

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

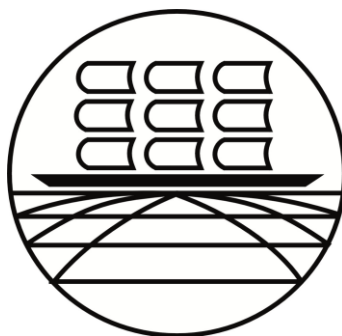
**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ММРК им. И.И. Месяцева  
ФГБОУ ВО «МГТУ»

И.В. Артеменко  
(подпись)

«31» августа 2019 г.



## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

учебной дисциплины ОП.05 Метрология и стандартизация  
программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)  
специальности 26.02.06 Эксплуатация судового электрооборудования и средств  
автоматики  
по программе базовой подготовки  
форма обучения: очная, заочная

Мурманск  
2019

**Рассмотрено и одобрено на заседании**  
Методической комиссии преподавателей  
дисциплин общепрофессионального и  
судомеханического цикла

Председатель МК

В.И. Миронов

Протокол от «29» мая 2019 г.

**Разработано**  
на основе ФГОС СПО по специальности  
26.02.06 Эксплуатация судового  
электрооборудования и средств автоматики  
базовой подготовки, утвержденного приказом  
Министерства образования и науки РФ от 07  
мая 2014 г. № 444 Международной  
конвенции о подготовке и дипломированию  
моряков и несению вахты 1978 года и  
Кодекса по подготовке и дипломированию  
моряков и несению вахты (Кодекс ПДНВ-78)  
в редакции от 25 июня 2010 года (с учетом  
Манильских поправок) с поправками в части  
выполнения требований раздела А-III/6

Автор (составитель): Рожнова Т.Г., преподаватель «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ  
ВО «МГТУ»

Ф. , ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

Эксперт (рецензент) Быкова М.В., преподаватель «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ  
ВО «МГТУ»

*Внутренний* Ф. , ученая степень, звание, должность, квалиф. категория







## Содержание

Введение .....	7
Цели и задачи практической (лабораторной) работы .....	7
Требования к результатам освоения .....	7
Порядок выполнения практической (лабораторной) работы обучающихся .....	11
Практическая работа №1 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Практическая работа №2 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Практическая работа №3 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Практическая работа №4 .....	19
Практическая работа №5 .....	23

## Введение

**1.1. Методические указания по практическим и лабораторным работам обучающихся по учебной дисциплины Метрология и стандартизация** в соответствии с ФГОС СПО по специальности 26.02.06 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики базовой подготовки, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 мая 2014г. № 444 и Международной конвенции о подготовке и дипломированию моряков и несению вахты 1978 года и Кодекса по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (Кодекс ПДНВ-78) в редакции от 25 июня 2010 года (с учетом Манильских поправок) с поправками в части выполнения требований раздела А-III/1; учебного плана очной и заочной форм обучения, утвержденного 31.05.2019г.

**1.2 Цели и задачи практической (лабораторной) работы** - требования к результатам освоения учебной дисциплины: обеспечить более высокий уровень подготовки обучающихся технического профиля.

### **1.3 Требования к результатам освоения:**

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

У1 – пользоваться средствами измерений физических величин;

У2 - соблюдать технические регламенты, правила, нормы и стандарты;

У3 - учитывать погрешности при проведении судовых измерений, исключать грубые погрешности в серии измерений, пользоваться стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией;

**знать:**

З1 - основные понятия и определения метрологии, стандартизации;

З2 - принципы государственного метрологического контроля и надзора;

З3 - принципы построения международных и отечественных технических регламентов, стандартов, область ответственности различных организаций, имеющих отношение к метрологии и стандартизации;

З4 - правила пользования техническими регламентами, стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией в области водного транспорта, требования международной системы стандартизации, Международной морской организации, Международного союза электросвязи и других организаций, задающих стандарты;

З5 - основные цели, задачи, порядок проведения освидетельствования и сертификации системы безопасности компаний судов;

Процесс изучения дисциплины Метрология и стандартизация направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС СПО (табл. 1).

Таблица 1 Компетенции, формируемые дисциплиной Метрология и стандартизация в соответствии с ФГОС СПО

Код компетенции	Содержание компетенции	Требования к знаниям, умениям, практическому опыту
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	31, 33, 35
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество	У1, У3, 31, 33, 35
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	У2, У3, 31, 32,35
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития	У2, У3, 34,35
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	У1, У2, У3, 32, 35
ОК 6.	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.	У2, 32, 34, 35
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.	У1, 31, 33, 35
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	У2, У3, 31, 32, 35
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	У2, 31, 35
ОК 10.	Владеть письменной и устной коммуникацией на государственном и иностранном (английском) языке.	31, 32, 33
ПК 1.1.	Обеспечивать оптимальный режим работы электрооборудования и средств автоматики с учетом их функционального назначения,	У1, У2, У3, 32



	технических характеристик и правил эксплуатации	
ПК 1.2.	Измерять и настраивать электрические цепи и электронные узлы	У1, У2, У3, 31, 32, 33, 34, 35
ПК 1.3.	Выполнять работы по регламентному обслуживанию электрооборудования и средств автоматики	У1, У2, У3, 31, 32, 33, 34, 35
ПК 1.4.	Выполнять диагностирование, техническое обслуживание и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики	У1, У2, У3, 31, 32, 33, 34, 35
ПК 1.5.	Осуществлять эксплуатацию судовых технических средств в соответствии с установленными правилами и процедурами, обеспечивающими безопасность операций и отсутствие загрязнения окружающей среды	У1, У2, У3, 31, 32, 33,
ПК 3.1.	Организовывать мероприятия по обеспечению транспортной безопасности	У1, У2, 32, 33, 34, 35
ПК 3.2.	Применять средства по борьбе за живучесть судна	У1, У2, У3, 31, 32, 33, 34, 35
ПК 3.3.	Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна при организации учебных пожарных тревог, предупреждения возникновения пожара и при тушении пожара	У1, У2, У3, 31, 34, 35
ПК 3.4.	Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна при авариях	У1, У2, У3, 31, 32, 34, 35
ПК 3.5.	Оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим	У1, У2, У3, 31, 35
ПК 3.6.	Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна при оставлении судна, использовать спасательные шлюпки, спасательные плоты и иные спасательные средства	У1, У2, У3, 31, 35
ПК 3.7.	Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна по предупреждению и предотвращению загрязнения водной среды	У1, У2, У3, 31, 32, 33, 34, 35

## 2. Тематический план видов практической работы обучающихся

Наименование разделов и тем	Содержание практической работы обучающихся	Аудиторная учебная нагрузка, час	Практическая работа обучающегося, час
1	2	3	4
<b>Раздел 1.</b>	<b>Основы стандартизации</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
Тема 1.2.	Система стандартизации. Международная стандартизация	2	2
	<b>Практическая (лабораторная) работа</b>		
	Изучение основных требований ФЗ «О техническом регулировании»	2	2
<b>Раздел 2.</b>	<b>Основы стандартизации</b>	<b>18</b>	<b>4</b>
Тема 2.2.	Система стандартизации в Российской Федерации.	2	2
	<b>Практическая (лабораторная) работа</b>		
	Изучение стандартов различных видов и категорий.	2	2
<b>Раздел 3.</b>	<b>Основы метрологии</b>	<b>14</b>	<b>6</b>
Тема 3.1.	Метрология как деятельность.		
	<b>Практическая (лабораторная) работа</b>		
	Стандартизация точности подшипников качения. Определение характеристик заданных посадок.	2	2
	<b>Практическая (лабораторная) работа</b>		
	Стандартизация точности шпоночных и шлицевых соединений.	2	2
	<b>Практическая (лабораторная) работа</b>		
	Стандартизация точности резьбовых соединений.	2	2
	<b>Практическая (лабораторная) работа</b>		
	Расчет посадки призматической шпонки по ширине и длине.	2	2

## Порядок выполнения практической (лабораторной) работы обучающихся

### Практическая работа № 1.

**Тема:** Изучение основных требований ФЗ «О техническом регулировании»

**Цель занятия:** изучить главы закона «О техническом регулировании»

**Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии:** знать главы закона, уметь выбирать нужную информацию для работы.

**Оборудование:** закон «О техническом регулировании»

**Перечень используемых источников:**

1. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация.- Москва. «Высшая школа», 2002 г.

**Содержание и порядок выполнения работы**

**Вопросы теории, рассматриваемые в практической работе:**

1. Роль закона «О техническом регулировании».
2. Основные главы закона.
3. Цели и задачи стандартизации.
4. Технические регламенты.

Федеральный закон «О техническом регулировании» был принят в 2002 году. Он содержит следующие главы: глава 1 «Общее положение»; Глава 2 «Технические регламенты».

Технические регламенты принимаются в целях:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, Государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей;

Принятие технических регламентов в иных целях не допускается

Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимальные необходимые требования, обеспечивающие:

- безопасность излучений;
- биологическую безопасность;
- взрывобезопасность;
- механическую безопасность;
- пожарную безопасность;
- промышленную безопасность;
- термическую безопасность;
- химическую безопасность;
- электрическую безопасность;
- ядерную и радиационную безопасность;
- электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования;
- единство измерений.

Структура технического регламента:

1. Область применения регламента и объекты технического регулирования.
2. Основные понятия.
3. Общее положение для размещения на рынке РФ.
4. Требования к продукции.
5. Применение стандартов (презумпция соответствия).
6. Подтверждение соответствия.
7. Государственный контроль (надзор).
8. Назначение федерального органа исполнительной власти, ответственного за реализацию технического регламента.

## 9. Переходные положения.

### Глава 3 «Стандартизация».

Целями стандартизации являются:

повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества, объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, повышения уровня экологической безопасности, безопасности жизни и здоровья животных и растений;

обеспечение конкурентоспособности и качества продукции (работ, услуг), единства измерений, рационального использования ресурсов, взаимозаменяемости технических средств (машин и оборудования, их составных частей, комплектующих изделий и материалов), технической и информационной совместимости, сопоставимости результатов исследований (испытаний) и измерений, технических и экономико-статистических данных, проведения анализов характеристик продукции (работ, услуг), исполнение государственных заказов, добровольного подтверждения соответствия продукции (работ, услуг);

содействие соблюдению требований технических регламентов;

создание систем классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации, систем каталогизации продукции (работ, услуг), систем обеспечения качества продукции (работ, услуг), система поиска и передачи данных, содействие проведению работ по унификации.

Глава 4 «Подтверждение соответствия».

Глава 5 «Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров)»

Глава 6 «Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов»

Глава 7 «Информация о нарушении требований технических регламентов и отзыв продукции»

Глава 8 «Информация о технических регламентах и документах по стандартизации»

Глава 9 «Финансирование в области технического регулирования»

Глава 10 «Заключительные и переходные положения»

Таким образом, данный закон позволяет получить более подробную информацию об изучаемых разделах дисциплины «Метрология, стандартизация и подтверждения качества».

#### – **Пример 1:**

– Изучить главу 4 «Подтверждение соответствия»

– Статья 18. Цели подтверждения соответствия.

– Подтверждения соответствия осуществляется в целях:

– удостоверения соответствия продукции, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, сводом правил, условиям договоров;

– содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;

– повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;

– создание условий для обеспечения свободного перемещения товара на территории РФ, а также для осуществления международного экономического, научно – технического сотрудничества и международной торговли.

– Статья 20. Форма подтверждения соответствия.

1. Подтверждение соответствия на территории РФ может носить добровольный или обязательный характер.

2. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации.

3. Обязательное подтверждения соответствия осуществляется в формах:

– Принятия декларации о соответствии (далее – декларирование соответствия); обязательной сертификации

4. Порядок применения форм обязательного подтверждения соответствия устанавливаются настоящим Федеральным законом.

– **Пример 2:**

– Глава 5. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров).

– Статья 31. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров)

– Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) осуществляется в целях:

– подтверждения компетентности органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по подтверждению соответствия;

– обеспечения доверия изготовителей, продавцов и приобретателей к деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий;

– создания условий для признания результатов деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий.

– Привести примеры применения содержания главы 4 и 5 в практической деятельности

– **Задания для самостоятельной работы:**

1. Закон «О техническом регулировании»

2. Анализ главы закона «О техническом регулировании»

3. Отчет по содержанию постоянного федерального закона

4. Конспект по главе 2 «Технические регламенты»

– **Выводы и предложения по данной практической работе.**

Федеральный закон «О техническом регулировании» позволяет определить требования к продукции, процессам проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг.

Главы и статьи данного закона позволяют выходу продукции на мировой рынок.

– **Контрольные вопросы:**

1. Перечислите главы закона « о техническом регулировании»;

2. Назовите цели и задачи принятия технических регламентов;

3. Что такое сертификация соответствия?

4. Какая нормативная документация применяется при сертификации соответствия?

## **Практическая работа №2**

**Тема: Изучение стандартов различных видов и категорий**

**Цель занятия:** познакомить с видами стандартов, применяемых на территории России; дать понятия о категориях стандартов в различных отраслях.

– **Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии:** знать виды стандартов, применяемых на территории России; уметь давать характеристику категориям стандартов.

**Оборудование:** Международные стандарты ИСО, выборка региональных стандартов, перечень национальных стандартов

**Перечень используемых источников:**

1. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация.- Москва. «Высшая школа», 2002 г.

**Содержание и порядок выполнения работы**

**Вопросы теории, рассматриваемы в практической работе:**

1. Виды стандартов. 2. Категории стандартов. 3. Характеристика национальных стандартов.

Нормативные документы по стандартизации делятся на следующие разновидности: государственные стандарты России; отраслевые стандарты; стандарты научно-технических и инженерных объединений; технические условия; стандарты предприятий.

К государственным стандартам России приравниваются государственные строительные нормы и правила, а так же государственные классификаторы технико-экономической и социальной информации. Порядок и правила разработки и применения государственный классификатор устанавливается государственным комитетом России по стандартизации метрологии и сертификации.

Международные региональные и национальные стандарты других стран используется в России в соответствии с ее международными договорами.

Государственный стандарт России разрабатывается на организационно-методические и общетехнические объекты, а именно: организации проведения работ по стандартизации, научно технической терминологии, классификации и кодирования Техничко-экономической информации, технической документацию, информационные технологии, организацию метрологической работ, достоверный справочные данные о свойствах материалов и веществ; продукцию общемашиностроительного применения; составляющие элементы народнохозяйственных объектов государственного значения (транспорт, связь, энергосистема и другие) продукцию межотраслевого назначения продукции для населения народов хозяйства методы испытаний.

Государственные стандарты России содержит обязательные и рекомендационные требования. К обязательным относятся: требования, обеспечивающие безопасность продукции для жизни, здоровья и имущества граждан, её совместимость и взаимозаменяемость, охрану окружающей среды, и требования к методам испытаниям этих показателей; требования техники безопасности и гигиены труда со ссылками на соответствующие санитарные нормы правила; метрологические нормы, правила требования и положения, которые обеспечивают достоверность и точность измерений положения, которые обеспечивают техническую совместимость во время разработки, изготовления, эксплуатации продукции.

Обязательные требования государственных стандартов подлежат безусловному исполнению органами государственной исполнительной власти, всеми предприятиями, их объединениями, организациями и гражданами – субъектами предпринимательской деятельности, на деятельность которой распространяется деятельность стандартов.

Рекомендационные требования государственных стандартов России подлежат безусловному исполнению, если: это предусмотрено соответствующими законодательными актами; эти требования включены в договора на разработку, изготовление и поставку продукции; изготовителем (поставщиком) продукции сделано заявление о соответствии продукции этим стандартам.

Государственные стандарты России утверждаются Государственным комитетом России по стандартизации, метрологии и сертификации, а государственные стандарты в отрасли строительства и промышленности строительных материалов – Министерством России по делам строительства и архитектуры.

Имущественная часть авторского права на государственные стандарты принадлежит государству независимо от источников финансирования их разработки. Отраслевые стандарты разрабатываются на продукцию при отсутствии государственных стандартов России или в случае необходимости установления требований, которые превышают или дополняют требования государственных стандартов. Обязательные требования отраслевых стандартов подлежат безусловному исполнению предприятиями, их объединениями и организациями, которые входят в сферу управления органа, который их утвердил.

Стандарты научно-технических и инженерных объединений разрабатываются в случае необходимости расширения результатов фундаментальных исследований в сфере

профессиональных интересов. Эти стандарты могут использоваться на основе добровольной договоренности.

Технические условия и стандарты предприятий содержат требования, которые регулируют отношения между поставщиком (разработчиком, производителем) и потребителем (заказчиком) продукции. Изучить категории и виды стандартов.

**Пример 1:**

**Дать характеристику национальным стандартам.**

Национальные стандарты и общероссийские классификаторы технико – экономической и социальной информации, в том числе правила их разработки и применения, представляют собой национальную систему стандартизации.

Национальный стандарт РФ – утвержденный органом РФ по стандартизации стандарт, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и оказания услуг.

**Пример 2:**

**Характеристика видов национальных стандартов.**

Вид стандарта – характеристика, определяющаяся по его содержанию в зависимости от объекта стандартизации.

ГОСТ Р 1.0 установил следующие основные виды стандартов:

- стандарты основополагающие;
- стандарты на продукцию;
- стандарты на услуги;
- стандарты на процессы (работы);
- стандарты на методы контроля;
- стандарты на термины и определения.

Основополагающий стандарт – это стандарт, имеющий широкую область распространения и содержащий общие положения для определенной области.

Стандарт на продукцию – это стандарт, устанавливающий требования, которым должны удовлетворять продукция или группа однородной продукции, с тем чтобы обеспечить ее соответствие своему назначению.

Стандарты на процессы устанавливают требования к выполнению различного рода работ на отдельных этапах жизненного цикла продукции (услуги) – разработка, изготовление, хранение, транспортирование, эксплуатация, утилизация для обеспечения их технического единства и оптимальности.

Стандарты на методы контроля должны в первую очередь обеспечивать всестороннюю проверку всех обязательных требований к качеству продукции (услуги). Устанавливаемые в стандартах методы контроля должны быть объективными, точными и обеспечивать воспроизводимые результаты. Выполнение этих условий в значительной степени зависит от наличия в стандарте сведений о погрешности измерений и других характеристиках, предусмотренных комплексом стандартов, выполненных на основе международных стандартов ИСО.

Стандарт на услугу устанавливает требования, которым должна удовлетворять группа однородных услуг (услуги туристские, услуги транспортные) или конкретные услуги (классификация гостиниц, грузовые перевозки) с тем, чтобы обеспечить соответствующие услуги ее назначения.

Стандарт на термины и определения – стандарт, устанавливающий термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Дать характеристику стандартов организаций.
2. Привести примеры видов СТО

**Выводы и предложения по данной практической работе.**

Применяя стандарты различных видов и категорий, российская система стандартизации опирается на международный опыт, приближается к международным правилам. На современном этапе российская система стандартизации накопила богатый опыт и свои особенности.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите виды стандартов.
2. Какие стандарты приравниваются к государственным?
3. Дайте классификацию категорий стандартов на различные виды продукции.

**Практическая работа № 3.**

**Тема:** Стандартизация точности подшипников качения. Определение характеристик заданных посадок.

**Цель:** познакомить с устройством подшипников качения, областью их применения. Научить определять характеристики заданных посадок.

**Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии:**

выполнять расчет подшипников качения, находить значения максимальных и минимальных размеров в системе отверстия и вала, осуществлять расчет посадок с зазором и натягом.

**Оборудование:** Набор подшипников качения, штангенциркуль, ГОСТ 25348-82 Единая система допусков и посадок ряды допусков, основных отклонений и поля допусков для размеров свыше 3150 мм

**Перечень используемых источников:** Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация.- Москва. «Высшая школа», 2002 г.

**Содержание и порядок выполнения работы**

**Вопросы теории, рассматриваемые в практической работе:**

1. Устройство и принцип работы подшипников качения. 2. Область применения подшипников качения. 3. Особенность расчета посадок подшипников качения.

Подшипники качения представляют собой готовый узел, основным элементом которого являются *тела качения* – шарики и ролики установлены между кольцами и удерживаемые на определенном расстоянии друг от друга сепаратором. При работе подшипника тела качения катятся по желобам колец – дорожкам качения. Одно из колец подшипника (как правило, наружное) в большинстве случаев неподвижно. В случае вращения внутреннего кольца подшипника является более благоприятным, так как число циклов нагружения при этом в два с лишком раза меньше по сравнению со случаем вращения наружного кольца.

Подшипники качения стандартизованы и широко распространены во всех отраслях машиностроения. Их изготавливают в больших количествах на крупных специализированных заводах.

Подшипники качения классифицируют по следующим основным признакам:

- по форме тел качения;
- по направлению действия воспринимаемой нагрузки;
- по числу рядов тел качения;
- по основным конструктивным признакам.

**Пример выполнения задания:**

Для подшипникового узла рассчитать и выбрать посадки внутреннего и наружного колец подшипника качения «0» класса точности №110; определить предельные зазоры (натяги) в соединении подшипника с цапфой вала из корпуса; построить схемы расположения полей допусков колец подшипника, цапфы вала и корпуса; сделать сборочный чертеж узла подшипника качения с обозначением посадок.

**Решение:**

По ГОСТ 833875 находим габаритные размеры заданного подшипника  $d \times D \times B = 50 \times 80 \times 16$  мм.



Диаметр наружного кольца подшипника  $D$  принят диаметр основного вала, следовательно, посадку наружного кольца подшипника в корпус осуществляем по системе валов.

Наружное кольцо подшипника устанавливается в корпус неподвижно, следовательно, нагружено оно местно и должно быть установлено с зазором или небольшим натягом.

Заданным условиям для корпуса (табл. 4.87[2]) соответствует поле допуска  $K7$  образующее с наружным кольцом подшипника переходную посадку  $\varnothing 80 R7/10$ .

При такой посадке (табл. 1.37 [1]):

верхнее отклонение отверстия

$$ES = +9 \text{ мкм},$$

нижнее отклонение

$$EI = -21 \text{ мкм}.$$

Отклонение размера  $D$  подшипника класса точности 0 составляет (табл. 4.83 [2]):

верхнее отклонение

$$es = 0 \text{ мкм}$$

нижнее отклонение

$$ei = -13 \text{ мкм}$$

Таким образом:

наибольший зазор, равный наименьшему натягу, будет составлять

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

$$S_{\max} = 9 + 13 = 22 \text{ мкм};$$

наибольший натяг, равный наименьшему зазору, будет составлять

$$N_{\max} = es - Ei,$$

$$N_{\max} = 0 + 21 = 21 \text{ мкм}.$$

Заданным условиям для вала (табл. 4.87[2]) соответствует поле допуска  $k6$  образующее с внутренним кольцом подшипника переходную посадку  $\varnothing 50 L0/k6$ .

При такой посадке:

верхнее отклонение вала (табл. 1.29 [1])

$$es = +18 \text{ мкм},$$

нижнее отклонение

$$ei = +2 \text{ мкм}.$$

Отклонение размера  $d$  подшипника класса точности 0 составляет (табл.4.82 [2]):

верхнее отклонение

$$ES = 0 \text{ мкм},$$

нижнее отклонение

$$EI = -12 \text{ мкм}.$$

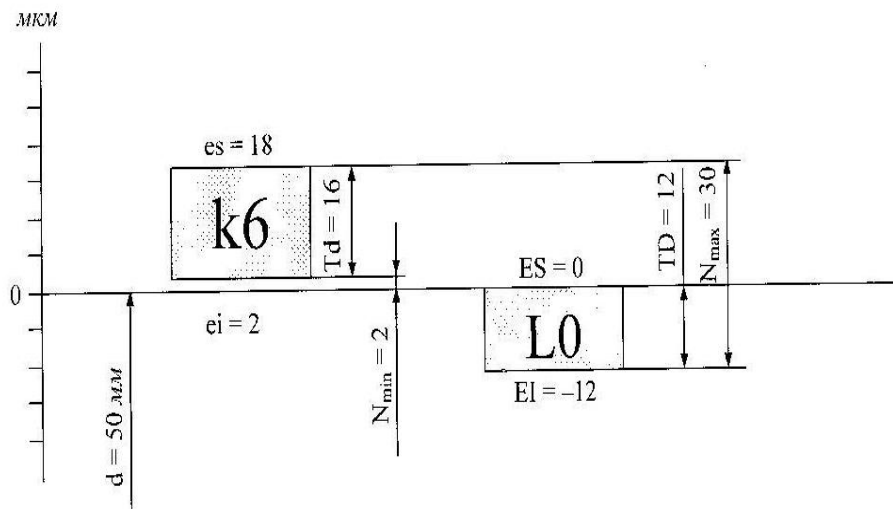
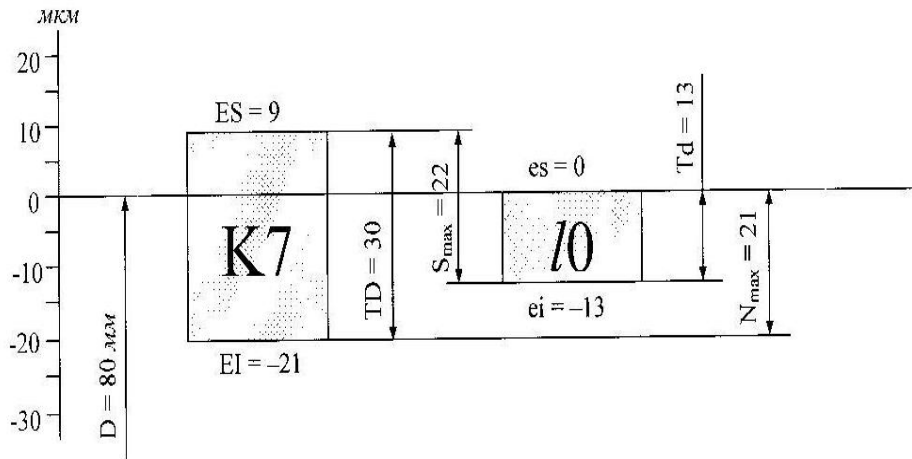
Таким образом, наименьший и наибольший натяги, будут составлять:

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

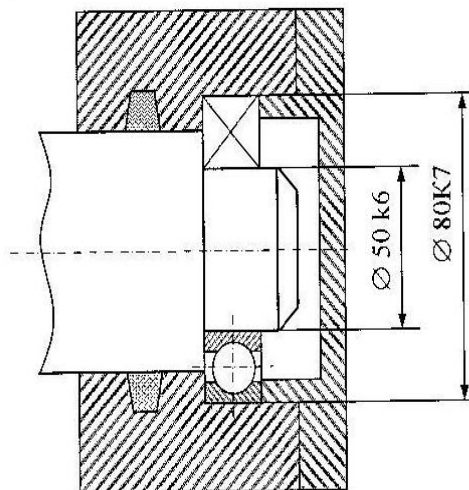
$$N_{\min} = 2 - 0 = 2 \text{ мкм};$$

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

$$N_{\max} = 18 + 12 = 30 \text{ мкм}.$$



Выполняем сборочный чертеж узла подшипника качения и детализация с простановкой размеров



**Задания для самостоятельного решения:**

1. Назначить посадку, по которой соединяются ролики транспортера с подшипниками качения. Определить зазор (натяг) соединения. Подшипник №310 «0» класса точности.

Диаметры колец подшипника №310  $\varnothing 110_{-0,015}$  – наружного и  $\varnothing 50_{-0,012}$  – внутреннего.

2. Однорядный радиальный шарикоподшипник №307 кл. точности «0» установлен на вал по посадке к6. Соединение наружного кольца подшипника с корпусом выполнена по посадке Н7. Дать графическое изображение полей допусков посадок.

**Выводы и предложения по данной практической работе:**

Расчет подшипников качения позволяет определить критерии работоспособности: сопротивление контактной усталости и статическую контактную прочность. Подшипники качения являются основным видом опор в машинах (в автомобилях, самолетах, станках). В одном автомобиле более 120 типа размеров подшипников качения.

**Контрольные вопросы:**

1. Из каких деталей состоят подшипники качения?
2. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения?
3. Как подбирают подшипники качения по таблицам каталога?

#### **Практическая работа № 4.**

**Тема:** Стандартизация точности шпоночных и шлицевых соединений.

**Цель:** познакомить с областью применения шпоночных и шлицевых соединений; научить выполнять расчет шпоночных и шлицевых соединений.

**Умения и навыки, которые должны приобрести на занятии:** знать назначение и основные функции шпоночных и шлицевых соединений; уметь выполнять расчет шпоночных и шлицевых соединений.

**Оборудование:** набор шпонок, шпоночных и шлицевых соединений;

ГОСТ 25348-82 (СТ СЭВ 177-75); Единая система допусков и посадок ряды допусков, основных отклонений и поля допусков для размеров свыше 3150 мм

**Перечень используемых источников:**

1. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация.- Москва. «Высшая школа», 2002 г.
2. ГОСТ 25348-82 (СТ СЭВ 177-75)

**Содержание и порядок выполнения работы**

**Вопросы теории, рассматриваемые в практической работе:**

1. Область применения шпоночных и шлицевых соединений. 2. Виды шпонок. 3. Последовательность расчета шпоночного соединения. 4. Достоинства и недостатки шлицевых соединений.

Шпоночные соединения предназначены для передачи крутящего момента. Их применяют, главным образом, в малонагруженных тихоходных передачах (кинематические цепи подач станков), в крупногабаритных соединениях (шестерни – маховики, шкивы кузнечно – прессовых машин), во всех ответственных неподвижных конических соединениях, при единичном и мелкосерийном производстве изделий.

По форме шпонки разделяются на призматические, сегментные, клиновые и тангенциальные.

Форма и размеры сечений шпонок и пазов стандартизованы и выбираются в зависимости от диаметра вала, а вид шпоночного соединения определяется условиями работы соединяемых деталей.

Призматические шпонки дают возможность получать как подвижные соединения (при использовании направляющих с креплением на вал ГОСТ 8790-79), так и неподвижные соединения (ГОСТ 23360-78). Соединения с сегментной шпонкой (ГОСТ 24071-80) и клиновой (ГОСТ 24068-80) служат для образования только неподвижных соединений.

В табл.1 приведены размеры элементов призматических шпонок и шпоночных пазов

Таблица 1 - Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов

d	b	h	t1	t2	l
От 6 до 8	2	2	1,2	1,0	6...20
Св. 8 до 10	3	3	1,8	1,4	6...36
Св. 10 до 12	4	4	2,5	1,8	8...45
Св. 12 до 17	5	5	3,0	2,3	10...56
Св. 17 до 22	6	6	3,5	2,8	14...70
Св. 22 до 30	7	7	4,0	3,3	16...63
Св. 22 до 30	8	7	4,0	3,3	18...90

Длины шпонок l выбирают из ряда 5, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 28, 32, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90 и далее до 500.

Особенностью шпоночных сопряжений является использование при их организации трех деталей: шпоночного вала, шпоночной втулки и шпонки с образованием двух посадок вал — шпонка и втулка — шпонка.

Сопряжение шпоночного вала и шпоночной втулки является сопряжением двух «гладких» цилиндрических деталей и не относится к шпоночному сопряжению. Однако правильное назначение посадки для этого соединения существенно влияет на условия работы шпоночного сопряжения. Рекомендуемые поля допусков для соединений вал — втулка приведены в табл.2

Таблица 2 - Рекомендуемые поля допусков для соединения вал - втулка

Условия работы пары вал — втулка	Характер сопряжения	Рекомендуемые поля допусков	
		Отверстия	Вала
Возможность осевого перемещения втулки по валу	С зазором	H6	h6
		H7	h7, g6, f6
Обеспечение высокой точности центрирования, минимальное радиальное биение	Переходные	H6	js6, k6, m6, n6
Наличие больших динамических нагрузок, возможность реверсивного движения	С натягом	H6	s7
		H7	s8

Работоспособность шпоночных соединений определяется в основном точностью посадок по ширине шпонки b. Поэтому размер b является сопрягаемым. Остальные размеры задаются так, чтобы максимально облегчить процесс сборки при сохранении необходимой надежности соединения.

Шлицевое соединение образуют выступы — зубья на валу и соответствующие впадины — шлицы в ступице. Рабочими поверхностями являются боковые стороны зубьев. Зубья вала

фрезеруют по методу обкатки или накатывают в холодном состоянии профильными роликами по методу продольной накатки. Шлицы отверстия ступицы изготавливают протягиванием.

*Шлицевые соединения стандартизованы и широко распространены в машиностроении.*

**Достоинства** шлицевых соединений по сравнению со шпоночными:

1. Лучшее центрирование соединяемых деталей и более точное направление при их относительном осевом вращении. 2. Меньшее число деталей соединения: шлицевое соединение образуют две детали, шпоночное — три, четыре. 3. При одинаковых габаритах возможна передача больших вращающих моментов за счет большей поверхности контакта. 4. Большая надежность при динамических и реверсивных нагрузках. 5. Большая усталостная прочность вследствие меньшей концентрации напряжений изгиба, особенно для эвольвентных шлицев. 6. Меньшая длина ступицы и меньшие радиальные размеры.

**Недостатки** — более сложная технология изготовления, а следовательно, и более высокая стоимость.

**Пример расчета шпоночного соединения.**

Для шпоночного соединения (шпонка призматическая) определить допуски и предельные размеры всех его элементов, а также дать схему расположения полей допусков по ширине шпонки «В» и сборочный чертеж шпоночного соединения. Диаметр вала  $\varnothing 95$ , длина ступицы  $l = 1,2d = 114$  мм, соединение свободное.

По ГОСТ 2360-78 по диаметру вала подбираем шпонку призматическую исполнения 1:

$b \times h$ - 25×14 — сечение шпонки;

$l = 110$  мм — длина шпонки;

$t_1 = 9$  мм — глубина паза вала;

$t_2 = 5,4$  мм — глубина паза втулки;

Допуски посадочных размеров свободного соединения:

- ширина шпонки  $25h_9(-0,052)$ ;
- ширина паза на валу  $25H_9(+0,052)$ ;
- ширина паза на втулке  $25 D_{10}(+0,149/_{0,065})$ ;
- высота шпонки  $14 h_{11}(-0,11)$ ;
- длина шпонки  $110 h_{14}(-0,87)$ ;
- длина паза под шпонку  $110 H_{15}(+1,4)$ ;
- глубина паза вала  $9(+0,2)$ ;
- глубина паза втулки  $5,4(+0,2)$

Посадки шпонки:

- на вал по ширине  $25 H_9/h_9(+0,052/_{-0,052})$ ;
- во втулку по ширине  $25 D_{10}/h_9(+0,149/_{+0,065}/_{-0,052})$

Расчет допусков:

*Вал*  $25_{-0,052}$  мм:

Номинальный размер 25 мм;  $e_i = -52$  мкм ;  $e_s = 0$  мкм;

$d_{\min} = d + e_i = 25,000 - 0,052 = 24,948$  мм

$d_{\max} = d + e_s = 25,000$  мм

$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 25,000 - 24,948 = 0,052$  мм

*Отверстие*  $25^{+0,052}$  мм:

Номинальный размер 25 мм ;  $EI = 0$  мкм ;  $ES = +52$  мкм;

$D_{\min} = D + EI = 25$  мм;  $D_{\max} = D + ES = 25,000 + 0,052 = 25,052$  мм;

$T_D = D_{\max} - D_{\min} = 25,052 - 25,000 = 0,052$  мм.

*Отверстие*  $25_{+0,065}^{+0,149}$  мм:

Номинальный размер 25 мм;  $EI = +65$  мкм;  $ES = +149$  мкм;

$D_{\min} = D + EI = 25,000 + 0,065 = 25,065$  мм;

$D_{\max} = D + ES = 25,000 + 0,149 = 25,149$  мм;

$T_D = D_{\max} - D_{\min} = 25,149 - 25,065 = 0,084$  мм.

Определим максимальные и минимальные зазоры:

на валу

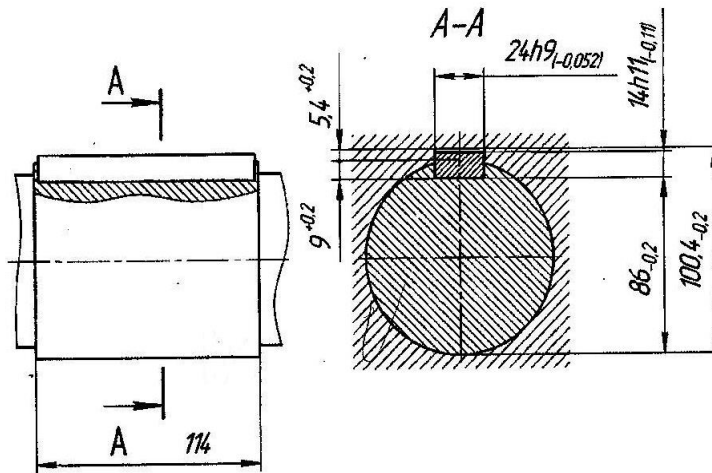
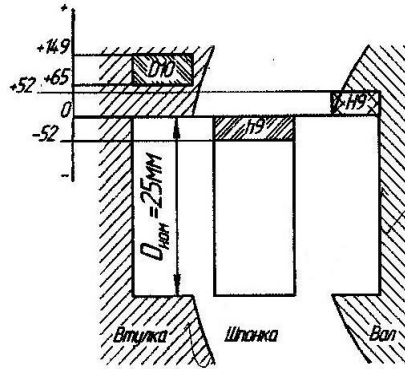
$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0,052 + 0,052 = 0,104 \text{ мм}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 0.$$

в втулке

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0,149 + 0,052 = 0,201 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 0,065 - 0 = 0,065 \text{ мм}.$$



**Пример выполнения задания.**

**Определить зазоры или натяги по элементам D и b шлицевого соединения.**

$D6 \times 32 \times 38^*$  (H7/f7) x4(D9/f10)

Выполнить графическое изображение полей допусков.

**Решение:**

Допуски и посадки шлицевых прямобочных соединений регламентируются ГОСТ 1139-58.

Обозначение  $D6 \times 32 \times 38^*$  (D7/f7) x4(D9/f10) показывает, что центрирование осуществляется по внешнему диаметру D; количество шлиц 6; внутренний диаметр 32 мм; наружный диаметр 38 мм; отклонение вала по внешнему диаметру по f7<sub>-0,050</sub><sup>-0,025</sup> (посадка по внешнему диаметру с зазором); толщина зубьев вала 4 мм, отклонение по толщине зуба -f10

Поскольку отверстие по внешнему диаметру, как и отклонение на ширину впадины отверстия назначаются основными (по технологическим соображениям).

Исходя из этого полем допуска на центрирующий размер назначаем  $\varnothing 38$  H7=0,38<sup>-0,025</sup>

верхнее отклонение посадки = вал<sub>min</sub> - отверстие<sub>max</sub> = (-0,025) - 0 = -0,025 мм.

нижнее отклонение посадки = вал<sub>min</sub> - отверстие<sub>max</sub> = (-0,05) - 0,025 = -0,075 мм.

Зазор в соединении по внешнему диаметру  $\varnothing 38$  (H7/f7) =  $\varnothing 38$ <sub>-0,075</sub><sup>-0,025</sup>

Допуск с основным отклонением  $f$  и качеством 10 не существует, поэтому в качестве допуска зуба назначаем  $f9 = -0,04^{-0,01}$ , а для сопряжения боковых поверхностей шлица назначаем посадку H9/f9.

Поле допуска на ширину впадины назначаем  $4H9 = 4^{+0,03}$ .

Верхнее отклонение посадки = вал<sub>max</sub>-отверстие<sub>min</sub> =  $(-0,01) - 0 = -0,01$  мм.

Нижнее отклонение посадки = вал<sub>min</sub>-отверстие<sub>max</sub> =  $(-0,04) - 0,03 = -0,07$  мм.

Зазор сопряжения впадина – шлиц  $4(H9/f9) = 4^{-0,07^{-0,01}}$

### **Задания для самостоятельного решения**

#### **Задание 1.**

Шестерни на валу редуктора закреплена с помощью призматической шпонки. По каким посадкам производится данное соединение? Определить зазор между шпонкой и пазом втулки. Соединение неподвижное, напряженное  $d_b = 30$  мм.

#### **Задание 2.**

Шлицевое соединение выполнено  $D - 6 \times 28 \times 32 (H8/m7) \times 7 (F8/f7)$

Определить имеет зазор или натяг это соединение. Дать графическое изображение полей допусков.

#### **Выводы и предложения по данной работе.**

Расчет шпоночного и шлицевого соединения позволяет определить критерии работоспособности рабочих поверхностей. В настоящее время шпоночные и шлицевые соединения очень широко применяются в машиностроении.

#### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение шпоночных соединений? Их разновидности. Недостатки шпоночных соединений
2. В каких случаях применяют призматические шпонки?
3. Каково назначение шлицевых соединений?
4. Какими достоинствами обладают шлицевые соединения по сравнению со шпоночными?
5. Какие применяют способы центрирования шлицевых прямобоковых соединений?

## **Практическая работа № 5.**

**Тема:** Стандартизация точности резьбовых соединений

**Цель занятия:** способствовать расширению кругозора о резьбовых соединениях; сформировать умения и навыки расчета резьбовых соединений.

**Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии:**

знать классификацию резьб; уметь применять геометрические параметры резьбы в расчетах; уметь выполнять расчет резьбовых соединений.

#### **Оборудование:**

набор деталей, содержащих резьбу; набор заданий для расчета.

#### **Перечень используемых источников:**

1. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация.- Москва. «Высшая школа», 2002 г.
2. ГОСТ 25348-82 (СТ СЭВ 177-75)
3. И.М. Лифиц «Стандартизация, метрология и сертификация». Москва – ЮРАЙТ – 2012 г.

#### **Содержание и порядок выполнения работы.**

#### **Вопросы теории, рассматриваемые в практической работе:**

1. Классификация резьб.
2. Основные параметры резьбы.
3. Последовательность расчета резьбового соединения.

Резьбовые соединения являются наиболее распространенными разъемными соединениями. Их образуют болты, винты, гайки и другие детали с резьбой. Основным

элементом соединения является резьба, которая получается путем прорезания или накатки на детали канавок по винтовой линии. Резьбы классифицируются по следующим признакам:

по профилю винтовой поверхности: треугольные, трапецеидальные, упорные;  
по форме поверхности, на которой выполнена резьба: цилиндрические и конические, наружные и внутренние;

по направлению винтового движения резьбового контура: правые и левые;

по числу заходов: одно – и многозаходные;

по эксплуатационному назначению: общего применения и специальные.

К резьбам общего применения относятся:

крепежные (метрическая, дюймовая). Главное требование к ним – обеспечить прочность соединения и сохранить плотность стыка в процессе длительной эксплуатации;

кинематические (трапецеидальные и прямоугольные) – для ходовых винтов. Главное требование к ним – обеспечить точное перемещение при наименьшем трении;

трубные и арматурные. Главное требование к ним – обеспечить герметичность соединений.

Упорная резьба применяется для преобразования вращательного движения в поступательное силовое (домкраты, прессы). Главное требование к ней – обеспечить высокую нагрузочную способность.

В машиностроении наиболее широко применяется метрическая резьба. ГОСТ 24705-81 устанавливает номинальный профиль метрической резьбы и размеры элементов профиля:  $d$  – наружный диаметр наружной резьбы (болта);  $D$  – наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);  $d_2$  – средний диаметр болта;  $D_2$  – средний диаметр гайки;  $d_1$  – внутренний диаметр болта;  $D_1$  – внутренний диаметр гайки;  $d_3$  – внутренний диаметр болта по дну впадины;  $P$  – шаг профиля;  $H$  – высота исходного треугольника;  $\alpha = 60^\circ$  – угол профиля резьбы.

#### **Параметры резьбы:**

профиль резьбы;

средний диаметр резьбы;

наружный диаметр резьбы;

внутренний диаметр резьбы;

шаг резьбы;

угол профиля резьбы;

угол наклона боковой стороны профиля;

высота исходного профиля;

рабочая высота профиля;

длина свинчивания.

ГОСТ 8724-81 устанавливает диаметры резьбы от 0,25 до 600мм и шаги от 0,075 до 6мм. Установлено три ряда диаметров метрической резьбы. При выборе диаметра резьбы следует первый ряд предпочитать второму, второй – третьему.

У резьбы с мелкими шагами одному и тому же наружному диаметру могут соответствовать разные шаги.

Условное обозначение резьбы:

M24 – метрическая с номинальным диаметром 24мм и крупным шагом;

M24×2 – метрическая с номинальным диаметром 24мм и мелким шагом, равным 2мм.

Для левой резьбы в условном обозначении появляется LH:

M24 – LH – резьба метрическая с номинальным диаметром 24мм и крупным шагом, левая.

ГОСТ 24705-81 устанавливает значения основных параметров резьбы ( $d = D$ ,  $d_1 = D_1$ ,  $d_2 = D_2$ ,  $d_3$ )

#### **Пример 1:**

Дать графическое изображение полей допусков резьбового соединения M30 – 6H/6e.

#### **Решение:**

Расшифруем условное обозначение резьбы.



М – резьба метрическая (угол профиля  $\alpha = 60^\circ$ );

30 – наружный диаметр резьбы, мм;

3,5 – шаг резьбы (крупный), мм;

6Н/6е – обозначение посадки резьбового соединения;

6Н – поле допуска среднего и внутреннего диаметров резьбы гайки;

6е – поле допуска среднего и внутреннего диаметров резьбы болта.

Из ГОСТ 24705-81 и ГОСТ 8724-81 выписываем номинальные размеры наружного  $D$  ( $d$ ), внутреннего  $D_1$  ( $d_1$ ) и среднего  $D_2$  ( $d_2$ ) диаметров резьбы, шага резьбы  $P$ , исходной высоты профиля  $H$ , а также угла профиля  $\alpha$  для резьбы с номинальным диаметром 30мм и крупным шагом:

$$D = d = 30,00\text{мм}, P = 3,5\text{мм}, H = 0,8667 P = 3,033\text{мм},$$

$$D_1 = d_1 = d - 4 + 0,211,$$

$$D_1 = d_1 = 30 - 4 + 0,211 = 26,211 \text{ мм.}$$

$$D_2 = d_2 = d - 3 + 0,727,$$

$$D_2 = d_2 = 30 - 3 + 0,727 = 27,727 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 16093-81 устанавливаем предельные отклонения диаметров резьбы, сопрягаемых на посадках с зазором, мкм:

Для гайки М30×3,5–6Н

Для М30×3,5–6е

$$ES_D - \text{не нормируется}; EI_D = 0; es_d = -90; ei_d = -515;$$

$$ES_{D_2} = +280; EI_{D_2} = 0; es_{d_2} = -90; ei_{d_2} = -302;$$

$$ES_{D_1} = +560; EI_{D_1} = 0; es_{d_1} = -90; ei_{d_1} = \text{не нормируется.}$$

Предельные размеры и допуски средних диаметров резьбы болта и гайки:

$$D_{2\max} = D_2 + ES_{D_2} = 30 + 0,280 = 30,280 \text{ мм};$$

$$D_{2\min} = D_2 + EI_{D_2} = 30 + 0 = 30,000 \text{ мм};$$

$$d_{2\max} = d_2 + es_{d_2} = 30 - 0,090 = 29,910 \text{ мм};$$

$$d_{2\min} = d_2 + ei_{d_2} = 30 - 0,302 = 29,698 \text{ мм};$$

$$TD_2 = D_{2\max} - D_{2\min} = 30,280 - 30,000 = 0,280 \text{ мм};$$

$$Td_2 = d_{2\max} - d_{2\min} = 29,910 - 29,698 = 0,212 \text{ мм.}$$

Отклонения шага и половины угла профиля, влияющие на взаимозаменяемость, учитываются допуском на средний диаметр.

Предельные размеры и допуски наружных диаметров резьбы болта и гайки:

$D_{\max}$  – не нормируется;

$$d_{\max} = d + es_d = 30,000 - 0,090 = 29,910 \text{ мм};$$

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

$$d_{\min} = d + ei_d = 30 - 0,515 = 29,485;$$

$TD = D_{\max} - D_{\min}$  – не нормируется;

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = 29,910 - 29,485 = 0,425 \text{ мм};$$

Предельные размеры и допуски внутренних диаметров резьбы болта и гайки:

$$D_{1\max} = D_1 + ES_{D_1} = 26,211 + 0,560 = 26,771 \text{ мм};$$

$$d_{1\max} = d_1 + es_{d_1} = 26,211 - 0,090 = 26,121 \text{ мм};$$

$$D_{1\min} = D_1 + EI_{D_1} = 26,211 + 0 = 26,211 \text{ мм};$$

$$d_{1\min} = d_1 + ei_{d_1} = \text{не нормируется}$$

$$TD_1 = D_{1\max} - D_{1\min} = 26,771 - 26,121 = 0,650 \text{ мм};$$

$$Td_1 = d_{1\max} - d_{1\min} = \text{не нормируется.}$$

Зазоры в соединении по среднему диаметру:

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

$$S_{2\max} = 30,280 - 29,698 = 0,582 \text{ мм};$$

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

$$S_{2\min} = 30,000 - 29,910 = 0,090 \text{ мм.}$$

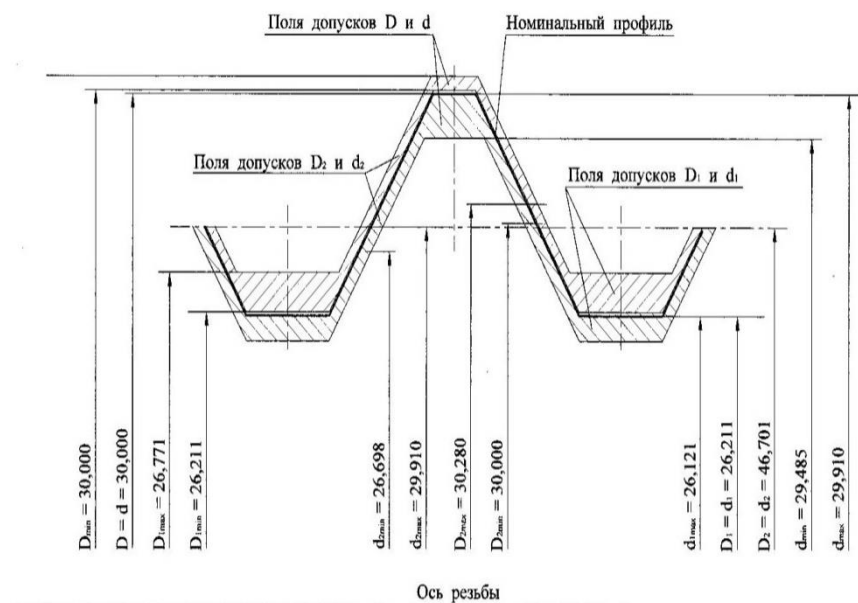
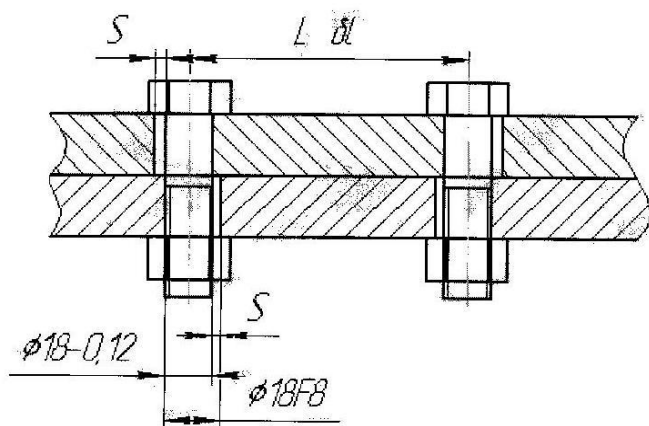


Схема расположения полей допусков резьбового соединения М30-6Н/6е

**Пример 2:**

Детали скрепляются двумя болтами  $\phi 18 - 0,12$ , свободно проходящими через отверстие. Расстояние между центрами отверстий 65 мм, диаметры отверстий выполнены по размеру  $D=18F8$ , определить допуск на расстояние между центрами.

**Решение:**



По данным задачи рассматриваемое соединение – А (для болтов и заклёпок). В соединяемых деталях имеются сквозные отверстия для прохождения крепежной детали с гарантированным зазором  $S$  (рис. 1)

1. Допуск расположения  $T$  осей отверстий крепежные детали при обеспечении взаимозаменяемости рассчитываются по формуле:

$T = k \cdot S_{\min}$ , где  $k$ -коэф-т использования зазора для компенсации отклонения расположения осей,

$S_{\min}$  – наименьший зазор между сквозным гладким отверстием и крепёжной деталью.

Принимаем  $k=1$ ,  $T=S_{\min}$

2. Находим  $S_{\min}$

2.1 Определим предельное отклонение для болта  $\phi 18 - 0,12$

$es=0$ ,  $ei=0,12$

2.2 Из таблицы СТ СЭВ 144-75 определим предельные отклонения для отверстий  $\phi 18F8(0,043/0,016)$

$ES=0,043$ ,  $EI=0,016$ мм.

2.3 Определим минимальный зазор соединения

$$S_{\min} = EI - es = 0,016 - 0 = 0,016 \text{ мм, значит}$$

$$T = 0,016$$

3. Для двух отверстий координированных относительно друг друга  $6L = \pm T = \pm 0,016 \text{ мм}$  - допуск расстояние между осями отверстия  $L \pm 6L = 65 \pm 0,016$ .

#### **Задания для самостоятельного решения:**

1. Болт с резьбой М 20×2,5 затягивают гаечным ключом, длиной которого  $l = 14d$ . Сила рабочего, приложенная на конце ключа,  $F_p = 160 \text{ Н}$ . Определить силу затяжки болта  $F_0$ , если коэффициент трения в резьбе и на торце гайки  $f = 0,15$ .

2. Винтовая стяжка имеет два резьбовых отверстия с правой и левой метрической резьбой крупного шага. Определить номинальный диаметр резьбы винтов, если на соединении действует осевая сила  $F_0 = 20 \text{ кН}$ . Материал винтов - сталь марки 20, класс прочности 4.6. Затяжка неконтролируемая.

#### **Выводы и предложения по данной практической работы:**

Резьбовые соединения являются наиболее распространенным и применяемым на практике видом соединений. Их применяют в машиностроении. Расчет резьбового соединения позволяет выявить умения и навыки использовать расчётные формулы

#### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные параметры резьбы.
2. Какие виды посадок применяют при расчёте резьбовых соединений?
3. На каких принципах основаны применяемые способы стопорения резьбовых деталей от самоотвинчивания.

### **Критерии и шкала оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b>
Отлично	студент обнаруживает систематическое и глубокое знание программного материала по дисциплине, умеет свободно ориентироваться в вопросе. Ответ полный и правильный на основании изученного материала. Выдвинутые положения аргументированы и иллюстрированы примерами. Материал изложен в определенной логической последовательности, осознанно, литературным языком, с использованием современных научных терминов; ответ самостоятельный. Студент уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
Хорошо	студент обнаруживает полное знание учебного материала, демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине. Ответ полный и правильный, подтвержден примерами; но их обоснование не аргументировано, отсутствует собственная точка зрения. Материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены 2-3 несущественные погрешности, исправленные по требованию экзаменатора. Студент испытывает незначительные трудности в ответах на дополнительные вопросы. Материал изложен осознанно, самостоятельно, с использованием современных научных терминов, литературным языком.
Удовлетворительно	студент обнаруживает знание основного программного материала по дисциплине, но допускает погрешности в ответе. Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены правильно, но обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; ответ носит

	преимущественно описательный характер. Студент испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы. Научная терминология используется недостаточно.
Неудовлетворительно	выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине. При ответе обнаружено непонимание студентом основного содержания теоретического материала или допущен ряд существенных ошибок, которые студент не может исправить при наводящих вопросах экзаменатора, затрудняется в ответах на вопросы. Студент подменил научное обоснование проблем рассуждением бытового плана. Ответ носит поверхностный характер; наблюдаются неточности в использовании научной терминологии.