

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Новozyбковский сельскохозяйственный техникум - филиал
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ**

**МЕТРОЛОГИЯ,
СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ
КАЧЕСТВА**

**Рабочая тетрадь
студента очной формы обучения
среднего профессионального учебного заведения**

группа _____

НОВОЗЫБКОВ, 2020

УДК 389 (076)

ББК 30.10

К 67

Корнеевко, Д. Н. Метрология, стандартизация и подтверждение качества: рабочая тетрадь студента очной формы обучения среднего профессионального учебного заведения / Д. Н. Корнеевко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020 – 105 с.

В рабочей тетради изложен материал для изучения курса Метрология, стандартизация и подтверждение качества. Рабочая тетрадь предназначена для студентов-очников Новозыбковского сельскохозяйственного техникума по специальности 35.02.16. Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники, базовый уровень подготовки.

Рецензент: председатель Цикловой методической комиссии, преподаватель высшей категории В.А. Новиков.

Рекомендовано к изданию Цикловой методической комиссией общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей Новозыбковского сельскохозяйственного техникума – филиала ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», протокол № 2 от 22.10. 2020 года.

© Брянский ГАУ, 2020

© Корнеевко Д.Н., 2020

АННОТАЦИЯ

Пособие предназначено для студентов-очников Ново-зыбковского сельскохозяйственного техникума по специальности 35.02.16. Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники, на базе основного общего, среднего (полного) или начального профессионального образования.

Рабочая тетрадь направлена на изучение обучаемыми дисциплины «Метрология, стандартизация и подтверждение качества».

В процессе изучения учебного материала студент выполняет упражнения, предусмотренные материалом для отработки умений и навыков по дисциплине.

Особенность методической разработки состоит в том, что теоретический материал тесно сочетается с практическими примерами, используемыми в дальнейшем обучаемыми для выполнения практических работ, а также в целом при усвоении в дальнейшем компетенций осваиваемых в других дисциплинах, в области машиностроения и правил выполнения конструкторских документов, отражённых в стандартах.

ЛИТЕРАТУРА

Основные источники:

Иванов И.А. Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте. М.: Академия, 2016.

Дополнительные источники:

Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие / под ред. В.Н. Кайновой. СПб.: Изд-во Лань, 2015. 368 с.

Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

<i>Наименование разделов и тем</i>	<i>Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся</i>	<i>Объем в часах</i>
Раздел 1. Основы стандартизации		12
Тема 1.1 Государственная система стандартизации	Содержание учебного материала	4
	Задачи стандартизации. Основные понятия и определения. Органы и службы по стандартизации. Виды стандартов. Государственный контроль за соблюдением требований государственных стандартов. Нормализованный контроль технической документации.	4
Тема 1.2 Межотраслевые комплексы стандартов	Содержание учебного материала	6
	Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Единая система технологической документации (ЕСТД). Комплексы стандартов по безопасности жизнедеятельности (ССБТ). Система разработки и постановки продукции на производство (СПП).	4
	Самостоятельная работа обучающихся Изучение комплексов стандартов ЕСКД, ЕСТД	2
Тема 1.3 Международная, региональная и национальная стандартизация	Содержание учебного материала	2
	Межгосударственная система по стандартизации (МГСС). Международная организация по стандартизации (ИСО). Международная электротехническая комиссия (МЭК). Экономическая эффективность стандартизации.	2
Раздел 2. Основы взаимозаменяемости		40
Тема 2.1 Взаимозаменяемость гладких цилиндрических деталей	Содержание учебного материала	10
	Основные понятия и определения. Общие положения ЕСДП. Обозначение полей допусков, предельных отклонений и посадок на чертежах. Неуказанные предельные отклонения размеров. Расчет и выбор посадок.	4
	В том числе практических занятий	4
	1. Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений	2
	2. Определение годности деталей в цилиндрических соединениях.	2
	Самостоятельная работа обучающихся	2
Тема 2.2 Точность формы и расположения	Содержание учебного материала	8
	Общие термины и определения. Отклонение и допуски формы, расположения. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей. Обозначение на чертежах допусков формы и расположения.	4

	В том числе практических занятий	2
	Допуски формы и расположения поверхностей деталей.	2
	Самостоятельная работа обучающихся	2
Тема 2.3 Шероховатость и волнистость поверхности	Содержание учебного материала	6
	Основные понятия и определения. Обозначение шероховатости поверхности.	4
	В том числе практических занятий	2
	Измерение параметров шероховатости поверхности	2
	Самостоятельная работа обучающихся	-
Тема 2.4 Система допусков и посадок для подшипников качения. Допуски на угловые размеры.	Содержание учебного материала	6
	Система допусков и посадок для подшипников качения. Допуски угловых размеров. Система допусков и посадок для конических соединений.	4
	В том числе практических занятий	2
	Допуски и посадки подшипников качения.	2
	Самостоятельная работа обучающихся	-
Тема 2.5 Взаимозаменяемость различных соединений	Содержание учебного материала	6
	Общие принципы взаимозаменяемости цилиндрической резьбы. Основные параметры метрической резьбы. Система допусков для цилиндрических зубчатых передач. Допуски зубчатых конических и гипoidных передач. Допуски червячных передач. Взаимозаменяемость шпоночных соединений. Взаимозаменяемость шлицевых соединений.	4
	В том числе практических занятий	2
	Контроль резьбовых, зубчатых, шпоночных и шлицевых соединений.	2
	Самостоятельная работа обучающихся	-
Тема 2.6 Расчет размерных цепей	Содержание учебного материала	4
	Основные термины и определения, классификация размерных цепей. Метод расчета размерных цепей на полную взаимозаменяемость. Теоретико-вероятностный метод расчета размерных цепей.	2
	В том числе практических занятий	2
	Практическая работа Расчет размерных цепей	2
	Самостоятельная работа обучающихся	-
Раздел 3. Основы метрологии и технические измерения		14
Тема 3.1 Основные понятия метрологии	Содержание учебного материала	6
	Измеряемые величины. Виды и методы измерений. Методика выполнения измерений. Метрологические показатели средств измерений. Классы точности средств измерений. Международная система единиц (система СИ). Критерии качества измерений.	4

	<i>В том числе практических занятий</i>	2
	Приведение несистемной величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ.	2
	<i>Самостоятельная работа обучающихся</i>	-
<i>Тема 3.2 Линейные и угловые измерения</i>	<i>Содержание учебного материала)</i>	8
	Плоскопараллельные меры длины. Меры длины штриховые. Микрометрические приборы. Пружинные измерительные приборы. Оптико-механические приборы. Пневматические приборы. Жесткие угловые меры. Угольники. Механические угломеры. Средства измерений основанные на тригонометрическом методе.	4
	<i>В том числе практических занятий</i>	4
	Измерение деталей с использованием различных измерительных инструментов	2
	<i>Самостоятельная работа обучающихся</i>	-
<i>Раздел 4. Основы сертификации</i>		8
<i>Тема 4.1 Основные положения сертификации</i>	<i>Содержание учебного материала</i>	4
	Основные понятия, цели и объекты сертификации. Правовое обеспечение сертификации. Роль сертификации в повышении качества продукции. Общие сведения о конкурентоспособности. Обязательная и добровольная сертификация.	4
	<i>Самостоятельная работа обучающихся</i>	-
<i>Тема 4.2 Качество продукции</i>	<i>Содержание учебного материала</i>	4
	Основные понятия и определения в области качества продукции. Управление качеством продукции. Сертификация систем качества. Качество продукции и защита потребителей.	4
Промежуточная аттестация		6
Всего:		72

Раздел 1. Основы стандартизации

Тема 1.1 Государственная система стандартизации

Стандартизация – установление и применение правил с целью упорядочивания деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон для достижения всеобщей оптимальной экономики при соблюдении условий эксплуатации и требований безопасности.

Стандартизация основывается на достижениях науки и передового опыта и определяет основу не только настоящего, но и будущего развития.

Цели и задачи стандартизации

Стандартизация направлена на достижение следующих основных целей:

- ускорение технического прогресса;
- повышение эффективности общественного производства, и производительности труда;
- улучшение качества продукции и обеспечение его надлежащего уровня;
- совершенствование организации управления и установление рациональной номенклатуры выпускаемой продукции;
- развитие специализации в области проектирования и производства продукции;
- экономию материальных и трудовых ресурсов;
- обеспечение охраны здоровья населения и безопасности труда;
- развитие международного экономического, технического и культурного сотрудничества.

В соответствии с поставленными целями, задачами стандартизации являются:

- установление требований к качеству готовой продукции на основе стандартизации ее качественных характеристик сырья, материалов, полуфабрикатов;
- разработка и установление единой системы показателей качества продукции, методов и средств контроля испытаний и сертификации продукции, а также необходимого уровня надежности изделий;
- установление норм, требований и методов в области проектирования и производства с целью обеспечения оптимального качества и исключения нерационального многообразия видов, марок типоразмеров продукции;
- развитие унификации промышленной продукции как важнейшего условия специализации производства, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, повышения уровня взаимозаменяемости, эффективности эксплуатации и ремонта изделий;
- обеспечение единства и достоверности измерений в стране, совершенствование методов и средств измерений высшей точности;

- установление систем стандартов в области обеспечения безопасности труда, охраны природы;
- установление требований по совместимости и взаимозаменяемости продукции;
- нормативное обеспечение контроля, сертификации и оценки качества продукции;
- организация работ по международному сотрудничеству в области стандартизации и сертификации продукции.

Совместимость – это пригодность продукции к совместному, но не вызывающему нежелательных взаимодействий использованию при заданных условиях для выполнения установленных требований.

Взаимозаменяемость – это пригодность одного изделия для использования вместо другого изделия в целях выполнения одних и тех же требований.

Органы и службы стандартизации

В РФ функционирует система органов и служб стандартизации, проводящих работы по стандартизации на всех уровнях управления хозяйством. Система построена по территориально-отраслевому принципу и включает в себя:

- государственные органы стандартизации и их службы;
- органы и службы стандартизации в отраслях народного хозяйства;
- территориальные органы и службы стандартизации.

Органом государственного управления, осуществляющим руководство стандартизацией и метрологией в стране, Госстандарт РФ.

Категории и виды стандартов

Стандарты в РФ являются обязательными в пределах установленной сферы их действия и подразделяются на следующие категории:

- межгосударственные стандарты – ГОСТы;
- государственные стандарты – ГОСТР;
- стандарты предприятий – ОСТ;
- стандарты научно-технических обществ и инженерных обществ – СТО;
- технические условия – ТУ.

Межгосударственный стандарт - ГОСТ – региональный стандарт; принятый государствами, присоединившимися к Соглашению о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации. Действующие, а также вновь вводимые ГОСТы, к которым присоединится Россия, будут применять на ее территории без переформулирования и без изменения их обозначения.

Государственные стандарты обязательны к применению всеми предприятиями и организациями во всех отраслях хозяйства. Они распростра-

няются преимущественно на объекты межотраслевого применения, нормы, параметры, требования, показатели качества продукции, термины, обозначения и др., необходимые для обеспечения единства и взаимосвязи различных областей науки и техники. Государственные стандарты утверждает комитет Российской Федерации по стандартизации (Госстандарт РФ).

Отраслевые стандарты (ОСТы) разрабатывают при отсутствии ГОСТов на объекты стандартизации или при необходимости установления требований, превышающих предъявленные ГОСТ Р. Требования ОСТа не должны противоречить обязательным требованиям ГОСТ Р.

Стандарты научно-технических и инженерных обществ (СТО) разрабатываются для динамичного отражения и распространения результатов фундаментальных и прикладных исследований. СТО не должны противоречить обязательным требованиям ГОСТов и ОСТов.

Стандарты предприятий (СТП) разрабатывают на создаваемую и применяемую на данном предприятии продукцию. Объектами СТП являются: составные части продукции, технологическая оснастка и инструмент; технологические процессы; услуги, оказываемые внутри предприятия; процессы организации и управления производством.

Технические условия (ТУ) – нормативный документ на конкретную продукцию, утвержденный предприятием-разработчиком, как правило, по согласованию с предприятием-заказчиком.

Государственный контроль за соблюдением требований государственных стандартов

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется:

- федеральными органами исполнительной власти;
- органами исполнительной власти субъектов РФ;
- подведомственными им государственными учреждениями, уполномоченными на проведение контроля (надзора).

Все эти учреждения и органы исполнительной власти являются органами государственного контроля (надзора). Непосредственно государственный контроль (надзор) осуществляют должностные лица органов государственного контроля (надзора).

Органы государственного контроля (надзора) имеют право:

- требовать от изготовителя (а также продавца или лица, представляющего иностранного изготовителя) предъявление декларации о соответствии или сертификата соответствия или их копии, если применение копии предусмотрено техническим регламентом;
- осуществлять мероприятия по государственному контролю (надзору) в соответствии с законодательством РФ;
- выдавать предписания об устранении нарушений требований технических регламентов;

- принимать решения о запрете передачи продукции, а также о приостановлении производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, если иными мерами невозможно устранить нарушения требований технических регламентов;
- приостановить или прекратить действие декларации о соответствии или сертификата соответствия;
- привлекать изготовителя (исполнителя) к ответственности;
- принимать иные меры, предусмотренные законодательством РФ, в целях недопущения вреда.

Остальные требования стандартов относятся к добровольным. Необходимость выполнения этих требований определяют самостоятельно изготовитель и потребитель при заключении договоров на разработку и поставку продукции, оказание услуг или проведение работ.

Нормализованный контроль технической документации.

Нормализационный контроль технической документации (нормоконтроль) проводится с целью повышения качества нормативно-технической документации и обеспечения внедрения требований стандартов на предприятии. Порядок проведения нормализационного контроля установлен ГОСТом 2.111; ГОСТом 3.1116 и ГОСТом 21.002. Нормоконтролю подлежит комплексная нормативно-техническая документация на изделия основного и вспомогательного производств, разрабатываемая самим предприятием и получаемая со стороны. Нормоконтроль осуществляется специалистами-нормоконтролерами, имеющими большой опыт работы в соответствующей области.

Задачей нормоконтроля является проверка:

- комплектности представленной на контроль документации;
- соблюдения конструктивной и технологической преемственности;
- необходимости разработки специальных чертежей и технологий;
- соответствия разработанной документации требованиям Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД) и Системы проектной документации для строительства (СПДС);
- использования стандартных и унифицированных элементов конструкций, изготавливаемых специализированными заводами;
- соблюдения в разрабатываемых изделиях норм, правил, установленных государственными, отраслевыми стандартами, стан-

дартами предприятий и другой нормативно-технической документации (НТД);

- соответствия оформления технической документации требованиям, установленным стандартами;

- использования установленных ограничительных номенклатур стандартизованных изделий (крепежных деталей, винтов, болтов, гаек, шайб, типов контрлоков, резьб, шлицевых соединений, допусков и посадок), марок материалов, профилей проката, вспомогательных материалов;

- соблюдения действующей системы классификации и кодирования.

Необходимость повышения качества нормализационного контроля налагает на нормоконтролера определенные обязанности и предоставляет ему достаточные права.

Нормоконтролер обязан выпускать в производство только ту документацию, которая полностью отвечает требованиям стандартов; руководствоваться только действующими в момент проведения контроля стандартами и другими нормативно-техническими документами; давать консультации по вопросам применения стандартов и другой НТД; вести работу по улучшению системы нормоконтроля, повышению его эффективности; систематически представлять сведения о качестве контролируемой документации; повышать свою квалификацию; знать поступающие на предприятие стандарты, срок их действия.

Нормоконтролер имеет право:

- возвращать конструкторскую документацию разработчику без рассмотрения в случаях нарушения установленной комплектности, отсутствия обязательных подписей, небрежного выполнения;

- требовать от разработчиков конструкторской документации разъяснений и дополнительных материалов по вопросам, возникшим при проверке.

Изменения и исправления, указанные нормоконтролером и связанные с нарушением действующих стандартов и других нормативно-технических документов, обязательны для внесения в конструкторские документы.

Нормоконтролер несет ответственность за соблюдение в конструкторской и технологической документации требований действующих стандартов и других нормативно-технических документов наравне с разработчиками этой документации.

Тема 1.2 Межотраслевые комплексы стандартов

Межотраслевые системы представлены государственными (национальными) и межгосударственными стандартами. В перспективе межотраслевые системы стандартов, выполняющие роль общетехнических систем, трансформируются в общетехнические системы технического регулирования, так как в их состав будут входить не только национальные стандарты, но и технические регламенты.

На создание продукции высокой эффективности направлены комплексы стандартов, прежде всего межгосударственных: Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП); Единая система конструкторской документации (ЕСКД); Единая система технологической документации (ЕСТД); Система автоматизированного проектирования (САПР).

Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСКД) устанавливает для всех предприятий (организаций) страны единые правила разработки, выполнения, оформления и обращения конструкторской документации. В стандартах ЕСКД сохранена преемственность положений стандартов системы чертежного хозяйства и обеспечена согласованность с рекомендациями ИСО и МЭК.

Основные задачи ЕСКД:

- повышение производительности труда конструкторов;
- улучшение качества чертежной документации;
- взаимообмен конструкторской документацией между организациями и предприятиями без переоформления;
- углубление унификации при разработке проектов промышленных изделий;
- упрощение форм конструкторских документов, графических изображений, внесение в них изменений;
- механизация и автоматизация обработки технических документов и содержащейся в них информации;
- эффективное хранение, дублирование, учет документации, сокращение объемов;
- ускорение оборота документов;
- улучшение условий эксплуатации и ремонта технических устройств.

Единая система технологической документации (ЕСТД)

ЕДИНАЯ СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСТД), включает в себя комплекс государственных стандартов и руководящих нормативных документов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформления и обращения технологической документации, применяемой при изготовлении и ремонте изделий (включая контроль и перемещения).

Назначение комплекса стандартов и руководящих нормативных документов ЕСТД:

- обеспечение применения различных методов и средств проектирования, обработки информации и размножения технологических документов;

- обеспечение оптимальных условий при передаче технологической документации на другое предприятие (другие предприятия) с минимальным переоформлением;

- применение унифицированных бланков технологических документов и централизованного их размножения; применение единых правил оформления технологических документов в зависимости от типа и характера производства, состава и вида разрабатываемых технологических процессов (операций), применяемых способов их описания;

- создание необходимых условий для разработки прогрессивных, типовых и групповых технологических процессов; создание информационной базы для автоматизированных систем управления и проектирования;

- создание предпосылок по снижению трудоемкости инженернотехнических работ в сфере технологической подготовки и управления производством;

- обеспечение взаимосвязи с разработанными и разрабатываемыми системами стандартов ЕСКД, ЕСТПП и др.

Комплексы стандартов по безопасности жизнедеятельности (ССБТ)

СИСТЕМА СТАНДАРТОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ССБТ) выполняет важную социальную функцию по предупреждению аварий и несчастных случаев с целью обеспечения охраны здоровья людей на производстве и в быту. В рамках этой системы производятся взаимная увязка и систематизация всей существующей нормативной и нормативно-технической документации по безопасности труда, в том числе многочисленных норм и правил по технике безопасности производственной санитарии как федерального, так и отраслевого значения. ССБТ представляет собой многоуровневую систему взаимосвязанных стандартов, направленную на обеспечение безопасности труда.

Система ССБТ стандартизована ГОСТ 12.0.001-82 и состоит из следующих групп:

0 - Организационно-методические стандарты;

1 - Стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов;

2 - Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию;

3 - Стандарты требований безопасности к производственным процессам;

4 - Стандарты требований к средствам защиты работающих.

Требования стандартов ССБТ должны быть включены в отраслевые стандарты и стандарты предприятий и, соответственно, во все виды конструкторской, технологической и проектной документации. Практические пункты реализованы в виде инструкций по технике безопасности на предприятиях. Основные положения ССБТ содержатся в других комплексах стандартов, таких как: ЕСКД, ЕСТД, СРПП, ГСИ и др.

ССБТ является нормативной базой для проведения обязательной сертификации. Требования ССБТ максимально гармонизированы с аналогичными документами ИСО и МЭК. Подготовка стандартов по безопасности направлена на выявление параметров объектов стандартизации, оказывающих негативное воздействие на человека и окружающую среду. Устанавливаются также методы обеспечения безопасности по каждому из этих параметров.

Главной целью стандартизации в области безопасности является поиск защиты от различных видов опасностей. Так, например, МЭК в сферу вопросов безопасности включила: опасность поражения электротоком, пожароопасность, взрывоопасность, химическую опасность, биологическую опасность, опасность излучений оборудования от: звуковых, инфракрасных, радиочастотных, ультрафиолетовых, ионизирующих, радиационных источников и др.

Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП)

СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ И ПОСТАНОВКИ ПРОДУКЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВО (СРПП) — это система правил, определяющих порядок проектирования, производства и эффективного применения потребителем продукции. Госстандартом России совместно с другими ведомствами разработана научно обоснованная Система разработки и постановки продукции на производство. В ней определены организационно-технические принципы и порядок проведения работ по созданию высокоэффективной продукции. Система устанавливает порядок проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских, опытно-технических работ, патентных исследований, прогнозирования технического уровня и тенден-

ций развития техники, способов упаковки и транспортировки изделий, а также порядок постановки на производство продукции, изготавливаемой по лицензиям зарубежных фирм; регламентирует порядок снятия с производства продукции, не соответствующей современному уровню. И, что особенно важно, системой устанавливаются функции разработчика, заказчика (потребителя), изготовителя продукции.

Система разработки и постановки продукции на производство, как правило, предусматривает:

- 1) разработку технического задания;
- 2) разработку технической и нормативно-технической документации;
- 3) изготовление и испытания образцов продукции;
- 4) приемку результатов разработки;
- 5) подготовку и освоение производства.

Отдельные из указанных этапов может совмещать, изменять и дополнять в зависимости от специфики продукции и организации производства.

Разработчик на основе исходных требований заказчика (потребителя), изложенных в техническом задании на проектирование продукции, маркетинга, условий применения, тенденций развития и имеющегося научно-технического задела, проводит необходимые научно-исследовательские и опытно-технологические работы, включая патентные исследования, функционально-стоимостной анализ, моделирование, художественное конструирование и др. При этом разработчик руководствуется нормативно-техническими и другими документами, в которых установлены значения показателей, определяющих технический уровень продукции, требования к обеспечению ее конкурентоспособности на внешнем и внутреннем рынках (взаимозаменяемость продукции, совместимость ее составных частей и т. п.), безопасности, охраны природы, снижения затрат на производство и т. п.

Заказчик (потребитель) обосновывает требования, предъявляемые к продукции, обеспечивает надлежащее ее применение, принимает участие в оценке технического уровня и качества продукции.

Техническое задание разрабатывается на основе результатов выполненных НИР, ОКР, краткосрочного и долгосрочного прогнозирования, данных анализа отечественных и зарубежных стандартов, достижений науки и техники. В техническое задание включаются прогнозируемые показатели качества продукции с отражением уровня стандартизации и унификации. Оно содержит технико-экономические требования к продукции, определяющие ее потребительские свойства и эффективность применения, перечень документов, требующих совместного рассмотрения заказчика и исполнителя, порядок сдачи и приемки результатов разработки. Техническое задание может содержать требования к технологической подготовке производства, проведению экспертизы.

Основной целью экспертизы является определение соответствия разрабатываемой продукции техническому заданию, а также стандартам. В процессе экспертизы проверяются комплексность решения общей технической задачи, ее увязка с перспективой дальнейшего развития, создания и производства однотипных изделий, решение вопросов унификации и стандартизации, возможность сокращения номенклатуры и типоразмеров компонентов изделий, а также числа применяемых марок и ассортимента материалов, соответствие продукции требованиям безопасности и санитарно-гигиеническим нормам.

Изготовитель продукции проводит технологическую подготовку, обеспечивающую необходимый уровень качества изделий, выпуск их в количестве, удовлетворяющем потребности народного хозяйства и населения. Продукция серийного и массового производства подвергается приемно-сдаточным и периодическим испытаниям. Приемно-сдаточные испытания проводит служба технического контроля качества (ОТК) предприятия-изготовителя, периодические испытания — предприятие-изготовитель или специализированная организация с участием представителей организации-разработчика и основного потребителя.

Приемо-сдаточные испытания готовой продукции проводятся, как правило, приемной комиссией, создаваемой изготовителем продукции. Если на предприятии-изготовителе имеются представители заказчика, то они проводят испытания в присутствии представителя изготовителя. Цель приемно-сдаточных испытаний — проверить соответствие параметров, которыми фактически обладает изделие, заданным параметрам в нормативно-технической документации и паспорте изделия. Периодические испытания продукции (например, подъемно-транспортных средств) проводятся в заданном объеме и в сроки (периоды), установленные техническими условиями или другой нормативно-технической документацией. Их цель состоит в проверке соответствия параметров изделия нормативам в предусмотренные периоды времени (соответствие нормативам подтверждается стабильностью параметров).

Необходимый уровень технологической подготовки производства подтверждается проведением квалификационных испытаний образцов первой промышленной партии. Цель испытаний — подтвердить, что отклонения основных параметров продукции, предусматриваемые технологией, не выходят за допустимые пределы, и недостатки, выявленные приемной комиссией, устранены. При положительных результатах квалификационных испытаний освоение производства (постановка продукции на производство) считается завершенным, изготовленная продукция может поставляться заказчику (потребителю).

Повышение конкурентоспособности продукции на мировом рынке предполагает проведение ее сертификации. Сертификация является процедурой подтверждения соответствия продукции заданным требованиям и проводится третьей стороной.

**Сформулируйте и изложите освоенный материал
по теме 1.2 Межотраслевые комплексы стандартов,
согласно вопросов:**

1. Характеристика ЕСКД _____

2. Характеристика ЕСТД _____

3. Характеристика ССБТ _____

4. Характеристика СРПП _____

Ответ подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____
преподаватель Д.Н. Корнеевко

Дата _____ Оценка освоения _____

Тема 1.3 Международная, региональная и национальная стандартизация

Межгосударственная система по стандартизации (МГСС)

Межгосударственная система стандартизации (МГСС) - комплекс основополагающих межгосударственных стандартов, предназначенных для регулирования взаимоотношений и обеспечения взаимопонимания и взаимных интересов в области стандартизации государств СНГ, входящих в состав Евразийского (Межгосударственного) совета по стандартизации, метрологии и сертификации.

Межгосударственный стандарт (ГОСТ) - стандарт, принятый Евразийским (Межгосударственным) советом по стандартизации, метрологии и сертификации или Межгосударственной технической комиссией по стандартизации.

Межгосударственные стандарты имеют статус региональных, однако они могут быть приняты и в качестве национальных стандартов, в том числе в виде модифицированных.

Объектами МГСС являются:

- термины и определения в области межгосударственной стандартизации;
- порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены межгосударственных стандартов;
- общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению.

Основные положения МГСС регламентируются ГОСТ 1.0-92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения».

Важной задачей межгосударственной (евразийской) стандартизации является обеспечение взаимопонимания между странами СНГ в области стандартизации.

В качестве проектов межгосударственных стандартов могут быть предложены действующие национальные стандарты либо специально разработанные проекты ГОСТов. В России правила проведения работ по созданию, применению, обновлению и отмене межгосударственных стандартов устанавливаются ГОСТ Р 1.8-04.

Межгосударственные стандарты и изменения к ним принимаются по решению ЕАСС, заседания которого проходят два раза в год.

Международная организация по стандартизации (ИСО)

Международная организация по стандартизации создана в 1946 г. двадцатью пятью национальными организациями по стандартизации. Фактически работа ее началась с 1947 г. СССР был одним из основателей организации, постоянным членом руководящих органов, дважды пред-

ставитель Госстандарта избирался председателем организации. Россия стала членом ИСО как правопреемник распавшегося государства.

При создании организации и выборе ее названия учитывалась необходимость того, чтобы аббревиатура наименования звучала одинаково на всех языках. Для этого было решено использовать греческое слово *isos* — равный. Вот почему на всех языках мира Международная организация по стандартизации имеет краткое название ISO (ИСО).

ИСО определяет свои задачи следующим образом: содействие развитию стандартизации и смежных видов деятельности в мире с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами, а также развития сотрудничества в интеллектуальной, научно-технической и экономической областях.

На сегодняшний день в состав ИСО входят 120 стран своими национальными организациями по стандартизации. Россию представляет Госстандарт РФ в качестве комитета — члена ИСО. Всего в составе ИСО более 80 комитетов-членов. Кроме комитетов-членов членство в ИСО может иметь статус членов-корреспондентов, которыми являются организации по стандартизации развивающихся государств. Категория член-абонент введена для развивающихся стран. Комитеты-члены имеют право принимать участие в работе любого технического комитета ИСО, голосовать по проектам стандартов, избираться в состав Совета ИСО и быть представленными на заседаниях Генеральной ассамблеи. Члены-корреспонденты (их 22) не ведут активной работы в ИСО, но имеют право на получение информации о разрабатываемых стандартах. Члены-абоненты уплачивают льготные взносы, имеют возможность быть в курсе международной стандартизации.

Сильные национальные организации в странах—членах ИСО являются опорой для ее функционирования. Поэтому комитетами-членами признаются только те организации, которые наилучшим образом отражают положение своей страны в области стандартизации и имеют значительный опыт и компетентность, что требуется для эффективной деятельности по международной стандартизации.

Национальные организации — это проводники всех достижений ИСО в свои страны, а также выразители национальной точки зрения в соответствующих технических комитетах организации.

Организационная структура. Организационно в ИСО входят руководящие и рабочие органы (рис. 1.1). Руководящие органы: Генеральная ассамблея (высший орган), Совет, Техническое руководящее бюро. Рабочие органы — технические комитеты (ТК), подкомитеты (ПК), технические консультативные группы (ТКГ).

Генеральная ассамблея — это собрание должностных лиц и делегатов, назначенных комитетами-членами. Каждый комитет-член имеет право представить не более трех делегатов, но их могут сопровождать наблюдатели. Члены-корреспонденты и члены-абоненты участвуют как наблюдатели.

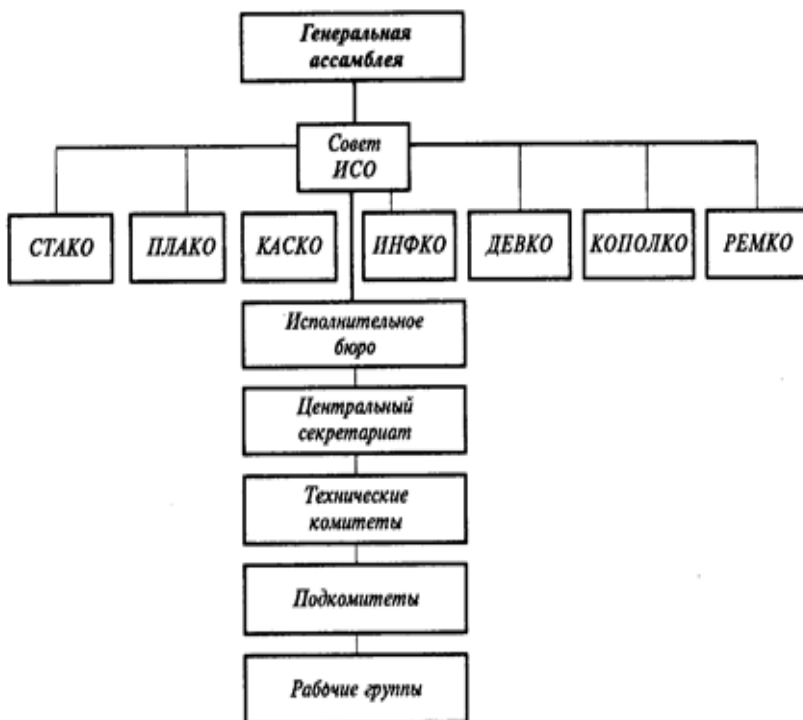


Рис.1.1. Организационная структура ИСО
Международная электротехническая комиссия (МЭК)

Совет руководит работой ИСО в перерывах между сессиями Генеральной ассамблеи. Совет имеет право, не созывая Генеральной ассамблеи, направить в комитеты-члены вопросы для консультации или поручить комитетам-членам их решение. На заседаниях Совета решения принимаются большинством голосов присутствующих на заседании комитетов—членов Совета. В период между заседаниями и при необходимости Совет может принимать решения путем переписки.

Международная электротехническая комиссия (МЭК) была основана в 1906 году в результате решения Международного электротехнического конгресса в Сант Луисе (США, 1904 год), т.е. задолго до образования ИСО, и является одной из старейших и наиболее авторитетных неправительственных научно-технических организаций. Основателем и первым президентом МЭК был известный английский физик лорд Кельвин (Уильям Томсон). МЭК объединяет более 60 экономически развитых и развивающихся стран.

Основная цель МЭК, определенная его Уставом, – содействие международному сотрудничеству по стандартизации в области электротехники, включая электронику, магнетизм и электромагнетизм, электроакустику, мультисредства, удаленную связь, производство и распределение энергии, а также связанных общих дисциплин типа терминологии и символов, электромагнитной совместимости, измерений, безопасности и защиты окружающей среды.

Основные задачи деятельности МЭК это:

- эффективно отвечать требованиям мирового рынка;
- гарантировать первенство и максимальное использование своих стандартов и схем соответствия по всему миру;
- оценивать и улучшать качество изделий и услуг через разработку новых стандартов;
- создавать условия для взаимодействия комплексных систем;
- способствовать росту эффективности промышленных процессов;
- вносить вклад в деятельность по совершенствованию здоровья человека и безопасности;
- вносить вклад в деятельность по защите окружающей среды.

Для реализации основных задач МЭК издает международные стандарты – публикации. Национальные и региональные организации призваны использовать публикации в своих работах по стандартизации, что в значительной мере улучшает эффективность и развитие мировой торговли. МЭК – один из органов, признанных Всемирной торговой организацией (WTO – WorldTradeOrganization), чьи нормативные документы используются как основа для национальных и региональных стандартов с целью преодоления технических барьеров в торговле. Стандарты МЭК представляют собой ядро Соглашения Всемирной торговой организации по техническим барьерам.

Высший руководящий орган МЭК – Совет, который является Генеральной ассамблеей национальных комитетов стран-участников. В управлении работой МЭК участвуют исполнительные и консультативные органы, а также руководители высшего звена – Президент, помощник Президента, вице-президенты, казначей и Генеральный секретарь.

Экономическая эффективность стандартизации

Экономическая эффективность стандартизации проявляется при различных формах собственности и во всех сферах – в научных исследованиях и опытно–конструкторских работах, при проектировании изделий, подготовке их производства, в процессе производства, обращении (реализации), эксплуатации и утилизации продукции.

Эффективность стандартизации может быть экономической, технической, информационной и социальной.

Экономический эффект получается в результате уменьшения затрат (издержек) при проектировании, подготовке производства, в процессе производства, обращении, применении (эксплуатации) и утилизации в связи с применением конкретного стандарта (группы стандартов).

Основными источниками экономического эффекта от стандартизации являются: экономия, полученная от повышения качества продукции и услуг; экономия от увеличения массовости и серийности продукции, концентрации производства и снижения эксплуатационных расходов в результате сокращения излишнего разнообразия однородной продукции.

Экономия при проектировании (в том числе при проведении опытно-конструкторских работ) и подготовке производства обуславливается: широким использованием в новых конструкциях стандартных, унифицированных и покупных изделий; сокращением объема работ по проектированию и подготовке основных объектов производства, специального оборудования, инструмента и технологической оснастки; уменьшением объема работ по разработке и размножению рабочих чертежей и другой технической документации; сокращением времени на согласование и утверждение вновь выпускаемой технической документации.

В процессе производства себестоимость продукции снижается за счет уменьшения затрат на материалы, меньшей стоимости покупных изделий по сравнению со стоимостью таких же изделий собственного производства, снижением накладных расходов.

Экономия при эксплуатации обуславливается повышением надежности изделий и снижением затрат на ремонт.

Техническая эффективность стандартизации может выражаться в относительных показателях технических эффектов, получаемых в результате применения стандарта: например, в росте уровня безопасности, снижении вредных воздействий и выбросов (стоков), снижении материало- или энергоемкости производства или эксплуатации, повышении ресурса, надежности и др.

Информационная эффективность работ может выражаться в достижении необходимого для общества взаимопонимания, единства представления и восприятия информации (стандарты на термины и определения и т.п.), в том числе в договорно-правовых отношениях субъектов хозяйственной деятельности друг с другом и органов государственного управления, в международных научно-технических и торгово-экономических отношениях.

Социальная эффективность заключается в том, что реализуемые на практике обязательные требования к продукции (процессам и услугам) положительно отражаются на здоровье и уровне жизни населения, а также на других социально значимых аспектах. Она выражается в показателях снижения уровня производственного травматизма, уровня заболеваемости, повышения продолжительности жизни, улучшения социально-психологического климата и др.

Раздел 2. Основы взаимозаменяемости

Тема 2.1 Взаимозаменяемость гладких цилиндрических деталей

Основные понятия и определения

К гладким соединениям относятся соединения образованные цилиндрическими и плоскими параллельными поверхностями. Они являются наиболее распространенными в машиностроении соединениями. На этот вид соединений были разработаны одни из первых стандартов.

В нашей стране впервые система таких стандартов была предложена в 1915 – 1917 годах профессором И. Н. Куколевским. Она использовалась в основном при выполнении военных заказов. В 1919 году комиссией по нормализации, под руководством инженера П. М. Шелоумова, был разработан первый проект общегосударственной системы допусков для гладких цилиндрических соединений. В дальнейшем эта система допусков подвергалась существенной переработке.

К числу отечественных стандартов, разработанных на основе международных, относится и единая система допусков и посадок (ЕСДП), регламентирующая требования к гладким цилиндрическим соединениям и элементам деталей, ограниченных параллельными плоскостями.

Размер – числовое значение линейной величины (диаметр, длина и т. п.) в выбранных единицах измерения. На чертежах все линейные размеры указываются в миллиметрах.

Действительный размер – размер элемента, установленный измерением. Результат измерения зависит от выбранного измерительного средства.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера, между которыми должны находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали. Большой из них называется наибольшим предельным размером, а меньший – наименьшим предельным размером. Обозначаются D_{\max} и D_{\min} для отверстия и d_{\max} и d_{\min} для вала.

Номинальный размер – размер, относительно которого определяют отклонения. Размер, который указан на чертеже, и является номинальным. Номинальный размер определяется конструктором в результате расчетов на прочность и жесткость или с учетом конструктивных и технологических особенностей. Для деталей, образующих посадочное соединение, номинальный размер является общим.

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

Верхнее отклонение ES, es – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами. Для отверстия $ES = D_{\max} - D$, для вала $es = d_{\max} - d$.

Нижнее отклонение EI, ei – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами. Для отверстия $EI = D_{\min} - D$, для вала $ei = d_{\min} - d$.

Действительное отклонение – алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами. Особенность отклонений в том, что они всегда имеют знак либо (+), либо (–) или равны нулю.

Допуск ITD, ITd – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютное значение алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

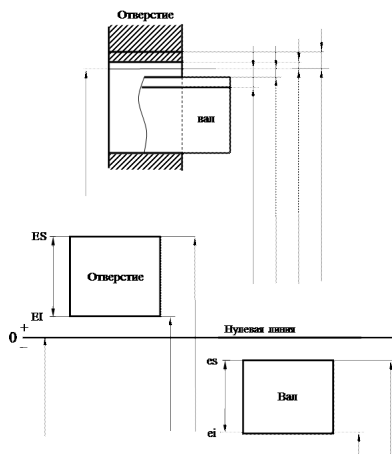


Рис. 2.1. Схемы полей допусков вала и отверстия

$$ITD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \text{ – для отверстия,}$$

$$ITd = d_{\max} - d_{\min} = es - ei \text{ – для вала.}$$

Допуск всегда положителен. Он определяет допускаемое поле рассеивания действительных размеров годных деталей в партии, то есть заданную точность изготовления.

Любой из допусков, установленный ЕСДП, носит название **стандартного допуска** и обозначается IT .

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим

предельными размерами и определяемое величиной допуска IT и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии (рис. 2.1).

Основное отклонение – одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. Основным является отклонение ближайшее к нулевой линии.

Второе отклонение определяется через допуск.

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладывают отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок.

Вал – термин, условно применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей.

Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних (охватывающих) элементов деталей.

Допуск отверстия обозначается ITD , а вала ITd . Помимо охватывающих и охватываемых элементов, называемых отверстиями и валами, в деталях имеются элементы, которые нельзя отнести ни к отверстию, ни к валу (уступы, расстояния между осями отверстий и т. д.). На рис. 2.2. размеры отверстий обозначены буквой « a », валов – « e », остальных размеров – « c ».

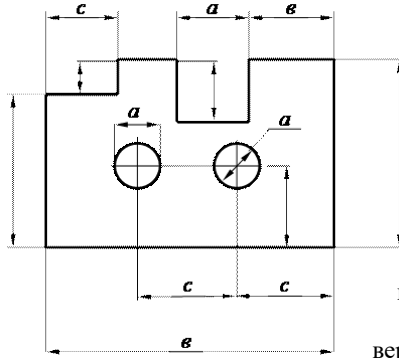


Рис. 2.2. Виды размеров

Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки. Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению. По характеру соединения различают три группы посадок: посадки с зазором, посадки с натягом и переходные посадки.

Зазор S – разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала. Зазор обеспечивает возможность относительного перемещения собранных деталей.

Наибольший, наименьший и средний зазоры определяются по формулам:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei \quad S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es$$

Натяг N – разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. Натяг обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки. Наибольший, наименьший и средний натяги определяются по формулам:

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

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

Посадка с зазором – посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска вала расположено ниже поля допуска отверстия или касается его при $S_{min} = 0$) рис. 2.3.

Посадка с натягом – посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (поле допуска вала располагается выше поля допуска отверстия или касается его при $N_{min} = 0$) (см. рис. 2.3).

Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение как зазора так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично) (см. рис. 2.3).

Допуск посадки – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение: $T_{пос} = TD + Td$. Для посадки с натягом: $T_N = N_{max} - N_{min}$. Для посадки с зазором $T_S = S_{max} - S_{min}$. В переходных посадках допуск посадки определяется, как сумма наибольших натяга и зазора $T_{пос} = N_{max} + S_{max}$.

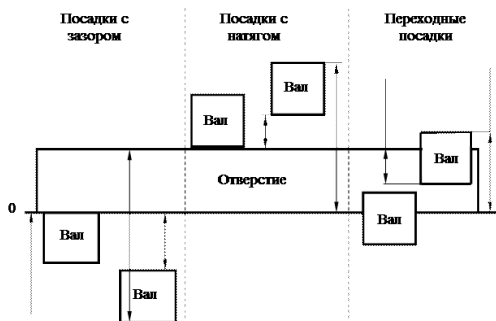


Рис. 2.3. Графическое изображение посадок

Основной вал – вал, основное отклонение которого равно нулю, а поле допуска расположено от нулевой линии вниз, нижнее отклонение равно величине допуска со знаком минус.

Основное отверстие – отверстие, основное отклонение которого равно нулю, а поле допуска расположено от нулевой линии вверх, верхнее отклонение равно допуску.

Посадки в системе отверстия– это посадки, в которых требуемые зазоры и натяги сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рис. 2.4,а).

Посадки в системе вала – это посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рис. 2.4,б).

Системой допусков и посадок называется совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин. Дает возможность стандартизировать режущие инструменты, калибры и измерительные приборы.

К ЕСДП относятся стандарты: ГОСТ 25346-89 ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений; ГОСТ 25347-82 ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки; ГОСТ 25348-82 ЕСДП. Ряды допусков, основных отклонений и поля допусков для размеров свыше 3150 мм; ГОСТ 25349-82 ЕСДП. Поля допусков деталей из пластмасс; ГОСТ 26179-84 ЕСДП. Допуски размеров свыше 10000 до 40000 мм.

Единая система допусков и посадок (ЕСДП) распространяется на гладкие элементы деталей: цилиндрические и ограниченные параллельными плоскостями. Система базируется на стандартах и рекомендациях международной системы ISO.

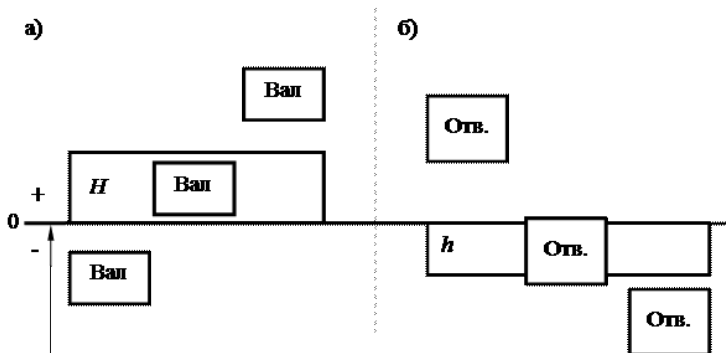


Рис. 2.4. Посадки в системе отверстия и системе вала

Общие положения ЕСДП

Основные принципы построения единой системы следующие:

1. Допуски и отклонения, устанавливаемые стандартами, относятся к деталям, размеры которых определены при нормальной температуре, которая во всех странах принята равной $+20^{\circ}\text{C}$.

2. Система распространяется на следующие диапазоны размеров: менее 1 мм (приборостроение), от 1 мм до 500 мм, свыше 500 мм до 3150 мм, свыше 3150 мм до 10000 мм, свыше 1000 до 40000 мм.

3. Для построения рядов допусков каждый из диапазонов размеров, в свою очередь, разделен на интервалы. Для диапазона номинальных размеров от 1 до 500 мм установлено 13 основных интервалов: от 1 до 3 мм, свыше 3 до 6 мм, свыше 6 до 10 мм, ..., свыше 400 до 500 мм.

4. Установлено 20 квалитетов точности: 01, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18. Самый точный квалитет 01, самый грубый 18. Под квалитетом понимается совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров данного диапазона.

5. Допуск для любого квалитета: $IT = k'i$, где i – единица допуска, является функцией номинального размера и выражает зависимость допуска от номинального размера, k – число единиц допуска, зависящее от квалитета и не зависящее от номинального размера.

6. Величина единицы допуска рассчитана по формуле:

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D \text{ для размеров до 500 мм и квалитетов с 5 по 18;}$$

где $D = \sqrt[3]{D_{\min}D_{\max}}$ – среднее геометрическое крайних размеров каждого интервала в мм.

7. Соотношение квалитета и числа единиц допуска показано в табл. 1, где k – число единиц допуска для каждого квалитета.

Обозначение полей допусков, предельных отклонений и посадок на чертежах

Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах условными (буквенными) обозначениями полей допусков или числовыми значениями предельных отклонений, а также буквенными обозначениями полей допусков с одновременным указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений (рис. 2.5., а и б).

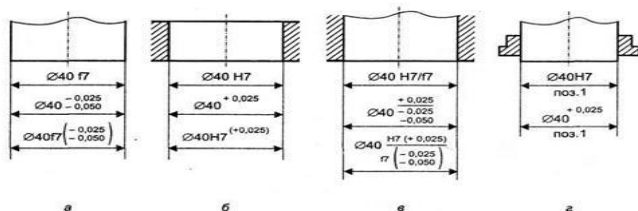


Рис. 2.5. Примеры обозначения полей допусков и посадок на чертежах

Посадки и предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже в собранном виде, указывают дробью: в числителе — буквенное обозначение или числовые значения предельных отклонений отверстия либо буквенное обозначение с указанием справа в скобках их числовых значений, в знаменателе — аналогичное обозначение поля допуска вала (рис. 2.5, б).

Иногда для обозначения посадки указывают предельные отклонения только одной из сопрягаемых деталей (рис. 2.5, в).

В условных обозначениях полей допусков обязательно указывать числовые значения предельных отклонений в следующих случаях: для размеров, не включенных в ряды нормальных линейных размеров, например $41,5H7(+0,025)$; при назначении предельных отклонений, условные обозначения которых не предусмотрены ГОСТ 25347-82*, например, для пластмассовой детали с предельными отклонениями по ГОСТ 25349-88, если уступы имеют несимметричные отклонения.

Для поверхности, состоящей из участков с одинаковым номинальным размером, но разными предельными отклонениями, наносят границу между этими участками тонкой сплошной линией и номинальный размер с соответствующими предельными отклонениями указывают для каждого участка отдельно.

Неуказанные предельные отклонения размеров

Предельные отклонения, не указанные непосредственно после номинальных размеров, а оговоренные общей записью в технических требованиях чертежа, называются *неуказанными предельными отклонениями*. Неуказанными могут быть только предельные отклонения относительно низкой точности.

Основные правила назначения неуказанных предельных отклонений размеров установлены ГОСТ 25670-83. Для линейных размеров, кроме радиу-

сов закругления и фасок, неуказанные предельные отклонения могут быть назначены либо на основе квалитетов по ГОСТ 25346-89 и ГОСТ 25348-82* (по 11-13-му квалитетам для размеров менее 1 мм и по 12-17-му квалитетам для размеров от 1 до 10000 мм), либо на основе специальных классов точности неуказанных предельных отклонений, установленных в ГОСТ 25670-83. Эти классы точности имеют условные наименования «точный», «средний», «грубый», «очень грубый». Допуски по ним обозначаются соответственно t_1 , t_2 , t_3 и t_4 и получены грубым округлением допусков по 12, 14, 16 и 17-му квалитетам при укрупненных интервалах номинальных размеров.

Для размеров валов и отверстий неуказанные предельные отклонения допускается назначать как односторонними — «в тело» материала (для валов от нуля в минус, для отверстий — от нуля в плюс), так и симметричными. Для размеров элементов, не относящихся к валам или отверстиям, назначаются только симметричные неуказанные предельные отклонения. Согласно ГОСТ 25670-83 допускается четыре варианта назначения неуказанных предельных отклонений линейных размеров (табл. 1).

Отклонения по 13-му квалитету могут сочетаться в одной общей записи с классом «средний», а по 15-му квалитету — с классом точности «грубый».

Для радиусов закругления и фасок в ГОСТ 25670-83 установлено два ряда особых (более грубых, чем для других линейных размеров) предельных отклонений. Применение этих рядов увязано с квалитетом или классом точности, предписанным в общей записи для других линейных размеров.

Подобным же образом в ГОСТ 25670-83 регламентируются неуказанные предельные отклонения углов.

Общие записи в технических требованиях чертежа о неуказанных предельных отклонениях рекомендуется давать условными обозначениями, например (для отклонений по 14-му квалитету и классу точности «средний») по:

варианту 1: H14; h14; $\pm t_2/2$ или H14;h14; IT14/2;

варианту 2: $\pm t_2$; $-\pm t_2$, $\pm t_2/2$;

варианту 3: $\pm t_2/2$ или IT14/2;

варианту 4: $\text{EH}14$; $\text{Eh}14$; $\pm t_2/2$ или $\text{EH}14$; $\text{Eh}14$; $\pm IT14/2$.

Расчет и выбор посадок

Выбор системы посадок. В машиностроении преимущественно применяют посадки системы отверстия. Посадки системы вала применяют для соединения нескольких деталей с гладким валом (штифтом) по разным посадкам; для установки изделий массового производства в корпусные детали (например, для соединения наружных колец подшипников качения с корпусами). В приборостроении точные оси малого диаметра (менее 3 мм) часто изготавливают из гладких калиброванных прутков, и в этих случаях система вала находит широкое применение.

Выбор посадок. Основными характеристиками посадок являются наименьшие натяги или зазоры и их допуски. При переходе от посадок с большими зазорами к посадкам с большими натягами при неизменном

номинальном размере наименьшие зазоры уменьшаются и наименьшие натяги увеличиваются. У переходных посадок в том же направлении повышается вероятность получения натягов. При переходе к менее точным квалитетам при одинаковых посадках и номинальных размерах значения S_{min} и N_{min} не изменяются, но допуски посадок при этом увеличиваются. Например, допуск посадки $H7/f7$ в 1,5 раза больше допуска посадки $H6/f6$ при $S_{min} = 20$ мкм. С увеличением допуска посадки утрачивают определенность характера соединения, что особенно нежелательно для посадок с натягами и переходных. Поэтому указанные посадки образуют полями допусков не грубее IT8. Для правильного применения посадок необходимо знать их основные свойства.

Расчет переходных посадок. Легкость сборки и разборки соединений с переходными посадками, а также характер этих посадок определяются вероятностью получения в них зазоров и натягов. Рассмотрим методику определения вероятного числа соединений с натягами и зазорами в этих посадках.

Дано соединение $\text{Ø}60\text{H}7/\text{m}6$.

Для такой посадки натяг может быть в пределах от 0 до 30 мкм, зазор от 0 до 19 мкм. Допуск посадки, равный сумме допусков вала и отверстия составляет 49 мкм. Считаем, что рассеяние размеров отверстия и валов, а также зазоров (натягов) подчиняется закону нормального распределения и допуск деталей равен полю рассеяния, т. е. $T = 6\sigma$.

Учитывая принятые условия, получим

$$\sigma_{\text{отв}} = 30/6 = 5 \text{ мкм};$$

$$\sigma_{\text{вала}} = 19/6 = 3,17 \text{ мкм}.$$

Среднее квадратическое отклонение

$$\sigma_{\text{пос}} = \sqrt{\sigma_{\text{отв}}^2 + \sigma_{\text{вала}}^2}$$

$$\text{т. е. для данного примера } \sigma_{\text{пос}} = \sqrt{5^2 + 3,17^2} = 5,92 \approx 6 \text{ мкм}.$$

При средних значениях размеров отверстия и вала получается натяг 5,5 мкм. Вычислим вероятность того, что значения натяга находятся в пределах от 0 до 5,5 мкм. Для рассматриваемого примера $x = 5,5$ мкм, $z = x/\sigma_{\text{пос}} = 5,5/6 \approx 0,91$. Пользуясь таблицей значений интегралов функций $\Phi(z)$, находим $\Phi(z) = 0,3186$. Вероятность получения натягов в соединении: $0,5 + 0,3186 = 0,8186$, или 81,86 %. Вероятность получения зазоров: $1 - 0,8186 = 0,1814$, или 18,14%. Вероятные натяг - 5,5 — $3\sigma = - 23,5$ мкм и зазор — $5,5 + 3\sigma = + 12,5$ мкм практически являются предельными. При высоких требованиях к точности центрирования, а также при больших (особенно ударных) нагрузках и вибрациях назначают посадки с большим средним натягом, т. е. H/n, H/m. Чем чаще требуется разборка (сборка) узла и чем она сложнее и опаснее в смысле повреждения других деталей соединения (особенно подшипников качения), тем меньше должен быть натяг в соединении, т. е. следует назначать переходные посадки H/k, H/j_s.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений

Задание

- Определить: 1 – номинальный размер отверстия и вала;
 2 – верхнее и нижнее отклонение отверстия и вала;
 3 – предельные размеры отверстия и вала;
 4 – допуск на размер отверстия и размер вала;
 5 – предельные зазоры или натяги;
 6 – допуск посадки, построить схему полей допусков;
 7 – результаты расчётов свести в таблицу 2. 2.

Таблица 2.1 - Исходные данные для расчётов

№ варианта	Запись размера диаметра на чертеже	№ варианта	Запись размера на чертеже
1, 2, 21, 22	$+0,040$ $18 \frac{+0,032}{-0,008}$	3, 4, 23, 24	$75 \frac{+0,030}{+0,148}$ $+0,102$
5, 6, 25, 26	$20 \frac{+0,023}{+0,023}$ $+0,002$	7,8, 27, 28	$11 \frac{+0,027}{-0,060}$ $-0,085$
9, 10, 29, 30	$60 \frac{+0,030}{+0,083}$ $+0,053$	11, 12, 31, 32	$416 \frac{+0,120}{+0,670}$ $+0,055$
13, 14, 33, 34	$153 \frac{+0,040}{-0,050}$ $-0,090$	15, 16, 35, 36	$250 \frac{-0,284}{-0,356}$ $-0,115$
17, 18, 37, 38	$30 \frac{-0,033}{-0,054}$ $-0,033$	19, 20, 39, 40	$45 \frac{-0,004}{-0,014}$ $-0,007$

ДАНО:

Показатель	Обозначение	Значение
Номинальный размер отверстия	D	
Номинальный размер вала	d	
Верхнее отклонение отверстия	ES	
Нижнее отклонение отверстия	EI	
Верхнее отклонение вала	es	
Нижнее отклонение вала	ei	

Технический отчёт и методические указания практической работы

Определяемый показатель	Формула	Значения и расчёты
Наибольший предельный размер отверстия	$D_{\max}=D+ES$	
Наименьший предельный размер отверстия	$D_{\min}=D+EI$	
Наибольший предельный размер вала	$d_{\max}=d+es$	
Наименьший предельный размер вала	$d_{\min}=d+ei$	
Допуск отверстия	$ITD=D_{\max}-D_{\min}=ES-EI$	
Допуск вала	$ITd=d_{\max}-d_{\min}=es-ei$	

Далее расчёт ведётся в зависимости от характера посадки.

Название	Определение	Схема
Посадка с зазором	посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т.е. наименьший предельный размер больше наибольшего предельного размера вала или равен ему.	
<p>Наибольший зазор $S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei =$ Наименьший зазор $S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es =$ Допуск зазора $ITS = S_{\max} - S_{\min} = ITD + ITd =$ Средний зазор $S_{\text{ср}} = (S_{\max} + S_{\min})/2 =$</p>		
Посадка с натягом	посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т.е. наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему.	
<p>Наибольший натяг $N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI =$ Наименьший натяг $N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES =$ Допуск натяга $ITN = N_{\max} - N_{\min} = ITD + ITd =$ Средний натяг $N_{\text{ср}} = (N_{\max} + N_{\min})/2 =$</p>		
Переходная посадка	посадка, при которой возможно получение, как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала.	
<p>Наибольший зазор $S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei =$ Наибольший натяг $N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI =$ Допуск переходной посадки $IT(S, N) = S_{\max} + N_{\max} = ITD + ITd$</p>		

Вычерчиваем схему полей допусков. Пример вычерченной схемы представлен на рисунке 2.6.

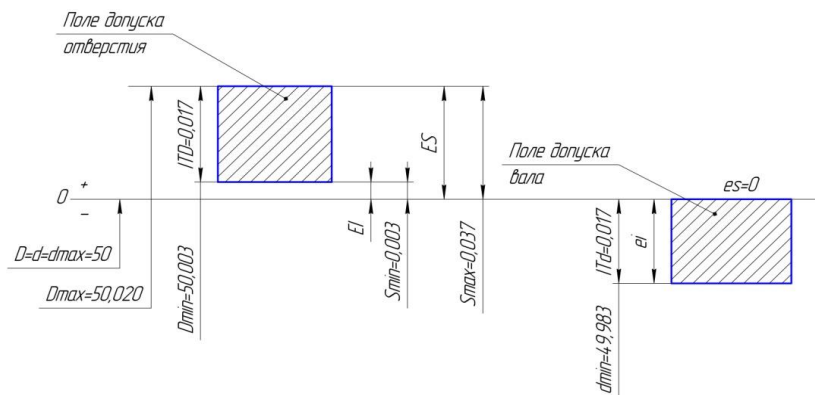


Рисунок 2.6 – Пример схемы полей допусков

Рисунок 2.7 – Схема полей допусков согласно расчётов

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА

№ п/п	Показатель	Величина показателя, мм	
		отверстия	вала
1	Цифровое обозначение посадки на рабочем чертеже		
2	Цифровое обозначение посадки на сборочном чертеже		
3	Верхнее отклонение		
4	Нижнее отклонение		
5	Предельный размер наибольший		
6	Предельный размер наименьший		
7	Допуск		
8	Натяг наибольший		
9	Натяг наименьший		
10	Зазор наибольший		
11	Зазор наименьший		
12	Допуск посадки		
13	Средний зазор, натяг		

Отчёт подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____
преподаватель Д.Н. Корнеев

Дата _____ Оценка освоения _____

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Определение годности деталей в цилиндрических соединениях

Краткое теоретическое содержание:

Деталь признается годной, если действительные размеры диаметров, измеренные во всех положениях, назначенных схемой измерения, не выходят за пределы наибольшего и наименьшего предельных размеров по чертежу детали.

Действительный размер годной детали должен находиться между максимальным и минимальным предельными размерами или быть равным им.

Условие годности:

$D_{\min} < D_{\text{изм}} < D_{\max}$ – для отверстия;

$d_{\min} < d_{\text{изм}} < d_{\max}$ – для вала.

Задание 1: Определить величину допуска, наибольший и наименьший предельные размеры по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям, согласно своего варианта.

Номинальные размеры и отклонения								
Допуск								
Наибольший предельный размер								
Наименьший предельный размер								

Задание 2. Определить верхние и нижние предельные отклонения вала по заданным номинальным и предельным размерам, согласно своего варианта.

Номинальный размер							
Наибольший предельный размер							
Наименьший предельный размер							
Верхнее отклонение							
Нижнее отклонение							
Размер на чертеже							
Заключение							

Б – брак, Г – годен

Отчёт подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____
преподаватель Д.Н. Корнеенко

Дата _____ Оценка освоения _____

Варианты значений для 1 задания

Номинальные размеры и отклонения								
Варианты чётные	+0,05 25	+0,05 25 -0,03	40,04	3,2 - 0,08	+0,05 25 - +0,03	-0,02 25 - 0,03	+0,67 25 -0,03	+0,05 3,7 -0,03
Варианты нечётные	+0,87 40	+0,98 32 -0,03	32,44	5,2 - 0,08	+0,20 68 - +0,03	- 0,02 90 - 0,03	+0,80 45 -0,03	+0,05 5,2 -0,03

Варианты значений для 2 задания

Варианты чётные

Номинальный размер	4	10	5	8	12	125
Наибольший предельный размер	4,009	10	5,004	8,005	11,940	125
Наименьший предельный размер	4,001	9,984	4,996	7,972	11,820	124,92

Варианты нечётные

Номинальный размер	6	11	6	7	25	12
Наибольший предельный размер	6,009	11	6,004	7,005	25,940	12
Наименьший предельный размер	46001	9,984	4,996	6,972	25,820	12,92

Точность формы и расположения

Общие термины и определения

Точность формы характеризуется величиной отклонения реальной поверхности от номинальной.

Номинальная поверхность – это идеальная поверхность, форма которой задана чертёжом или другой технической документацией.

Реальная поверхность – это поверхность, ограничивающая тело и отделяющая его от окружающей среды.

Отсчет отклонений формы поверхности производится по нормали к прилегающей поверхности как наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей, которая рассматривается как номинальная.

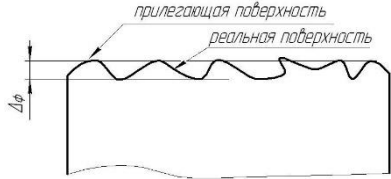


рис. 2.8

Прилегающая поверхность – поверхность, имеющая форму номинальной поверхности, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от неё наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение.

Допуск формы – это наибольшее допускаемое значение отклонения формы.

Допуски формы могут быть: - комплексными (плоскостность, цилиндричность, круглость, допуск формы заданного профиля). - частными (выпуклость, вогнутость, овальность, огранка, конусообразность, седлообразность, бочкообразность).

Отклонением расположения называется отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Элемент – это обобщенный термин, под которым понимают поверхность, линию или точку. Расположение рассматриваемого элемента определяется относительно базы. От базы на чертеже задаются координирующие размеры рассматриваемых элементов. Базами могут быть плоскости, цилиндрические поверхности, оси, совокупность поверхностей

Отклонение и допуски формы, расположения

Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуски формы	Допуск прямолинейности	\perp
	Допуск плоскостности	\parallel
	Допуск круглости	\bigcirc
	Допуск цилиндричности	$\text{ }\bigcirc\text{ }$
	Допуск профиля продольного сечения	$\text{ }\text{---}\text{ }$
Допуски расположения	Допуск параллельности	\parallel
	Допуск перпендикулярности	\perp
	Допуск наклона	$\text{ }\text{---}\text{ }$
	Допуск соосности	$\text{ }\bigcirc\text{ }$
	Допуск симметричности	$\text{ }\bigcirc\text{ }$
	Позиционный допуск	Φ
Допуск пересечения осей	X	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	$\text{ }\text{---}\text{ }$
	Допуск торцового биения	$\text{ }\text{---}\text{ }$
	Допуск биения в заданном направлении	$\text{ }\text{---}\text{ }$
	Допуск полного радиального биения	$\text{ }\text{---}\text{ }$
	Допуск полного торцового биения	$\text{ }\text{---}\text{ }$
Допуск формы заданного профиля	$\text{ }\text{---}\text{ }$	
Формы заданной поверхности	$\text{ }\text{---}\text{ }$	

Обозначение на чертежах допусков формы и расположения

Условные обозначения допусков помещают в прямоугольную рамку, разделенную на две или три части (рис. 2.9, а). В первой проставляют условный знак допуска, во второй — числовое значение допуска в миллиметрах, в третьей — буквенное обозначение базы или другой поверхности, к которой относится отклонение.

Рамки вычерчивают сплошными тонкими линиями и располагают горизонтально. Высота цифр, букв и знаков, вписываемых в рамки, должна быть равна размеру шрифта размерных чисел, а высота рамки — на 2...3 мм больше. Не допускается пересекать рамку какими-либо линиями. В случае необходимости рамку можно располагать вертикально.

С элементом, к которому относится допуск, рамку соединяют прямой или ломаной линией, заканчивающейся стрелкой (рис. 2.9, б).

Если допуск относится к поверхности или ее профилю, то рамку соединяют с контурной линией поверхности или ее продолжением. При этом соединительная линия не должна быть продолжением размерной рамки. Если же допуск относится к оси или плоскости симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии (рис. 2.9, в).

Направление отрезка соединительной линии, заканчивающегося стрелкой, должно соответствовать направлению линии измерения отклонения.

Базовую поверхность, ось или плоскость симметрии обозначают равнобедренным зачерненным треугольником и соединяют с рамкой по тем же правилам, что и стрелку.

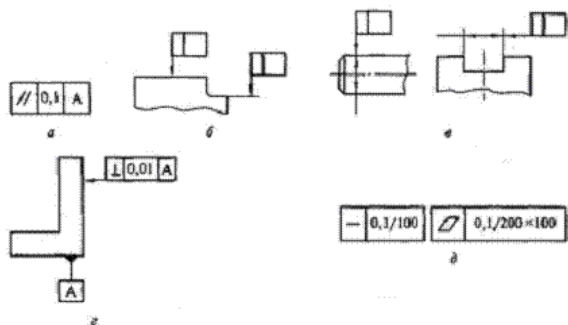


Рисунок 2.9 – Условные обозначения допусков расположения и формы на чертежах

Чтобы не затемнять чертеж, при необходимости разрешается базовую или другую поверхность, к которой относится отклонение, обозначать прописной буквой, вписываемой в третью часть рамки (рис. 2.9, г). Эту же букву вписывают в квадратную рамку, которую соединяют с обозначаемой поверхностью линией, заканчивающейся треугольником или стрелкой, в зависимости от того, обозначает она базу или небазовую поверхность.

Указанный в рамке допуск формы или расположения поверхности относится ко всей длине поверхности. Если же допуск относится к участку поверхности заданной длины, то ее указывают после предельного отклонения, отделяя наклонной чертой (рис. 2.9, д). При необходимости допуск ко всей длине указывают над допуском к заданной длине.

Зависимые допуски расположения поверхностей обозначают знаком \textcircled{M} , который помещают после числового значения допуска (рис. 2.10).

Если допуски формы не указаны на чертеже, то допускаются любые отклонения формы в пределах поля допуска рассматриваемого элемента. Если у элементов указаны

допуски параллельности, перпендикулярности, наклона или торцевого биения, то в соответствии с ГОСТ 25069—81 неуказанный допуск плоскостности или прямолинейности равен указанному допуску расположения или торцевого биения. Примеры обозначений на чертежах допусков формы и расположения поверхностей приведены в табл. 2.

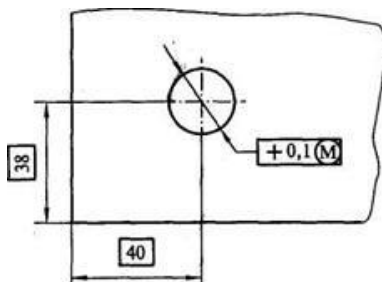


Рис. 2.10 – Обозначение зависимого допуска

Таблица 2 - Примеры условных обозначений допусков формы и расположения

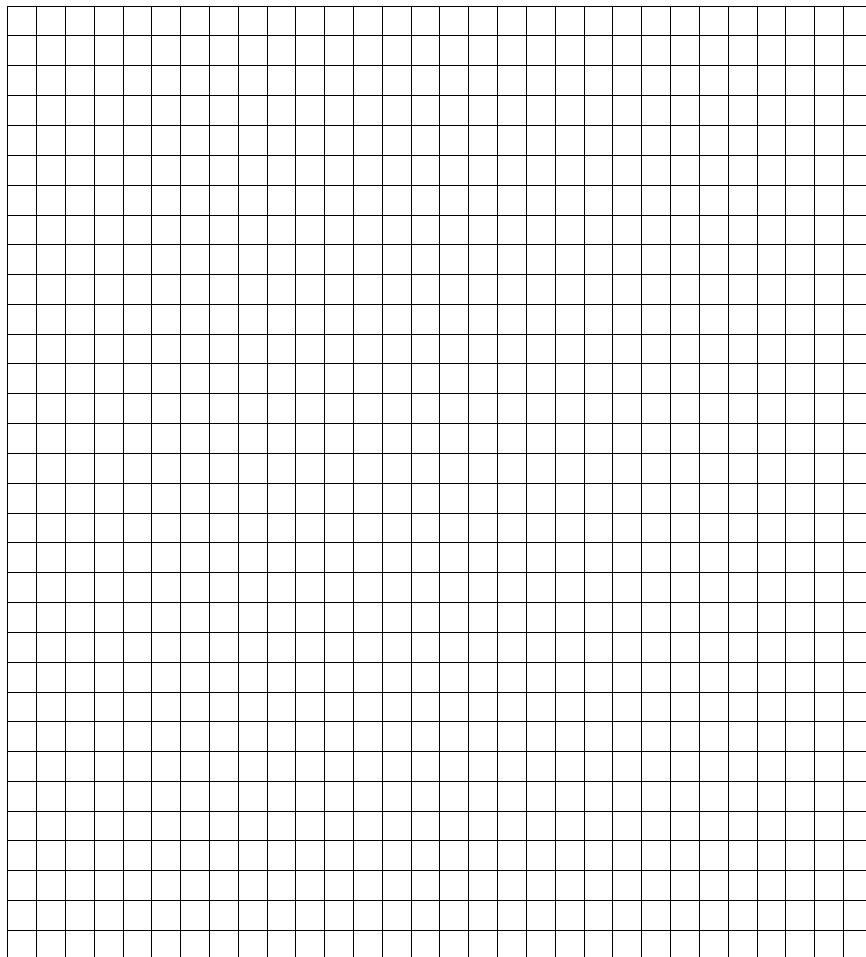
Элемент условного обозначения	Пример условного обозначения	Пояснение
Нормируемый участок		Допуск относится ко всей поверхности (длине) элемента
		Допуск относится к любому участку поверхности (элемента), имеющему заданную длину (или площадь)
		Допуск относится к нормируемому участку, расположенному в определенном месте (участок обозначают штрихпунктирной линией и указывают размер)

<p>База</p>		<p>Знак базы — зачерненный равнобедренный треугольник с высотой, равной размеру шрифта размерных чисел</p> <p>Если соединить рамки, имеющей обозначение допуска с базой, неудобно, то базу обозначают прописной буквой и указывают ее в третьем поле рамки допуска</p>
<p>Зависимый допуск</p>		<p>Числовое значение зависимого допуска связано с действительными размерами нормируемого и базового элементов</p>
<p>Одинаковые условные обозначения, относящиеся к разным элементам</p>		<p>Повторяющиеся допуски, обозначаемые одним и тем же условным знаком и имеющие одно и то же числовое значение</p>

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Допуски формы и расположения поверхностей деталей

Задание: Выполните эскиз предложенной преподавателем детали и нанесите допуски



Эскиз подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____
преподаватель Д.Н. Корнеев

Дата _____ Оценка освоения _____

Тема 2.3 Шероховатость и волнистость поверхности

Основные понятия и определения

Шероховатость поверхности – совокупность неровностей с относительно малыми шагами на базовой длине.

Волнистость поверхности – совокупность периодически чередующихся неровностей, у которых расстояние между смежными возвышенностями или впадинами превышает базовую длину (рис. 3).

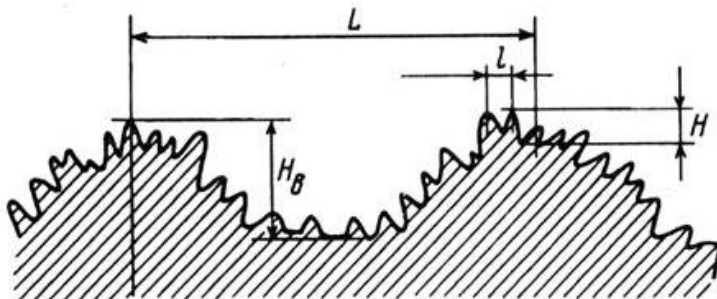


Рис. 3. Схема, иллюстрирующая шероховатость и волнистость поверхности

Шероховатость и волнистость взаимосвязаны с точностью размеров детали. Разграничением понятий шероховатости и волнистости является отношение шага к высоте неровностей:

для шероховатости $L/H < 50$;

для волнистости $L/H = 50 \dots 1000$.

Шероховатость поверхности бывает продольная, измеряемая в направлении вектора скорости резания, и поперечная, измеряемая в направлении подачи.

Согласно ГОСТ 2789-73 (СТ СЭВ 638-77), нормирование и количественная оценка шероховатости поверхности производится с помощью трех высотных параметров R_a , R_z и R_{max} , двух шаговых параметров S_m и S и параметра t_p - относительной опорной длины профиля (рис. 4).

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a - среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины

$$R_a = \frac{(h_1 + h_2 + \dots + h_n)}{n},$$

где n – число выбранных точек профиля на базовой длине.

Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z - сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.

$$R_z = 1/n \left(\sum_{i=1}^n h_{1max} - \sum_{i=1}^n h_{1min} \right)$$

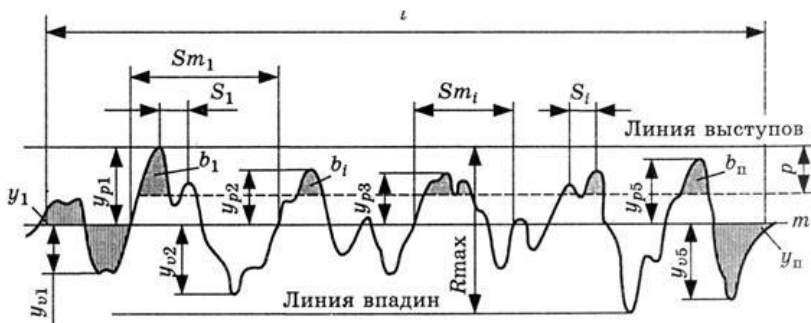
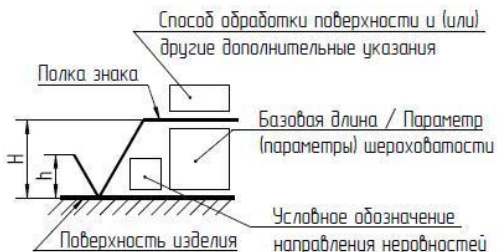


Рис. 4. Профилограмма поверхности для определения шероховатости

Обозначение шероховатости поверхности

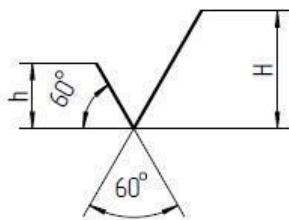
Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.



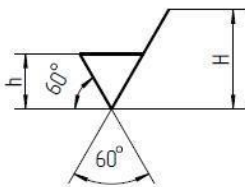
Структура обозначения шероховатости поверхности включает знак шероховатости, полку знака и другие дополнительные указания. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота H равна $(1.5 \dots 5) h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже.

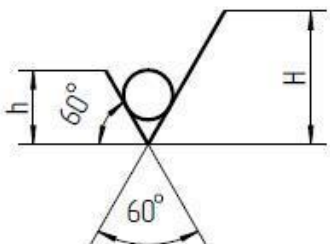
Знаки для обозначения шероховатости поверхности в зависимости от вида ее обработки



Основной знак, соответствующий обычному условию нормирования шероховатости, когда метод образования поверхности чертежом не регламентируется.



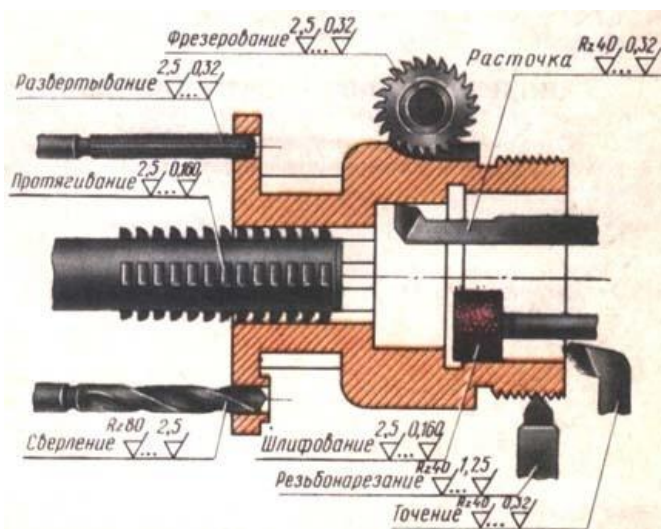
Знак, соответствующий конструкторскому требованию, чтобы поверхность была образована удалением слоя материала, например, точением, шлифованием, полированием, травлением и т. п. (конкретный вид обработки может и не указываться).



Знак, соответствующий конструкторскому требованию, чтобы поверхность была образована без удаления поверхностного слоя материала, например, литьем, штамповкой, прессованием (конкретный вид образования поверхности может и не указываться).

Высота знака условного обозначения направления неровностей должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел.

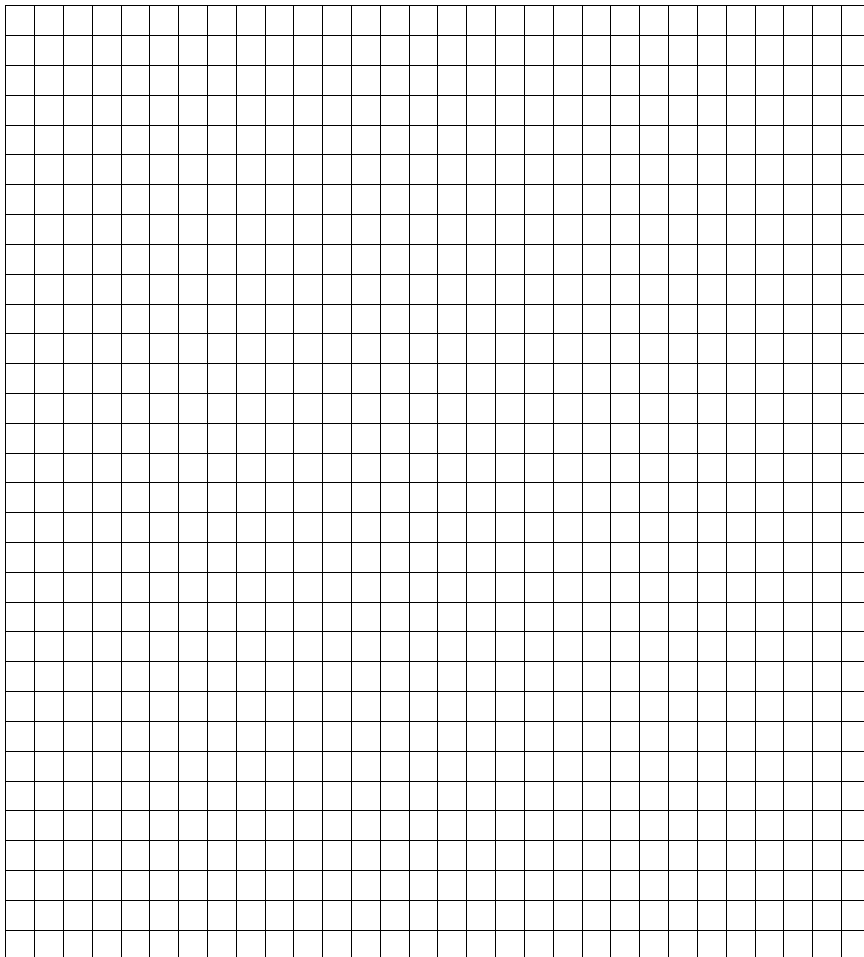
Шероховатость поверхности. На примере шлифовки валов



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Измерение параметров шероховатости поверхности

Задание: Выполните эскиз любой детали и нанесите шероховатость поверхностей.



Эскиз подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____
преподаватель Д.Н. Корнеенко

Дата _____ Оценка освоения _____

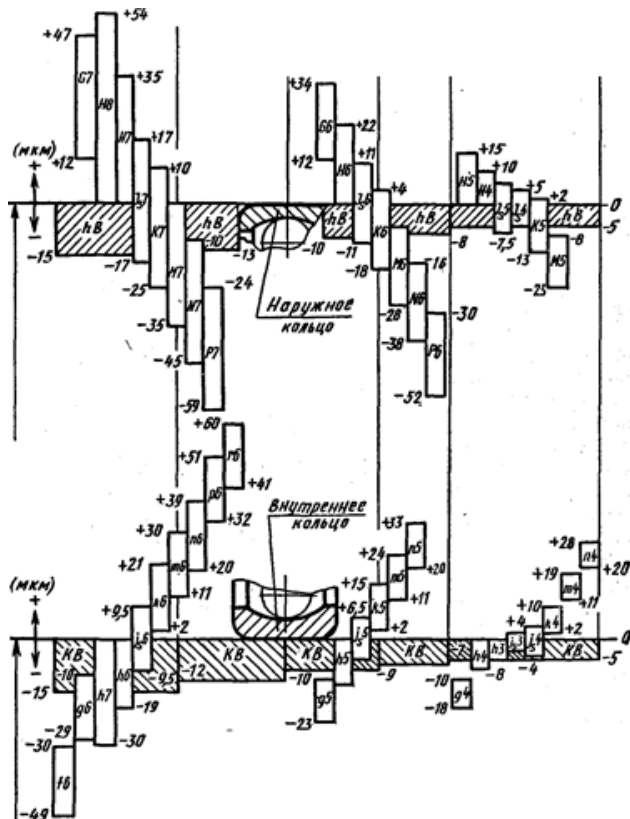
Тема 2.4 Система допусков и посадок для подшипников качения. Допуски на угловые размеры

Система допусков и посадок для подшипников качения

Подшипники качения - наиболее распространенные стандартные сборочные единицы, изготавливаемые на специализированных заводах. Они обладают полной внешней взаимозаменяемостью по присоединительным поверхностям, определяемым наружным диаметром D наружного кольца и внутренним диаметром d внутреннего кольца, и неполной внутренней взаимозаменяемостью между телами качения и кольцами. Вследствие малых допусков зазоров и малой допускаемой разноразмерности комплекта тел качения кольца подшипников и тела качения подбирают селективным методом. Полная взаимозаменяемость по присоединительным поверхностям позволяет быстро монтировать и заменять изношенные подшипники качения при сохранении их хорошего качества; при несоблюдении полной взаимозаменяемости качество подшипников ухудшается.

Классы точности подшипников качения. Качество подшипников при прочих равных условиях определяется: 1) точностью присоединительных размеров d , D , ширины колец B , а для роликовых радиально-упорных подшипников еще и точностью монтажной высоты T ; точностью формы и взаимного расположения поверхностей колец подшипников и их шероховатости; точностью формы и размеров тел качения в одном подшипнике и шероховатостью их поверхностей; 2) точностью вращения, характеризующейся радиальным и осевым биениями дорожек качения и торцов колец.

В зависимости от указанных показателей точности по ГОСТ 520-71 установлено пять классов точности подшипников, обозначаемых (в порядке повышения точности) 0; 6; 5; 4; 2.



Класс точности подшипника выбирают исходя из требований, предъявляемых к точности вращения и условиям работы механизма. Для большинства механизмов общего назначения применяют подшипники класса точности О. Подшипники более высоких классов точности применяют при больших частотах вращения и в случаях, когда требуется высокая точность вращения вала (например, для шпинделей шлифовальных и других прецизионных станков, для авиационных двигателей, приборов и т.п.). В гироскопических и других прецизионных приборах и машинах используют подшипники класса 2. Класс точности указывают через тире перед условным обозначением подшипника, например 6-205 (6- класс точности подшипника).

Для сокращения номенклатуры подшипники изготавливают с отклонениями размеров внутреннего и наружного диаметров, не зависящими от посадки, по которой их будут монтировать. Для всех классов точности верхнее отклонение присоединительных диаметров принято равным нулю. Таким образом, диаметры наружного кольца D_m и внутреннего кольца d_m приняты соответственно за диаметры основного вала и основного отверстия, а, следовательно, посадку соединения наружного кольца с корпусом назначают в системе вала, а посадку соединения внутреннего кольца с валом - в системе отверстия. Однако поле допуска на диаметр отверстия внутреннего кольца расположено в «минус» от номинального размера, а не в «плюс», как у обычного основного отверстия, т. е. не «в тело» кольца, а вниз от нулевой линии.

При таком перевернутом расположении поля допуска отверстия внутреннего кольца для получения соединений колец с валами с небольшим натягом не нужно прибегать к специальным посадкам, их можно получать, используя для валов поля допусков $n6$, $m6$, $k6$, $js6$ или те же поля допусков квалитетов 5 и 4. Соединение вала, имеющего одно из указанных полей допусков (кроме $js6$, $js5$ и $js4$), с внутренним кольцом подшипника дает посадку с небольшим гарантированным натягом. Посадки с большими натягами не применяют из-за тонкостенной конструкции колец подшипников и трудности получения в них требуемых рабочих зазоров.

Допуски угловых размеров

Все нормальные углы, применяемые при конструировании, можно разделить на три группы:

1. Нормальные углы общего назначения (наиболее распространенные);
2. Нормальные углы специального назначения (в стандартизованных специальных деталях);
3. Специальные углы (углы, размеры которых связаны расчетными зависимостями с другими принятыми размерами и которые нельзя округлить до нормальных углов;
3. Углы, определяемые специфическими эксплуатационными или технологическими требованиями). Размеры углов 1-й группы приведены в ГОСТ 8908-81 и ГОСТ 8593-81. Размеры углов 2-й группы - в [10].

Допуски угловых размеров назначают по ГОСТ 8908-81. Допуски углов AT (от англ. *angle tolerance* — допуск угла) должны назначаться в зависимости от номинальной длины L_l меньшей стороны угла.

Допуск угла может выражаться:

1. В угловых единицах радианной и градусной мер ATa (точное значение) и ATa (округленное значение допуска в градусной мере (рис. 2, а и б));
2. Длиной противлежащего отрезка на перпендикуляре к стороне угла на расстоянии L_1 от вершины (этот отрезок приблизительно равен дуге с радиусом L_l) AT_h (рис. 2);
3. Допуском на разность диаметров в двух сечениях конуса на расстоянии L между ними AT_D (рис. 2, б).

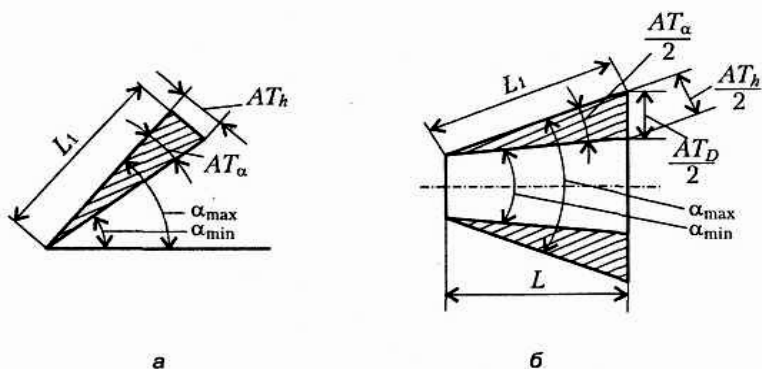


Рис. 2. Схемы полей допусков угловых размеров и конусов

Допуски углов конусов с конусностью не более 1:3 должны назначаться в зависимости от номинальной длины конуса L (разность между длиной конуса и образующей в этом случае не более 2%). При большей конусности допуски назначаются в зависимости длины образующей конуса L_1 . Связь между допусками в угловых и линейных единицах выражается следующей формулой:

$$AT_h = AT_\alpha \cdot L_1 10^{-3},$$

где AT_h выражается в мкм; AT_α — в мкрад; L_1 — в мм. Для малых углов ($C < 1/3$) $AT_D \sim AT_h$.

Для конусов с конусностью более 1:3 значения AT_D определяют по формуле:

$$AT_D = AT_h / 2, \text{ где } a \text{ — номинальный угол конуса. } \lambda \cdot \cos$$

Для допусков углов установлено 17 степеней точности. Степени выше 1-й — 01 и 0 — перспективные (для измерительных устройств высшей точности); 1-5 — для калибров; 5-7 — для сопряжений.

Система допусков и посадок для конических соединений

Коническое соединение по сравнению с цилиндрическим имеет преимущества: можно регулировать величину зазора или натяга относительным смещением деталей вдоль оси; при неподвижном соединении с натягом возможна частая разборка и сборка сборочных единиц (узлов); конические соединения обеспечивают хорошее центрирование деталей и герметичность.

Основные параметры конусов приведены на рис. 3.

Угол $a/2$ между образующей конуса и осью называется *углом наклона*, а угол a — *углом конуса*. Отношение разности $D - d$ к длине конуса $L/2$ и называется *равно tg конусностью C*.

Основная плоскость — плоскость поперечного сечения конуса, в которой задают номинальный диаметр конуса (D или d). *Базовая плоскость* — плоскость, служащая для определения положения основной плоскости (или данного конуса относительно сопрягаемого с ним конуса).

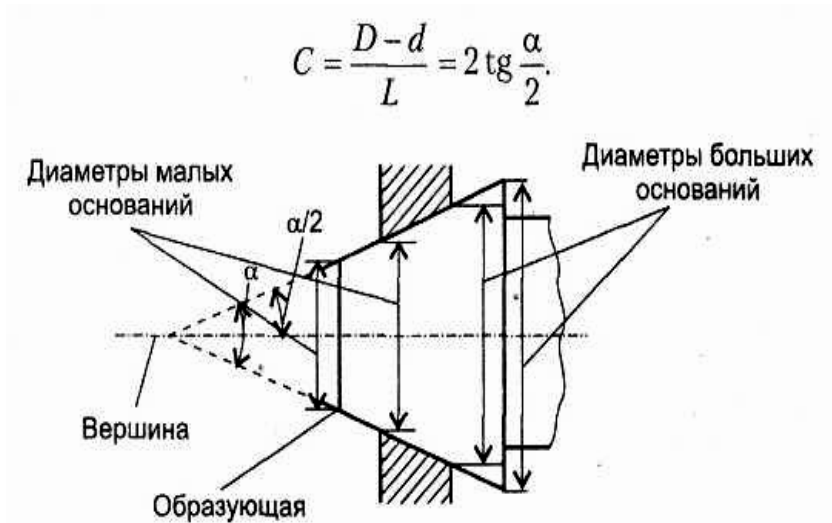


Рис. 3. Параметры конуса

Базорасстояние конуса $Z_в$, $Z_н$ — осевое расстояние между основной и базовой плоскостями соответственно для наружного и внутреннего конусов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Допуски и посадки подшипников качения

Задание: По данным табл. 1 и 2 произвести анализ посадок радиального подшипника качения.

В табл. 2 указаны только основные отклонения. Для построения поля допуска деталей, сопрягаемых с подшипником качения, номер качества следует определять исходя из заданной точности подшипника:

- для классов точности 0 и 6 отверстия в корпусах обрабатываются по IT7, валы - по IT6;
- для классов точности 5 и 4 отверстия в корпусах обрабатываются по IT6, валы - по IT5.

1. Начертить схемы расположения полей допусков посадки подшипника на вал и посадки подшипника в корпус. На схемах произвести графический анализ сопряжений, указав на нем посадки подшипника в корпус и на вал.

2. Дать эскиз соединения, указав на нем посадки подшипника в корпус и на вал.

Таблица 1

№ варианта	d, мм	D, мм	Класс точности подшипника ГОСТ 520-71
1; 10; 19	5	19	0
2; 11; 20	17	47	4
3; 12; 21	30	72	6
4; 13; 22	50	110	5
5; 14; 23	75	160	0
6; 15; 24	100	215	4
7; 16; 25	85	180	6
8; 17; 26	12	37	5
9; 18; 27	25	62	0

Таблица 2

№ варианта	По d с валом	По D с корпусом
1; 10; 19	h	K
2; 11; 20	j_s	P
3; 12; 21	f	F
4; 13; 22	m	H
5; 14; 23	k	N
6; 15; 24	g	H
7; 16; 25	n	J_s
8; 17; 26	j_s	G
9; 18; 27	h	M

Пример выполненной работы

Произвести анализ посадок радиального подшипника качения (d = 5 мм, D = 19 мм, класс точности 4), отверстие корпуса, сопрягаемое с подшипником - $\varnothing 19K6$; вал - $\varnothing 5h5$.

Эскиз сопряжения подшипника с валом и корпусом приведен на рис.1.

1. Отклонения наружного кольца подшипника находим по справочной литературе - $\varnothing 19/4_{-0,005}$; отклонения сопрягаемого корпуса по - $\varnothing 19K6 \begin{matrix} +0,002 \\ -0,011 \end{matrix}$.

Посадка подшипника в корпус - $\varnothing 19 \frac{K6 \begin{matrix} +0,019 \\ -0,011 \end{matrix}}{I4 \begin{matrix} - \\ -0,005 \end{matrix}}$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0,002 - (-0,005) = 0,007 \text{ мм};$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 0 - (-0,011) = 0,011 \text{ мм};$$

$$T(S,N) = S_{\max} + N_{\max} = TD + Td = 0,007 + 0,011 = 0,013 + 0,005 = 0,018 \text{ мм}.$$

Схема посадки подшипника в корпус приведена на рис. 2.

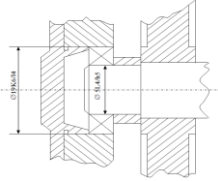


Рисунок 1 – Эскиз сопряжения подшипника с валом и корпусом

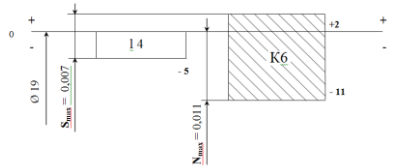


Рисунок 2 – Схема посадки подшипника в корпус

2 Отклонения внутреннего кольца подшипника находим - $\varnothing 5L4_{-0,004}$;
отклонения сопрягаемого вала по - $\varnothing 5h5_{-0,005}$

Посадка подшипника на вал - $\varnothing 5 \frac{L4_{(-0,004)}}{h5_{(-0,005)}}$.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0 - (-0,005) = 0,005 \text{ мм};$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 0 - (-0,004) = 0,004 \text{ мм};$$

$$T(S,N) = S_{\max} + N_{\max} = TD + Td = 0,005 + 0,004 = 0,004 + 0,005 = 0,009 \text{ мм}.$$

Схема посадки подшипника на вал приведена на рис. 3.

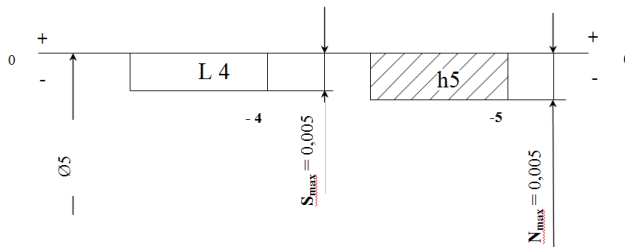
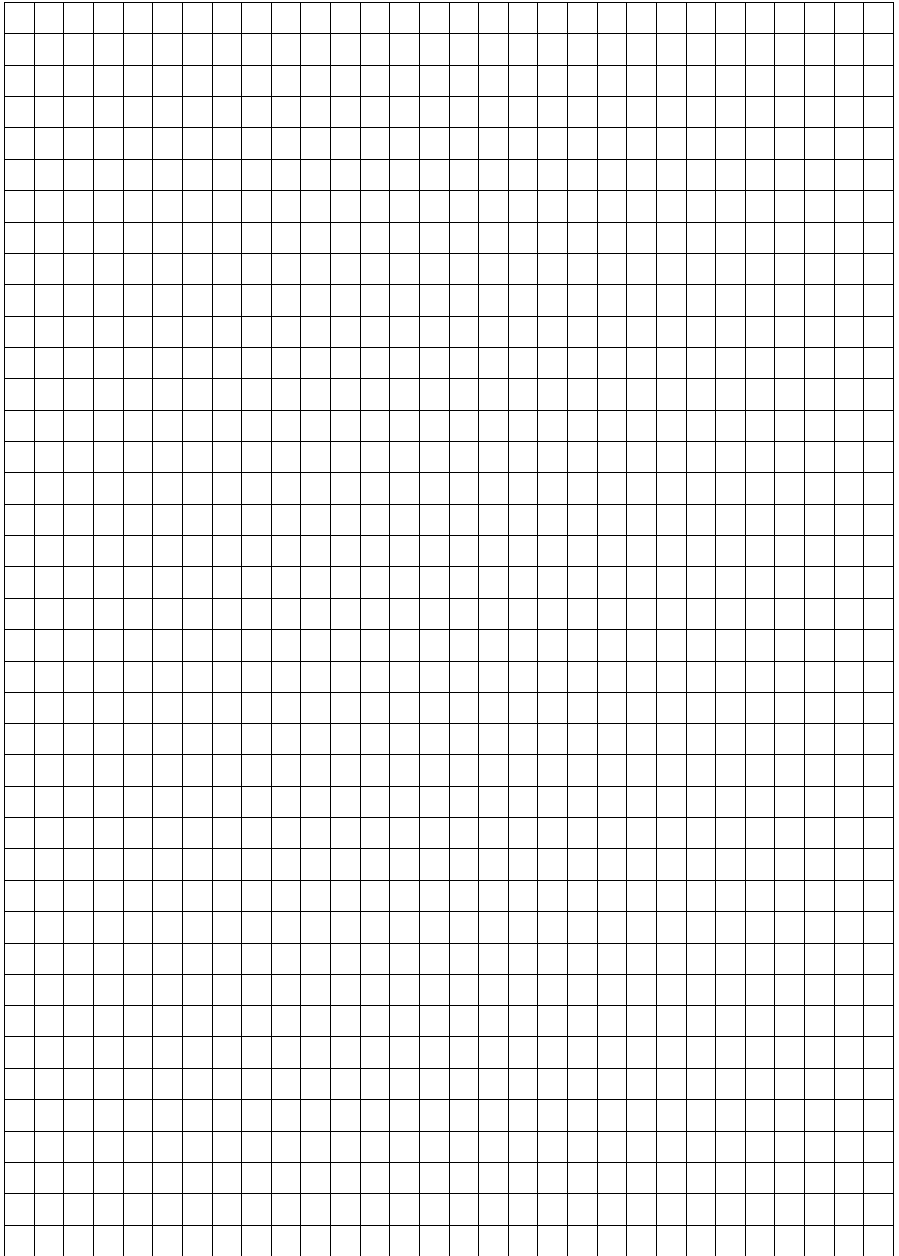
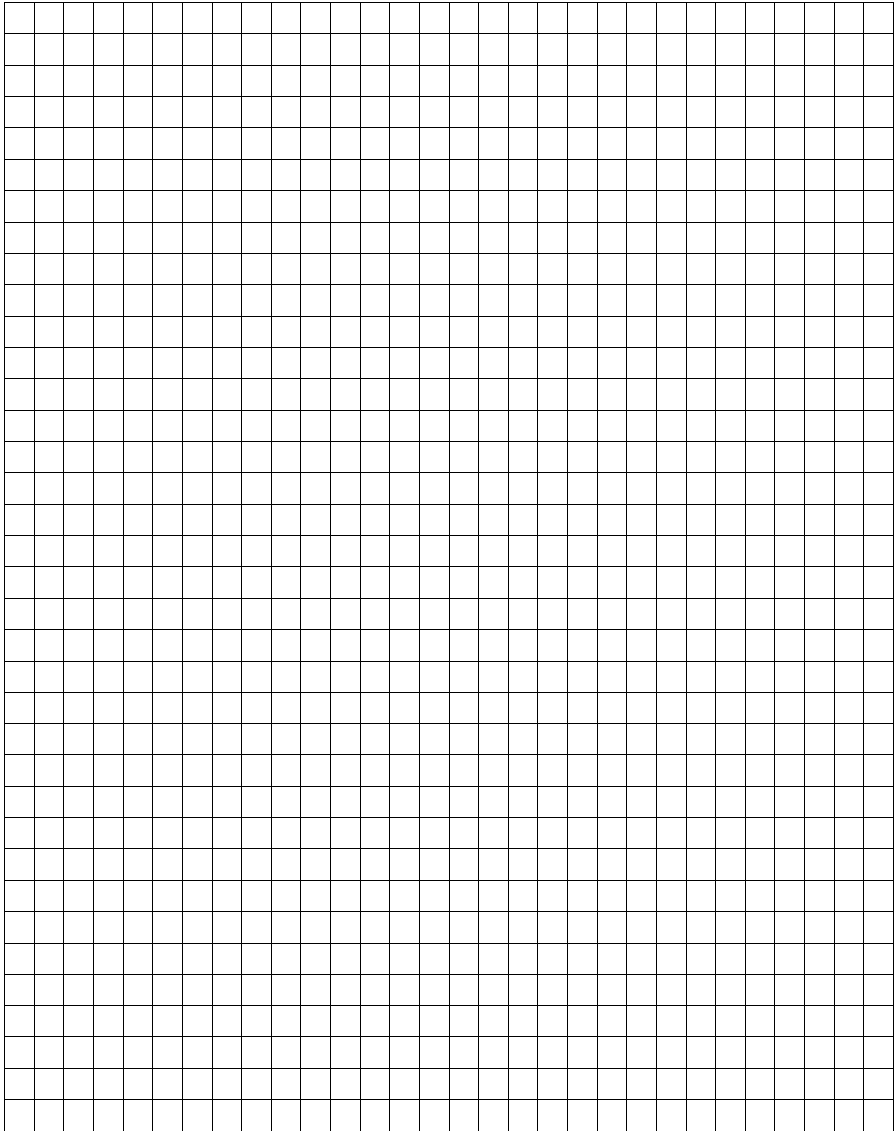


Рисунок 3 – Схема посадки подшипника на вал





Подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____
преподаватель Д.Н. Корнеев

Дата _____ Оценка освоения _____

Тема 2.5 Взаимозаменяемость различных соединений

Взаимозаменяемость резьбовых соединений

Взаимозаменяемость резьбовых соединений состоит в том, что винт заданного размера должен завинчиваться с любой гайкой того же номинального размера по всей длине соединения. Так как резьба соединяется по бокам профиля, на завинчивание винта и гайки влияет не только средний диаметр, но и шаг резьбы, и угол наклона профиля.

Практически невозможно выполнить абсолютно точно размеры указанных элементов, потому что при их изготовлении имеют место ошибки среднего диаметра, шага резьбы и угла профиля винта и гайки. Но обеспечить при этом соединение деталей резьбы можно путем уменьшения среднего диаметра винта и увеличением среднего диаметра гайки. В результате этого по среднему диаметру между винтом и гайкой образуется дополнительный зазор, компенсирующий ошибки шага и угла профиля сопряженных деталей.

Вследствие взаимозависимости между отклонением шага, угла профиля и среднего диаметра, допустимые отклонения этих параметров отдельно не нормируют. Устанавливают только суммарный допуск на средний диаметр болта и гайки, который учитывает допустимые отклонения среднего диаметра и диаметральные компенсации погрешности шага и угла профиля. Кроме того задается допуск на внешний диаметр болта и внутренний диаметр гайки, то есть на те диаметры, которые формируются перед нарезанием резьбы и более доступны при измерении готовых изделий.

Система допусков и посадок для метрических резьб диаметром 1...600 мм основана на международных стандартах ИСО и регламентирована следующими ГОСТами:

ГОСТ 16093-81 – посадки с зазором.

ГОСТ 4608-81 – посадки с натягом.

ГОСТ 24834-81 – переходные посадки.

Посадки с зазором.

Установлены ряды основных отклонений

Для диаметров наружной резьбы (болтов) – d; e; f; g; h.

Для диаметров внутренней резьбы (гаек) – E*; F*; G; H.

*E и F – для специального применения при значительных толщинах слоя защитного покрытия.

Установлены также следующие степени точности, определяющие величину допусков диаметров болтов и гаек:

Диаметр болта наружный d – 4; 5; 6.

Средний d2 – 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10**

Гайки внутренний D1 – 4; 5; 6; 7; 8.

Средний D2 – 4; 5; 6; 7; 8; 9**

** - только для пластмассовых резьб.

Поле допуска диаметра резьбы образуется сочетанием основного отклонения (буква) с допуском по принятой степени точности (цифра): 6H, 6g, 6h.

Поле допуска резьбы образуется сочетанием поля допуска среднего диаметра с полем допуска внутреннего диаметра (для гаек) и наружного диаметра (для болтов): 5H6H; 7g6g.

Установлены 3 группы длин свинчивания:

S – малая (короткая);

N – нормальная;

L – большая (длинная).

Для образования посадок с зазором рекомендуются следующие поля допусков: если обозначение поля допуска среднего диаметра совпадает с полем допуска наружного или внутреннего диаметра принимают сокращенную запись: 6g6g = 6g, 6H6H = 6H.

На чертежах поле допуска резьбы указывают после обозначения размера резьбы (ГОСТ 8724-81):

Болт М24 – 6g; гайка М24 – 6H.(при длине свинчиваемости N)

Если длина свинчиваемости отличается от нормальной:

Болт М24 – 6g – 40.

На сборочных чертежах посадки резьбовых соединений обозначают дробью $M24 \frac{6H}{6g}; M12 \frac{4H5H}{4h}$.

Метрические резьбы с натягами и переходными посадками предназначены для резьбовых соединений, образованных ввертыванием стальных шпилек в резьбовые отверстия, т.е. для крепежных соединений, работающих в условиях сотрясений, вибраций, переменного температурного режима, а также для обеспечения неподвижности резьбовых соединений при эксплуатации или центрирования деталей по резьбе. Переходные посадки более технологичны, чем посадки с натягом для которых применяют селективную сборку.

Взаимозаменяемость зубчатых передач

Зубчатые передачи получили широкое распространение в конструкциях современных машин и механизмов для передачи вращательных движений или моментов сил с одного вала на другой с заданным отношением угловых скоростей, а также для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот. Зубчатые передачи в сравнении с другими механическими передачами обладают существенными достоинствами, а именно: малыми габаритами; высоким КПД; большой надежностью в работе; постоянством передаточного отношения из-за отсутствия проскальзывания; возможностью применения в широком диапазоне моментов, скоростей и передаточных отношений.

В зависимости от расположения и формы зубьев зубчатые колеса подразделяют на прямозубые, косозубые, шевронные и с криволинейными зубьями. Наибольшее распространение получили эвольвентные цилиндрические зубчатые передачи.

Взаимозаменяемость зубчатых передач возможна лишь с учетом зависимостей между погрешностями колес и передач и вызванными ими отклонениями кинематических и динамических характеристик.

Для регламентации точности отдельных видов зубчатых передач (цилиндрических, конических и др.) созданы системы допусков именно на передачи, а не на отдельные зубчатые колеса, так как точность зубчатых передач как самостоятельных звеньев машины зависит не только от точности входящих в зацепление зубчатых колес, но и от точности расположения осей в корпусах.

Системы допусков для различных передач имеют много общего. Построение систем допусков зубчатых колес рассмотрим на примере системы допусков для цилиндрических зубчатых передач.

Система допусков цилиндрических зубчатых передач изложена в ГОСТ 1643-81, который распространяется на эвольвентные передачи внешнего и внутреннего зацепления с прямыми, косозубыми и шевронными колесами с делительным диаметром до 6300 мм, шириной зубчатого венца или полушеврона до 1250 мм, модулем зубьев 1-55 мм, с исходным контуром по ГОСТ 13755-81 независимо от метода получения боковых поверхностей зубьев.

Для зубчатых колес и передач установлено двенадцать степеней точности, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами от 1 до 12.

Степени 1 и 2 не имеют установленных норм и являются резервными. Все допуски рассчитаны для шестой степени точности. Числовые значения допусков других степеней определяют умножением на переходный коэффициент.

Для каждой степени точности зубчатых колес и передач устанавливаются независимые нормы допустимых отклонений параметров, определяющих кинематическую точность колес и передачи, плавности работы и контакт зубьев передачи, что позволяет назначать различные нормы и степени точности для передач в соответствии с их эксплуатационным назначением и учитывать отличие технологических способов обеспечения требуемой точности.

Взаимозаменяемость шпоночных и шлицевых соединений

Для соединения втулок, шкивов, муфт, рукояток и других деталей машин с валами, когда к точности центрирования соединяемых деталей не предъявляют особых требований, применяют шпонки. Размеры, допуски и посадки большинства типов шпонок и пазов для них унифицированы для всех стран — членов СЭВ. Для получения различных посадок призматических шпонок установлены поля допусков на ширину b шпонок, пазов валов и втулок (ГОСТ 23360—78). Для ширины шпонки установлено поле допуска $h9$ (для высоты шпонки $h11$ и для длины $h14$), что делает возможным их централизованное изготовление независимо от посадок. Установлены следующие три типа шпоночных соединений: свободное, нормальное и плотное. Для свободного соединения установлены поля допусков ширины b для паза на валу $H9$ и для паза во втулке $D10$, что дает посадку с зазором; для нормального соединения — соответственно $N9$ и $JS9$; для плотного соединения — одинаковые поля допусков на ширину b для паза на валу и паза во втулке $P9$. Нормальные и плотные соединения имеют переходные посадки.

Контроль шпоночных соединений осуществляют комплексными калибрами.

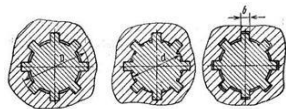
Допуски калибров для шпоночных соединений регламентированы ГОСТ 24109—80, а их конструкции и размеры ГОСТ 24110—80 . . . ГОСТ 24121—80.

Вследствие смятия и среза шпонок, ослабления сечения валов и втулок пазами и образования концентраторов напряжений шпоночные соединения не могут передавать большие крутящие моменты. В результате перекосов и смещения пазов, а также контактных деформаций от радиальных сил в шпоночных соединениях возможен перекося втулки на валу.

Эти недостатки шпоночных соединений ограничивают область их применения и обуславливают замену их шлицевыми соединениями, которые передают большие крутящие моменты, имеют большее сопротивление усталости и высокую точность центрирования и направления.

В зависимости от профиля зубьев шлицевые соединения делят на:

- прямобочные,
- эвольвентные,
- треугольные.



Шлицевые соединения в эвольвентном профиле зубьев имеют существенные преимущества по сравнению с прямобочными:

- могут передавать большие крутящие моменты,
- имеют на 10—40 % меньше концентрацию напряжений у основания зубьев, повышенную циклическую долговечность,
- обеспечивают лучшее центрирование и направление деталей, проще в изготовлении и т. п.

Шлицевые соединения с треугольным профилем не стандартизованы; их применяют чаще всего вместо посадок с натягом, а также при тонкостенных втулках для передачи небольших крутящих моментов.

Допуски и посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем.

Допуски и посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зубьев [ГОСТ 1139—80 (СТ СЭВ 187—75, СТ СЭВ 188—75)] определяются их назначением и принятой системой центрирования втулки относительно вала.

Существуют три способа центрирования:

1. по наружному диаметру D;
2. по внутреннему диаметру d;
3. по боковым сторонам зубьев b.

Центрирование по внутреннему диаметру d целесообразно, когда втулка имеет высокую твердость и ее нельзя обработать чистой протяжкой (отверстие шлифуют на обычном внутришлифовальном станке) или когда могут возникнуть значительные искривления длинных валов после термической обработки.

Способ обеспечивает точное центрирование и применяется обычно для подвижных соединений.

Центрирование по наружному диаметру D рекомендуется, когда втулку термически не обрабатывают или когда твердость ее материала после термической обработки допускает калибровку протяжкой, а вал — фрезерование до получения окончательных размеров зубьев. Такой способ прост и экономичен. Его применяют для неподвижных соединений, а также для подвижных, воспринимающих небольшие нагрузки.

Центрирование по боковым сторонам зубьев b целесообразно при передаче знакопеременных нагрузок, больших крутящих моментов, - а также при реверсивном движении. Этот метод способствует более равномерному распределению нагрузки между зубьями, но не обеспечивает высокой точности центрирования и поэтому редко применяется.

Посадки шлицевых соединений назначают в системе отверстия по центрирующей цилиндрической поверхности и по боковым поверхностям впадин втулки и зубьев вала (т. е. по d и b или D и b) только по b).

Допуски и основные отклонения размеров d, D, b шлицевого соединения назначают по ГОСТ 25346—82.

Посадки назначают в зависимости от способа центрирования:

- H7/f7, H7/g6 для d, D9/h9; F10/f9 для b; H7/f7, H7/g6 для D (дают соединения о зазором);

- H7/h6, H7/js6 для d и D (дают соединения с переходными посадками).

При высоких требованиях к точности центрирования стремятся получить наименьшие зазоры по центрирующим диаметрам; это также увеличивает долговечность соединений.

Для нецентрирующих диаметров установлены следующие поля допусков:

- для D при центрировании по d или b — a11 для вала и H12 для втулки;

- для d при центрировании по D или b H11 для втулки.

При указанных полях допусков нецентрирующих диаметров создаются значительные зазоры, обеспечивающие сопряжения только по посадочным поверхностям и облегчающие сборку шлицевых соединений.

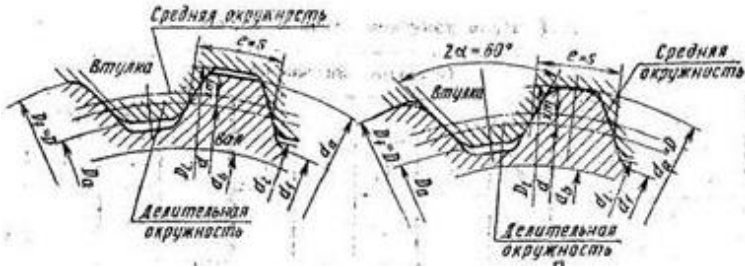
Обозначения шлицевых соединений валов и втулок должны содержать букву, обозначающую поверхность центрирования, число . зубьев и номинальные размеры d, D и b соединения вала и втулки, обозначения полей допусков или посадок диаметров, а также размера b, помещаемого после соответствующих размеров.

Квадрант	Основные отклонения											
	валов								отверстий			
	d	e	f	g	h	js	k	n	D	F	H	Js
5				g5		js5						
6				g6	(h6)	js6		h6			H6	
7			f7		h7	js7	k7				H7	
8	d8	e8	f8		h8					F8	H8	
9	(d9)	e9	f9		h9					D9		
10	d10				(h10)				D10	F10		Js10

Пример условного обозначения соединения с числом зубьев $z = 8$, внутренним диаметром $d = 36$ мм, наружным диаметром $D = 40$ мм, шириной зуба $b = 7$ мм, с центрированием по внутреннему диаметру, посадкой по диаметру центрирования H7/e8 и по размеру $b/D9/f8$:

$d — 8 \times 36H7/e8 \times 40N12/all \times 7D9/f8$;

то же, при центрировании по наружному диаметру с посадкой по диаметру центрирования H8/h7 и по размеру $b F10/h9$:



$D — 8 \times 36 \times 40H8/h7 \times 7F10/h9$;

то же, при центрировании по боковым сторонам:

$b — 8 \times 38 \times 40N12/a11 \times 7D9/h8$.

Пример условного обозначения отверстия втулки и вала того же соединения при центрировании по внутреннему диаметру:

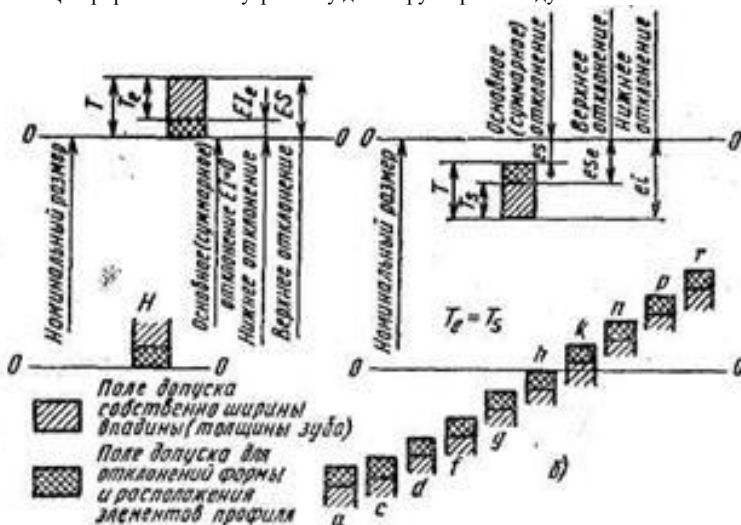
$d — 8 \times 36H7 \times 40N12 \times 7D9$

$d — 8 \times 36e8 \times 40all \times 7f8$.

Допуски и посадки шлицевых эвольвентных соединений

Допуски и посадки шлицевых эвольвентных соединений установлены [ГОСТ 6033—80 (СТ СЭВ 259—76, СТ СЭВ 268—76, СТ СЭВ 269—76, СТ СЭВ 517—77)], В шлицевых эвольвентных соединениях втулку относительно вала центрируют по боковым поверхностям зубьев или по наружному диаметру.

Центрирование по внутреннему диаметру не рекомендуется.



При центрировании по боковым поверхностям установлено два вида допусков ширины e впадины втулки и толщины s зуба вала:

Te (Г8) — допуск собственно ширины впадины втулки (толщины зуба вала);

T — суммарный допуск, включающий отклонения формы и расположения элементов профиля впадины (зуба).

Отклонения размеров e и s отсчитывают от их общего номинального размера по дуге делительной окружности.

Для ширины e впадины втулки установлено основное отклонение H и степени точности 7, 9 и 11;

для толщины s зуба вала установлены десять основных отклонений: a, c, d, f, g, h, k, n, p, r и степени точности 7—11.

Посадки по боковым поверхностям зубьев предусмотрены только в системе отверстия.

При центрировании по наружному диаметру установлены два ряда полей допусков для центрирующих диаметров окружности впадин втулки D_f и окружности вершин зубьев вала da : ряд 1 — H7 для D_f и n6, js6, h6, g6, f7 для da ; ряд 2 — H8 для D_f и n6, h6, f7 для da . Первый ряд следует предпочитать второму. Значения основных отклонений и допусков приведены в ГОСТ 25346—82. При этом центрировании поля допусков ширины впадины втулки e : 9H или 11H, а толщины зуба вала s : 9h, 9g, 9d, 11c или 11a.

Допуски нецентрирующих диаметров при центрировании по боковым поверхностям зубьев принимают такими, чтобы в соединении исключить контакт по этим диаметрам.

Обозначения шлицевых соединений валов и втулок должны содержать номинальный диаметр соединения D ; модуль t ; обозначение посадки соединения (полей допусков вала и отверстия), помещаемое после размеров центрирующих элементов, и номер стандарта.

Пример обозначения соединения $D = 50$ мм, $t = 2$ мм с центрированием по боковым сторонам зубьев, с посадкой по боковым поверхностям зубьев 9H/9g :

$50 \times 2 \times 9H/9g$ ГОСТ 6033—80.

Пример обозначения втулки и вала того же соединения:

$50 \times 2 \times 9H$ ГОСТ 6033—80;

$50 \times 2 \times 9g$ ГОСТ 6033—80.

Пример обозначения соединения $D = 50$ мм, $t = 2$ мм с центрированием по D_f , с посадкой по диаметру центрирования H7/g6:

$50 \times H7/g6 \times 2$ ГОСТ 6033—80.

Пример обозначения втулки и вала того же соединения:

$50 \times H7 \times 2$ ГОСТ 6033—80;

$50 \times g6 \times 2$.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Контроль резьбовых, зубчатых, шпоночных и шлицевых соединений

1. Цель работы

- Выяснить назначение шпоночных и шлицевых соединений.
- Ознакомиться с конструкциями изучаемых соединений.
- Определить параметры изучаемых соединений.
- Определить нагрузочную способность шпоночных и шлицевых соединений.

2. Теоретические положения

2.1. Описание конструкций шпоночных соединений

Шпонка – деталь, устанавливаемая в пазах двух соприкасающихся деталей и препятствующая относительноному повороту или сдвигу этих деталей. Шпонки применяют преимущественно для передачи крутящего момента от вала к ступице и наоборот.

Шпоночные соединения разделяют на две группы: ненапряженные, осуществляемые призматическими или сегментными шпонками, и напряженные – клиновыми шпонками.

Призматические могут быть трех исполнений (рис. 1).

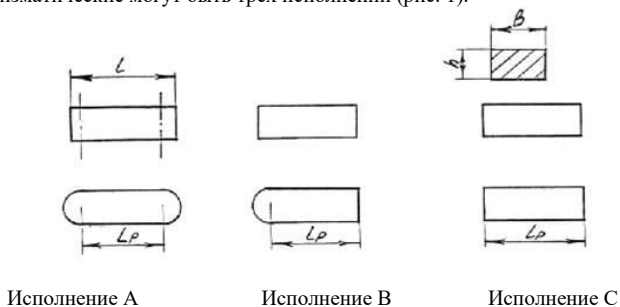


Рис. 1

Обычно в соединении ставят одну шпонку. При большой напряженности можно ставить две шпонки, устанавливаемые под углом 120° или 180° . Конструкции шпоночных соединений показаны на рис. 2

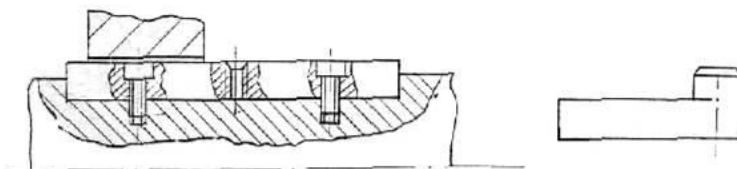


Рис. 2

Призматические шпонки по назначению разделяются на простые, предназначенные только для передачи крутящего момента (рис.2), а также направляющие и скользящие, служащие дополнительно для направления при осевом перемещении детали вдоль вала. Конструкция направляющей шпонки представлена на рис.3. Направляющие шпонки дополнительно притягивают к валу винтами. Скользящие шпонки перемещаются вместе со ступицей вдоль вала. Их применяют при больших перемещениях. Эти шпонки имеют цилиндрические выступы – головки, которые входят в соответствующие отверстия в ступицах. Вид скользящей шпонки показан на рис.4.

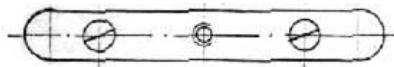


Рис. 3

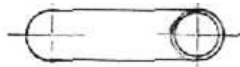


Рис. 4

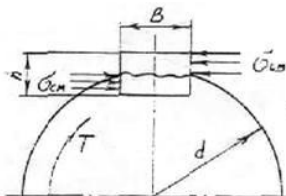


Рис. 5

Шпонки всех основных видов стандартизованы и их размеры выбирают по ГОСТам в зависимости от диаметра вала d . Стандартными является сечение шпонки $b \times h$.

$$b = (0,25 \dots 0,30)d_p$$

Длина шпонки l определяется обычно длиной ступицы $l_{ст}$:

$$l_p = l_{ст} - (5 \dots 10) \text{ мм}$$

Основным расчетом для призматических шпонок является условный расчет на смятие в предположении равномерного распределения давления по поверхности контакта, боковых граней с валом и для простоты расчета полагают, что плечо сил, действующих на шпонку, равно $0,6d$. Тогда условие прочности шпонки на смятие (рис. 5):

$$\sigma_{см} = \frac{2T \cdot 10^3}{d \cdot l_p \cdot k} \leq [\sigma_{см}], \text{ МПа}$$

где $k = 0,4h$ – глубина врезания шпонки в ступицу, d – диаметр вала (мм), T – крутящий момент на валу (Нм), $[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия материала шпонки.

$$T \leq \frac{d \cdot l_p \cdot k \cdot [\sigma_{см}]}{2 \cdot 10^3}, \text{ Нм} \quad (1)$$

Вторым видом ненапряженных шпонок являются сегментные шпонки (рис.6), которые характеризуются двумя основными параметрами: шириной b и диаметром заготовки d_1 .

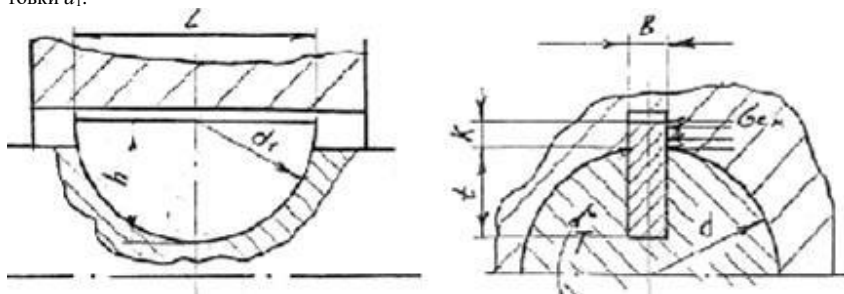


Рис. 6

Ширина и глубина врезания в ступицу выбираются примерно такими же, как и призматических:

$$T \leq \frac{d \cdot l \cdot k \cdot [\sigma]}{2 \cdot 10^3}, \text{ Нм}$$

где $k=h-t$

Обозначение сегментной шпонки:

Шпонка Сегм. 6 x 10 ГОСТ8795 – 68

Шпоночные соединения просты по конструкции и надежны, но они ослабляют вал и являются концентраторами напряжений. Недостатком призматических шпонок являются также трудность обеспечения их взаимозаменяемости, т.е. необходимость ручной пригонки или подбора. Сегментные шпонки более технологичны, чем призматические, и положение их на валу более устойчиво. Однако, они требуют более глубокой канавки на валу, и сборка соединения с сегментной шпонкой сложнее, чем с призматической.

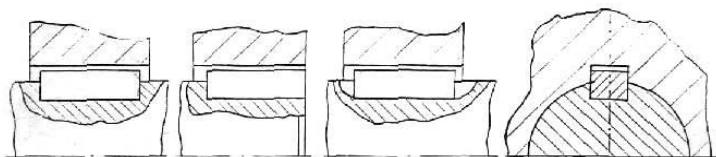
Существует еще целый ряд ненапряженных шпонок: шестигранные, цилиндрические и торцевые.

2.2. Описание конструкции зубчатых (шлицевых) соединений

Зубчатые соединения вал – ступица представляют собой соединения, образуемые выступами – зубьями на валу, входящими во впадины соответствующей формы в ступице. Эти соединения можно представить как многошпоночные, у которых шпонки выполнены за одно целое с валом.

Зубчатые соединения по сравнению со шпоночными имеют:

- а) большую несущую способность;
- б) большую усталостную прочность вала;
- в) лучшее центрирование деталей на валу и лучшее направление при перемещении детали вдоль вала.



Зубчатые соединения применяются в качестве подвижных и неподвижных.

В зависимости от формы сечения зубьев различают три вида соединений:

- 1) Прямобоочные, имеющие на валу зубья постоянной толщины.
- 2) Эвольвентные, с профилем зубьев очерченным эвольвентой.
- 3) Треугольные, с сечением зуба в форме треугольника.

Прямобоочные соединения в зависимости от нагрузочной способности трех серий: легкой, средней и тяжелой. Кроме того, эти соединения различают по системе центрирования ступицы на валу: по боковым граням (рис. 7,а), по наружному диаметру (рис.7,б), по внутреннему диаметру (рис. 7,в).

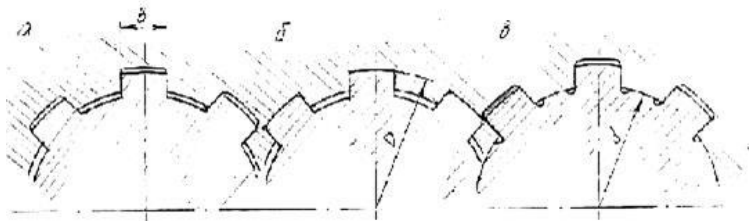


Рис. 7

Центрирование по боковым граням применяется при передаче больших крутящих моментов, когда не требуется высокой точности центрирования ступицы и вала. В таком случае возможно перемещение вала в ступице на величину зазоров, но распределение нагрузки между зубьями оказывается наиболее равномерным.

В конструкциях, требующих строго соосного расположения ступицы и вала применяют центрирование по наружному диаметру. Вид центрирования определяется технологическими условиями – способом получения зубьев на валу и впадин в ступице. По внутреннему диаметру можно обеспечить более высокие точности центрирования.

Обозначение шлицевого соединения: $D8 \times 36 \times 40$, где первая цифра обозначает число зубьев, вторая – диаметр окружности впадин, третья – диаметр окружности выступов. Буква перед цифрами обозначает способ центрирования (в примере – центрирование по наружному диаметру). Другие способы:

$b 8 \times 36 \times 40$ то же с центрированием по боковым граням,

$d 8 \times 36 \times 40$ – с центрированием по внутреннему диаметру. После обозначения шлицевого соединения необходимо указать соответствующие поля допусков (по центрирующей поверхности и по боковым сторонам зубьев).

Например:

В эвольвентном зубчатом соединении профили зубьев такие же, как у зубчатых колес. Поскольку в шлицевом соединении перекатывания нет, высота зубьев уменьшена до $0,9 \dots 1$ модуля и угол профиля рейки увеличен до 30° . Эвольвентные соединения обладают повышенной прочностью из – за большого числа зубьев и меньшей концентрации напряжений, связанной с закруглением профиля у основания зуба. Эти соединения перспективны, их применение ограничивается сложностью изготовления протяжек, с помощью которых нарезаются шлицы в ступицах.

Центрирование обычно осуществляется по боковым поверхностям, реже по наружному диаметру.

Соединения треугольного профиля применяют обычно в качестве неподвижных при стесненных радиальных габаритах. Центрирование в них осуществляется по боковым граням. Основными геометрическими параметрами являются числа зубьев, модули и угол впадин.

Зубчатые соединения выходят из строя из-за повреждения рабочих поверхностей: износа, смятия, заедания. В качестве расчетного критерия работоспособности принимается смятие боковых поверхностей шлицев:

$$T \leq \frac{z \cdot h \cdot l \cdot d_{\text{ср}} \cdot |\sigma_{\text{сст}}| \cdot \varphi}{2 \cdot 10^3}, \text{ Нм} \quad (2)$$

где z – число зубьев;

h – высота поверхности контакта зубьев (мм);

$d_{\text{ср}}$ – средний диаметр поверхности контакта зубьев (мм);

φ – коэффициент, учитывающий неравномерную работу зубьев, обычно принимается равный 0,75;

l – длина поверхности контакта зубьев (мм);

T – передаваемый крутящий момент (Нм).

Для зубьев прямоугольного профиля

$$h = \frac{D - d}{2} - 2f; \quad d_{\text{ср}} = \frac{D + d}{2} \quad (3)$$

где f – высота фаски.

Для зубьев эвольвентного профиля

$$h = m; \quad d_{\text{ср}} = mz; \quad (4)$$

Для зубьев треугольного профиля

$$h = \frac{D_{\text{в}} - d_{\text{ср}}}{2} - 2f; \quad d_{\text{ср}} = mz \quad (5)$$

В ответственных случаях, когда требуется плавность работы, большой срок службы, отсутствие зазоров, малые усилия перемещения применяют шариковые шлицевые соединения, в которых трение скольжения при осевых перемещениях заменено трением качения.

3. Методика проведения испытаний и обработка результатов

3.1. Исследование шпоночных соединений

Ознакомимся на макетах со шпоночными соединениями. С помощью штангенциркуля измерить ширину шпонки первого исполнения и ширину паза второго исполнения. Определить размеры стандартного сечения, соответствующего полученным данным, для чего воспользоваться таблицей 1.

Таблица 1

b, мм	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18
h, мм	4	5	6	7	7	8	8	9	10	11

Измерить длину шпонок 1. После этого оценить нагрузочную способность обоих шпоночных соединений, т.е. определить наибольший крутящий момент T , который может быть передан данным соединением по формуле (1).

Размер длины шпонки 1 брать из ряда: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100.

Величину допускаемых напряжений смятия $[\sigma_{см}]$ МПа, выбирать в зависимости от режима работы (по указанию преподавателя) из таблицы 2.

Таблица 2

Вид соединения	Режим работы		
	Легкий	Средний	Тяжелый
Неподвижный	150,0	110,0	80,0
Подвижный	30,0	25,0	20,0

Зарисовать виды шпонок (всех трех исполнений) и соединений, получаемых при помощи этих шпонок.

Ознакомиться с направляющей шпонкой, ее конструкцией и назначением. Определить размеры шпонки, сопоставить со стандартом. Оценить нагрузочную способность по формуле (1). Дать эскиз шпоночного соединения с направляющей шпонкой. Записать стандартные обозначения шпонок.

Примеры:

Шпонка А – 18 x 11 x 100 СТ СЭВ 189 – 75 – исполнение А;

Шпонка В – 18 x 11 x 100 СТ СЭВ 189 – 75 – исполнение В.

Таблица 3

Серия	z	d_1 , мм	D_1 , мм	b, мм
Легкая	6	23	26	0,3
	8	32	36	0,4
	8	46	50	0,4
	8	52	58	0,5
Средняя	6	26	32	0,6
	6	28	34	0,4
	8	32	36	0,4
	8	36	42	0,4
	8	42	48	0,4
	8	46	54	0,5
	8	52	60	0,5
Тяжелая	10	23	29	0,3
	10	26	32	0,4
	10	28	35	0,4
	10	32	40	0,4

3.2. Исследование шлицевых соединений

Ознакомиться со шлицевыми соединениями, представленными для выполнения лабораторной работы. Определить вид соединений – прямобочное, эвольвентное, треугольное.

Отобрать прямобочные соединения. Провести подсчет числа зубьев, измерить наружные диаметры, данные занести в таблицу.

По таблице 3 определить серию соединения.

Используя внешний осмотр соединений, определить виды центрирования. Дать эскизы шлицевых валов и соединений. Дать эскизы всех видов центрирования. Оценить удельную нагрузочную способность всех исследуемых соединений с использованием формул (2-3). Удельная нагрузочная способность определяется для единицы длины шлицевого соединения, т.е. при $l = 10$ мм.

Величины допускаемых напряжений смятия $[\sigma_{см}]$ МПа выбрать из таблицы 4. Режим работы указывает преподаватель.

Таблица 4

Тип соединения	Режим работы	Поверхность шлицев	
		Без термообр.	С термообр.
Неподвижное	Тяжелый	35,0 ... 50,0	40,0 ... 70,0
	Средний	60,0 ... 100,0	100,0 ... 140,0
	Легкий	80,0 ... 120,0	120,0 ... 200,0
Подвижное	Тяжелый	---	3,0 ... 10,0
	Средний	---	5,0 ... 15,0
	Легкий	---	10,0 ... 20,0

Найти шлицевой вал для эвольвентного соединения. Произвести измерение числа зубьев, наружного и внутреннего диаметров. Определить модуль, согласовать со стандартным рядом модулей: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 5.

Дать эскиз шлицевого вала с эвольвентным профилем зубьев, здесь модули выбирать из ряда:

0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5.

Нагрузочная способность определяется по формулам (2) и (5).

3.3. Ход выполнения работы

1. Ознакомиться со шпоночными соединениями.
2. Провести измерения ширины и длины шпонок.
3. Определить стандартные размеры шпонок.
4. Изобразить эскизы шпонок трех исполнений.
5. Изобразить эскизы шпоночных соединений трех исполнений.
6. Оценить нагрузочную способность двух шпоночных соединений.
7. Ознакомиться с зубчатыми соединениями.
8. Произвести измерения прямобочных шлицевых валов и соединений.
9. Определить вид центрирования.
10. Изобразить эскизы исследуемых шлицевых валов и соединений.
11. Изобразить эскизы видов центрирования прямобочных шлицевых соединений.
12. Оценить нагрузочную способность (на единицу длины соединения) исследуемых зубчатых валов.
13. Произвести измерения зубчатого вала с эвольвентным профилем (число зубьев, диаметры окружностей выступов и впадин). Определить модуль.
14. Изобразить эскиз шлицевого вала с эвольвентным профилем.
15. Оценить нагрузочную способность вала с эвольвентным профилем (на единицу длины).

4. Содержание и оформление отчета

- 4.1 Титульный лист.
- 4.2 Цель работы.
- 4.3 Изучение шпоночных соединений.

4.3.1. Результаты измерений и вычислений (табл. 5)

Таблица 5

Тип шпонок	$b_{изм}$	$b_{стан}$	$l_{изм}$	$l_{ст}$	T, Нм	Обозначение

4.3.2. Эскизы шпонок трех исполнений.

4.3.3. Шпоночное соединение трех исполнений.

4.3.4. Оценка нагрузочной способности шпоночных соединений (расчетные формулы и вычисления).

4.4. Изучение зубчатых (шлицевых) соединений.

4.4.1. Результаты измерений и вычислений (табл. 6)

Таблица 6

№ п.п.	Вид соединения	z	D, М	d, М	b, М	d _{ер} , мм	h, М	Серия	Вид центр.	T, Н	Обозначение

Примечание: если периметр не измеряется и не вычисляется – в таблице ставить прочерк

4.4.2. Эскизы шлицевых валов и соединений.

4.4.3. Эскизы видов центрирования.

4.4.4. Оценка нагрузочной способности шлицевых соединений (расчетные формулы и вычисления).

5. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое " шпоночное соединение ", его назначение.
2. Классификация шпоночных соединений.
3. Виды призматических шпонок?
4. Конструкция и назначение шпоночных соединений с направляющими и скользящими шпонками.
5. Как подбираются призматические шпонки?
6. Как проводится расчет призматических шпонок?
7. Что такое " сегментная шпонка"? Дать эскиз конструкции соединения с сегментной шпонкой.
8. Достоинства и недостатки шпоночных соединений.
9. Что такое зубчатое соединение? Назначение зубчатых соединений.
10. Достоинства и недостатки зубчатых соединений.
11. Виды зубчатых соединений.
12. По каким параметрам различают прямобоочные зубчатые соединения?
13. Виды центрирования шлицевых соединений. От чего зависит выбор центрирования?
14. Обозначение шлицевых соединений.
15. Дать характеристику зубчатого соединения с эвольвентным профилем зубьев.
16. Дать характеристику зубчатого соединения с треугольным профилем зубьев.
17. Как определяется нагрузочная способность зубчатого соединения?
18. Обозначение шпонок различных исполнений.
19. Из каких материалов изготавливаются шпонки?
20. Каково влияние шпоночных канавок и шлицев на концентрацию напряжений и условную прочность вала.

Тема 2.6 Расчёт размерных цепей

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Размерная цепь - совокупность размеров, непосредственно участвующих в решении поставленной задачи и образующих замкнутый контур.

Обозначение: прописная буква русского или строчная буква греческого (кроме букв α , δ , ξ , λ , ω) алфавитов без индексов.

Примеры.

Задача: обеспечить совпадение оси заднего центра токарного станка с осью переднего центра в вертикальной плоскости.

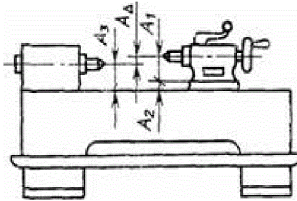


Рис. 1 - Размерная цепь А, определяющая расстояние A_{Δ} между осями заднего и переднего центров токарного станка в вертикальной плоскости

Задача: получить в результате обработки требуемый размер радиуса валика.

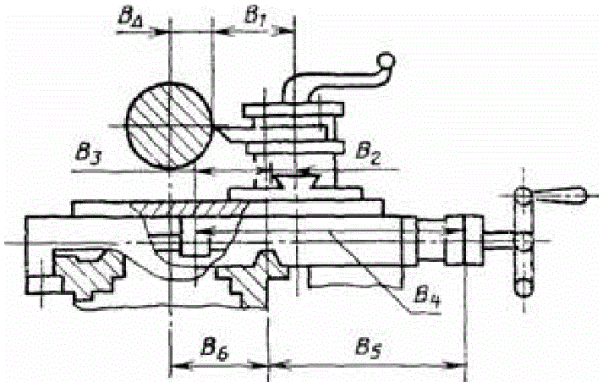


Рис. 2 - Размерная цепь В, определяющая размер B_{Δ} радиуса валика, изготовляемого на токарном станке

Звено размерной цепи - один из размеров, образующих размерную цепь.

Обозначение: прописная буква русского или строчная буква греческого (кроме букв α , δ , ξ , λ , ω) алфавитов с индексом.



Рис. 3 - Звено размерной цепи

База - поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Звенья размерных цепей

Замыкающее звено - звено размерной цепи, являющееся исходным при постановке задачи или получающееся последним в результате ее решения.

Обозначение: прописная буква русского или строчная буква греческого (кроме букв α , δ , ξ , λ , ω) алфавитов с индексом Δ .

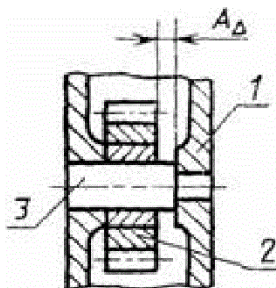


Рис. 4 - A_{Δ} - замыкающее звено

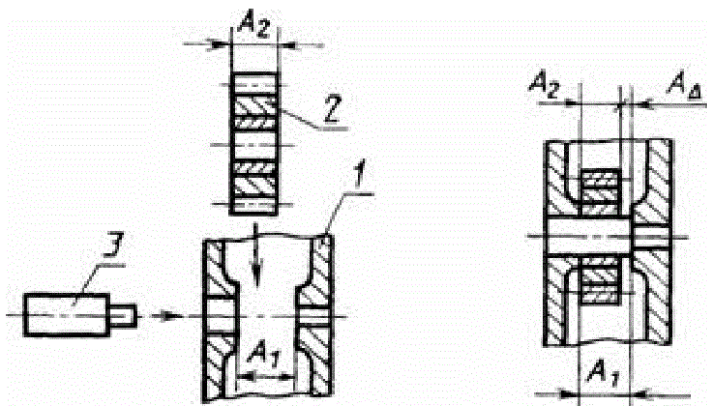
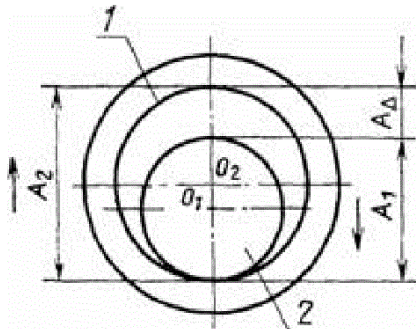


Рис. 5 - A_{Δ} - замыкающее звено

Составляющее звено - звено размерной цепи, функционально связанное с замыкающим звеном.

Увеличивающее звено - составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено увеличивается.

Уменьшающее звено - составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено уменьшается.



1 - втулка; 2 - вал; A_{Δ} - зазор;
 A_1 - уменьшающее звено; A_2 - Звенья размерной цепи.

Рис. 6 - Звенья размерной цепи

Компенсирующее звено - составляющее звено размерной цепи, изменением значения которого достигается требуемая точность замыкающего звена.

Обозначается соответствующей буквой, заключенной в прямоугольник.

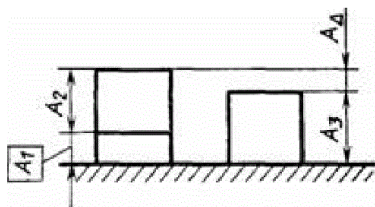


Рис. 7 - A_1 - компенсирующее звено

Общее звено - звено, одновременно принадлежащее нескольким размерным цепям. Обозначение формируется из обозначений звеньев размерных цепей, в которые входит данное звено со знаком равенства между ними.

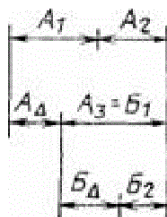


Рис. 8 - $A_3 = B_1$ - общее звено размерных цепей А и Б.

Виды размерных цепей

Основная размерная цепь - размерная цепь, замыкающим звеном которой является размер, обеспечиваемый в соответствии с решением основной задачи.

Производная размерная цепь - размерная цепь, замыкающим звеном которой является одно из составляющих звеньев основной размерной цепи.

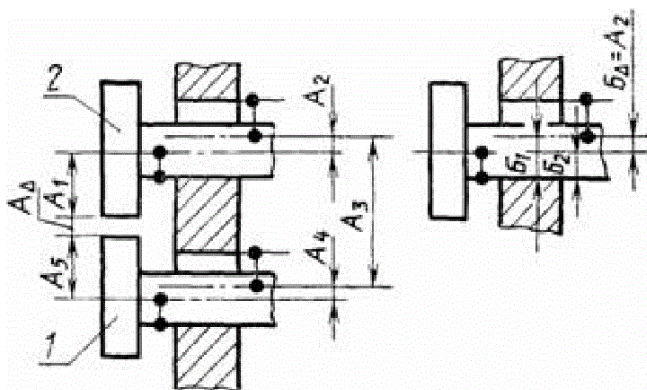


Рис. 9 - А - основная размерная цепь; Б - одна из производных размерных цепей ($b_\Delta = A_2$, где A_2 - одно из звеньев основной размерной цепи)

Конструкторская размерная цепь - размерная цепь, определяющая расстояние или относительный поворот между поверхностями или осями поверхностей деталей в изделии.

Технологическая размерная цепь - размерная цепь, обеспечивающая требуемое расстояние или относительный поворот между поверхностями изготавливаемого изделия при выполнении операции или ряда операций сборки, обработки, при настройке станка, при расчете меж- переходных размеров.

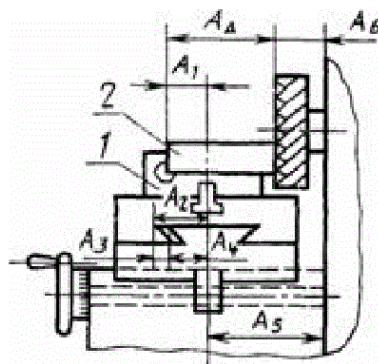


Рисунок 10 - 1 - приспособление; 2 - заготовка; A_Δ - размер, полученный в результате обработки

Измерительная размерная цепь - размерная цепь, возникающая при определении расстояния или относительного поворота между поверхностями, их осями или образующими поверхности изготавливаемого или изготовленного изделия.

Линейная размерная цепь - размерная цепь, звеньями которой являются линейные размеры.

Угловая размерная цепь - размерная цепь, звеньями которой являются угловые размеры.

Обозначение звена угловой размерной цепи: строчная буква греческого алфавита (кроме букв α , δ , ξ , λ , ω) с индексом, соответствующим порядковому номеру звена.

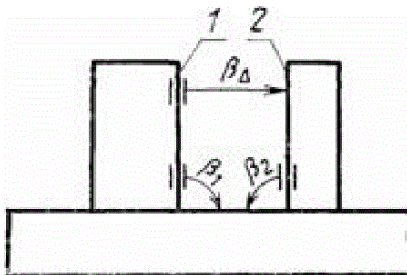


Рис. 11 - Угловая размерная цепь β , определяющая параллельность поверхности 1 по отношению к поверхности 2

Плоская размерная цепь - размерная цепь, звенья которой расположены в одной или нескольких параллельных плоскостях.

Пространственная размерная цепь - размерная цепь, звенья которой расположены в непараллельных плоскостях.

Параллельно связанные размерные цепи - размерные цепи, имеющие одно или несколько общих звеньев.

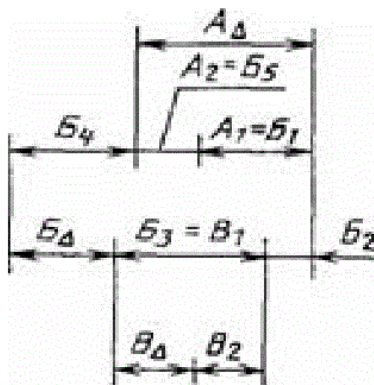
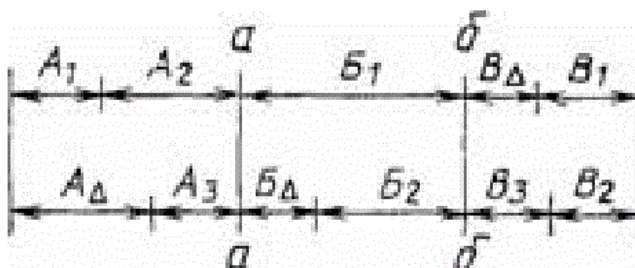


Рисунок 12 - Параллельно связанные размерные цепи

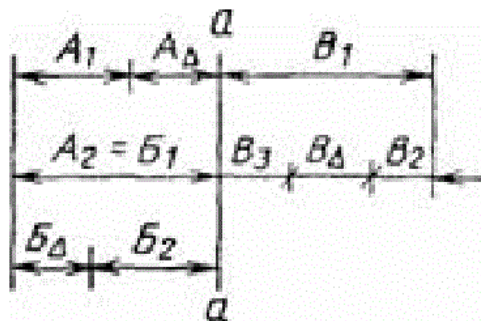
Последовательно связанные размерные цепи - размерные цепи, из которых каждая последующая имеет одну общую базу с предыдущей.



а - а, б - б - общие базы

Рисунок 13 - Последовательно связанные размерные цепи.

Размерные цепи с комбинированной связью - размерные цепи, между которыми имеются параллельные и последовательные связи.



а - а, - общая база

Рисунок 14 - Размерные цепи с комбинированной связью.

Размеры и отклонения

Номинальный размер - размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит также началом отсчета отклонений.

Истинный размер - размер, полученный в результате выполнения технологического процесса.

Измеренный размер - размер изделия, познанный в результате измерения.

Предельные размеры - два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер.

Наибольший предельный размер - больший из двух предельных размеров.

Наименьший предельный размер - меньший из двух предельных размеров.

Отклонение - алгебраическая разность между размером и соответствующим номинальным размером.

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

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

Допуск - разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

Поле допуска - поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями или наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Координата середины поля допуска - координата, определяющая положение середины поля допуска относительно номинального размера.

Методы достижения точности замыкающего звена

Метод полной взаимозаменяемости (метод max/min) - метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается во всех случаях ее реализации путем включения составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их значений.

Метод неполной взаимозаменяемости - метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается с некоторым риском путем включения в нее составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их значений.

Метод групповой взаимозаменяемости - метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается путем включения в размерную цепь составляющих звеньев, принадлежащих к соответственным группам, на которые они предварительно рассортированы.

Метод пригонки - метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается изменением значения компенсирующего звена путем удаления с компенсатора определенного слоя материала.

Метод регулирования - метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается изменением значения компенсирующего звена без удаления материала с компенсатора.

Задачи и способы расчета размерных цепей

Прямая задача - задача, при которой заданы параметры замыкающего звена (номинальное значение, допустимые отклонения и т.д.) и требуется определить параметры составляющих звеньев.

Обратная задача - задача, в которой известны параметры составляющих звеньев (допуски, поля рассеяния, координаты их середин и т.д.) и требуется определить параметры замыкающего звена.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Расчёт размерных цепей

Цель занятия – приобретение навыков моделирования и расчета размерных цепей методом полной взаимозаменяемости (максимум-минимум).

Методические указания

В изделии, изготовленном на предприятии, детали занимают одна относительно другой определенное положение в соответствии с их функциональным назначением. Поэтому размеры деталей в изделии находятся во взаимосвязи. Размерные связи детали или изделия анализируются с помощью теории размерных цепей.

Размерная цепь – совокупность размеров, образующих замкнутый контур. С помощью размерных цепей определяют операционные допуски, пересчитывают конструкторскую базу на технологическую, выбирают измерительную базу.

Размеры, входящие в размерную цепь, называются звеньями (замыкающие, составляющие).

Замыкающее звено (A_0) – размер не обрабатываемый, получающийся в порядке выполнения технологических операций изготовления или сборки узла, на чертеже обозначается без допуска, в сборочных цепях определяет размер зазора, натяга или расстояния до какой-либо поверхности от базы в сборочной цепи.

Составляющие звенья по отношению к замыкающему звену делятся на увеличивающие (\rightarrow), при увеличении которых замыкающий размер увеличивается, и уменьшающие (\leftarrow), при увеличении которых замыкающий размер уменьшается.

В теории размерных цепей решаются два типа задач:

Первая задача (обратная). Определение предельных размеров (отклонений) замыкающего размера по заданным предельным размерам (отклонениям) составляющих размеров. Это в основном проверочный расчет методом максимум-минимум.

Вторая задача (прямая). Определение предельных размеров (отклонений) всех составляющих размеров размерной цепи по заданным предельным размерам (отклонениям) замыкающего размера. Эта задача относится к проектному расчету размерной цепи.

Пример.

По заданным размерам и полям допусков составляющих звеньев детали (рисунок 1) рассчитать замыкающее звено.

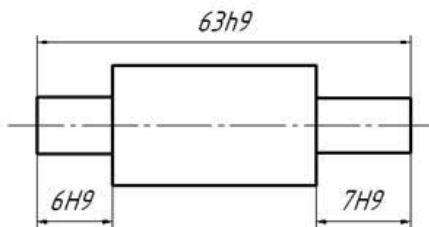


Рисунок 1

Решение.

1. Составляем схему размерной цепи (рисунок 2) из нее устанавливаем, что звенья A_2 и A_3 являются уменьшающими, а звено A_1 – увеличивающее.

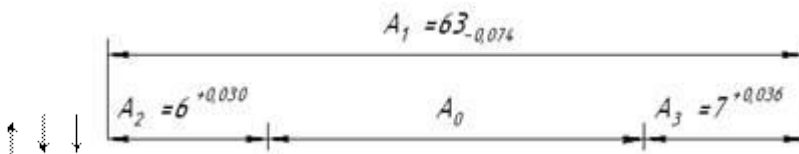


Рисунок 2 – Схема размерной цепи

2. Расчет производим методом максимум-минимум.

А) *Предельные отклонения* звеньев, мкм:

$$ES(A_1) = 0; EI(A_1) = -74;$$

$$ES(A_2) = 30; EI(A_2) = 0;$$

$$ES(A_3) = 36; EI(A_3) = 0;$$

Б) *Допуски звеньев* выписываем из таблицы предельных отклонений полей допусков гладких соединений:

$$TA_1 = 74 \text{ мкм};$$

$$TA_2 = 30 \text{ мкм};$$

$$TA_3 = 36 \text{ мкм}$$

В) *Номинальное значение* замыкающего звена вычисляем по формуле:

$$A_0 = \sum A \uparrow - \sum A \downarrow; A_0 = 63 - (6 + 7) = 50 \text{ мм}$$

где n – число увеличивающих звеньев,

p – число уменьшающих звеньев.

Г) *Предельные размеры* замыкающего звена выписываем по формулам:

$$A_{0\text{откл.н}} = \sum A_{\text{откл.н}} \uparrow - \sum A_{\text{откл.н}} \downarrow; A_{0\text{откл.н}} = 63 - (6 + 7) = 50 \text{ мм}$$

$$A_{0\text{откл.м}} = \sum A_{\text{откл.м}} \uparrow - \sum A_{\text{откл.м}} \downarrow; A_{0\text{откл.м}} = 69,926 - (6,030 + 7,036) = 49,86 \text{ мм}$$

Д) *Отклонения* замыкающего звена вычисляем по формулам:

$$ES(A_0) = \sum ES(A \uparrow) - \sum EI(A \downarrow); ES(A_0) = 0 - (0 + 0) = 0 \text{ мм}$$

$$EI(A_0) = \sum EI(A \uparrow) - \sum ES(A \downarrow); EI(A_0) = -74 - (30 + 36) = -140 \text{ мкм}$$

Е) *Допуск* замыкающего звена определяем по формуле:

$$TA_0 = ES(A_0) - EI(A_0); TA_0 = 0 - (-140) = 140 \text{ мкм}$$

Ответ: $A_0 = 50_{-0,140}$

Порядок выполнения работы

1. Выберите свой вариант по своему номеру в списке журнала.
2. Изобразите эскиз детали (рисунок 3).

3. Определите размерную цепь для расчета.
4. Рассчитайте размерную цепь методом полной взаимозаменяемости (методом максимума-минимума).
5. Ответьте на контрольные вопросы.

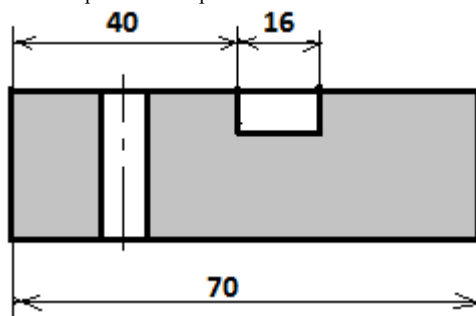


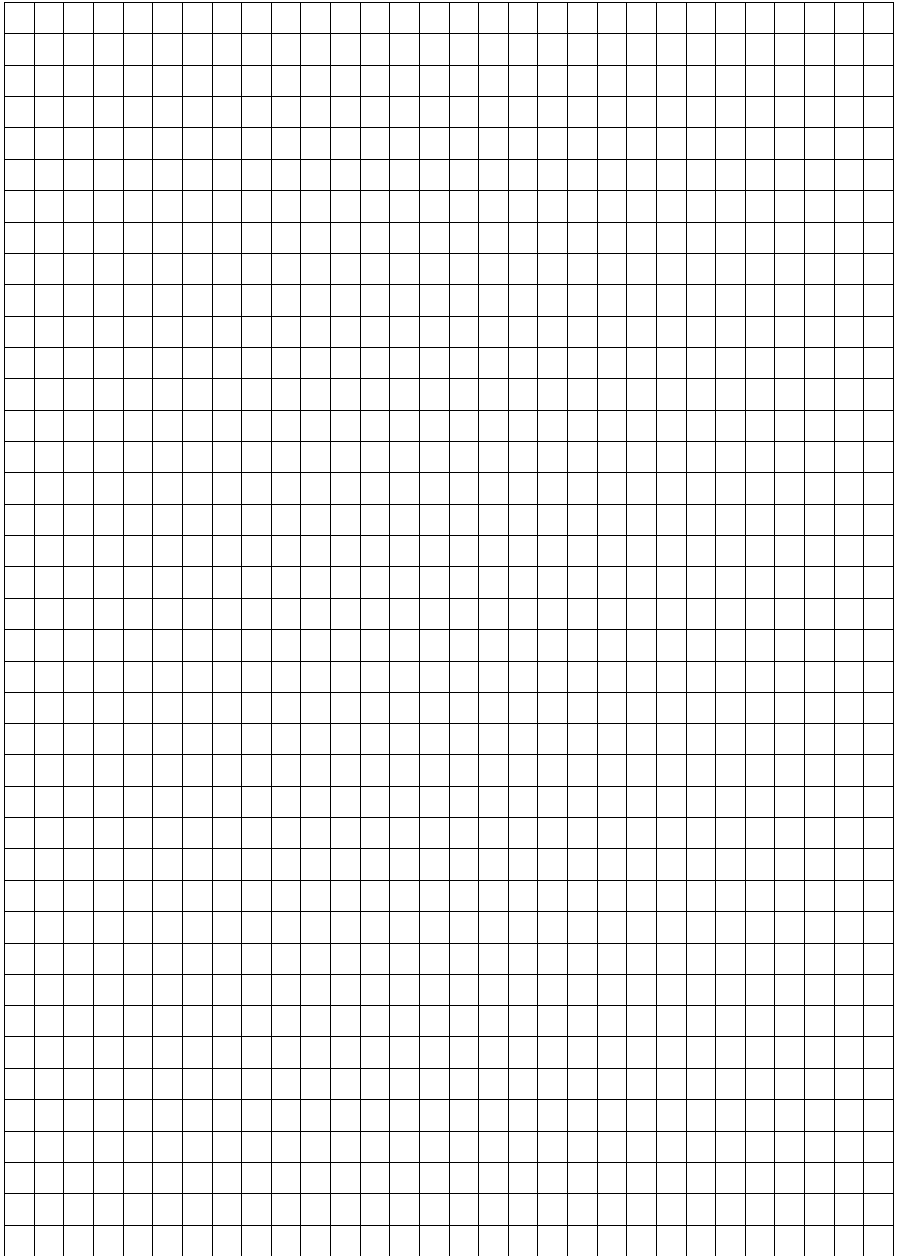
Рис. 3.

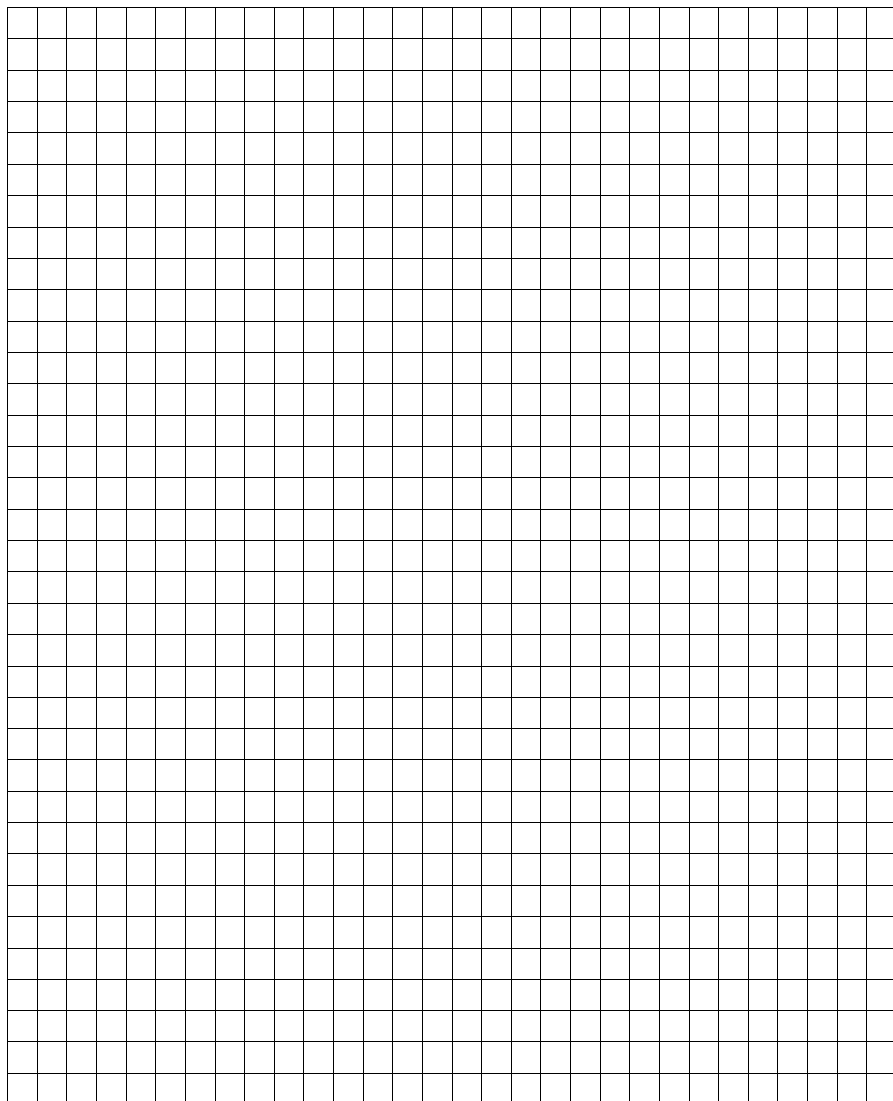
Варианты заданий

Вариант	A ₁ , мм	A ₂ , мм	A ₃ , мм	TD ₁ , мкм	TD ₂ , мкм	TD ₃ , мкм
1.	80	32	25	+30 0	+25 -25	+21 0
2.	100	34	32	+35 0	+25 0	+21 -21
3.	63	30	20	+30 -30	+21 -21	+21 -21
4.	125	36	50	+40 0	+25 -25	+25 -25
5.	100	32	45	+54 0	+39 0	+39 0
6.	125	34	32	+40 -40	+25 -25	+25 -25
7.	63	36	16	+30 0	+25 -25	+18 -18
8.	80	38	20	+35 -35	+25 -25	+21 -21
9.	125	32	45	+40 0	+25 -25	+21 -21
10.	100	50	25	+54 0	+39 0	+33 -33

Контрольные вопросы:

1. Что называется размерной цепью?
2. Что называют замыкающим звеном размерной цепи?
3. Какие звенья цепи называются увеличивающимися, какие уменьшающими?
4. Охарактеризуйте принцип расчета обратной задачи.





Подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____
преподаватель Д.Н. Корнеевко

Дата _____ Оценка освоения _____

Раздел 3. Основы метрологии и технические измерения

Тема 3.1 Основные понятия метрологии

Слово "метрология" образовано из двух греческих слов: «метрон» - мера и логос - учение. Дословный перевод слова "метрология" - учение о мерах. Долгое время метрология оставалась в основном описательной наукой о различных мерах и соотношениях между ними. С конца прошлого века благодаря прогрессу физических наук метрология получила существенное развитие. Большую роль в становлении современной метрологии как одной из наук физического цикла сыграл Д. И. Менделеев, руководивший отечественной метрологией в период 1892 - 1907 гг.

Метрология, в ее современном понимании, - наука об измерениях, методах, средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Под **единством измерений** понимают такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в стандартизированных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью. Единство измерений необходимо для того, чтобы можно было сопоставить результаты измерений, выполненных в разных местах, в разное время, с использованием разных методов и средств измерений.

Точность измерений характеризуется близостью их результатов к истинному значению измеряемой величины. Так как абсолютно точных приборов не существует, то о точности приборов можно говорить лишь в терминах теории вероятности и математической статистики. Важнейшей задачей метрологии является усовершенствованием эталонов, разработкой новых методов точных измерений, обеспечение единства и необходимой точности измерений.

Метрология включает в себя следующие разделы:

1. **Теоретическая метрология**, где рассматриваются общие вопросы теории измерения.
2. **Прикладная метрология** изучает вопросы практического применения результатов теоретических исследований
3. **Законодательная метрология** рассматривает комплекс правил, норм и требований, регламентируемых государственными органами для обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений.

Под **измерением** понимают процесс получения количественной информации о значении какой-либо физической величины опытным путем с помощью средств измерения.

Физическая величина - это свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам (системам, их состояниям и происходящим в них процессам), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта.

Единица физической величины - это физическая величина, размеру которой присвоено числовое значение 1. Размер физической величины - количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию "физическая величина".

Для каждой физической величины должна быть установлена единица измерения. Все физические величины связаны между собой зависимостями. Их совокупность можно рассматривать как **систему физических величин**. При этом если выбирать несколько физических величин за **основные**, то другие физические величины можно через них выразить.

Все единицы измерения подразделяют на **основные и производные** (полученные из основных). Выражение, отражающее связь физической величины с основными физическими величинами системы называется **размерностью физической величины**.

Некоторые понятия теории размерностей

Операция определения размерности физической величины x обозначим соответствующей заглавной буквой

$$[X] = \dim x$$

Теория размерностей основывается на следующих утверждения (теоремах)

1. Размерности левой и правой части всегда должны совпадать, т.е. если есть некое выражение вида

$$x = y,$$

то

$$\dim x = \dim y$$

2. Алгебра размерностей мультикативна, т.е. для размерностей определена операция умножения, причем операция умножения нескольких величин равна произведению их размерностей

$$x = a \cdot b,$$

$$\dim(x) = \dim(a \cdot b) = \dim(a) \cdot \dim(b)$$

3. Размерность частного от деления двух величин равна отношению их размерностей

$$x = \frac{a}{b},$$

$$\dim x = \dim \left(\frac{a}{b} \right) = \frac{\dim a}{\dim b}$$

4. Размерность величины возведенной в степень равна размерности величины возведенной в соответствующую степень

$$\dim(x^n) = (\dim x)^n = \dim^n x$$

Операции сложения и вычитания размерностей не определены.

Из положений теории размерности следует, что размерность одной физической величины, связанной некими соотношениями с другими физическими величинами (т.е. для величины входящей в состав системы физических величин), может быть выражена через размерности этих величин.

Размерность физической величины является её **качественной характеристикой**.

Основные единицы СИ с указанием сокращенных обозначений их размерностей:

Величина	Единица измерения	Размерность (обозн)
Длина	метр	
Масса	килограмм	
Время	секунда	
Ток	ампер	
Температура	кельвин	
Сила света	кандела	
Количество вещества	моль	
<u>Доплнительно:</u>		
Плоский угол	радиан	
Телесный угол	стерадиан	
		$m \ kg \ kg \ s \ A \ K \ K \ cd \ mol \ rad \ sr \ sr$

Остальные единицы измерения являются произвольными.

Производная единица измерения называется **когерентной**, если связана с другими единицами измерения уравнением, в котором коэффициенты пропорциональности равны единице. Система единиц СИ является когерентной.

Эталоном единицы физической величины называют средство измерений (или комплекс средств измерений), обеспечивающее воспроизведение и (или) хранение единицы с целью передачи её размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений, выполненное по особой спецификации и официально утвержденное в установленном порядке в качестве эталона.

Различают первичный, вторичный, специальный, государственный эталоны, эталон-свидетель, эталон-копию, эталон сравнения и рабочий эталон.

Первичный эталон обеспечивает воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью. Первичный эталон основной единицы должен воспроизводить единицу в соответствии с её определением.

Значение **вторичного эталона** устанавливают по первичному эталону.

Специальный эталон обеспечивает воспроизведение единицы в особых условиях и заменяющий для этих условий первичный эталон.

Государственный эталон – первичный или специальный эталон, официально утвержденный в качестве исходного для страны.

Эталон-свидетель – вторичный эталон, предназначенный для проверки сохранности государственного эталона и для замены его в случае порчи или утраты.

Эталон-копия – вторичный эталон, предназначенный для передачи размеров единицы рабочим эталонам.

Эталон сравнения – вторичный эталон, применяемый для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не удается непосредственно сличить.

Рабочий эталон применяется для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности и в отдельных случаях – наиболее точным рабочим средством измерений.

Неправильно называть наиболее точные средства измерений, применяемые на предприятиях для поверок, эталонами, эталонными средствами измерений. Для них установлены и широко применяются наименования "образцовые средства измерений".

Средства измерений - это технические средства, используемые для целей измерений и имеющие нормированные метрологические характеристики. При этом значение физической величины, отсчитываемое по отсчетному устройству средства измерения, строго соответствует определенному количеству физических единиц, принятых в качестве единиц измерения.

К средствам измерения относятся: мера, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные системы, измерительные установки и комплексы.

Мера - это средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Меры бывают однозначные и многозначные. К однозначным мерам относятся, например, катушки сопротивления, катушки индуктивности, нормальные элементы и др.; к многозначным - магазины сопротивлений, конденсаторы переменной емкости, калибраторы напряжения и тока и др.

Измерительный прибор - средство измерений, предназначенное для выдачи количественной информации об измеряемой величине в доступной для восприятия форме.

По способу отсчета значений измеряемой величины измерительные приборы делятся на **аналоговые** и **цифровые**. В аналоговых измерительных приборах значение измеряемой величины определяется непосредственно по шкале со стрелкой или другими указателями и изменяется непрерывно, т.е. принимает бесконечное количество значений в пределах диапазона измерений. В цифровых измерительных приборах значение измеряемой величины определяется по цифровому индикатору прибора и принимает конечное число значений в пределах диапазона измерений.

Измерительные приборы разделяют на показывающие и регистрирующие. Показывающие измерительные приборы предназначены для отсчитывания результата измерений в аналоговой или цифровой форме, регистрирующие - для регистрации результата измерения.

Измерительный преобразователь - средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и хранения, но неподдающейся непосредственному восприятию. К измерительным преобразователям относятся делители напряжения, усилители, измерительные трансформаторы и др. Нужно различать измерительные преобразователи и преобразовательные элементы сложного прибора. Первые представляют собой средства измерений и имеют нормируемые метрологические свойства, вторые же не имеют самостоятельного метрологического значения.

Измерительная установка – совокупность функционально и конструктивно объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи, предназначенная для преобразования сигналов измерительной информации в форму, удобную для автоматической обработки, передачи, использования в автоматических системах управления и (или) доступную для непосредственного восприятия наблюдателем.

Измерительные системы иногда рассматривают как частный случай измерительных информационных систем. К информационным измерительным системам, кроме измерительных, относят также системы автоматического контроля, системы технической диагностики и системы опознавания образов.

Образовым средством измерений называют меру, измерительный прибор или измерительный преобразователь, служащие для поверки по ним других средств измерений и утвержденных в качестве образцовых. Их подразделяют на: **исходное образцовое средство измерений** – средство измерений, соответствующее высшей ступени поверочной схемы органа метрологической службы; **подчиненное образцовое средство измерений** – средство измерений низшего разряда по сравнению с исходным образцовым средством измерений. Следует иметь в виду, что образцовые средства измерений предназначены только для поверки и недопустимо применять их для измерений, так как это грозит нарушением единства мер и измерений. Для целей измерений служат **рабочие средства измерений** – это средства измерений, применяемые для измерений, не связанных с передачей размера единиц. К рабочим относят измерительные приборы, которыми пользуются в повседневной практике.

В зависимости от получения результата - непосредственно в процессе измерения или после измерения путем последующих расчетов - различают прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.

Прямые измерения - измерения, при которых искомое значение измеряемой физической величины определяется непосредственно из опытных данных. Например, определение значения протекающего тока в цепи при помощи амперметра.

Косвенные измерения - измерения, при которых измеряется не сама физическая величина, а величина, функционально связанная с ней. Измеряемая величина определяется на основе прямых измерений величины (или величин), функционально связанной с измеряемой, с последующим расчетом на основе известной функциональной зависимости. Например, измерение мощности постоянного тока при помощи амперметра и вольтметра с последующим расчетом мощности по известной зависимости $P = V \cdot I$.

Совокупные измерения - измерения нескольких однородных величин, на основании которых значения искомой величины находят путем решения системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин. Примером совокупных измерений может служить измерение ёмкости двух конденсаторов по результатам измерения ёмкости каждого из них в отдельности, а также при последовательном и параллельном их соединении.

Совместные измерения - это производимые одновременно измерения нескольких не одноименных величин для нахождения зависимости между ними. Примером совместных измерений может служить измерение температурных коэффициентов сопротивления по данным прямых измерений температуры и сопротивления при различных значениях температуры.

Метод измерения - совокупность приемов использования принципов и средств измерений.

Различают два основных метода измерений: **метод непосредственной оценки**, в котором значение величины определяют непосредственно по отсчётному устройству измерительного прибора прямого действия, и **метод сравнения с мерой**, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

Метод сравнения с мерой имеет ряд разновидностей. Наиболее распространены: **дифференциальный метод**, в котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой; **нулевой метод**, когда результирующий эффект воздействия величин на прибор сравнения доводят до нуля; **метод замещения**, в котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой; **метод совпадений**, в котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов.

Принцип измерений - физическое явление или совокупность физических явлений, положенных в основу измерений.

Условия измерений характеризуются наличием влияющих величин, например температуры, давления, вибрации, ускорений, электромагнитных полей и других. Влияние их должно быть изучено, учтено или исключено.

По условиям, определяющим точность результата, измерения делятся на три класса:

1. **Измерения максимально возможной точности**, достижимой при существующем уровне техники. К ним относятся в первую очередь эталонные измерения, связанные с максимально возможной точностью воспроизведения установленных единиц физических величин, и, кроме того, измерения физических констант.

К этому же классу относятся и некоторые специальные измерения, требующие высокой точности.

2. **Контрольно-поверочные измерения**, погрешность которых с определенной вероятностью не должна превышать некоторого заданного значения. К ним относятся измерения, выполняемые лабораториями государственного надзора за внедрением и соблюдением стандартов и состоянием измерительной техники и заводскими измерительными лабораториями, которые гарантируют погрешность результата с определенной вероятностью, не превышающей некоторого, заранее заданного значения.

3. **Технические измерения**, в которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерений. Примерами технических измерений являются измерения, выполняемые в процессе производства, на щитах распределительных устройств и др.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Приведение несистемной величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ

Цель работы: Научиться приводить несистемные единицы физических величин в системные в соответствии с международной системой единиц СИ.

Оборудование, наглядные пособия: таблица Международная система единиц СИ, калькулятор.

Порядок проведения работы:

1. Изучите наименование и обозначение основных единиц Международной системы единиц

Наименование физических величин		Единица		
наименование	условное обозначение	наименование	обозначение	
			международное	русское
Основные				
Длина	L	метр	M	м
Масса	M	килограмм	Rg	кг
Время	T	секунда	S	с
Сила электрического тока	I	ампер	A	А
Термодинамическая температура	Q	кельвин	K	К
Количество вещества	N	моль	Mol	моль
Сила света	J	канделла	rd	кд

2. Перевести внесистемные единицы измерений - градус Цельсия и ккал, в системные градус Кельвина, Фаренгейта и джоуль.

Задание 1: на этикетке импортного кондитерского изделия нанесено обозначение - энергетическая ценность 120 кДж. Переведите её в ккал.

Задание 2: на этикетке импортного кондитерского изделия написано - хранить при температуре 291 градус Кельвина. Переведите её в градусы Цельсия.

Задание 3: дана рецептура – 1 стакан молока, 1 яйцо, 1 ст. л. какао, 1 ст. л. сахарной пудры, 2 ст. л. сливочного масла. Переведите соотношение компонентов в соответствии с системой СИ.

Задание 4: на пароконвектомате установлена температура - 450 градусов Кельвина. Переведите её в градусы Цельсия.

Задание 5: в пекарном шкафу установлена температура - 545 градусов Фаренгейта. Переведите её в градусы Цельсия.

3. Отчёт составить по форме:

Задание	Ответ
1	
2	
3	
4	
5	

Подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____

преподаватель Д.Н. Корнеев

Дата _____ Оценка освоения _____

Тема 3.2 Линейные и угловые измерения

Общие сведения о линейных и угловых измерениях

Основной вид измерений, осуществляемых в машиностроении, — измерения линейных и угловых размеров.

Линейный размер — это размер, выраженный в линейных единицах: метрах, миллиметрах и других дольных и кратных единицах. К линейным размерам относятся диаметры и длины цилиндрических деталей, ширина и высота плоских деталей и т.д.

Угловой размер — это угол между двумя поверхностями. Частным случаем может быть отклонение от прямого угла или точность расположения зубьев в зубчатом колесе.

В машиностроении и приборостроении примерно 90—95% всех измерений приходится на измерение линейных размеров, в электромашиностроении — 80%.

Основной задачей при разработке и создании новых и при модернизации существующих измерительных средств должно быть повышение качества и эффективности современного производства.

Рассмотрим наиболее часто применяемые в лабораториях производства и в ОТК средства измерения линейных размеров.

Плоскопараллельные концевые меры длины

Плоскопараллельные концевые меры длины (плитки) имеют форму прямоугольного параллелепипеда с двумя плоскими взаимно параллельными зеркальными измерительными поверхностями. Они служат для передачи размера от длины «метр» (от эталона) до изделия и являются основным средством сохранения единства измерений в машино- и приборостроении. С их помощью градуируют, поверяют и устанавливают на размер измерительные приборы и инструменты, проводят непосредственные измерения размеров и осуществляют наладку станков.

Основное свойство концевых мер — притираемость друг к другу при надвигании одной меры на другую. Явление притираемости объясняется молекулярным притяжением за счет тончайшего слоя смазки, толщина которого может быть порядка 0,02 мкм. Это позволяет составлять блоки из концевых мер (не более 5 мер), размеры которых равны сумме размеров плиток, входящих в блок.

Под размером концевой меры понимается ее срединная длина, которая определяется длиной перпендикуляра, опущенного из середины одной измерительной поверхности меры на противоположную. Наибольшая по абсолютной величине разность между длиной меры в любой точке и срединной ее длиной определяет отклонение концевой меры от плоскопараллельности.

Концевые меры подразделяют:

- по точности изготовления на классы: 00; 01; 0; 1; 2; 3; 4 и 5 (точность уменьшается с возрастанием номера класса); классы 4 и 5 предназначены только для мер, находящихся в эксплуатации;

- по точности измерения (аттестации) на пять разрядов: 1; 2; 3; 4 и 5. Разряды показаны в порядке понижения точности.

Класс точности концевых мер определяется допуском отклонением срединной длины от номинального значения; допуском отклонением от плоскопараллельности; притираемостью.

Разряд концевых мер определяется пределом допускаемых погрешностей измерения срединной длины и допуском отклонением от плоскопараллельности, а также притираемостью.

Инструментальные заводы выпускают концевые меры наборами до 112 штук с наибольшим размером меры 100 мм. Этот набор используют чаще всего. Имеются и микронные наборы, в которые входят концевые меры от 1,001 до 1,009 мм или от 0,991 до 1,01 мм с градацией 0,001 мм. Используют набор и от 25 до 200 мм, от 50 до 300 мм и от 100 до 1000 мм с градациями соответственно 25; 50 и 100 мм.

Штангенинструмент

К штангенинструменту относят штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы, штангензубомеры и др. Весь этот инструмент применяют для абсолютных измерений. Его особенность — наличие двух шкал: основной с делениями в 1 мм и дополнительной, называемой нониусом, служащей для повышения точности отсчета основной шкалы. Да — рис. 1, а.

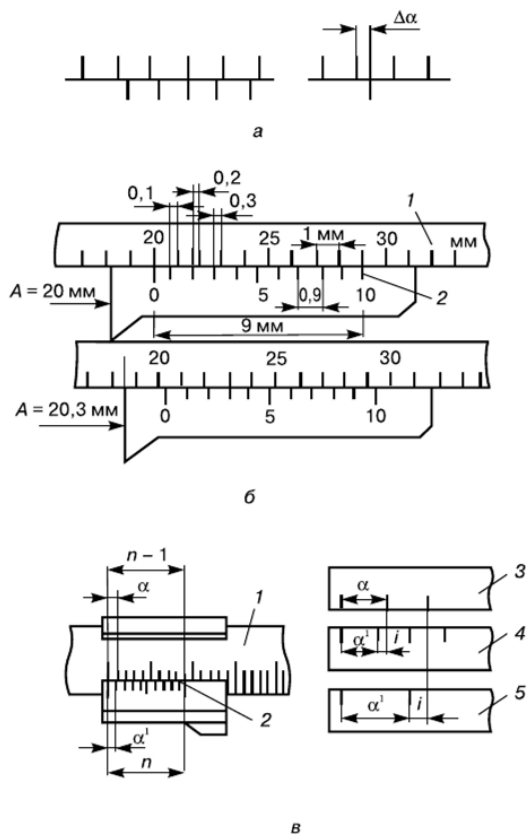


Рис. 1. Принцип построения и отсчета по нониусу:

1 — основная шкала; 2 — шкала нониуса; 3 — штанга; 4 — нониус при модуле 1,5 — нониус при модуле 2

Принцип построения нониуса показан на рис. 6.1, б, на котором 1 — миллиметровая основная шкала, 2 — шкала нониуса с отсчетом 0,1 мм. Если отрезок 9 мм основной шкалы разделить на 10 равных частей, то интервал деления шкалы нониуса составит 0,9 мм. Если нулевой штрих нониуса совпадет со штрихом 20 основной шкалы, то следующий первый штрих не дойдет до соответствующего штриха основной шкалы на 0,1 мм, второй — на 0,2 мм, а последний десятый на 1 мм. Отсчет на рисунке 6.1,б составляет в первом случае 20 мм (нулевой штрих нониуса совпадает с 20-м делением основной шкалы), во втором — 20,3 мм (третий штрих нониуса совпал со штрихом основной шкалы (0,3 мм) и по основной шкале — 20 мм). Отсчет по нониусу сводится к определению совпадения одного из штрихов нониуса с соответствующим штрихом основной шкалы.

Применяют нониусы с величиной отсчета 0,1 и 0,05 мм.

Для расчета нониуса введем следующие обозначения: c — величина отсчета по нониусу; a — интервал деления основной шкалы; a^1 — интервал деления нониуса; n — число делений шкалы нониуса; l — длина шкалы нониуса; γ — модуль (целое число 1 или 2), который показывает, сколько делений основной шкалы соответствует одному делению шкалы нониуса.

Величина отсчета по нониусу определяется равенствами

$$c = a / n, a^1 = a - c.$$

В общем случае интервал деления нониуса определяется равенством $a^1 = \gamma a - c$ или после подстановки значения c получим

$$a^1 = \frac{\gamma n - 1}{n} a.$$

Длина нониуса, выраженная в делениях основной шкалы, будет равна

$$l = n a^1 = (\gamma n - 1) a.$$

С увеличением модуля растет интервал деления шкалы нониуса и ее длина (рис. 1, в).

Штангенциркуль (рис. 2) представляет собой штангу 1 со шкалой и делениями через 1 мм, имеющую неподвижные измерительные губки, рабочие поверхности которых перпендикулярны штанге. По штанге перемещается рамка 2, на которой находится вторая пара измерительных губок и нониус 4. На рисунке 2, а показаны верхние губки, предназначенные для измерения внутренних размеров, на рис. 2, б — в основном для разметки и для измерения наружных размеров внутри узких проточек. Винт 3 — стопор для крепления рамки и штанги. Устройство 7 (микрометрическая подача) предназначено для медленного перемещения рамки по штанге с помощью гайки 8. Винт 6 скрепляет рамку микроподачи со штангой. Одна из разновидностей штангенциркуля (см. рис. 2, а) имеет глубиномер 5. Некоторые штангенциркули изготавливают без разметочных губок, у других нижние губки (см. рис. 6.2, б) используют для внутренних измерений

Основная плоскость — плоскость поперечного сечения конуса, в которой задают номинальный диаметр конуса (D или d). *Базовая плоскость* — плоскость, служащая для определения положения основной плоскости (или данного конуса относительно сопрягаемого с ним конуса).

Штангенциркули охватывают диапазон размеров до 2000 мм. Наиболее распространены штангенциркули с отсчетом по нониусу 0,1 мм и диапазоном измерений от 0 до 125 мм (см. рис. 6.2, а) и от 0 до 320 (200 или 250) мм (см. рис. 6.2, б), у которых отсчет по нониусу 0,1 и 0,05 мм.

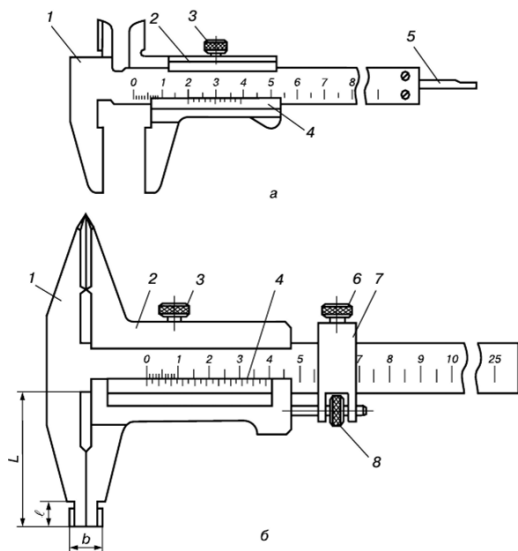


Рис. 2. Штангенциркули:

a — тип ШЦ-1; *б* — тип ШЦ-11; 1 — штанга с делениями; 2 — рамка; 3 — стопорный винт; 4 — нониус; 5 — глубиномер; 6 — винт; 7 — микрометрическая подача; 8 — гайка

Нашли применение штангенциркули со стрелочным отсчетным устройством (вместо нониуса), с цифровым электронным отсчетным устройством и с подключением к нему микропроцессора и регистрирующего устройства.

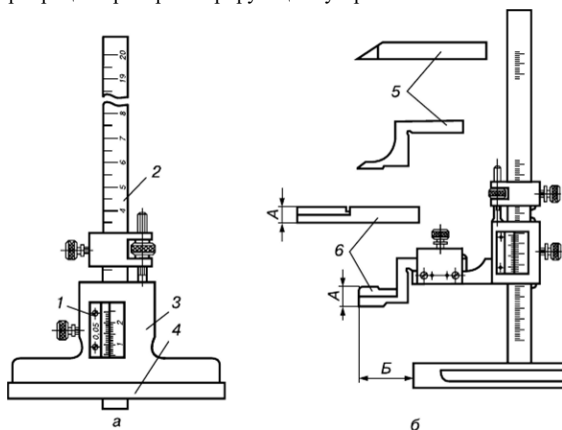


Рис. 3. Штангенглубиномер (*a*) и штангенрейсмас (*б*):

1 — нониус; 2 — штанга; 3 — рамка; 4 — основание; 5 — разметочные ножки; 6 — специальные ножки для измерения высот

Штангенглубиномеры (рис. 3, а) применяют для измерения высоты уступов, глубин отверстий, пазов и др. Его конструкция отличается от штангенциркуля тем, что нет неподвижной губки. Вместо подвижной губки рамка 3 имеет доведенную измерительную поверхность основания 4. При расположении измерительных поверхностей основания и торца штанги 2 в одной плоскости отсчет по нониусу 1 равен нулю. Остальные элементы штангенглубиномера и штангенциркуля аналогичны.

Штангенглубиномеры охватывают диапазон измерений до 500 мм. При диапазоне 200 и 300 мм точность отсчета по нониусу — 0,05 мм, при большом диапазоне — 0,1 мм.

Штангенрейсмасы (рис. 3, б) применяют для разметочных работ и для измерения высоты деталей от плиты.

В конструкции штангенрейсмаса имеется массивное основание, с помощью которого он устанавливается на плите. Рамка с нониусом имеет специальную державку для крепления сменных устройств — разметочных ножек 5 или специальных ножек для измерения высот 6 и др.

Типоразмеры штангенрейсмасов — до 2500 мм. Чаще используются штангенрейсмасы с пределом измерения до 250, 400 мм при точности отсчета 0,05 мм. Большие размеры имеют отсчет 0,1 мм.

Микрометрические инструменты

К их числу относятся микрометр, микрометрический глубиномер и микрометрический нутромер. Эти инструменты служат для измерения наружных и внутренних размеров, глубин и высот.

В основе устройства этой группы инструментов лежит принцип действия винтовой пары (винт и гайка). При вращении винта в неподвижной гайке он будет перемещаться вдоль оси на величину, прямо пропорциональную шагу винта и числу его оборотов, т.е.

$$L = Sn,$$

где L — перемещение винта вдоль оси; S — шаг винта; n — число оборотов винта, которое может быть как целым, так и дробным.

Микрометр

На рисунке 4 представлен гладкий микрометр для наружных измерений. Он состоит из скобы 1, в которой запрессованы неподвижная пятка 2 и стержень 5. Внутри стержня с одной стороны нарезана микрометрическая резьба с шагом 0,5 мм, а с другой стороны — цилиндрическое отверстие, обеспечивающее точное перемещение микрометрического винта 3. На стержень 5 надевается барабан 6, соединенный с трещоткой 7, которая обеспечивает постоянное измерительное усилие. Стопор 4 служит для закрепления микровинта в нужном положении.

На стержне нанесены один продольный штрих и два поперечных с интервалом деления в 1 мм. Верхние поперечные штрихи смещены относительно нижних на 0,5 мм. Следовательно, цена деления шкалы стержня равна 0,5 мм. На скошенном конце барабана нанесена круговая шкала, имеющая 50 делений. При повороте барабана на один полный оборот микровинт перемещается вдоль своей оси на величину шага резьбы. При повороте барабана на $1/50$ часть полного оборота, т.е. на одно деление шкалы барабана, микровинт переместится на $0,5 \cdot 1/50 = 0,01$ мм. Следовательно, цена деления барабана микрометра равна 0,01 мм.

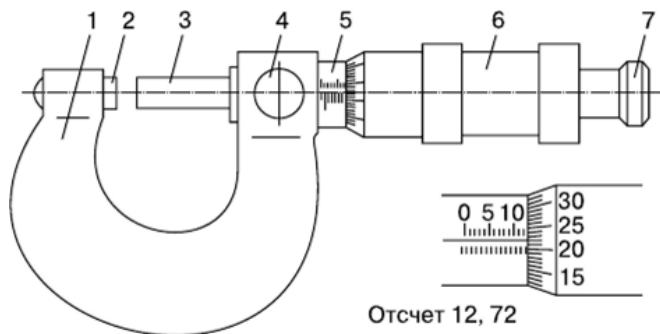


Рис. 4. Гладкий микрометр:

1 — скоба; 2 — пятка; 3 — микрометрический винт; 4 — стопор; 5 — стембель; 6 — барабан; 7 — трещотка

При измерении деталь помещается между измерительными поверхностями пятки и микровинта. После этого вращают микровинт за трещотку до тех пор, пока она не станет издавать характерный треск. Затем проводится отсчет показаний. По делениям шкалы на стембле отсчитывают целые миллиметры и половины миллиметров, по делениям шкалы на барабане, совпадающим с отсчетным штрихом стембля, — сотые доли миллиметра. Сумма обоих отсчетов даст размер измеряемого изделия.

Микрометры выпускают с пределами измерения 0—25; 25—50; 50—75 и так до 300 мм. Далее от 300 до 1000 мм — через каждые 100 мм и от 1000 до 1600 мм — через каждые 200 мм.

Все микрометры изготавливают с длиной резьбовой части микровинта 25 мм. Изменение пределов измерения достигается за счет изменения размеров скобы и применения сменной или перемещающейся пятки. Установка на нуль микрометров свыше 25 мм проводится по установочным мерам, прилагаемым к каждому микрометру.

Микрометрический глубиномер (рис. 5) служит для измерения глубин и высот. Он состоит из траверсы 2, стебля 4, жестко соединенного с траверсой, сменного измерительного стержня 1, соединенного с микровинтом и барабаном 5, трещотки 6 и стопора 3.

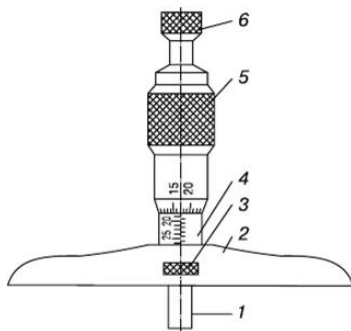


Рис. 5. Микрометрический глубиномер:

1 — измерительный стержень; 2 — траверса; 3 — стопор; 4 — стембель; 5 — барабан; 6 — трещотка

Измерительными поверхностями микрометрического глубиномера являются нижняя доведенная поверхность траверсы 2 и нижний торец измерительного стержня 1. Их предел измерения достигает 100 мм, цена деления — 0,01 мм. Изменение пределов измерения достигается сменой измерительных стержней. Установка на нуль глубиномера для пределов измерения до 25 мм проводится на поверочной плите, а свыше 25 мм — с помощью специальной концевой меры.

Микрометрический нутромер

Микрометрический нутромер (рис. 6.) предназначен для измерения внутренних диаметров. Он состоит из трех узлов: микрометрической головки А, удлинителя Б и измерительного наконечника В.

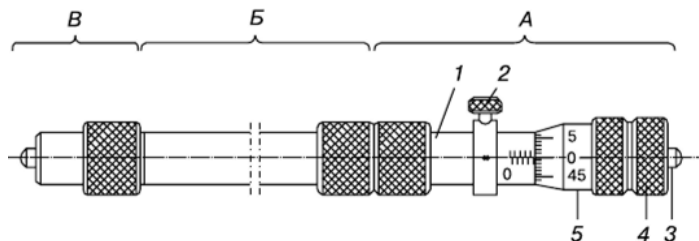


Рис. 6. Микрометрический нутромер:

A — микрометрическая головка; *Б* — удлинитель; *В* — измерительный наконечник; 1 — стержень; 2 — стопор; 3 — микрометрический винт; 4 — установочный колпачок; 5 — барабан

Микрометрическая головка состоит из стержня 1, находящегося внутри стержня микрометрического винта 3, барабана 5, установочного колпачка 4 и стопора 2.

Чтобы расширить пределы измерения, к микрометрической головке прилагается набор соответствующих удлинителей. Микрометрические нутромеры изготавливают для измерения внутренних размеров от 50 до 10 000 мм.

Рычажный микрометр

Рычажный микрометр основан на сочетании рычажно-зубчатой передачи с микрометрическим винтом.

Общий вид рычажного микрометра показан на рис. 7, *а*, принципиальная схема устройства — на рис. 7, *б*. В скобу 1 вмонтированы подвижная пятка 2, находящаяся под воздействием пружины 11, создающей постоянное измерительное усилие, и обычная для микрометрических инструментов микропара. При измерении перемещение микрометрического винта 3 оценивают по основной шкале на стержне 5 и вспомогательной шкале на скосе барабана 6, а перемещение подвижной пятки 2 — специальным рычажным устройством 10. При перемещении пятка 2 действует на рычаг 12 с зубчатым

Арретир 9 предназначен для отведения пятки 2 при смене детали. Указатели 7 служат для ограничения поля допуска. Цена деления стрелочного отсчетного устройства — 0,002 мм.

При измерении медленно вращают барабан 6 до появления стрелки на шкале отсчетного устройства и устанавливают на шкале барабана целое число сотых долей миллиметра с таким расчетом, чтобы стрелка на шкале находилась возможно ближе к нулевому делению. После этого закрепляют микровинт стопорным кольцом 4 и определяют размер как алгебраическую сумму трех отсчетов: по шкале стебля, по шкале барабана и по шкале стрелочного отсчетного устройства.

Измерение рычажным микрометром можно проводить и абсолютным, и относительным методами. Предел измерения достигает 2000 мм.

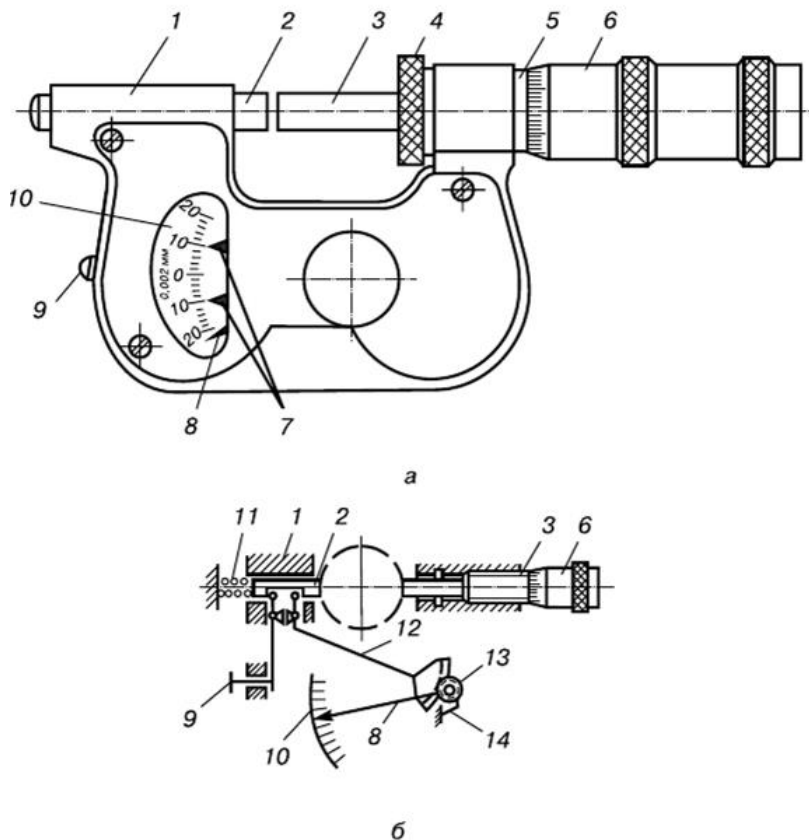


Рис. 7. Рычажный микрометр:

а — общий вид; б — принципиальная схема; 1 — скоба; 2 — подвижная пятка; 3 — микрометрический винт; 4 — стопорное кольцо; 5 — стебель; 6 — барабан; 7 — ограничитель допуска; 8 — стрелка; 9 — арретир; 10 — рычажное устройство; 11 — пружина; 12 — рычаг; 13 — колесо; 14 — пружина сектором, находящимся в зацеплении с колесом 13, на одной оси с которым расположена стрелка 8, поджатая пружиной 14.

Измерительные головки

Измерительные головки выпускают с различным принципом действия. В качестве самостоятельных приборов их не используют — только в сочетании с другими измерительными устройствами либо головки устанавливают при измерении в специальные стойки, штативы, приспособления.

Измерительные головки преобразуют малые перемещения измерительного накопчика в большие перемещения стрелки. Отсчитывают величины перемещений по шкалам или по электронному цифровому устройству.

Индикатор часового типа представляет собой измерительную головку с зубчатой передачей (рис. 8). На измерительном стержне 1 индикатора часового типа нарезана рейка, с которой сцепляется зубчатое колесо с числом зубьев $Z = 16$. На одной с ним оси сидит зубчатое колесо с $22 = 100$. С этим колесом сцепляется триб с числом зубьев $z_3 = 10$, на оси которого находится стрелка 3, указывающая перемещение измерительного стержня. Для устранения мертвого хода в передачу включено дополнительное зубчатое колесо 5 с присоединенной спиральной пружиной 4, один конец которой закреплен на колесе, а другой на корпусе. Измерительное усилие создается пружиной 2.

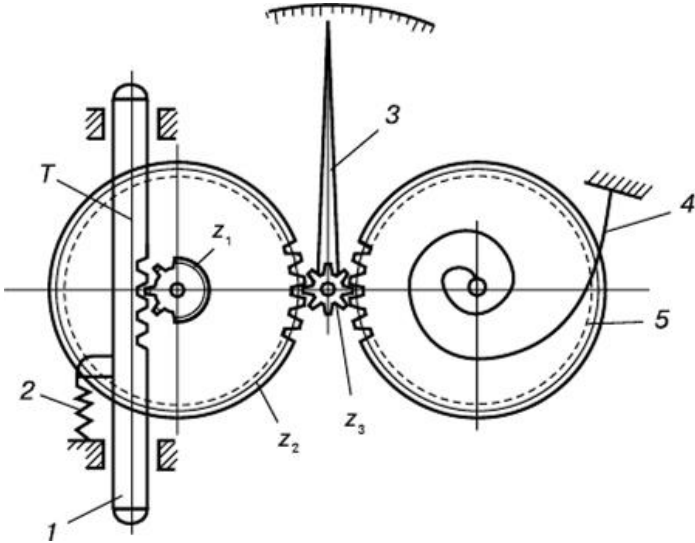


Рис. 8. Принципиальная схема индикатора часового типа:

1 — измерительный стержень; 2 — пружина; 3 — стрелка; 4 — спиральная пружина; 5 — дополнительное зубчатое колесо

Выпускают индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм и пределами измерения 0—10; 0—5 (нормальные) и малогабаритные с пределами 0—3; 0—2 мм.

Применяют индикаторы для измерения отклонений деталей от правильной геометрической формы, для измерения наружных диаметров высот, а также в качестве отсчетных устройств в измерительных приборах и приспособлениях. Индикаторы используют для абсолютных и относительных измерений.

Рычажно-зубчатые измерительные головки осевого действия

В этих головках передаточный механизм состоит из рычажных и зубчатых передач. За счет использования рычагов в начале кинематической цепи механизма представилась возможность получить цену деления головок до 0,001 и 0,002 мм. Диапазон показаний составляет $\pm 0,05$ мм и $\pm 0,1$ мм.

Рычажно-зубчатые головки выпускают однооборотными и многооборотными.

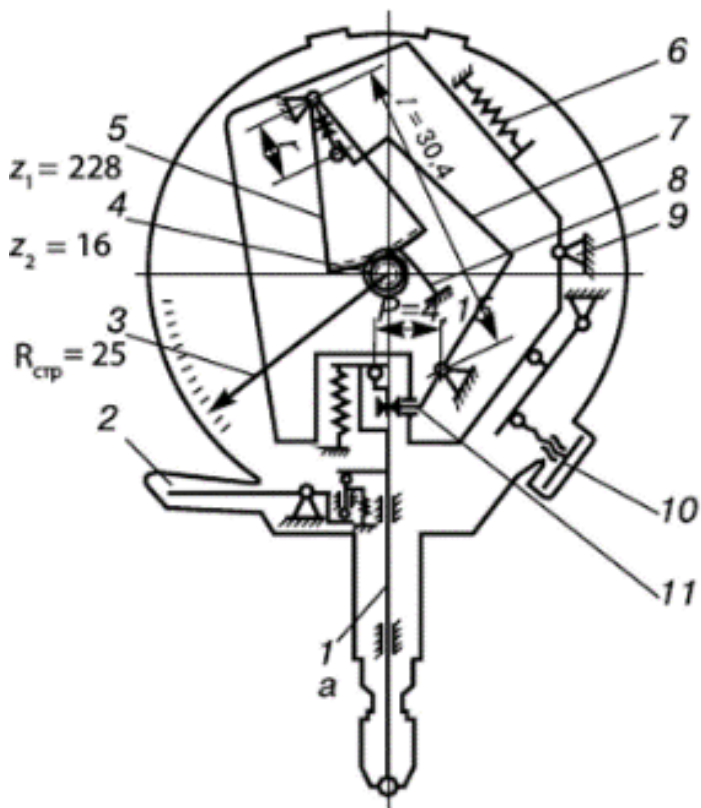


Рис. 9. Принципиальная схема рычажно-зубчатой измерительной однооборотной головки:

1 — измерительный стержень; 2 — рычаг аррстирования; 3 — стрелка; 4 — триб; 5 — сектор; 6 — пружина; 7 — большое плечо рычажной передачи; 8 — волосок; 9 — ось; 10 — винт; 11 — малое плечо

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Измерение деталей с использованием различных измерительных инструментов

ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ

ЗАДАНИЕ:

Составить и притереть блок из концевых мер для заданного номинального размера.

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ:

1. Набор плоскопараллельных концевых мер длины
2. Салфетки спиртовые

1. Изучить назначение, принцип работы и состав ПКМД
2. Составить блок концевых мер для номинального размера

а. подбирают меру, которая содержит наименьший разряд (наибольшее число знаков после запятой);

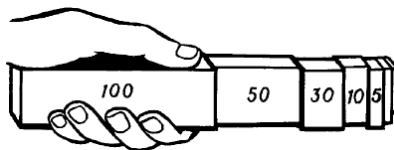
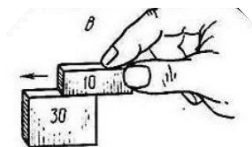
б. размер выбранной меры длины вычитают из размера блока и определяют остаток;

в. подбирают меру, которая содержит наименьший разряд (наибольшее число знаков после запятой) из остатка, и определяют новый остаток.

И так до тех пор, пока сумма длин подобранных концевых мер не будет равна размеру собираемого блока. Чем меньше мер в блоке – тем лучше

Размер, заданный преподавателем	Концевая мера				
	№1	№2	№3	№4	№5
Остаток					

3. Составить и притереть блок из концевых мер для заданного номинального размера. Прежде чем начать составление блока нужно отобрать входящие в него меры, вытереть чистой салфеткой, обезжирить влажной спиртовой салфеткой.



Верхнюю пластинку прижимают к нижней и плавно двигают по ней.

В результате такого движения плитки соединяются настолько крепко, что образует как бы одно целое, один калибр, который можно держать, как показано на рисунке.

4. Зарисовать составленный и притертый блок.

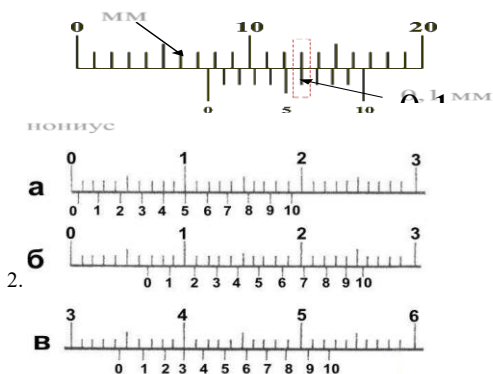
ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ

ЗАДАНИЕ: Заэскизировать и измерить деталь

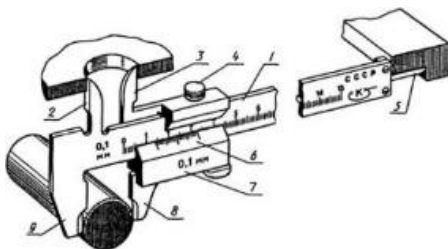
ОБОРУДОВАНИЕ:

1. Штангенциркуль ШЦ-1, ШЦ-2
2. Деталь типа «штуцер»
3. Руководство к выполнению лабораторной работы

1. Изучить устройство и принцип работы штангенциркуля, приемы работы с ним



2.



- А. _____
- Б. _____
- В. _____

ИЗМЕРЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕТРА

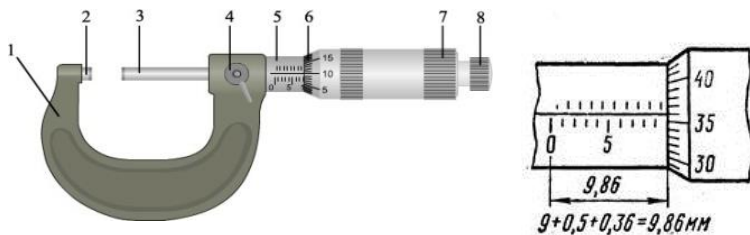
ЗАДАНИЕ: измерить гладким микрометром диаметр элемента вала и рассчитать отклонения формы его поверхности.

ОБОРУДОВАНИЕ:

Измеряемая деталь — элемент детали автомобиля в форме цилиндрического вала.

Средство измерения — гладкий микрометр, диапазон измерения от 0 до 25 мм, цена деления шкалы барабана 0,01 мм.

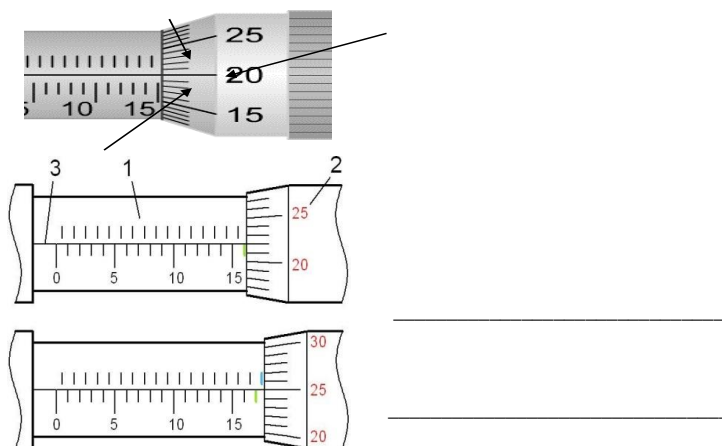
1. Изучить устройство и основные параметры гладкого микрометра



Микрометр гладкий с диапазоном измерения от 0 до 25 мм

1 — скоба; 2 — пятка; 3 — микрометрический винт; 4 — стопор; 5 — стебель; 6 — барабан

2. Записать цену деления каждой шкалы и показания микрометра



Подготовил студент группы _____

Оценил освоение материала _____
преподаватель Д.Н. Корнеевко

Дата _____ Оценка освоения _____

Раздел 4. Основы сертификации

Тема 4.1 Основные положения сертификации

В 1992 году в соответствии с законом Российской Федерации «О защите прав потребителя» в России началась работа по сертификации продукции и услуг, возглавляемая Госстандартом России. И в настоящее время в стране, в основном, создан механизм и действует система сертификации.

Сертификация – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Закон Российской Федерации «О техническом регулировании» устанавливает основы обязательной и добровольной сертификации.

Сертификация осуществляется в целях:

- создания условий для деятельности предприятий, учреждений, организаций и предпринимателей на едином товарном рынке РФ, а также для участия в международном экономическом и научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;
- содействия потребителю в компетентном выборе продукции;
- защиты потребителя от недобросовестного изготовителя;
- контроля безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества граждан;
- подтверждения показателей качества продукции, заявленных изготовителем.

Наличие сертификата, выданного компетентным органом, облегчает экспорт и импорт продукции, помогает покупателям в выборе товара и служит официальной гарантией его безопасности.

Объектами сертификации могут быть: продукция производственно-технического назначения, товары народного потребления, услуги, системы качества, а также иные объекты. Объекты обязательной сертификации определяются законодательными актами.

Деления сертификации продукции на добровольную и обязательную в руководстве ИСО/МЭК2 не существует. В России это деление совпадает с делением сертификации на коммерческую и государственную.

Система сертификации создается государственными органами управления, предприятиями, учреждениями и организациями и представляет собой совокупность участников сертификации, осуществляющих сертификацию по правилам, установленным в соответствии с законом о сертификации.

В систему сертификации могут входить различные организации независимо от формы собственности, а также общественные организации.

Системы сертификации подлежат государственной регистрации в установленном Агентством по техническому регулированию и метрологии России порядке.

Система сертификации может создаваться только юридическими лицами. Форма собственности юридического лица не имеет значения.

Закон предусматривает две составляющих системы сертификации: совокупность участников сертификации и правила сертификации.

Система сертификации – совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и правил функционирования системы сертификации в целом.

Система сертификации создается для определенного вида (класса) однородной продукции. Например, система сертификации пищевых продуктов и пищевого сырья, система сертификации бытовых услуг, система сертификации электротехнической продукции, транспортных средств и так далее.

Сертификат соответствия - документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Наряду с сертификатом существует Знак соответствия, зарегистрированный в установленном порядке, которым по правилам подтверждается соответствие маркированной им продукции установленным требованиям.

Сертификация отечественной и импортной продукции проводится по одним и тем же правилам.

Номенклатура товаров, подлежащих обязательной сертификации, обновляется ежегодно и постоянно расширяется (детские товары, бытовые электроприборы, индивидуальные автотранспортные средства, продукты питания, продукция, связанная с охраной труда и так далее).

Соотношения добровольной и обязательной сертификации в России и за рубежом различное. За рубежом наличие сертификата прямо связано с обеспечением продаж. В России государство с помощью обязательной сертификации взяло на себя функции защиты потребителя от некачественной продукции.

Добровольную сертификацию могут проводить юридические лица, взявшие на себя функцию органов по добровольной сертификации и зарегистрировавшие системы сертификации, знаки соответствия, а также органы по сертификации.

Орган по сертификации продукции является основным организатором работ, который:

- сертифицирует продукцию, выдает сертификаты и лицензии по применению знака соответствия;
- осуществляет инспекционный контроль за сертифицированной продукцией;
- приостанавливает или отменяет действия выданных им сертификатов;
- формирует и актуализирует фонд нормативных документов, необходимых для сертификации;
- представляет по требованию необходимую информацию в пределах своей компетенции.

Испытательная лаборатория (испытательный центр) – лаборатория, которая проводит испытания определенной продукции.

Эксперт (по сертификации, аккредитации) – лицо, аттестованное на право проведения одного или нескольких видов работ в области сертификации.

Сегодня сертификация – это составная часть всеобщего управления качеством и в значительной степени обеспечивает решение проблемы безопасности путем вытеснения с рынка потенциально опасных товаров и услуг.

Тема 4.2 Качество продукции

Под качеством продукции понимается целостная совокупность ее потребительских свойств, обуславливающих степень пригодности данной продукции удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением в фиксированных условиях потребления.

Качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Для оценки качества продукции при ее создании, испытании, сертификации, покупке и потреблении используют показатели качества.

К ним относятся следующие единичные показатели:

1. Показатели назначения – технико-экономические (производительность, мощность, точность работы и другие, характеризующие приспособленность продукции для использования по назначению и обуславливающие область ее применения).

2. Показатели надежности и долговечности. Надежность – это свойство изделия выполнять свои функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени. Надежность изделия характеризуется безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью, долговечностью. Долговечность – это свойство изделия длительно (с возможным перерывом на ремонт) сохранять работоспособность до установленного предельного состояния, которое устанавливается в зависимости от условий обеспечения безопасности и экономической целесообразности. Показатели долговечности – технический ресурс (суммарная наработка изделия за период эксплуатации) и срок службы.

3. Показатели технологичности характеризуют изделие как объект изготовления и эффективность конструктивно-технологических решений (материалоемкость изделия, трудоемкость изготовления и т. д.).

4. Эстетические показатели характеризуют внешний вид изделия (оригинальность, гармоничность и др.).

5. Эргономические показатели качества характеризуют изделие как элемент системы «человек – изделие – среда», т.е. характеризуют соответствие изделия антропометрическим, физиологическим и психологическим потребностям человека.

6. Показатели стандартизации и унификации не характеризуют собственно качество изделия. Они показывают степень использования стандартизированных и унифицированных узлов, деталей. Косвенно дают информацию о затратах по эксплуатации изделия, возможности повторного использования узлов и деталей данного изделия.

7. Показатели патентно-правовой защиты отражают степень защищенности патентами основных технических решений изделия. Также не характеризуют качество продукции в полном смысле слова, но свидетельствуют о технической новизне изделия.

8. Экономические показатели характеризуют продукцию со стороны ее экономической (себестоимость изготовления, продажная цена, прибыль, рентабельность, цена потребления). Среди экономических показателей особое значение имеет цена потребления, которая складывается из продажной цены и затрат, связанных с потреблением изделия за весь срок его службы у покупателя. Комплексные показатели используются в различных звеньях управления фирмой при экономическом обеспечении мероприятий по улучшению качества продукции, оценке конкурентоспособности собственных и чужих изделий.

Учебное пособие

Корнеенко Денис Николаевич

**МЕТРОЛОГИЯ,
СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ
КАЧЕСТВА**

**Рабочая тетрадь
студента очной формы обучения
среднего профессионального учебного заведения**

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 17.12.2020 г. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$
Бумага печатная Усл. п. л. 6,10. Тираж 25. Изд. №.6794.

243365 Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино
Издательство Брянского государственного аграрного университета