Схема измерения детали

2. Результаты измерения.

инструм.
Обозначение
размера
на
чертеже
Предельные размеры
Результаты измерения
Отклонение формы
Заключение о годности
нб
нм
№ сечения
Овальность
Конусность
Бочкообраз.
Вогнутость
напрал.
измер.
1-1
2-2
3-3

Штанген-циркуль

I-I

II-II

II-II

Микрометрический инструмент

I-I

II-II

II-II

Контрольные вопросы

1. Какие средства измерений входят в число штангенинструментов?
2. Область применения штангенциркулей?
3. Перечислите основные части штангенциркуля.
4. Как проводится отсчет по нониусу?
5. Правила измерения штангенциркулем?
6. Принцип действия микрометра?
7. Перечислите микрометрические инструменты?
8. Из чего состоит и как работает гладкий микрометр?
9. Основные правила при измерении микрометром?

Критерии оценивания выполнения студентами практической работы

Оценка «5» (**отлично**) работа выполнена в полном объеме, точные расчеты; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание не только принципов учебной дисциплины, но и их частных применений, может самостоятельно добывать знания по учебной дисциплине, имеет необходимые практические умения и навыки.

Оценка «4» (**хорошо**) работа выполнена в полном объеме, есть неточности в расчетах; студент показывает знание методов выполнения работы, использует специальную терминологию. При защите работы показывает знание принципов учебной дисциплины, но не все их частные применения, может самостоятельно добывать знания, пользуясь литературой, имеет необходимые практические умения, но необязательно навыки.

Оценка «3» (**удовлетворительно**) работа выполнена в полном объеме, наличие ошибок в расчетах; студент показывает неуверенное знание методов выполнения работы. При защите работы показывает знание только основных принципов учебной дисциплины, может самостоятельно добывать знания, частично сформированы умения и навыки.

Оценка «2» (**неудовлетворительно**) работа выполнена не в полном объеме, наличие грубых ошибок в расчетах; студент не знает методов выполнения работы. При защите работы показывает незнание основных принципов учебной дисциплины, частично сформированы умения и навыки.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Зайцев, С.А. Допуски и технические измерения: учебник для нач. проф. образования / С.А. Зайцев, А.Д. Куранов, А.Н. Толстов. – 10-е изд., стер. М.: Академия, 2018. 256 с.

Дополнительная:

1. Допуски и технические измерения: Контрольные материалы: учеб. пособие для нач. проф. образования / Т. А. Багдасарова. — М.: ИЦ «Академия», 2018. — 64 с.
2. Багдасарова Т. А. Допуски и технические измерения: Лабораторно-практические работы: учеб. пособие для нач. проф. образования /. — М.: ИЦ «Академия», 2018. — 64 с.
3. Багдасарова . Т. А. Допуски и технические измерения: раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования. — М.: ИЦ «Академия», 2018. — 80 с.

Интернет-ресурсы

1. <http://www.metrob.ru/>

Нормативные документы:

- ГОСТ 2.307- 2011 «ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений».
- ГОСТ 2.308- 2011 «ЕСКД. Указание допусков формы и расположения поверхностей».
- ГОСТ 2.309-73 «ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей».
- ГОСТ 2.311-68 «ЕСКД. Изображение резьбы».
- ГОСТ 2.313-82 «ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений».
- ГОСТ 2.318-81 «ЕСКД. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий» (с Изменениями № 1).
- ГОСТ 2.320-82 «ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов».
- ГОСТ 25346-89 «Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений».
- ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. Обозначение».
- РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»