	Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Южно — Уральский государственный колледж
	Учебно-методический отдел
	Обучающие материалы
	Курс лекций

Курс лекций для студентов по дисциплине
Метрология, стандартизация и сертификация
специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

Челябинск, 2019 г.

	Должность	Фамилия/Подпись	Дата
Разработал	Преподаватель	Воронкова И.В.	
Проверил	Зам.директора по УМР	Манапова О.Н.	
Согласовал	Зам.директора по учебной работе	Калиновская Т.С.	
Версия: 01		Экземпляр № _____	С 1 из 115

	Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Южно — Уральский государственный колледж
	Учебно-методический отдел
	Обучающие материалы
	Курс лекций

ББК 74.57

Воронкова И.В. Курс лекций для студентов по учебной дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов специальности 15.02.08 Технология машиностроения. - Издательский центр ГБПОУ ЮУГК. 2019. - 115 с.

Рассмотрено и одобрено на заседании ПЦК *Технологии машиностроения*

Протокол от « » _____ 2019 г. №

Председатель ПЦК _____ Безганс Е.В.

Рекомендовано к изданию методическим советом ГБПОУ ЮУГК

Протокол от «_____» г. №

Учебная дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является общепрофессиональной, устанавливающей базовые знания для освоения специальных дисциплин.

Курс лекций для студентов содержит информацию по теоретической подготовке студентов, основная задача которого заключается в раскрытии содержания учебной дисциплины, обеспечение студентов информацией по учебному курсу и управление их образовательной деятельностью.

Курс лекций предназначен для студентов очной формы обучения специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

Версия: 01	<i>Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки:</i>	Экземпляр № 01	<i>с. 3 из 115</i>
---------------	---	----------------	--------------------

Содержание

Введение.....	6
Тема 1.1. Стандартизация. Виды нормативных документов.....	9
Тема 1.1.1. Основные понятия в области стандартизации.....	9
Тема 1.1.2. Предпочтительные числа, параметрические ряды.....	11
Тема 1.1.3. Органы и службы стандартизации.....	13
Тема 1.1.4. Информационное обеспечение в области стандартизации...	15
Тема 1.1.6. Международная, региональная, международная стандартизация.....	18
Тема 1.1.7. Унификация в машиностроении.....	19
Тема 2.1. Система допусков и посадок гладких элементов деталей.....	20
Тема 2.1.1. Нормативные документы по обеспечению взаимозаменяемости.....	20
Тема 2.1.2. Основные термины. Графическое изображение полей допусков.....	21
Тема 2.1.3. Основные понятия о посадках. Система отверстия и вала....	24
Тема 2.1.4. Единая система допусков и посадок (ЕСДП) для гладких цилиндрических соединений.....	27
Тема 2.1.5. Образование посадок в ЕСДП.....	29
Тема 2.1.8. Стандартизация точности подшипников качения.....	30
Тема 2.2. Стандартизация точности формы и расположения поверхностей.....	33
Тема 2.2.1. Поверхности (профили) прилегающие и реальные. Отклонения формы.....	33
Тема 2.2.2. Отклонения и допуски расположения поверхностей. Виды. Условные знаки. Терминология.....	34
Тема 2.2.3. Шероховатость поверхностей.....	41
Тема 2.3. Стандартизация точности типовых элементов деталей и соединений.....	45
Тема 2.3.1. Стандартизация точности резьб и резьбовых соединений..	45
Тема 2.3.2. Стандартизация точности углов и конических соединений.	47

Тема 2.3.3. Стандартизация точности шпоночных соединений.....	49
Тема 2.3.4. Стандартизация точности шлицевых соединений.....	51
Тема 2.3.5. Параметры зубчатых колес.....	53
Тема 2.3.6. Стандартизация точности зубчатых колес и передач.....	57
Тема 2.4. Моделирование размерных цепей.....	58
Тема 2.4.1. Классификация, термины, обозначения. Методы расчета цепей.....	58
Тема 2.4.2. Расчет размерных цепей методом max-min.....	59
Тема 2.4.3. Роль метрологии в обеспечении взаимозаменяемости....	61
Тема 3.1. Основные понятия метрологии.....	63
Тема 3.1.1. Роль метрологии в формировании качества продукции. Основные понятия метрологии.....	63
Тема 3.1.2. Виды метрологии и средства измерения. Погрешности измерения.....	72
Тема 3.1.3. Понятие о физической величине. Система физических величин.	78
Тема 3.2. Гладкие калибры.....	83
Тема 3.2.1. Классификация гладких калибров. Расчет исполнительных размеров калибров.....	83
Тема 3.3. Механические измерительные инструменты и приборы....	87
Тема 3.3.1. Плоскопараллельные концевые меры длины (ПКМР) Штангенинструменты, микрометрические инструменты.....	87
Тема 3.3.2. Рычажнозубчатые приборы, индикаторы.....	90
Тема 3.4. Механические измерительные инструменты и приборы....	92
Тема 3.4.1. Измерение углов.....	92
Тема 3.4.5. Средства для измерения шлицевых соединений, зубчатых колес и передач.....	94
Тема 3.4.7. Измерение шага зацепления о окружного шага.....	95
Тема 4.1. Основные понятия по качеству.....	97
Тема 4.1.1. Основные понятия в области качества продукции. Методы определения показателей качества продукции.....	97

Тема 4.1.2. Управление качеством продукции.....	102
Тема 4.1.3. Испытание и контроль качества.....	103
Тема 4.1.4. Использование статистического метода при приеме партии продукции.....	106
Тема 4.2. Основы сертификации.....	107
Тема 4.2.1. Сущность сертификации продукции.....	107
Тема 4.2.2. Формы оценки соответствия.....	109
Тема 4.2.3. Схемы подтверждения соответствия.....	111
Тема 4.2.3. Итоговое занятие.....	113
Литература.....	115

Введение

Изучение курса «Метрология, стандартизация и сертификация» является условием подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по направлению 15.02.08 «Технология машиностроения».

В структуре ОПОП дисциплина относится к профессиональному циклу, объем теоретической подготовки которой составляет 81%. В результате освоения курса теоретической подготовки студент должен знать:

1. Документацию систем качества.
2. Единство терминологии, единиц измерения с действующими стандартами и международной системой единиц СИ в учебных дисциплинах.
3. Основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации.
4. Основы повышения качества продукции.

Курс лекций содержит основную информацию дисциплины по темам курса. Цель создания — оказать помощь студентам при овладении профессиональными знаниями по специальности, направленным на формирование следующих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных) за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

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

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

ПК 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 2.3. Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения.

ПК 3.1. Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

Тема 1.1 Стандартизация. Виды нормативных документов

1.1.1 Основные понятия в области стандартизации

Стандартизация — это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил и характеристик (обязательных для выполнения и рекомендуемых), обеспечивающая право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда. Цель стандартизации — достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области деятельности посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований и норм для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач.

Объектами стандартизации, как правило, являются, продукция, работа, услуга.

Основным документом в стандартизации служит стандарт.

Стандарт — это утвержденный компетентным органом нормативно — технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации.

НТД — это документ, устанавливающий требования к объектам СТ, обязательны для использования в определенной отрасли, разработанные в установленном порядке и утвержденный компетентным органом.

Регламент — это документ, в котором содержатся обязательные правовые нормы. Принимается регламент органом власти, а не органом по стандартизации. Разновидность регламентов — технический регламент — содержит технические требования к объекту стандартизации.

Технические условия (ТУ) разрабатывает предприятие (или другой субъект хозяйственной деятельности) в том случае, когда стандарт создавать нецелесообразно. Объектами ТУ могут быть: продукция разовой поставки, выпускаемая малыми партиями; произведения художественных промыслов и т. п.

В России, как и в мировой практике, действует несколько видов стандартов, которые различаются спецификой объекта стандартизации: основополагающие стандарты; стандарты на продукцию (услуги); стандарты на работы (процессы); стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Основополагающие стандарты — разрабатывают с целью содействия взаимопониманию, техническому единству и взаимосвязи деятельности в различных областях (науке, технике, производстве).

Стандарты на продукцию (услуги) — устанавливают требования к конкретным видам работ, таких, как разработка, производство, эксплуатация, хранение, транспортировка, ремонт и утилизация.

Стандарты на работы (процессы) — устанавливают требования к конкретным видам работ, которые осуществляются на разных стадиях жизненного цикла продукции (разработки, производства, эксплуатации, хранения, потребления).

Стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа) — рекомендуют применять методики контроля, в наибольшей степени обеспечивающие объективность оценки обязательных требований к качеству продукции, которые содержатся в стандарте.

Методические основы стандартизации

1) *унификация продукции* — деятельность по рациональному сокращению числа деталей, агрегатов одинакового функционального назначения;

2) *агрегатирование* — метод создания машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных, унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости. Для изготовления и проектирования разнообразных машин расчленяют конструкцию на отдельные оборотные единицы (агрегаты), каждая из которых выполняет определённую функцию. Это позволяет специализировать изготовление

агрегатов как самостоятельных изделий, работу которых можно проверить независимо от всей машины;

3) *типизация объектов стандартизации* - создание типовых (образцовых) объектов – конструкций, технологических правил и т.д. Объекты подвергаются техническим преобразованиям, направленным на увеличение их качества и универсальности.

1.1.2 Предпочтительные числа, параметрические ряды

Ряды предпочтительных чисел (в технике) — это упорядоченная последовательность чисел, предназначенная для унификации значений технических параметров.

Ряды предпочтительных чисел создаются на основе числовых последовательностей. Это могут быть:

- арифметическая прогрессия. Например, шкала обычной линейки: $0 — 5 — 10 — 15 — \dots$, с постоянным членом ряда (разность между последующими и предыдущими значениями), равным 5;

- ступенчато-арифметическая прогрессия. Например, ряды посадочных размеров внутренних колец подшипников качения, для которых в ряду диаметров от 20 мм до 110 мм постоянный член ряда составляет 5 мм, в ряду диаметров от 110 мм до 200 мм — 10 мм и в ряду диаметров свыше 200 мм — 20 мм;

- геометрическая прогрессия. Например, количество листов в тетрадах разных объёмов: $12 — 24 — 48 — 96$, то есть ряд со знаменателем прогрессии $q=2$;

- смешанная арифметическо-геометрическая прогрессия. Например, стандартные диаметры метрической резьбы: $\dots - 1,2 — 1,6 — 2 — 2,5 — 3 — 4 — 5 — 6 — 8 — 10 — \dots$.

Арифметическим рядам свойственна относительная неравномерность расположения соседних членов, то есть старшие члены ряда расположены

относительно ближе, чем младшие. У геометрических прогрессий этот недостаток отсутствует, и поэтому они применяются чаще.

Наиболее распространены геометрические прогрессии со знаменателем $q=\sqrt[n]{5}$, где степень корня $n= 5, 10, 20, 40, 80$. Это — стандартные ряды предпочтительных чисел (ГОСТ 8032-84), соответственно обозначаемые R5, R10, R20, R40, R80. Они связаны с именем француза Ренара, который первым предложил использовать для этих целей геометрическую прогрессию со знаменателем $n=5$.

Каждый ряд содержит в каждом десятичном интервале соответственно 5, 10, 20 и 40 различных чисел. Более редкий ряд всегда является предпочтительным по отношению к более частому. Значения часто используемых первых четырех рядов в порядке их предпочтения:

1. R5: 1 — 1,6 — 2,5 — 4 — 6,3;
2. R10: 1 — 1,25 — 1,6 — 2 — 2,5 — 3,15 — 4 — 5 — 6,3 — 8;
3. R20: 1 — 1,12 — 1,25 — 1,4 — 1,6 — 1,8 — 2 — 2,24 — 2,5 — 2,8 — 3,15 — 3,55 — 4 — 4,5 — 5 — 5,6 — 6,3 — 7,1 — 8 — 9.
4. R40: R20 и 1,06 — 1,18 — 1,32 — 1,5 — 1,7 — 1,9 — 2,12 — 2,36 — 2,65 — 3 — 3,35 — 3,75 — 4,25 — 4,75 — 5,3 — 6 — 6,7 — 7,5 — 8,5 — 9,5.

Члены этих рядов по сравнению с точными значениями округлены в пределах 1,3 %. Предпочтительные числа других десятичных порядков получают умножением или делением на 10, 100 и т. д.

В электротехнике применяют ряды E, рекомендованные МЭК ИСО, со знаменателем геометрической прогрессии $q=\sqrt[k]{10}$, степени корня k которого равны 3, 6, 12 ...: E3, E6, E12,....

Ряды предпочтительных чисел широко применяются в технике. Так, на основе рядов предпочтительных чисел разработаны ряды нормальных линейных размеров (ГОСТ 6636-69). Они обозначаются как Ra5, Ra10, Ra20, Ra40, Ra80 и имеют большую степень округления (порядка 5 %). Для угловых размеров в ГОСТ 8908-81^[3] приведены три ряда нормальных углов. Применение этих рядов позволяет:

1. унифицировать посадочные размеры деталей (как следствие, например, в серийном производстве сокращается количество типоразмеров деталей, необходимых для комплектации разных изделий),
2. использовать типовой сортамент и заготовки (листы, трубы, круги, проволока и т. д.),
3. использовать типовой инструмент (свёрла, фрезы и т. д.).

Рекомендации по использованию нормальных линейных размеров не распространяется:

1. на случаи применения стандартных величин размеров (например, модуль зацепления, диаметр резьбы),
2. на случаи применения стандартных деталей и сопряженных с ними размеров (например, посадочные диаметральные размеры стандартных подшипников качения),
3. при назначении значений размеров, являющихся результатом оптимизационных расчетов.

1.1.3 Органы и службы стандартизации

Органы и службы стандартизации — организации, учреждения, объединения и их подразделения, основной деятельностью которых является осуществление работ по стандартизации или выполнение определенных функций по стандартизации.

Органы по стандартизации — это органы, признанные на определенном уровне, основная функция которых состоит в руководстве работами по стандартизации.

Руководство российской национальной стандартизацией осуществляет национальный орган по стандартизации — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии — Росстандарт (до 15 июня 2010 - Ростехрегулирование). Он как орган по стандартизации, признанный на национальном уровне, имеет право представлять интересы страны в области стандартизации в соответствующей международной или региональной организации по стандартизации.

Росстандарт осуществляет:

1. принятие программы разработки национальных стандартов;
2. утверждение национальных стандартов;
3. учет национальных стандартов, правил стандартизации, норм и рекомендаций в этой области и обеспечение их доступности заинтересованным лицам;
4. введение в действие общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации.

Росстандарт осуществляет свои функции непосредственно и через свои межрегиональные территориальные управления (МТУ), а также российские службы стандартизации.

Службы стандартизации — специально создаваемые организации и подразделения для проведения работ по стандартизации на определенных уровнях управления — государственном, отраслевом, предприятий (организации).

Российские службы стандартизации — научно-исследовательские институты Росстандарта России и технические комитеты по стандартизации.

Целями стандартизации являются:

- 1) содействие социально — экономическому развитию Российской Федерации;
- 2) содействие интеграции Российской Федерации в мировую экономику и международные системы стандартизации в качестве равноправного партнера;
- 3) улучшение качества жизни населения страны;
- 4) обеспечение обороны страны и безопасности государства;
- 5) техническое перевооружение промышленности;
- 6) повышение качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышение конкурентоспособности продукции российского производства.

Категории стандартов

Нормативные документы по СТ в РФ установлены законом РФ «О стандартизации», к ним относятся:

- Государственные стандарты, разрабатывают на продукцию, работы и услуги, потребности в которых носят межотраслевой характер (содержит обязательные и рекомендательные требования)

- Отраслевые стандарты, разрабатываются применительно к продукции определенной отрасли. Объектами могут быть продукция, процессы, услуги, применяемые в отрасли, правила, типовые конструкции изделий).

- Стандарты предприятий, разрабатываются и принимаются самим предприятием.

- Стандарты общественных объединений, разрабатываются научно — техническими или инженерными обществами, как правило на принципиально новые виды продукции.

- Республиканские стандарты, обязательны для всех предприятий и организаций республиканского и местного подчинения данной союзной республики независимо от их ведомственной подчиненности и устанавливают требования к продукции, выпускаемой этими предприятиями и организациями в том случае, когда на нее отсутствуют государственные или отраслевые стандарты.

- Правила по СТ и рекомендации по СТ соответствуют нормативным документам методического содержания. Они касаются порядка согласования нормативных документов, представления информации о принятых стандартах.

ПР и Р разрабатываются, как правило, организациями и подразделениями, подведомственными Госстандарту России.

1.1.4 Информационное обеспечение в области стандартизации

В России информационное обеспечение в области стандартизации основывается на положении Закона «О стандартизации», который определяет, что официальная информация о разрабатываемых и принятых

нормативных документах, в том числе и международных, должна быть доступна организациям и частным лицам в той части, которая не является государственной тайной.

Право опубликования государственных стандартов принадлежит государственным органам управления, утверждающим эти документы, причем порядок опубликования определяется Правительством РФ.

Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации (ВНИИС) имеет информационный центр стандартов и других нормативных и методических документов, относящихся к системе сертификации ГОСТ Р. Здесь можно найти сведения о разработке и сертификации систем качества, документы по сертификации продукции и услуг, об аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий, сертификации средств индивидуальной защиты и пр.

Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ (ВНИЦСМВ) располагает информацией о свойствах материалов и веществ, паспортами безопасности материалов, копиями аттестатов аккредитации испытательных центров, государственными реестрами и копиями сертификатов безопасности на продукцию, а также копиями авторских свидетельств на изобретение материалов, веществ и методов их получения.

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС) предоставляет нормативные документы Государственной системы измерений, а также стандарты, правила и рекомендации по метрологии.

Издательство стандартов также имеет свой центр информации, в котором собираются все издания по стандартизации сертификации и метрологии.

Права. Обязанности нормоконтроля.

При нормоконтроле конструкторской документации нормоконтролер обязан руководствоваться только действующими в момент проведения контроля стандартами и другими нормативно-техническими документами.

Вопрос о соблюдении требований вновь выпущенных стандартов и нормативно — технических документов, срок введения которых к моменту проведения нормоконтроля еще не наступил, в каждом отдельном случае решается руководством органа стандартизации в зависимости от установленных сроков разработки и освоения в производстве проектируемых изделий.

Нормоконтролер обязан систематически представлять руководству конструкторских подразделений сведения о соблюдении в конструкторской документации требований стандартов и других нормативно — технических документов, об использовании принципов конструктивной преемственности и о редакционно — графическом оформлении.

Нормоконтролер имеет право:

а) возвращать конструкторскую документацию разработчику без рассмотрения в случаях:

нарушения установленной комплектности,
отсутствия обязательных подписей,
небрежного выполнения;

б) 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.

Предложения нормоконтролера, касающиеся замены оригинальных исполнений деталей и сборочных единиц заимствованными и типовыми, сокращения применяемых типоразмеров изделий и конструкторских элементов вносят в документацию при условии их согласования с разработчиком документации.

Разногласия между нормоконтролером и разработчиком документации разрешаются руководителем органа стандартизации по согласованию с руководителем конструкторского подразделения. Решения руководителя органа стандартизации по вопросам соблюдения требований действующих стандартов и нормативно — технических документов являются окончательными. Если не решены разногласия по вопросам применения ранее разработанных изделий, замены, объединения типоразмеров и т. п., то их разрешает руководство организации или предприятия, выпускающее конструкторскую документацию.

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

1.1.6 Международная, региональная, международная стандартизация

Международная организация по стандартизации (ИСО) — *International Organization for Standardization (ISO)* основана в 1947 г. Цель этой крупнейшей неправительственной организации — содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для обеспечения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности. ИСО - всемирная федерация национальных организаций по стандартизации, насчитывающая 162 страны — члена, по одному от каждой страны. Членство в ИСО распределяется между постоянными членами (105), членами-корреспондентами (47) и членами — подписчиками (10).

Постоянным (основным) членом (Member bodies) ИСО является один наиболее представительный в области стандартизации национальный комитет. Такие комитеты вправе участвовать в работе любого технического комитета ИСО и голосовать по проектам стандартов, быть избранными в состав рабочих органов ИСО.

- Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС) (EuroAsian Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification) является межправительственным органом СНГ по формированию и проведению согласованной политики по стандартизации, метрологии и сертификации. Рабочим органом МГС является Бюро по стандартам в составе группы экспертов и регионального Информационного центра. При Совете создано 270 межгосударственных технических комитетов по стандартизации. МГС признан Международной организацией по стандартизации (ISO) — Региональной Организацией по стандартизации как Евро-Азийский Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (EASC) (Резолюция Совета ISO 26/1996).

- Региональная организация по стандартизации - организация по стандартизации, членство в которой открыто для соответствующего национального органа каждой страны только одного географического, политического или экономического региона.

1.1.7 Унификация в машиностроении

Унификация — метод СТ, заключающийся в рациональном уменьшении типов, видов и размеров объектов одинакового назначения.

В связи с повышением требований к изделиям машиностроения происходит их усложнение, возрастает число входящих в них типоразмеров комплектующих изделий и материалов. В этих условиях предприятия поставщики ежегодно разрабатывают и предлагают для поставки новые виды комплектующих изделий и материалов с улучшенными характеристиками.

В зависимости от поставленных задач унификация изделий может осуществляться:

- * по назначению
- * средствам обеспечения и обслуживания
- * агрегатам и узлам определенного функционального назначения
- * условиям другим признакам.

Еще одним направлением унификации, является заблаговременная разработка унифицированных составных частей для применения в нескольких новых разработках изделий.

Унификация также может осуществляться путем создания оптимальных рядов изделий, соответствующих по своему назначению заменяемым неунифицированным изделиям.

Ограничительная унификация состоит в выявлении номенклатуры типоразмеров определенных изделий, оптимальной для рассматриваемой области применения.

Унификация должна осуществляться таким образом, чтобы на всех этапах жизненного цикла обеспечивался заданный технический уровень и качество изделия.

Унификация может быть полной и частичной.

Показатель унификации — количественная характеристика степени выполнения поставленной задачи по унификации.

Уровень унификации изделия - насыщенность изделия унифицированными составными частями.

Типоразмер изделия — информационный образ изделия данного типа и исполнения с определенными значениями параметров.

Тип изделия — классифицированная группировка изделий, аналогичных по назначению, принципу действия, конструктивному исполнению и составу характеристик.

Тема 2.1 Система допусков и посадок гладких элементов деталей

2.1.1 Нормативные документы по обеспечению взаимозаменяемости

Нормативно-методические документы могут быть следующих видов:

- нормативные акты и стандарты
- методики, положения, инструкции и т. п.

В свою очередь, стандарты могут быть следующих видов:

- международный стандарт (МС);
- европейский стандарт (ЕМ);

- национальный стандарт России (ГОСТ Р);
- стандарт организации, предприятия, фирмы, корпорации, союза и т. п. (СТП).

Взаимозаменяемость — свойство элементов конструкции, изготовленных с определённой точностью геометрических, механических, электрических и иных параметров, обеспечивать заданные эксплуатационные показатели вне зависимости от времени и места изготовления при сборке, ремонте и замене этих элементов.

Взаимозаменяемость бывает:

- полная взаимозаменяемость (требуемые характеристики у всех элементов)- полностью взаимозаменяемыми называются детали и узлы, устанавливаемые при сборке без дополнительных операций по обработке, без регулирования и подбора;
- неполная (частичная,ограниченная) взаимозаменяемость (часть элементов с погрешностью (характеристикой) больше чем допуск на сборку, при этом возникает риск не собрать изделие)-при сборке требуется установка детали или узла с размерами определённой группы, т.е. групповой подбор деталей;
- внешняя - взаимозаменяемость по выходным данным узла, которыми могут являться либо присоединительные, либо эксплуатационные параметры.
- внутренняя - взаимозаменяемость отдельных узлов или механизмов, входящих в изделие.

Взаимозаменяемость облегчает процесс конструирования за счет возможности использования стандартных конструкторских решений и единых технических требований.

2.1.2 Основные термины. Графическое изображение полей допусков

При сборке двух изделий, входящих одна в другую, различают охватывающую и обхватываемую поверхности. Для круглых тех, охватывающую поверхность будем называть -отверстием, обхватываемую - валом.

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

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

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю

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

D- номинальный диаметр, общий для отверстия и вала. Основной расчетный размер.

D_i - действительный размер, устанавливается измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться (или которым может быть равен) действительный размер.

Больший из двух предельных размеров называется - наибольшим предельным размером (D_{max}, d_{max}), Меньший из двух предельных размеров – наименьшим предельным размером (D_{min}, d_{min}).

Предельное отклонение – алгебраическая разность между предельным и соответствующим номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения

Верхнее отклонение ES, es – алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами ES – верхнее отклонение отверстия; es – верхнее отклонение вала

$$ES = D_{max} - D \quad (1)$$

$$es = d_{max} - D$$

Нижнее отклонение EI, ei – алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами
 EI- нижнее отклонение отверстия; ei – нижнее отклонение вала

$$EI = D_{\min} - D \quad (2)$$

$$ei = d_{\min} - D$$

$$D_{\max} = D + ES \quad (3)$$

$$d_{\max} = D + es$$

$$D_{\min} = D + EI \quad (4)$$

$$d_{\min} = D + ei$$

Допуск T – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижними отклонениями

Допуск – это абсолютная величина без знака

$$TD = D_{\max} - D_{\min} \quad (5)$$

$$td = d_{\max} - d_{\min}$$

Примеры:

$$H\varnothing 20^{+0.05}$$

$$h\varnothing 30_{+0.03}^{+0.06}$$

$$h\varnothing 40_{-0.08}^{-0.03}$$

$$H\varnothing 50_{-0.02}^{+0.05}$$

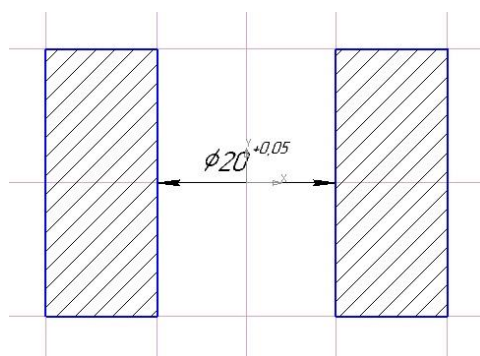


Рисунок 1- Обозначение допуска на чертежах

Графическое изображение полей допусков

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально,

то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз.

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

Графическое изображение допусков позволяет наглядно представить соотношение предельных размеров отдельных деталей и деталей в соединении.

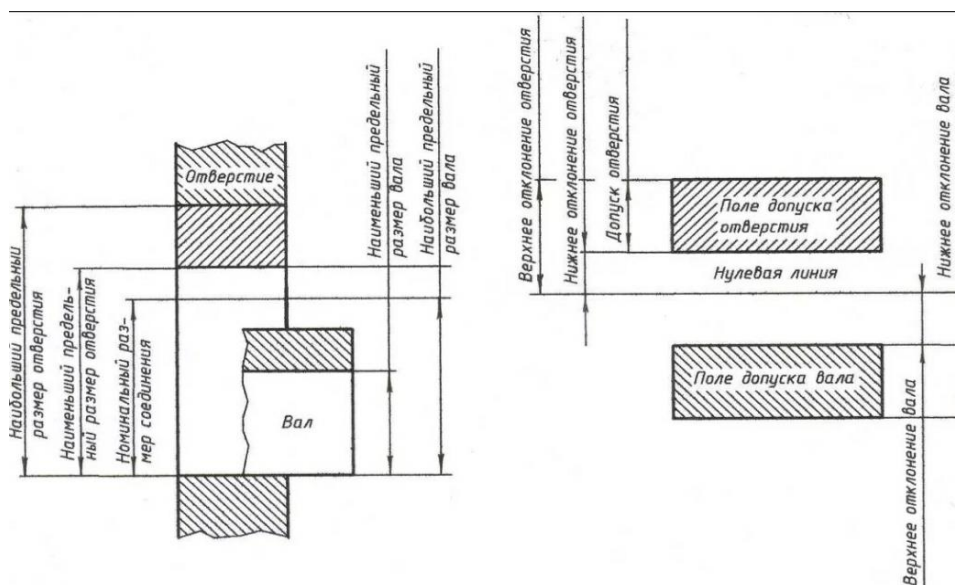


Рисунок 2 - Изображение поля допуска

2.1.3 Основные понятия о посадках. Система отверстия и вала

Различают три типа посадок: с зазором, с натягом и переходные посадки. Посадки с зазором.

Посадкой с зазором называется посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала).

Зазор S - положительная разность размеров отверстия и вала. Зазор обеспечивает возможность относительного перемещения сопряженных деталей.

Посадки с натягом. Посадкой с натягом называется посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала).

Натяг N - положительная разность размеров вала и отверстия до сборки. Натяг обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки.

Переходные посадки. Переходной посадкой называется посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью).

Переходные посадки используют для неподвижных соединений в тех случаях, когда при эксплуатации необходимо проводить разборку и сборку, а также когда к центрированию деталей предъявляются повышенные требования.

Переходные посадки, как правило, требуют дополнительного закрепления сопрягаемых деталей, чтобы гарантировать неподвижность соединений (шпонки, штифты, шплинты и другие крепежные средства).

Посадки с зазором.

Наибольшим зазором называется разность между наибольшим предельным размером отверстия, и наименьшим предельным размером вала.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \quad (6)$$

Наименьшим зазором называется разность между наименьшим предельным размером отверстия, и наибольшим предельным размером вала.

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \quad (7)$$

$TS = S_{\max} - S_{\min}$ – допуск зазора.

$$T\Pi = TD + td \quad (8)$$

$$TS = T\Pi$$

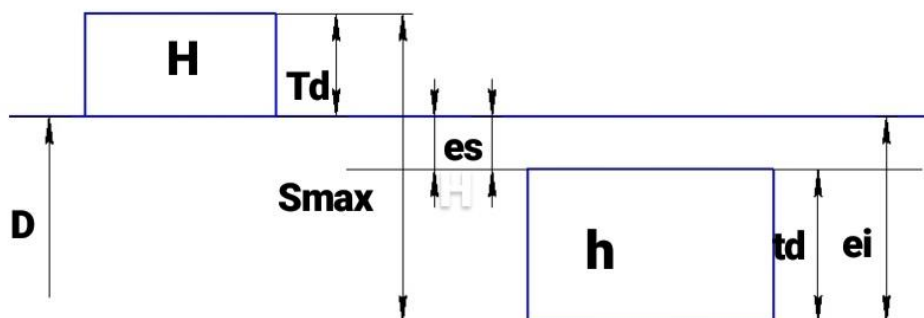


Рисунок 3- Изображение поля допуска с зазором

Посадки с натягом.

Наибольшим натягом называется разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad (9)$$

Наименьшим натягом называется разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия.

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \quad (10)$$

$T_N = N_{\max} - N_{\min}$ – допуск натяга

$$T_P = T_D + t_d \quad (11)$$

$$T_N = T_P$$

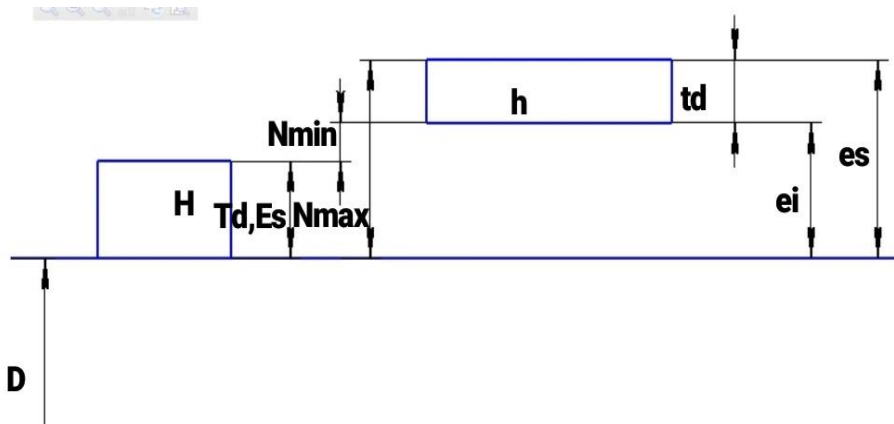


Рисунок 4- Изображение поля допуска с натягом

Переходные посадки.

Наибольшим зазором называется разность между наибольшим предельным размером отверстия, и наименьшим предельным размером вала.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \quad (12)$$

Наибольшим натягом называется разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad (13)$$

$$T_{\text{пер}} = S_{\max} + N_{\max} - \text{допуск перехода} \quad (14)$$

$$T_{\text{П}} = T_D + t_d - \text{допуск посадки.} \quad (15)$$

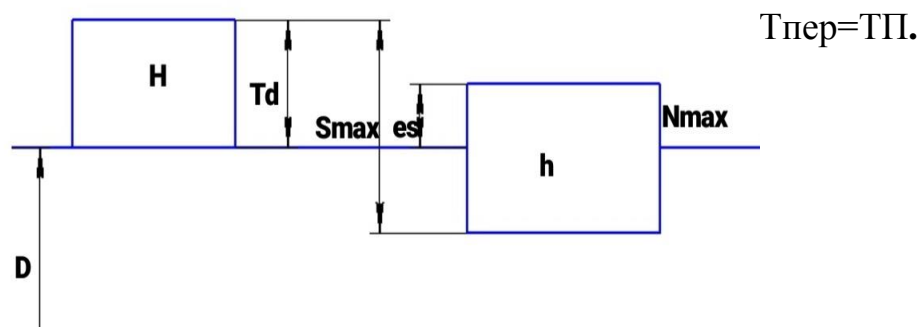


Рисунок 5 Изображение переходного поля допуска

Система отверстия — это совокупность посадок, в которых при одном классе точности и одном номинальном размере предельные размеры отверстия остаются постоянными, а различные посадки достигаются путем изменения предельных отклонений валов. Во всех стандартных посадках системы отверстия нижнее отклонение отверстия равно нулю. Такое отверстие называется основным.

Система вала — это совокупность посадок, в которых предельные отклонения вала одинаковы (при одном номинальном размере и одном классе точности), а различные посадки достигаются путем изменения предельных отклонений отверстия. Во всех стандартных посадках системы вала верхнее отклонение вала равно нулю. Такой вал называется основным.

2.1.4 Единая система допусков и посадок (ЕСДП) для гладких цилиндрических соединений

Интервал размеров. В целях дифференцирования величины допуска по отношению к величине номинального размера, все номинальные размеры разделены на три диапазона:

- 1) 0 – 500 мм;

- 2) свыше 500 – 3150 мм;
- 3) свыше 3150 – 10000 мм.

В свою очередь диапазоны разделены на интервалы:

- 1-й диапазон – на 13 интервалов;
- 2-й диапазон – на 8 интервалов;
- 3-й диапазон – на 5 интервалов.

Квалитеты точности. Квалитетом называется совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Для размеров до 500 мм в системе ИСО по величине допуска установлено 19 квалитетов: 01; 0; 1; 2; ..., 17, для размеров 500 — 3150 мм установлено 18 квалитетов.

01 – самый точный, 17 – самый грубый.

2 – 5 кв. – детали авиационных двигателей, подшипники;

5 – 11 кв. – детали общего машиностроения;

12 – 17 кв. – свободные поверхности.

Единица допуска. С увеличением размеров возрастают технологические трудности обработки деталей с малыми допусками, и оптимальные допуски при неизменных условиях обработки несколько увеличиваются. Единица допуска выражает зависимость допуска от номинального размера и служат базой для определения стандарта допусков.

2.1.5 Образование посадок в ЕСДП

Предпочтительные поля допусков обеспечиваются режущим инструментом и калибрами по нормальному ряду чисел, а рекомендуемые – только калибрами. Дополнительные поля допусков являются полями ограниченного применения и используются тогда, когда применение основных полей допусков не позволяет выполнить требования, предъявляемые к изделию.

В ЕСДП предусмотрены все группы посадок: с зазором, натягом и переходные. Посадки не имеют названий, отражающих конструктивно-технологические или эксплуатационные свойства, а представляются только в условных обозначениях сочетаемых полей допусков отверстия и вала.

Посадки, как правило, применяют в системе отверстия (предпочтительно) или в системе вала.

Все посадки в системе отверстия для заданных номинальных размеров сопряжений и их качеств образуются полями допусков отверстий с неизменными основными отклонениями H и раз личными основными отклонениями валов.

Для посадок с зазором в системе отверстия используют по допусков валов с основными отклонениями от a до h включительно.

Для переходных посадок в системе отверстия применяют по допусков валов с основными отклонениями k , t , p .

Для посадок с натягом в системе отверстия выбирают поля д пусков валов с основными отклонениями от r до zc .

Для посадок в системе вала для заданных номинальных размеров и качеств сопряжений используют поля допусков с неизменными основными отклонениями h вала и различными основными отклонениями отверстий.

Для посадок с зазором в системе вала выбирают поля допусков отверстий с основными отклонениями от A до H включительно.

Для переходных посадок в системе вала используют поля до пусков отверстий с основными отклонениями J_s , K , M , N .

ГОСТ 25347-82 выделяет рекомендуемые посадки, в числе которых указаны предпочтительные посадки первоочередного применения.

Для диапазона от 1 до 500 мм в системе отверстия выделено 69 рекомендуемых посадок, из них 17 - предпочтительных, а в системе вала - 59 рекомендуемых посадок, в том числе 11 предпочтительных.

Неуказанные предельные отклонения размеров.

Пределные 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.

Система ОСТ.

С зазором:

-скольжения -с

-движения -д

-ходовая -х

-легкоходовая -л

-широкоходовая -ш

-ходовая -тх

Переходные:

-глухая - Г

-тугая - Г

-напряженная - Н

-плотная -П

С натягом:

-Легкопрессовая -Пл

-Прессовая -Пр

-Тяжело прессовая- Гр

Основное отверстие: А (Н)

Основной вал: В (h).

2.1.8 Стандартизация точности подшипников качения

Подшипники качения – это наиболее распространенные стандартные изделия (сборочные единицы) множества конструкций и модификаций, которые изготавливаются на специализированных заводах и встраиваются в

более сложные изделия (редукторы, коробки подач и скоростей, шпиндели металлорежущих станков и др.).

Основные функциональные элементы подшипника качения – тела качения (шарики или ролики), которые катятся по дорожкам качения. Дорожки качения, как правило, располагаются на специально изготовляемых наружном и внутреннем кольцах подшипника. Тела качения, как правило, разделены сепаратором, который обеспечивает равномерное распределение тел качения по окружности.

Подшипники классифицируют по следующим признакам:

1) по направлению действия воспринимаемой нагрузки:

а) радиальные – воспринимают нагрузку, действующую перпендикулярно оси вращения подшипника,

б) упорные – воспринимают осевую нагрузку,

в) радиально-упорные – воспринимают комбинированную (радиальную и осевую) нагрузку;

2) по форме тел качения:

а) шариковые – со сферическими телами качения,

б) роликовые – с цилиндрическими, коническими и бочкообразными телами качения;

3) по количеству рядов тел качения:

а) однорядные,

б) двухрядные,

в) многорядные;

4) по наличию уплотнений и защитных шайб:

а) открытые – без уплотнений и защитных шайб,

б) закрытые – с одним или двумя уплотнениями, с одной или двумя защитными шайбами или одним уплотнением и одной защитной шайбой.

Классы точности подшипников.

Установлены следующие классы точности подшипников (в порядке повышения точности):

0- нормального класса

6- высокой точности

5- повышенной точности

4-особовысокой точности

2- сверхвысокой точности

7.8 применяются в не ответственных узлах.

Обозначение посадок подшипников на чертежах

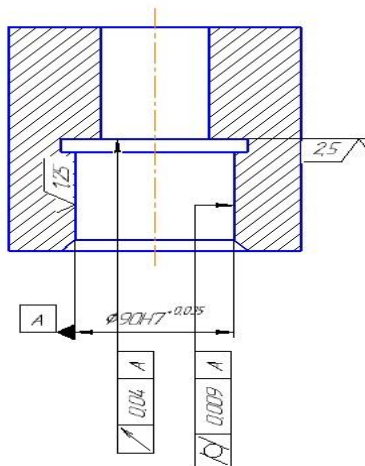


Рисунок 6 - Изображения поля допуска подшипника для отверстия

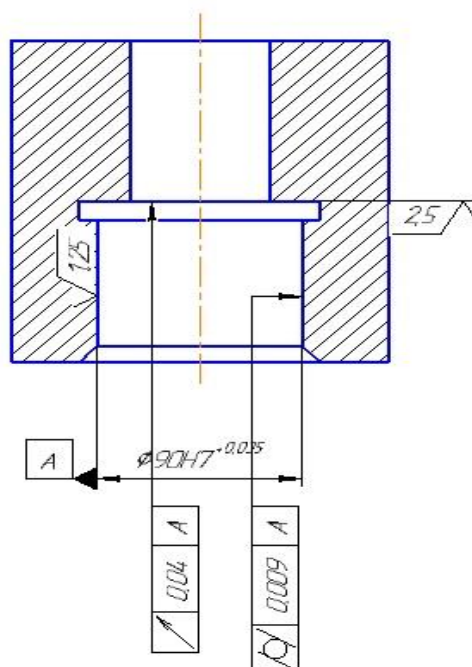


Рисунок 7 - Изображение поля допуска подшипника для вала

Выбор посадок подшипников.

Посадки выбирают по специальным таблицам в зависимости:

- от типа и размера подшипника,
- от режима работы (чем больше нагрузка тем плотнее посадка),
- от условия монтажа и эксплуатации (учитывается равномерность износа, температурная деформация),
- от того какое кольцо вращается,
- от вида нагрузки:

А) местная нагрузка

Б) циркуляционная нагрузка

В) колебательная нагрузка.

Тема 2.2 Стандартизация точности формы и расположения поверхностей

2.2.1 Поверхности (профили) прилегающие и реальные. Отклонения формы

Точность формы характеризуется отклонением формы реальной поверхности (или профиля) от формы номинальной поверхности (или профиля), заданной чертежом, и определяется в соответствии с ГОСТ 14642-81.

Реальная поверхность — это поверхность, ограничивающая деталь и отделяющая ее от окружающей среды.

Номинальная поверхность — это идеальная поверхность, форма которой задана чертежом или другим техническим документом.

Кроме реальной и номинальной поверхностей различают профили, а так же номинальное и реальное расположение поверхности.

База — поверхность, линия, точка детали, определяющие ту плоскость или ось системы координат, по отношению к которой задается допуск расположения или определяется отклонение взаимного расположения поверхностей.

Профиль поверхности — это линия пересечения поверхности с плоскостью или заданной поверхностью.

Прилегающая прямая — прямая, соприкасающаяся с реальным профилем и расположенная вне материала так, чтобы расстояние от нее наиболее удаленной точки реального профиля в пределах нормируемого участка было минимальным.

Прилегающая окружность — окружность минимального диаметра, описанная вокруг реального профиля наружной поверхности вращения детали.

Прилегающий цилиндр — цилиндр минимального диаметра, описанный вокруг реальной наружной поверхности.

Прилегающая плоскость — это плоскость, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала так, что отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имеет минимальное значение.

Приняты следующие условные обозначения:

Δ — отклонение формы;

T — допуск формы;

L — длина нормируемого участка.

Отклонения формы могут быть комплексными и частными.

2.2.2 Отклонения и допуски расположения поверхностей. Виды.

Условные знаки. Терминология

Отклонение формы (D)- отклонение формы реальной поверхности или реального профиля от формы номинальной поверхности или номинального профиля.

При измерении отклонений формы допускается их количественная оценка относительно среднего элемента.

Средний элемент-поверхность (профиль), имеющая форму номинальной поверхности (профиля) и расположенная по отношению к реальной поверхности так, чтобы среднее квадратичное отклонение точек реальной поверхности от средней поверхности (профиля) в пределах нормируемого участка имело минимальное значение.

При отсчете от среднего элемента отклонение формы равно сумме абсолютных значений наибольших отклонений точек реальной поверхности (профиля) по обе стороны от среднего элемента (рисунок 8).

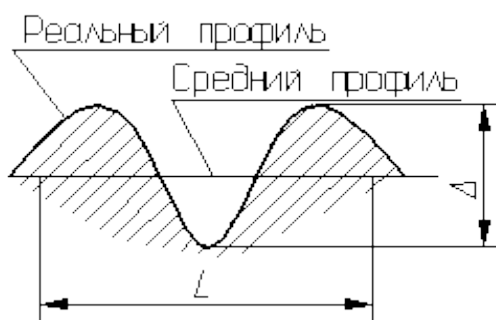


Рисунок 8 - Средний профиль поверхности

Количественно отклонение формы оценивается наибольшим расстоянием от точек реальной поверхности (профиля) до прилегающей поверхности (профиля) по нормали к прилегающей поверхности (профилю).

Примечания:

1. Шероховатость поверхности не включается в отклонение формы. В обоснованных случаях допускается нормировать отклонение формы, включая шероховатость поверхности.
2. Волнистость включается в отклонение формы. В обоснованных случаях допускается нормировать отдельно волнистость поверхности или часть отклонения формы без учета волнистости.

Допуск формы (T) — наибольшее допустимое значение отклонения формы.

Поле допуска формы — область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реального рассматриваемого элемента в пределах нормируемого участка (L).

Отклонение от прямолинейности в плоскости - наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка — .

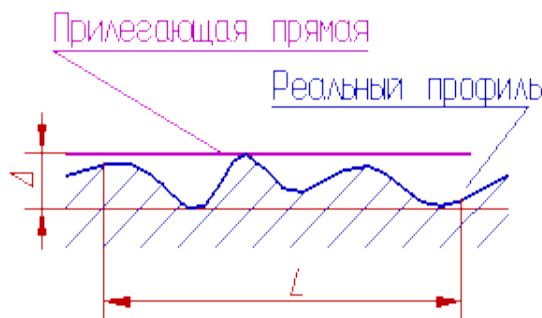


Рисунок 9 - Отклонение от прямолинейности

Частными видами отклонения от прямолинейности являются выпуклость и вогнутость.

Выпуклость - отклонение от прямолинейности, при котором удаление точек реального профиля от прилегающей прямой уменьшается от краев к середине .

Вогнутость — отклонение от, прямолинейности при котором удаление точек реального профиля от прилегающей прямой увеличивается от краев к середине .

Отклонение от прямолинейности оси (или линии) в пространстве - наименьшее значение диаметра D цилиндра, внутри которого располагается реальная ось поверхности вращения (линия) в пределах нормируемого участка — (рисунок 10).

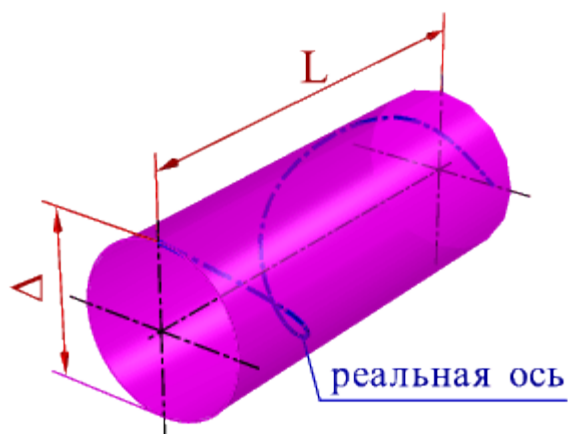


Рисунок 10 - Отклонение от прямолинейности оси

Отклонение от плоскостности - наибольшее расстояние D от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка (рис.11). Частными видами отклонения от плоскостности являются выпуклость и вогнутость.

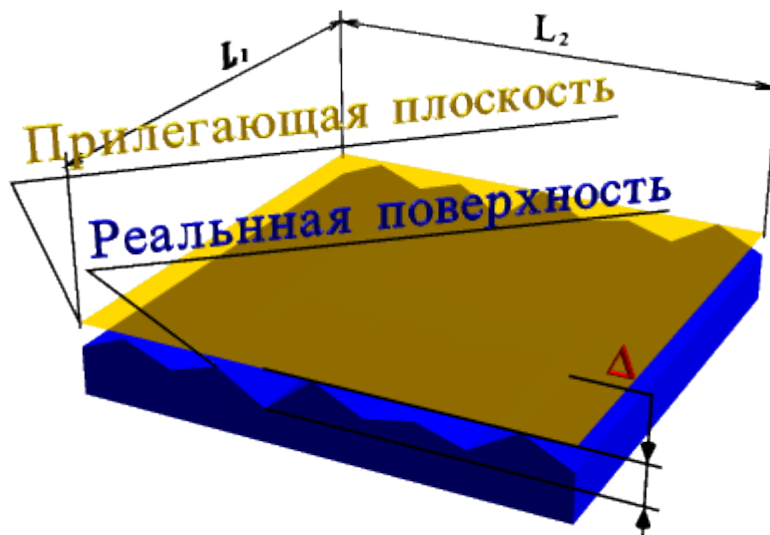


Рисунок 11 - Отклонение от плоскостности

Допуск плоскостности - наибольшее допускаемое значение отклонения от плоскостности.

Поле допуска плоскостности - область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии равном допуску плоскостности T .

Отклонение от круглости - наибольшее расстояние D от точек реального профиля до прилегающей окружности (рисунок12). Частными видами отклонений от круглости являются овальность и огранка.

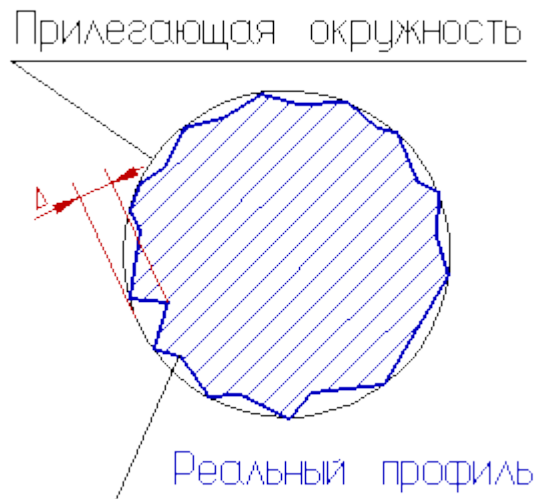


Рисунок 12 - Отклонение от круглости

Овальность — отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметры которой находятся во взаимноперпендикулярных направлениях.

Огранка — отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой многогранную фигуру. Огранка подразделяется по числу граней. В частности, огранка с нечетным числом граней характеризуется тем, что диаметры профиля поперечного сечения во всех направлениях одинаковы.

Допуск круглости - наибольшее допускаемое значение отклонения от круглости.

Поле допуска круглости - область на поверхности перпендикулярной оси поверхности вращения или проходящей через центр сферы ограниченная двумя концентрическими окружностями, отстоящими друг от друга на расстоянии равном допуску круглости T .

Отклонение от цилиндричности - Наибольшее расстояние D от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка (рисунок 13).

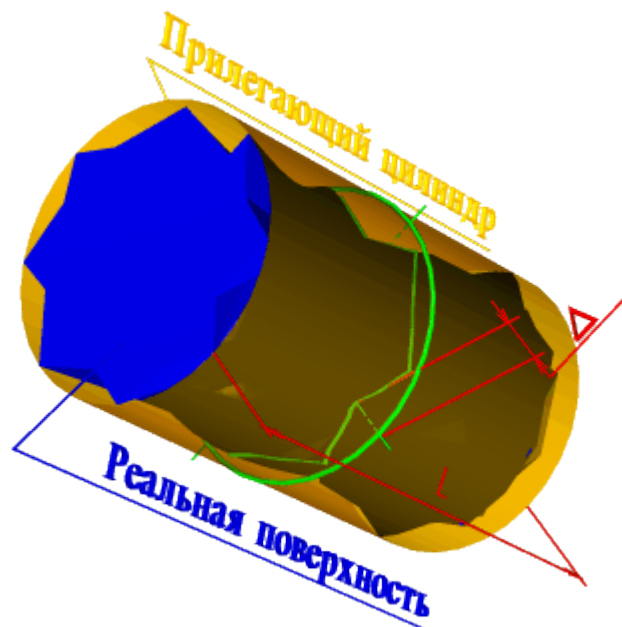


Рисунок 13- Отклонение от цилиндричности

Допуск цилиндричности - Наибольшее допускаемое значение отклонения от цилиндричности.

Поле допуска цилиндричности - Область в пространстве, ограниченная двумя соосными цилиндрами, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску цилиндричности T .

Отклонение профиля продольного сечения цилиндрической поверхности - наибольшее расстояние D от точек образующих реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах нормируемого участка (рис.14).



Рисунок 14 - Отклонение профиля продольного сечения

Отклонение профиля продольного сечения характеризует отклонение от прямолинейности и параллельности образующих. Частными видами отклонения профиля продольного сечения являются конусообразность, бочкообразность и седлообразность.

Конусообразность - отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны (рисунок 15).

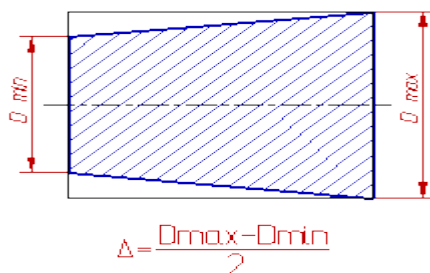


Рисунок 15 - Конусообразность

Бочкообразность - отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие непрямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения (рисунок 16).

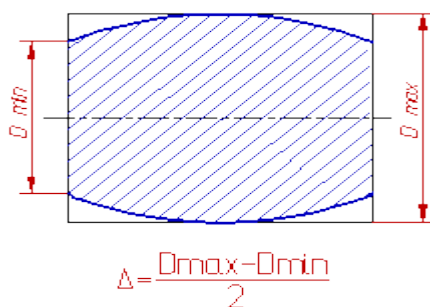


Рисунок 16 - Бочкообразность

Седлообразность - отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие непрямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине сечения (рисунок 17).

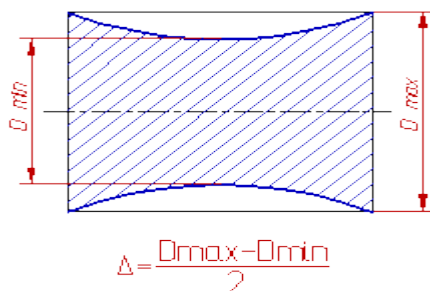


Рисунок 17 - Седлообразность

Допуск профиля продольного сечения цилиндрической поверхности - Наибольшее допускаемое значение отклонения профиля продольного сечения.

Поле допуска профиля продольного сечения цилиндрической поверхности - области на плоскости, проходящей через ось цилиндрической поверхности, ограниченные двумя парами параллельных прямых, имеющих общую ось симметрии и отстоящих друг от друга на расстоянии, равном допуску профиля продольного сечения T .

Отклонением расположения поверхности или профиля называют отклонение реального расположения поверхности (профиля) от его номинального расположения.

Рассмотрим примеры отклонений расположения поверхностей:

1. *Отклонение от параллельности плоскостей* (осей, оси и плоскости) – разность (Δ) наибольшего и наименьшего расстояний между прилегающими плоскостями в пределах нормируемого участка. //

2. *Отклонение от перпендикулярности* плоскостей (осей, оси и плоскости) – отклонение угла между плоскостями от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах на длине нормируемого участка. \perp

3. *Отклонение от соосности* относительно общей оси – это наибольшее расстояние (Δ) между осью рассматриваемой поверхности вращения и общей осью двух или нескольких поверхностей вращения на длине нормируемого участка. ©

4. *Отклонение от симметричности* относительно базовой плоскости – наибольшее расстояние (Δ) между плоскостью симметрии рассматриваемой поверхности и базовой плоскостью симметрии в пределах нормируемого участка. ÷

5. *Отклонение от пересечения осей*, которые номинально должны пересекаться, определяют как наименьшее расстояние между рассматриваемой и базовой осями. X

6. *Позиционное отклонение* – наибольшее расстояние (Δ) реального расположения элемента (его центра, оси или плоскости симметрии) от его

номинального расположения в пределах нормируемого участка. Позиционное отклонение и позиционный допуск были введены вместо термина *смещение оси* (или плоскости симметрии) от номинального расположения. Ø

7. *Отклонение наклона плоскости* (оси, прямой) относительно плоскости (оси, прямой) – отклонение угла между плоскостью и базовой плоскостью от номинального угла, выраженное в линейных единицах на длине нормируемого участка. L

8. Биение радиальное и торцевое.

2.2.3 Шероховатость поверхностей

Шероховатость — совокупность микронеровностей с относительно малыми шагами, образующими рельеф поверхности детали в пределах базовой длины.

Гост 25142-82 устанавливает параметры и характеристики шероховатости.

Профилограмма- это графическое изображение действительного профиля полученного при измерении.

При необходимости дополнительно к параметрам шероховатости поверхности устанавливаются требования к направлению неровностей поверхности, к способу или последовательности способов получения (обработки) поверхности.

Для номинальных числовых значений параметров шероховатости должны устанавливаться допустимые предельные отклонения.

Требования к шероховатости поверхности не включают требований к дефектам поверхности, поэтому при контроле шероховатости поверхности влияние дефектов поверхности должно быть исключено. При необходимости требования к дефектам поверхности должны быть установлены отдельно.

Допускается устанавливать требования к шероховатости отдельных участков поверхности (например, участкам поверхности, заключенным между порами крупнопористого материала, к участкам поверхности срезов, имеющим существенно отличающиеся неровности).

Требования к шероховатости поверхности отдельных участков одной поверхности могут быть различными.

Параметры шероховатости (один или несколько) выбираются из приведенной номенклатуры:

Ra - среднее арифметическое отклонение профиля;

Rz - высота неровностей профиля по десяти точкам;

$Rmax$ - наибольшая высота профиля;

Sm - средний шаг неровностей;

S - средний шаг местных выступов профиля;

tr - относительная опорная длина профиля, где p - значения уровня сечения профиля.

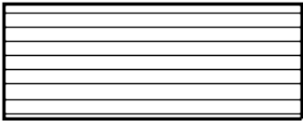

S_i - длина отрезка средней линии, между проекциями двух наивысших точек соседних выступов.

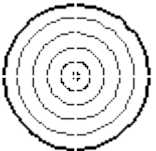
p - значение уровня сечения профиля.

Параметр **Ra** является предпочтительным.

Типы направлений неровностей поверхности выбираются из табл. 1.

Таблица 1 Типы направления неровностей

Параллельное		Параллельно линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования
Перпендикулярное		Перпендикулярно линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования

<p>Перекрещивающиеся</p>		<p>Перекрещивание в двух направлениях наклонно к линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования</p>
<p>Произвольное</p>		<p>Различные направления по отношению к линии, изображающей на чертеже поверхность, к шероховатости которой устанавливаются требования</p>
<p>Кругообразное</p>		<p>Приблизительно кругообразно по отношению к центру поверхности, к шероховатости которой устанавливаются требования</p>
<p>Радиальное</p>		<p>Приблизительно радиально по отношению к центру поверхности, к шероховатости которой устанавливаются требования</p>

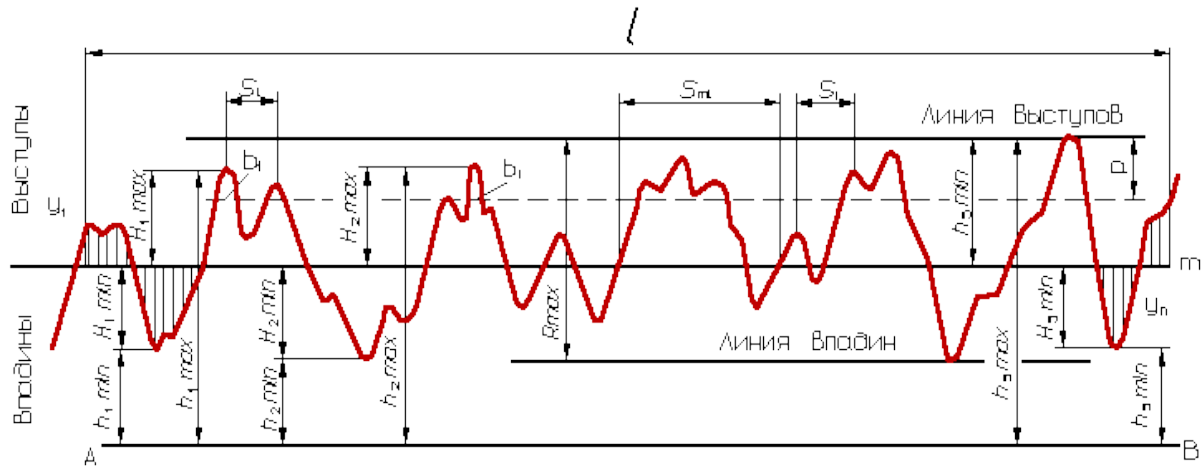


Рисунок 18 - Профиль шероховатости поверхности

Знаки применяемые в обозначении шероховатости поверхности:

∇ - образованной удалением слоя материала, например, точением, фрезерованием, сверлением и т. д.

∇ - образованной без удаления слоя материала, например, литьем, прокатом, ковкой, волочением и т.д.;
- не обрабатываемой по данному чертежу.

✓ - без указания вида обработки.

Волнистость – это совокупность неровностей, расстояние между соседними вы- ступами которых превышает базовую длину l . Причина ее возникновения – вибрация технологической системы станок – приспособление – инструмент – деталь. Волнистость рассматривается как часть отклонения формы поверхности и, ес- ли не сделано особых указаний, ограничивается допуском формы.

Тема 2.3 Стандартизация точности типовых элементов деталей и соединений

Тема 2.3.1 Стандартизация точности резьб и резьбовых соединений

Резьбовое соединение — соединение двух деталей с помощью резьбы, в которой одна из деталей имеет наружную резьбу, а другая – внутреннюю.

Резьбовые соединения являются одним из самых распространенных видов соединений. В машиностроении около 80 % деталей либо имеют резьбовые поверхности, либо их крепление осуществляется с помощью резьбовых изделий.

Основными *достоинствами* резьбовых соединений являются сравнительно легкая сборка-разборка и высокий уровень взаимозаменяемости изделий.

К *недостаткам* резьбовых соединений можно отнести усложнение конструкции и технологии (обработка резьбовых поверхностей требует применения специального оборудования и инструмента, усложняется контроль деталей).

В зависимости от *формы профиля* резьбы делятся на:

- метрические (с треугольным профилем, исходным для которого является равносторонний треугольник с углом при вершине 60°);
- дюймовые (с симметричным треугольным профилем и углом при вершине 55°), применяемые обычно для труб, трубные;
- прямоугольные (с прямоугольным профилем);
- трапецеидальные (с симметричным трапецеидальным профилем);
- упорные (с несимметричным трапецеидальным профилем);
- круглые (с профилем, образованным дугами).

В практической деятельности наибольшее распространение получили метрические резьбы.

Для метрических резьб стандартизованы:

- профиль резьбы;
- номинальные диаметры и шаги;
- нормы точности.

Профиль метрической резьбы регламентирован ГОСТ 9150-2002 (ИСО 68-1-98) «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль».

В основу профиля резьбы положен исходный треугольник резьбы с углом профиля 60° , высотой исходного треугольника H и заданным шагом P .

Рис. Номинальный профиль метрической резьбы и основные размеры его элементов

d, D – наружный диаметр наружной резьбы (болта), наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);

d_2, D_2 – средний диаметр наружной резьбы (болта), средний диаметр внутренней резьбы (гайки);

d_1, D_1 – внутренний диаметр наружной резьбы (болта), внутренний диаметр внутренней резьбы (гайки);

d_3 – внутренний диаметр болта по дну впадины;

P – шаг резьбы;

H – высота исходного треугольника;

α – угол профиля резьбы;

R – номинальный радиус закругления впадины болта;

$H_1 = 5/8 H$ – рабочая высота профиля.

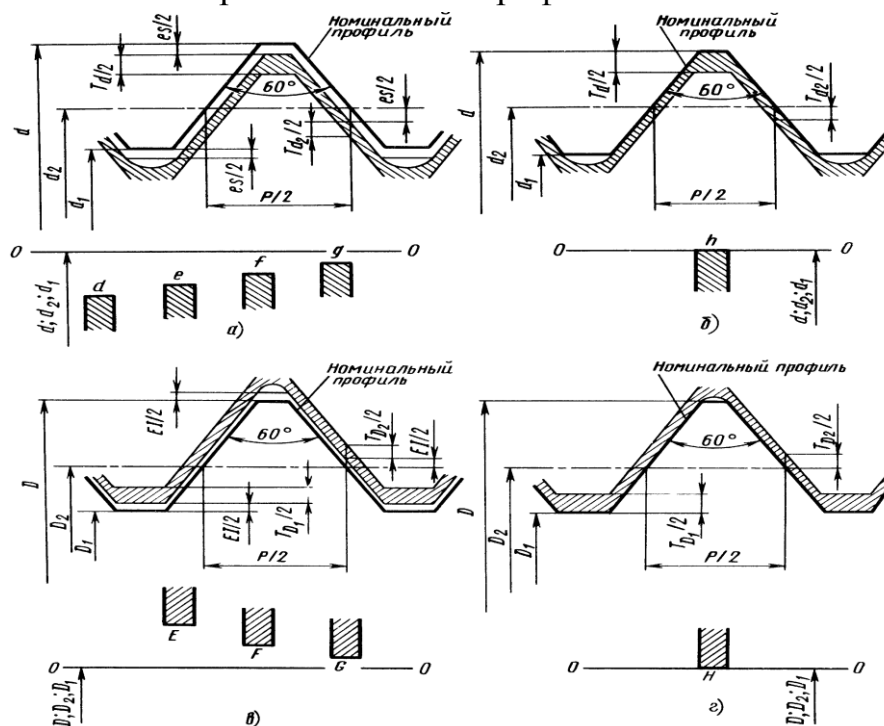


Рисунок 19 - Поле допуска резьбового соединения

Резьбы точного класса рекомендуется применять для ответственных статически нагруженных резьбовых соединений и при необходимости малых колебаний характера посадки. Средний класс точности рекомендуется для резьб общего назначения. Для резьб, нарезаемых на горячекатаных заготовках, в длинных глухих отверстиях и т.д., предпочтение отдается грубому классу точности.

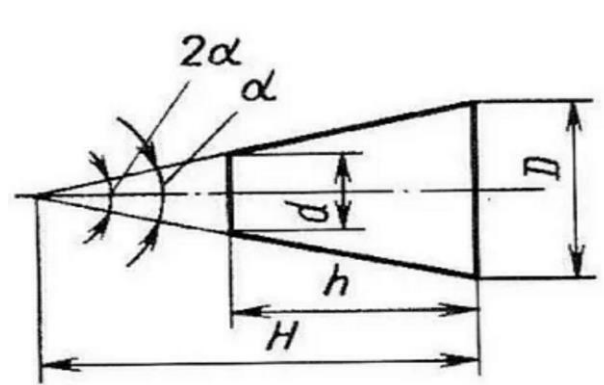
ГОСТ 16093 устанавливает также три группы длин свинчивания: короткие S , нормальные N и длинные L .

Болт и гайка изготавливаются независимо друг от друга.

2.3.2 Стандартизация точности углов и конических соединений

Гладкие конические соединения внутреннего конуса с наружным имеют разнообразное применение. Они имеют следующие преимущества перед цилиндрическими соединениями: Передают большие крутящие моменты, обеспечивают лучшее центрирование соединения, а так же возможность регулирования зазоров или натягов.

Конусы, как наружные, так и внутренние, характеризуются диаметром большого основания D (рис 20), диаметром малого основания d , углом конуса α ,



углом $\alpha/2$, и длиной конуса L .

Рисунок 20 - Параметры конуса

Основные элементы конусов связаны соотношением $D-d/2=2 \operatorname{tg}(\alpha/2)=C$; или $C/2=\operatorname{tg}(\alpha/2)=0,5(D-d)/L=i$

где; C -название конусность, i - уклон.

Конусность является основным параметром конического соединения и на чертежах знаком \sphericalangle , который ставится острым концом по направлению к вершине конуса.

По своему назначению конусы могут быть:

- * центрирующими — для обеспечения высокой точности центрирования
- *силовыми — для передачи крутящих моментов
- *герметичными — для ликвидации возможностей утечки жидкостей и газов
- * закрепительными — для крепления деталей в строго определенном положении с помощью различных клиньев, конических штифтов и болтов
- * уплотнительными — для уплотнения конических соединений
- * регулируемыми — для измерения частоты вращения в различных функциональных и других механизмах
- * свободными — несопрягаемыми, например различные обтекатели скоростных машин.

ГОСТ 8908-81 регламентирует допуски углов конусов и ряды нормальных углов. Этим же стандартом установлено 17 степеней точности допусков углов: 1,2,3,...17, из которых допуск 17 й степени точности самый грубый.

Широкое применение угловых размеров на практике привело к необходимости их регламентирования. ГОСТ 8908-81 стандартизирует углы и разделяет их на три ряда:

ряд 1 - $0^{\circ}, 5^{\circ}, 15^{\circ}, 20^{\circ}, 30^{\circ}, 45^{\circ}, 60^{\circ}, 90^{\circ}, 120^{\circ}$.

ряд 2 - $30^{\circ}, 1^{\circ}, 2^{\circ}, 3^{\circ}, 4^{\circ}, 6^{\circ}, 8^{\circ}, 10^{\circ}, 40^{\circ}, 75^{\circ}$.

ряд 1 - $9^{\circ}, 12^{\circ}, 18^{\circ}, 22^{\circ}, 25^{\circ}, 35^{\circ}, 50^{\circ}, 55^{\circ}, 65^{\circ}, 70^{\circ}, 80^{\circ}, 85^{\circ}, 100^{\circ}, 110^{\circ}, 135^{\circ}, 150^{\circ}, 165^{\circ}, 180^{\circ}, 270^{\circ}, 360^{\circ}$.

При выборе углов первый ряд следует предпочитать второму, а второй третьему.

В целях достижения ВЗ конических изделий или соединений ГОСТ 8593-81 устанавливает ряды нормальных конусностей.

Допустимые параметры конусов не могут назначаться независимо друг от друга.

Назначение допусков углов конуса согласно ГОСТ 8908-81 зависит от длины конуса L и от длины образующей L_1 .

При конусности не более 1:3 длина конуса L приближенно принимается равной длине образующей L_1 (разность не более 2%)

Допуски углов призматических элементов деталей следует назначать в зависимости от номинальной длины L_1 , меньшей стороны угла .

Стандарт определяет следующие допуски углов:

A_T — допуск угла (разность между наибольшим и наименьшими углами)

A_{α} — допуск угла, выраженный в угловых единицах

A_{T_h} – допуск угла, выраженный отрезком на перпендикуляре к стороне угла, противоположному углу A_{α} на расстоянии L_1 от вершины этого угла

A_{T_D} – допуск угла конуса, выраженный допуском на разность диаметров в двух нормальных к оси сечения конуса на заданном расстоянии L между ними.

α - номинальный угол конуса.

2.3.3 Стандартизация точности шпоночных соединений

Для соединения деталей машин (зубчатых колес, шкивов, муфт, роликов, дисков, кулачков, рукояток и др.) с валами при невысоких требованиях к точности центрирования соединяемых деталей применяют шпоночные соединения.

Шпонки служат для передачи крутящего момента, предотвращения проворачивания втулки на валу, обеспечения перемещения втулки вдоль вала или фиксации взаимного положения деталей в узле. С их помощью достигается сравнительно легкая разборка и сборка узла.

Особенностью шпоночных соединений является то, что в сопряжении участвует три элемента: поверхность паза на валу, поверхность паза во втулке и поверхность шпонки.

Основными недостатками шпоночных соединений являются: малая несущая способность; ослабление валов шпоночными пазами; концентрация напряжений из-за неблагоприятной формы шпоночных пазов. В связи с этим шпонки используются, как правило, в мало нагруженных соединениях.

В машиностроении получили распространение шпоночные соединения с призматическими, сегментными, клиновыми и тангенциальными шпонками. Наибольшее применение получили призматические и сегментные шпонки.

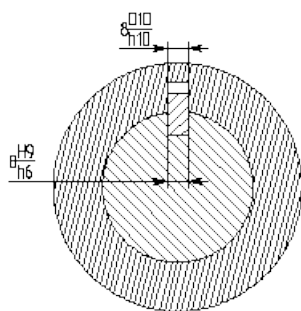


Рисунок 21- Шпоночное соединение

Виды шпонок:

1. Призматические шпонки - обеспечивают лучшее центрирование вала с сопрягаемой деталью и образуют как неподвижные, так и скользящие соединения. Призматические шпонки закладывают в

шпоночные канавки так, чтобы между верхней гранью шпонки и дном канавки верхней детали был зазор.

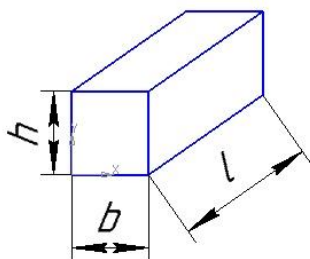


Рисунок 22 - Призматическая шпонка

2. Сегментные шпонки - работают так же, как и призматические, но применяют их только для неподвижных соединений.

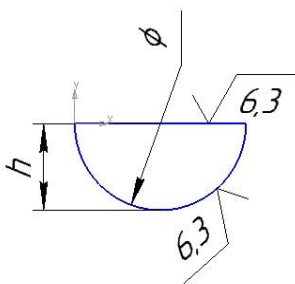


Рисунок 23 - Сегментные шпонки

3. Клиновые шпонки - представляют собой клин с уклоном 1 : 100, который запрессовывается между валом и ступицей. Клиновые шпонки применяют при сборке узлов, не требующих высокой точности, так как они смещают ось ступицы по отношению к оси вала и при короткой ступице могут вызвать перекос.

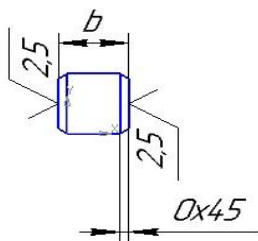


Рисунок 24 - Клиновые шпонки

При образовании шпоночных соединений различают 3 вида:

- свободные соединения с гарантированным зазором
- нормальное соединение, образуют переходную посадку с большей вероятностью получения зазора
- плотные соединения использование одного поля допуска для паза на валу и во втулке.

2.3.4 Стандартизация точности шлицевых соединений

Шлицевое соединение — это многошпоночное соединение, служащее для передачи крутящего момента.

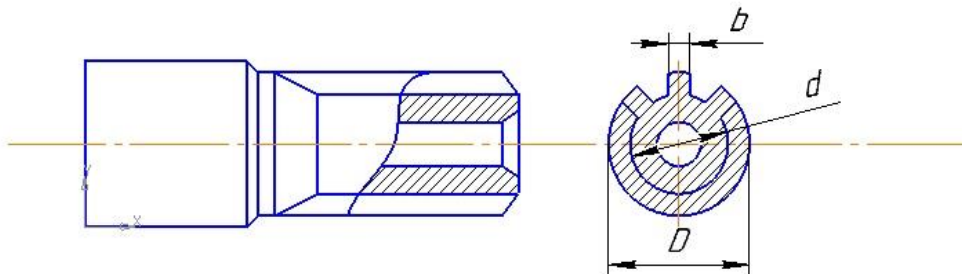


Рисунок 24 - Шлицевое соединение

z - число шлицев

b -ширина шлицев.

Достоинства по сравнению со шпоночными соединениями:

1. выше прочность, поэтому передают больше нагрузки
2. лучшее центрирование и направление посаженных на вал деталей, более равномерное распределение нагрузки по высоте зуба

Виды шлицевых соединений:

Наибольшее распространение получили шлицевые соединения с прямобочным профилем и четным числом зубьев (ГОСТ 1139 – 80).

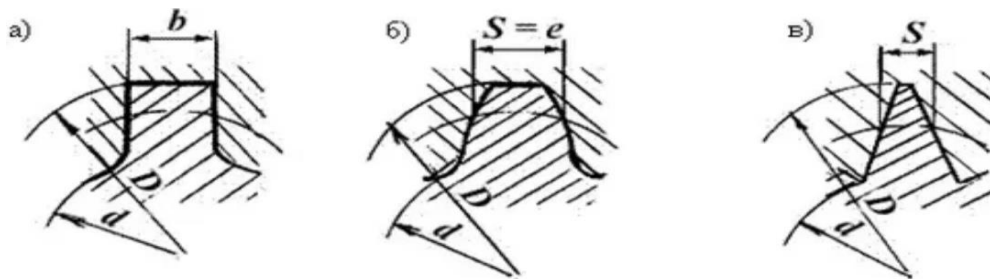


Рисунок 25 - Виды шлицевых соединений

Существует три способа центрирования: по наружному (D), по внутреннему (d) диаметрам, по боковым сторонам зубьев (b) (в эвольвентных S).

Центрирование по наружному диаметру (D) рекомендуется, когда втулку термически не обрабатывают или когда твердость материала втулки после термической обработки допускает калибровку протяжкой, а твердость вала допускает 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 внутреннему диаметру (d) целесообразно, когда втулка имеет высокую твердость и ее нельзя обработать чистой протяжкой. Способ обеспечивает точное центрирование и применяется обычно для подвижных соединений.

Центрирование по боковым сторонам зубьев (b) целесообразно при передаче знакопеременных нагрузок, больших крутящих моментов, а также при реверсивном движении. Этот метод не обеспечивает высокой точности центрирования и поэтому редко применяется.

Посадки шлицевых соединений (ГОСТ 1139 – 80) назначают в системе отверстия по центрирующей цилиндрической поверхности и боковым поверхностям впадин втулки и зубьев вала (т.е. по d и b или D и b , или только по b). Допуски и основные отклонения размеров d , D , b назначают по ГОСТ 25346 – 82.

Посадки назначают в зависимости от способа центрирования по ГОСТ 1139 – 80

Наибольшее распространение получили шлицевые соединения с прямобочным профилем и четным числом зубьев (ГОСТ 1139 – 80).

Посадки шлицевых соединений (ГОСТ 1139 – 80) назначают в системе отверстия по центрирующей цилиндрической поверхности и боковым поверхностям впадин втулки и зубьев вала (т.е. по d и b или D и b , или только по b). Допуски и основные отклонения размеров d , D , b назначают по ГОСТ 25346 – 82.

Посадки назначают в зависимости от способа центрирования по ГОСТ 1139 – 80

Шлицевые соединения контролируются калибрами.

2.3.5 Параметры зубчатых колес

Зубчатые передачи широко применяют в транспортных, сельскохозяйственных машинах и в промышленном оборудовании. С их помощью изменяют по величине и направлению скорости движущихся частей станков и передают от одного вала к другому усилия и крутящие моменты. Крутящий момент равен произведению силы на плечо.

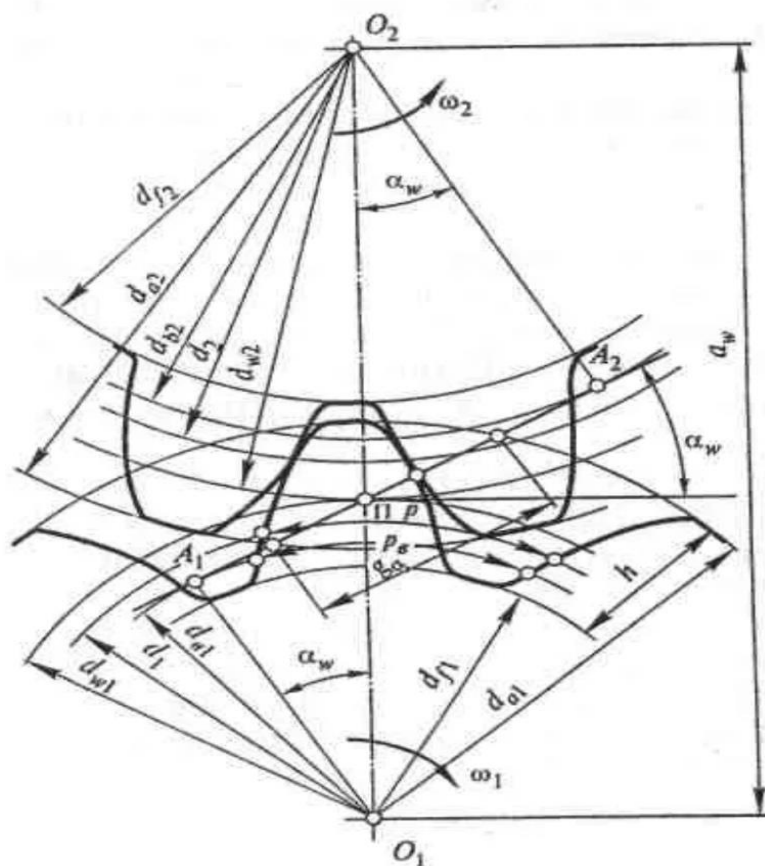


Рисунок 26 Параметры зубчатых передач

ГОСТ 1643-81 устанавливают параметры и характеристики зубчатого колеса. По точности изготовления все зубчатые колеса разделены на 12 степеней точности: 1,2,3,...12(в порядке понижения точности) . Для 1 и 2й степени точности допуски не предусмотрены. Колеса 3...5й степени точности предназначены в основном для измерительных колес, используемых для проверки контролируемых зубчатых колес. Самыми распространенными колесами являются колеса 6...9й степени точности(применяются в авиадвигателях, редукторах, тракторах и строительной технике).

Элементы зубчатого колеса. В каждом зубчатом колесе различают три окружности: делительную окружность, окружность выступов, окружность впадин, а следовательно, три соответствующих им диаметра.

Делительная, или начальная окружность зубчатого колеса делит зуб по высоте на две неравные части: верхнюю, называемую головкой зуба, и нижнюю, называемую ножкой зуба. Высоту головки обозначают h' , а высоту ножки h'' . Диаметр этой окружности обозначается D_d .

Окружность выступов зубчатого колеса - это окружность, ограничивающая сверху профили зубьев колеса. Обозначают ее D_e .

Окружность впадин зубчатого колеса проходит по основанию впадин зубьев и обозначается D_i .

Расстояние между серединами двух соседних зубьев, измеренное по дуге делительной окружности, называется *шагом зубчатого зацепления* и обозначается буквой t .

Величина элемента зубчатого колеса задается в долях модуля (m). *Модуль* показывает долю диаметра начальной окружности в миллиметрах, приходящуюся на один зуб, т. е,

$$D_d/z=m,$$

где z - число зубьев зубчатого колеса.

Если шаг, выраженный в миллиметрах, разделить на число $\pi=3,14$, то также получим модуль, т. е. $m=t/\pi$ мм, а тогда шаг будет $t=m\pi$.

Дуга делительной окружности S в пределах зуба называется *толщиной зуба зубчатого колеса*, дуга S' - шириной впадин. Размер b зуба по линии, параллельной оси колес, называется длиной зуба.

Радиальный зазор δ - кратчайшее расстояние между вершиной зуба и основанием впадины сопряженного колеса.

Боковой зазор зубчатого колеса C_{π} - кратчайшее расстояние между нерабочими профильными поверхностями смежных зубьев, когда их рабочие поверхности находятся в контакте.

С модулем связаны все элементы зубчатого колеса:

высота головки зуба $h' = m$;

высота ножки зуба $h'' = 1,25 m$;

высота всего зуба $h = h' + h'' = m + 1,25m = 2,25m$.

Зная число зубьев z , с помощью модуля можно определить диаметр делительной окружности зубчатого колеса.

$$D_d = mz.$$

Диаметр окружности выступов (диаметр заготовки зубчатого колеса) вычисляют по формуле:

$$D_e = D_d + 2h' = zm + 2m = (z + 2)m.$$

Формулы, с помощью которых можно определить параметры цилиндрических зубчатых колес в зависимости от модуля и числа зубьев z , приведены в табл. 2

Таблица 2 Формулы для расчета параметров цилиндрических зубчатых колес

Параметры	Обозначения	Формулы
Наружный диаметр	D_e	$(z+2)m$; $D_d + 2m$; D_d

		$(z_2+2)(t/\pi)$
Диаметр начальной окружности	D_d	$mz; D_e - 2m$
Модуль	m	$t/\pi; D_d/z;$ $D_e/(z+2)$
Шаг зацепления	t	$m\pi; (\pi D_d)/z$
Высота зуба (глубина впадины)	h	$2,25m; h'+h''$
Высота головки зуба	h'	$m; t/\pi$
Высота ножки зуба	h''	$1,25m; h-h'$
Измеренные по начальной окружности: Толщина зуба	S	$t/2; (\pi m)/2$
Измеренные по начальной окружности: Ширина впадины	S'	$t/2; (\pi m)/2$
Межцентровое расстояние	A	$((z_1+z_2)/2) m$
Радиальный зазор	δ	$0,25m; h''-h'$

Для зубчатых колес применяются углеродистые и легированные стали с содержанием углерода от 0,2 до 0,6%.

Для литых колес применяют литейные стали марок 35Л, 50Л, а также легированные литейные стали - 40ХЛ, 30ХГСЛ, 40ХНЛ и др.

Для изготовления зубчатых колес применяют серый чугун марок СЧ 28-48; СЧ 32-52; СЧ 35-56 и модифицированный чугун МСЧ 32-52 и МСЧ 35-56.

2.3.6 Стандартизация точности зубчатых колес и передач

Для суммарного допуска установлено семь степеней точности (5,6,7.....11). Основными геометрическими параметрами шлицевых

соединений с эвольвентным профилем являются: номинальный наружный диаметр D , модуль m и число зубьев Z .

При центрировании по наружному диаметру в обозначение добавляется посадка по наружному диаметру.

По эксплуатационному назначению зубчатые передачи можно подразделить на 4 группы: кинематические, скоростные, силовые и общего назначения.

Кинематические передачи используются в измерительных приборах, делительных цепях станков и основное требование предъявляемое к ним – обеспечение высокой кинематической точности т.е. точная согласованность углов поворота ведущего и ведомого колес.

Скоростные зубчатые передачи работают при высоких окружных скоростях, передают большие мощности. Основное требование – обеспечение плавности вращения без появления мгновенных ускорений.

Силовые зубчатые передачи передают большие крутящие моменты при малой окружной скорости. Основное требование- обеспечение полноты контакта рабочих профилей передачи.

Исходя из этого стандартами установлено три группы норм допускаемых отклонений параметров, характеризующих кинематическую точность, плавность работы и контакт зубьев, что позволяет назначать различные нормы и степени точности в зависимости от эксплуатационных требований к передаче. Так, для скоростных передач важнейшими являются нормы плавности работы.

Для каждой нормы точности установлено 12 степеней точности с 1,2,.....12 в порядке понижения точности и увеличения допусков (сравните с 20 качествами для допусков линейных размеров)

Кинематическая точности передачи количественно характеризуется кинематической погрешностью передачи :

Кинематическая погрешность зубчатого колеса и, соответственно, передачи возникает из — за отдельных поэлементных погрешностей, таких как колебание длины общей нормали, погрешности окружного шага,

колебания измерительного межосевого расстояния и др. Стандартом установлены системы допусков цилиндрических зубчатых колес и передач для всех трех норм. Так, для кинематической точности колес установлено 9 комплексов нормируемых показателей (Якушев). Комплексным показателем кинематической точности зубчатого колеса является кинематическая погрешность, которая выявляется в результате измерений на зубообкатных приборах.

Плавность работы передачи нарушается в результате появления мгновенных ускорений, которые, в свою очередь, возникают из-за кинематических погрешностей, которые циклически изменяющихся в пределах зубчатого колеса. Например, циклическая погрешность по колесу окружного шага вызовет при обкате с парным колесом появление мгновенных ускорений на этих участках. Контакт зубьев в передаче обеспечивает высокую износостойкость и расчетные контактные давления на рабочих профилях зубьев. При неполном и неравномерном прилегании зубьев уменьшается несущая плоскость поверхности их контакта, неравномерно распределяются контактные напряжения и смазочный материал, что приводит к интенсивному износу. На полноту контакта зубьев влияет погрешности формы и их взаимного расположения в передаче, неточность расположения осей главных отверстий корпусной детали, определяющие расположение зубчатых колес и другие факторы. Комплексным показателем контакта зубьев передачи является пятно контакта зубьев, которое определяется опытным.

Тема 2.4 Моделирование размерных цепей

2.4.1 Классификация, термины, обозначения. Методы расчета цепей

Размерной цепью называется совокупность взаимосвязанных последовательно расположенных друг за другом размеров образующих замкнутый контур.

В зависимости от решения могут быть:

1. Конструкторские цепи- это размерные цепи перед которыми ставится задача обеспечения точности при конструировании изделий.

2. Технологические цепи- это размерные цепи перед которыми ставится задача обеспечения точности при изготовлении деталей и сборке изделий.

Размеры образующие размерную цепь называют *звеньями размерной цепи*. В каждой размерной цепи есть одно замыкающее звено, остальные составляющие.

Замыкающий размер – это размер получающийся автоматически, в ходе выполнения составляющих размеров.

Составляющий размер – это размер, изменение величины которых сказывается на величине замыкающего звена.

Составляющие размеры могут быть увеличивающими и уменьшающими.

Увеличивающие – это размеры при увеличении которых замыкающий размер увеличивается.

Уменьшающие – это размеры при увеличении которых замыкающий размер уменьшается.

Конструкторские размерные цепи могут быть:

1. Подетальные – это совокупность размеров отнесенных к одной детали.

2. Сборочные – это совокупность размеров выражающих взаимосвязь деталей в узле или механизме.

В зависимости от расположения между собой размеров цепи могут быть:

1. линейными
2. плоскостными
3. пространственными

2.4.2 Расчет размерных цепей методом max-min

1. Допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих размеров.

$$T_{A_0} \sum_{i=1}^N T_{A_i} \quad (14)$$

2. Номинальное значение замыкающего звена равно разности между суммой номинальных размеров увеличивающих составляющих звеньев и суммой номинальных размеров уменьшающих составляющих звеньев.

$$A_0 = \sum_{i=1}^N A_{увi} - \sum_{i=1}^N A_{умi} \quad (15)$$

3. Верхним предельным отклонением замыкающего звена называется разность между суммой верхних предельных отклонений увеличивающих составляющих звеньев и суммой нижних предельных отклонений уменьшающих составляющих звеньев.

$$ES_{A_0} = \sum_{i=1}^N ES_{увi} - \sum_{i=1}^N EI_{умi} \quad (16)$$

4. Нижним предельным отклонением замыкающего звена называется разность между суммой нижних предельных отклонений увеличивающих составляющих звеньев и суммой верхних предельных отклонений уменьшающих составляющих звеньев.

$$EI_{A_0} = \sum_{i=1}^N EI_{увi} - \sum_{i=1}^N ES_{умi} \quad (17)$$

Пример:

$$\text{умБ}_1 = 20(-0,13) \quad \text{ТБ}_1 = 0,13$$

$$\text{умБ}_2 = 14(-0,12) \quad \text{ТБ}_2 = 0,12$$

$$\text{умБ}_3 = 50(\pm 0,31) \quad \text{ТБ}_3 = 0,62$$

$$\text{умБ}_4 = 10(-0,36) \quad \text{ТБ}_4 = 0,36$$

$$\text{увБ}_5 = 20(-0,12) \quad \text{ТБ}_5 = 0,12$$

$$\text{увБ}_6 = 5(-0,3) \quad \text{ТБ}_6 = 0,3$$

$$\text{увБ}_7 = 9(-0,36) \quad \text{ТБ}_7 = 0,36$$

$$\text{увБ}_8 = 60(-0,74) \quad \text{ТБ}_8 = 0,36$$

$$\sum \text{ТБ} = 2,75$$

$$B_0 = (20+5+9+60) - (20+14+50+10) = 0$$

$$ES_{B_0} = 0 - (-0,13 - 0,12 - 0,31 - 0,36) = 0,92$$

$$EI_{B_0} = (-0,12 - 0,3 - 0,36 - 0,74) - (0,31) = -1,83$$

Замыкающее звено = 0

$$B_0 = 0_{-1,83}^{0,92} \quad (\text{допуск равен } 2,75) \quad \text{ТБ} = 2,75$$

Равенство удовлетворяется, значит, задача решена верно.

2.4.3 Роль метрологии в обеспечении взаимозаменяемости

Метрологическое обеспечение — установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Основными целями метрологического обеспечения являются:

- повышение качества продукции, эффективности управления производством и уровня автоматизации производственных процессов;
- обеспечение взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов, создание необходимых условий для кооперирования производства и развития специализации;
- повышение эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, экспериментов и испытаний;
- обеспечение достоверности учета и повышение эффективности использования материальных ценностей и энергетических ресурсов;
- повышение эффективности мероприятий по профилактике, нормированию и контролю условий труда и быта людей, охране окружающей Среды, оценке и рациональному использованию природных ресурсов;
- повышение уровня автоматизации управления транспортом и безопасности его движения;
- обеспечение высокого качества и надежности связи.

Госстандарт РФ осуществляет решение следующих основных задач метрологического обеспечения:

- определение основных направлений развития метрологического обеспечения и путей наиболее эффективного использования научных и технических достижений в этой области;
- разработку научно-технических, технико-экономических, правовых и организационных основ метрологического обеспечения на всех уровнях управления народным хозяйством;
- организацию и проведение фундаментальных научных исследований по изысканию и использованию новых физических эффектов с целью

- создания и совершенствования методов и средств измерений высшей точности и определения значений физических констант;
- обеспечение единства измерений в стране, стандартизацию основных положений, правил, требований и норм метрологического обеспечения, развитие и совершенствования ГСИ;
 - установление допускаемых к применению единиц физических величин;
 - установление системы государственных эталонов единиц физических величин, их создание, утверждение, совершенствование и хранение;
 - установление единого порядка передачи размеров единиц физических величин от государственных эталонов всем средствам измерений;
 - разработку межотраслевых программ метрологического обеспечения и организацию работ по их осуществлению;
 - научно-методическое руководство разработкой комплексных программ метрологического обеспечения отраслей народного хозяйства;
 - создание и совершенствование рабочих эталонов и образцовых средств измерений высшей точности, планирование и координацию разработок комплексных поверочных установок и лабораторий;
 - установление единых требований к метрологическим характеристикам средств измерений;
 - установление порядка, планирование и проведение государственных испытаний средств измерений, предназначенных для серийного или массового производства и ввода их из-за границы партиями, утверждение типов средств измерений, допущенных к применению в РФ;
 - государственную поверку средств измерений;
 - установление общих требований к стандартным образцам состава и свойств веществ и материалов;
 - осуществление руководства государственной службой стандартных справочных данных государственной службой стандартных образцов веществ и материалов, государственной службой времени и частоты и обеспечение их развития;

- государственный надзор за производством, состоянием, применением и ремонтом средств измерений, и соблюдением метрологических правил, требований и норм, а также за деятельностью ведомственных метрологических служб;
- организацию и выполнение особо точных измерений;
- организацию и осуществление подготовки и повышения квалификации кадров в области метрологии;
- организацию работ по международному сотрудничеству в области метрологии, обеспечения единства и требуемой точности измерений, необходимых для международной торговли, научно-технического и экономического сотрудничества;
- увязку работ по метрологическому обеспечению с нуждами обороны страны;
- организацию и осуществление научно-технической информации в области метрологического обеспечения и экспонирования на постоянной выставке средств измерений, предназначенных для серийного или массового производства и ввоза из-за границы партиями.

Тема 3.1 Основные понятия метрологии

3.1.1 Роль метрологии в формировании качества продукции

Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения требуемой точности при обеспечении единства измерений (греч metron – мера, logos - учение).

Основные термины и определения регламентируются ГОСТ 16263-70 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения». Он дает основные положения и определения. С 1 янв. 2001 года на территории РФ введены рекомендации РМГ 29-99, которые также содержат все основные требования и определения метрологии и измерительной техники, согласованные с международными стандартами ИСО31 (01-13), ИСО 1000.

Метрология включает в себя три составляющие:

- теоретическую – раздел метрологии, предметом которой является разработка фундаментальных основ метрологии (изучает общие теоретические проблемы измерений);
- практическую – предметом являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии;
- законодательную – предметом является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимости точности измерений в интересах общества.

Измерение – это основное понятие метрологии, означающее установление значения измеряемой величины с помощью специальных технических средств.

Физическая величина (ФВ) – это свойство физического объекта, системы, явления или процесса общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них (температура, скорость, длина, сила и т.д.).

Количественное определение ФВ конкретного объекта называется размерностью ФВ.

Единица ФВ – ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено значение, равное единице.

Единство измерений – комплекс принятых мер, при которых результаты измерений выражены в общепринятых узаконенных единицах величин и погрешности измерений не превышают установленных стандартов с учитываемой вероятностью.

Метрологические характеристики (МХ) – характеристики, которые определяют качество (точность).

Средство измерений – устройство, предназначенное для проведения измерений (тех. средства, используемые при измерениях и имеющие нормируемые МХ).

Поверка средства измерений - комплекс мер, исполняемых объектами государственной метрологической службы с целью подтверждения соответствия СИ установленным ГОСТ техническим требованиям.

Калибровка средства измерений - комплекс принятых мер, исполняемых для подтверждения и определения действующих значений метрологических характеристик и(или) годности к использованию СИ, не подлежащего обязательному государственному контролю и метрологическому надзору.

Все измерения содержат погрешности, которые возникают при проведении измерительного эксперимента из-за влияния различных факторов внешней среды, экспериментатора и т.д. Поэтому различают истинное и действительное значение ФВ.

Истинное значение ФВ – такое значение ФВ, которое идеально отражает в качественном и количественном отношении свойства объекта. Это предел, к которому приближается результат измерения при повышении точности измерения.

Действительное значение ФВ – значение ФВ, найденное при помощи самых совершенных тех. средств измерения, поэтому близко к истинному и может заменять его при практических измерениях.

Погрешность – это отклонение измеряемого значения от истинного (действительного)

$$\Delta = X_d - X_{изм}$$

Метод измерений - совокупность приемов использования принципов и средств измерений.

А). Метод непосредственной оценки заключается в определении значения физической величины по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия. Например – измерение напряжения вольтметром. Этот метод является наиболее распространенным, но его точность зависит от точности измерительного прибора.

Б).Метод сравнения с мерой – в этом случае измеряемая величина сравнивается с величиной, воспроизводимой мерой. Точность измерения может быть выше, чем точность непосредственной оценки.

К видам измерений (если не разделять их по видам измеряемых физических величин на линейные, оптические, электрические и др.) можно отнести измерения:

- прямые и косвенные,
- совокупные и совместные,
- абсолютные и относительные,
- однократные и многократные,
- технические и метрологические,
- равноточные и неравноточные,
- равномерные и неравномерные,
- статические и динамические.

Прямые и косвенные измерения различают в зависимости от способа получения результата измерений.

При прямых измерениях искомое значение величины определяют непосредственно по устройству отображения измерительной информации применяемого средства измерений. Формально без учета погрешности измерения они могут быть описаны выражением

$$Q = X,$$

где Q – измеряемая величина,

Косвенные измерения – измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

При совокупных измерениях осуществляется измерение нескольких одноименных величин.

Совместные измерения подразумевают измерение нескольких неоднородных величин, например, для нахождения зависимости между ними.

При измерениях для отображения результатов могут быть использованы разные оценочные шкалы, в том числе градуированные либо в единицах измеряемой физической величины, либо в различных относительных единицах, включая и безразмерные. В соответствии с этим принято различать абсолютные и относительные измерения.

По числу повторных измерений одной и той же величины различают однократные и многократные измерения, причем многократные неявно подразумевают последующую математическую обработку результатов.

В зависимости от точности измерения делят на технические и метрологические, а также на равноточные и неравноточные, равномерные и неравномерные.

Технические измерения выполняют с заранее установленной точностью, иными словами, погрешность технических измерений не должна превышать заранее заданного значения.

Метрологические измерения выполняют с максимально достижимой точностью, добиваясь минимальной погрешности измерения.

Оценка равноточности и неравноточности, равномерности и неравномерности результатов нескольких серий измерений зависит от выбранной предельной меры различия погрешностей или их случайных составляющих, конкретное значение которой определяют в зависимости от задачи измерения.

Статические и динамические измерения правильнее характеризовать в зависимости от соизмеримости режима восприятия входного сигнала измерительной информации и его преобразования. При измерении в статическом (квазистатическом) режиме скорость изменения входного сигнала несоизмеримо ниже скорости его преобразования в измерительной цепи и все изменения фиксируются без дополнительных динамических искажений. При измерении в динамическом режиме появляются дополнительные (динамические) погрешности, связанные со слишком быстрым изменением самой измеряемой физической величины или входного сигнала измерительной информации от постоянной измеряемой величины.

Качество продукции.

В результате производственной деятельности человека создаются материальные ценности, предназначенные для удовлетворения его определенных потребностей. Эти материальные ценности принято называть *продукцией*. Продукция может быть изделиями или продуктами.

Изделия — результат работы производственного предприятия, характеризуемый величиной, исчисляемой в штуках, экземплярах (детали, агрегаты, обувь и т.д)

Продукты — результат работы производственного предприятия, характеризуемый величиной, исчисляемой в килограммах, литрах, метрах (металлы, зерно, краска)

Качество продукции - совокупность свойств продукции, обуславливающих её пригодность удовлетворять определённые потребности в соответствии с её назначением.

Контроль качества - это процесс получения и обработки информации об объекте с целью определения нахождения параметров объекта в заданных пределах. Процесс контроля заключается в установлении соответствия действительных значений физических величин установленным предельным значениям. Контроль должен ответить на вопрос находится ли контролируемая физическая величина в поле допуска или выходит за его пределы.

Контроль параметров и характеристик объекта, связанный с нахождением действительных значений физических величин, называется *измерительным контролем*.

В тех случаях, когда нет необходимости определять числовые значения физических величин, а требуется установить только факт нахождения параметра в поле допуска или выхода из него, производится качественная оценка параметров объекта, т.е. осуществляется *качественный контроль*. Качественный контроль в отличие от измерительного контроля называют просто *контролем*.

Виды контроля

Классификация видов контроля основана на различных признаках: время проведения и место контроля в технологическом цикле, управляющее воздействие контроля, объект контроля и др. Рассмотрим наиболее распространённые виды контроля.

- Контроль может быть *разрушающий и неразрушающий*.

При *разрушающем контроле* для выполнения контрольных операций необходимо разрушить изделие и дальнейшее его использование становится не возможным. Примером разрушающего контроля, когда определение соответствия контролируемого параметра установленным предельным отклонениям, сопровождается разрушением объекта, является проверка изделия на прочность.

При *неразрушающем контроле* соответствие контролируемого параметра установленным предельным отклонениям определяется по результатам полученной информации об объекте контроля. Взаимодействие органов средства контроля с объектом контроля не вызывает разрушения объекта и не изменяет его свойств. Примерами неразрушающего контроля являются: контроль размеров деталей, отклонений формы и расположения поверхностей, давления, температуры и др. Результаты контроля можно использовать для воздействия на ход производственного процесса.

- В зависимости от характера этого воздействия контроль может быть *активным и пассивным*.

Активный контроль объекта осуществляется непосредственно в ходе технологического процесса формирования изделия, например обработки детали на станке. Текущие результаты активного контроля дают информацию о необходимости изменения режимов обработки или корректировке параметров технологического оборудования, например необходимость изменения положения между режущим инструментом и деталью. Активный контроль может быть *ручным*, при котором режимами и остановкой станка в процессе изготовления изделия управляет оператор, наблюдающий за показаниями приборов или *автоматическим*, когда управление станком осуществляется с помощью команд, выдаваемых

установленным на станке или вне станка устройством. Применение активного контроля позволяет повысить производительность труда, улучшить качество изготовления, вести одновременное обслуживание нескольких единиц технологического оборудования, получать высокую точность изделий, использовать на этих работах операторов относительно невысокой квалификации. Перспективным является создание устройств активного контроля, работающих без настройки по образцовым объектам. В качестве образцовых могут быть как материальные объекты (например, образцовые детали), так и соответствующее программное обеспечение.

В отличие от активного *пассивный контроль* осуществляется после завершения отдельной технологической операции или всего технологического цикла изготовления объекта (детали или изделия). На стадиях жизненного цикла изделия, в том числе технологического процесса изготовления, производимый контроль имеет различное назначение и протяжённость во времени.

- Различают *входной, операционный и приёмочный контроль, а также непрерывный, периодический и летучий контроль.*

Входному контролю подвергают сырьё, исходные материалы, полуфабрикаты, комплектующие изделия, техническую документацию и т. д. Контроль производится по ряду параметров, среди которых: *визуальный и инструментальный контроль* геометрии продукции, соответствие отгрузочным документам, наличие дефектов и др. С входного контроля начинается формирование качества изделия при производстве на данном предприятии.

Операционный контроль или межоперационный контроль проводится на различных стадиях производственного процесса изготовления изделия. Назначение и порядок его проведения определяется технологической документацией - маршрутными и операционными картами.

Приёмочный контроль состоит в проверке готовых изделий и наиболее ответственных узлов. Контролю подвергаются: взаимное расположение элементов изделия, качество выполненных соединений (сила и момент

затяжки резьбовых соединений, качество пригонки стыкуемых поверхностей и др.), правильность постановки и наличие деталей в соединениях, масса узлов и изделия в целом, уравновешенность вращающихся частей изделия и т.д.

Непрерывный и периодический контроль состоит либо в непрерывной проверке соответствия контролируемых параметров нормам точности либо соответственно в периодической проверке через установленные интервалы времени.

В произвольные моменты времени могут проводить *летучий контроль*.

- Контроль осуществляется сверху донизу, объекты *государственной, региональной и международной* значимости подвергаются государственному контролю (надзору). Это относится, например, к объектам, на которые распространяются требования технических регламентов, к государственному надзору за измерительной техникой, к надзору за применением законодательно установленной системы единиц физических величин и др.

- Другой уровень - *инспекционный контроль*, он может быть *ведомственный, межведомственный, вневедомственный*.

- Далее - *контроль на производстве, контроль отделом технического контроля (ОТК) предприятия, цеховой контроль мастером и личный контроль на рабочем месте*.

- В зависимости от места проведения различают *подвижный и стационарный контроль*.

Большинство видов контроля проводится непосредственно на рабочих местах: у станка, на производственных участках, в цехах и т.п., такой контроль называют *подвижным*. Однако, осуществить такой контроль не всегда возможно, т.к. возникает необходимость применения специальных средств контроля, требующих отдельно расположенных контрольных участков, стендов, лабораторий, а иногда отдельно стоящих сооружений, как например радиационный контроль, такой контроль называют *стационарным*.

Объектами контроля являются: производимая продукция; техническая, товарная и сопроводительная документация; параметры технологического процесса; средства технологического оснащения; документация по прохождению рекламаций; правила соблюдения условий эксплуатации, а также технологическая дисциплина и квалификация исполнителей.

- В зависимости от объёма производства отличают *однократный и многократный контроль*.

- По способу отбора изделий, подвергаемых контролю, отличают *сплошной и выборочный контроль*. Сплошной (стоцентный) контроль всех без исключения изготовленных изделий применяется при индивидуальном и мелкосерийном производстве.

- При крупносерийном и массовом производстве применяются *статистические методы контроля*.

3.1.2 Виды метрологии и средства измерения. Погрешности измерения

Виды метрологии:

1. Спортивная метрология

Предметами спортивной метрологии, как части общей метрологии, являются измерения и контроль в спорте. Для нас в спортивной метрологии интересно прежде всего то, что в ней термин „измерение трактуется в самом широком смысле, ибо в спортивной практике недостаточно измерять только физические величины. Методы этой дисциплины позволяют находить различные показатели: психологические, биологические, эстетические, социологические и другие. Ведь, кроме измерений длины, высоты, времени, массы и других физических величин, в спорте теперь приходится оценивать техническое мастерство, выразительность и артистичность движений и тому подобные, казалось бы, неизмеряемые, нефизические величины

2. Международная организация законодательной метрологии (теоретическая)

Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) учреждена на основе межправительственной Конвенции, подписанной в 1956

г. Россия участвует в МОЗМ как правопреемница Советского Союза. Организация объединяет более 80 государств. Цель МОЗМ — разработка общих вопросов законодательной метрологии, в том числе установление классов точности средств измерений; обеспечение единообразия определения типов, образцов и систем измерительных приборов; рекомендации по их испытаниям для унификации метрологических характеристик; порядок поверки и калибровки средств измерений; гармонизация поверочной аппаратуры, методов сличения, поверок и аттестации эталонных, образцовых и рабочих измерительных приборов; выработка оптимальных форм организации метрологических служб и обеспечение единства государственных предписаний по их ведению; оказание научно-технического содействия развивающимся странам в создании и организации работ метрологических служб и их оснащение надлежащим оборудованием; установление единых принципов подготовки кадров в области метрологии с учетом различных уровней квалификации.

3. Законодательная метрология на современном этапе

Основополагающим этапом развития законодательной метрологии в Российской Федерации можно считать 1993 год, когда был принят Закон Об обеспечении единства измерений , который впервые на высшем уровне установил основные нормы и правила управления метрологической деятельностью в стране.

4. Сфера законодательной метрологии

Осуществлении торговли и расчетов между покупателем и продавцом; определении налоговой базы; осуществлении таможенных и банковских операций; обеспечении защиты жизни и охраны здоровья человека; проведении государственного технического осмотра транспортных средств, диагностике технического состояния транспортных средств; обеспечении промышленной безопасности опасных производственных объектов, пожарной безопасности и радиационной безопасности; осуществлении геодезической и картографической деятельности; осуществлении гидрометеорологической деятельности и т.д.

Средства измерения.

Средство измерения — это техническое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства.

Технические устройства, предназначенные для обнаружения (индикации) физических свойств, называются *индикаторами* (стрелка компаса, лакмусовая бумага). С помощью индикаторов устанавливается только наличие измеряемой физической величины интересующего нас свойства материи.

По метрологическому назначению средства измерений делятся на образцовые и рабочие.

Образцовые предназначены для поверки по ним других средств измерений как рабочих, так и образцовых менее высокой точности.

Рабочие средства измерений предназначены для измерения размеров величин, необходимых в разнообразной деятельности человека.

Сущность разделения средств измерений на образцовые и рабочие состоит не в конструкции и не в точности, а в их назначении.

К средствам измерения относятся:

1. *Меры*, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера. Различают однозначные и многозначные меры, а также наборы мер (гири, кварцевые генераторы и т. п.). Меры, воспроизводящие физические величины одного размера, называются *однозначными*. *Многозначные меры* могут воспроизводить ряд размеров физической величины, часто даже непрерывно заполняющих некоторый промежуток между определенными границами. Наиболее распространенными многозначными мерами являются миллиметровая линейка, вариометр и конденсатор переменной емкости.

К однозначным мерам относятся также образцы и образцовые вещества. В зависимости от погрешности аттестации меры подразделяются на *разряды* (меры 1, 2-го и т. д. разрядов), а погрешность мер является основой их деления на классы.

2. *Измерительные преобразователи* - это средства измерений, перерабатывающие измерительную информацию в форму, удобную для дальнейшего преобразования, передачи, хранения и обработки, но, как правило, не доступную для непосредственного восприятия наблюдателем (термопары, измерительные усилители и др.).

По месту, занимаемому в приборе, преобразователи подразделяются на: *первичные, передающие, промежуточные*.

3. *Измерительные приборы* относятся к средствам измерений, предназначенным для получения измерительной информации о величине, подлежащей измерению, в форме, удобной для восприятия наблюдателем.

4. *Вспомогательные средства измерений*. К этой группе относятся средства измерений величин, влияющих на метрологические свойства другого средства измерений при его применении или поверке.

5. *Измерительные установки*. Для измерения какой-либо величины или одновременно нескольких величин иногда бывает недостаточно одного измерительного прибора. В этих случаях создают целые комплексы расположенных в одном месте и функционально объединенных друг с другом средств измерений (мер, преобразователей, измерительных приборов и вспомогательных средств), предназначенных для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем.

6. *Измерительные системы* - это средства и устройства, территориально разобщённые и соединённые каналами связи. Информация может быть представлена в форме, удобной как для непосредственного восприятия, так и для автоматической обработки, передачи и использования в автоматизированных системах управления.

Погрешности измерения

Погрешность – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Истинное значение ФВ может быть установлено лишь путем проведения бесконечного числа измерений, что невозможно реализовать на практике. Истинное значение измеряемой величины является недостижимым, а для анализа погрешностей в качестве значения ближайшего к истинному, используют действительное значение измеряемой величины, значение получают с использованием самых совершенных методов измерений и самых высокоточных средств измерений. Таким образом, погрешность измерений представляет собой отклонение от действительного значения $\Delta = X_d - X_{изм}$

Классификация погрешностей:

1) По способу выражения:

а) *Абсолютная* – погрешность, выраженная в единицах измеряемой величины $\Delta = X_d - X_{изм}$

б) *Относительная* – погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности к результату измерений или действительному значению измеряемой величины $\gamma_{отн} = (\Delta / X_d) * 100$.

в) *Приведенная* – это относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условию, принятому значению величины постоянному во всем диапазоне измерений (или части диапазона) $\gamma_{прив} = (\Delta / X_{норм}) * 100$, где $X_{норм}$ – нормирующее значение, установленное для приведенных значений. Выбор $X_{норм}$ производится в соответствии с ГОСТом 8.009-84.

2) По причинам и условиям возникновения:

а) *Основная* - это погрешность средств измерения, которые находятся в нормальных условиях эксплуатации, возникает из-за неидеальности функции преобразования и вообще неидеальности свойств средств измерений и отражает отличие действительной функции преобразования средств измерения в н.у. от номинальной нормированной документами на средства измерений (стандарты, тех. условия). Нормативными документами предусматриваются следующие н.у.:

- Температура окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;

- Относительная влажность (65 ± 15)%;
- напряжение питания сети ($220\pm 4,4$)В;
- частота питания сети (50 ± 1)Гц;
- отсутствие эл. и магн. полей;
- положение прибора горизонтальное, с отклонением $\pm 2^\circ$.

Рабочие условия измерений – это условия, при которых значения влияющих величин находятся в пределах рабочих областей, для которых нормируют дополнительную погрешность или изменение показаний СИ.

б) *Дополнительная* – это составляющая погрешности средств измерений, возникающая дополнительно к основной, вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормы её значения или вследствие её выхода за пределы нормированной области значений. Обычно нормируется наибольшее значение дополнительной погрешности.

Предел допускаемой основной погрешности – наиб. основная погрешность средств измерения, при которой СИ может быть годным и допущено к применению по тех. условиям.

Предел допускаемой дополнительной погрешности – наибольшая дополнительная погрешность, при которой СИ допущено к применению.

Для того чтобы иметь возможность выбирать СИ путем сравнения их характеристик вводят обобщенную характеристику данного типа СИ – *класс точности (КТ)*. Обычно это предел допускаемых основной и дополнительной погрешностей. КТ позволяет судить в каких пределах находится погрешность СИ одного типа, но не является непосредственным показателем точности измерений, выполняемых с помощью каждого из этих СИ, т.к. погрешность зависит также от метода, условий измерений и т.д. Это нужно учитывать при выборе СИ в зависимости от заданной точности.

3) По характеру изменений:

а) *систематические* – составляющая погрешности, остающаяся постоянной или изменяющаяся по известной закономерности во все время проведения измерений. Может быть исключена из результатов измерения путем регулировки или введением поправок. К ним относят: методические П,

инструментальные Δ , субъективные Δ и т. д. Такое качество СИ, когда систематическая погрешность близка к нулю называют правильностью.

б) *случайные* – это составляющие погрешности, изменяющиеся случайным образом, причины нельзя точно указать, а значит, и устранить нельзя. Приводят к неоднозначности показаний. Уменьшение возможно при многократных измерениях и последующей статистической обработке результатов. Т.е. усредненный результат многократных измерений ближе к действительному значению, чем результат одного измерения. Качество, которое характеризуется близостью к нулю случайной составляющей погрешности называется сходимостью показаний этого прибора.

в) *промахи* – грубые погрешности, связанные с ошибками оператора или неучтенными внешними воздействиями. Их обычно исключают из результатов измерений, не учитывают при обработке результатов.

4) По зависимости от измеряемой величины:

а) *Аддитивные погрешности* (не зависят от измеряемой величины)

б) *Мультипликативные погрешности* (пропорционально значению измеряемой величины).

Мультипликативная погрешность по-другому называется погрешностью чувствительности.

Аддитивная погрешность обычно возникает из-за шумов, наводок, вибраций, трения в опорах. Пример: погрешность нуля и погрешность дискретности (квантования).

Мультипликативная погрешность вызывается погрешностью регулировки отдельных элементов измерительных приборов. Например, из-за старения (погрешность чувствительности СИ).

5) В зависимости от влияния характера изменения измеряемой величины:

а) *Статическая* – погрешность СИ при измерении неизменной или медленно изменяющейся величины.

б) *Динамическая* – погрешность СИ, возникающая при измерении быстро меняющейся во времени ФВ. Динамическая погрешность является следствием инерционности прибора.

3.1.3 Понятие о физической величине. Система физических величин

Система единиц физических величин (англ. system of units of measurement) – совокупность основных и производных единиц физических величин, образованная в соответствии с принципами для заданной системы физических величин.

Таблица 2 Единицы физических величин

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Размерность
Длина	L, l, s	метр	м
Ширина	b	метр	м
Высота	H, h	метр	м
Толщина	H, h	метр	м
Радиус	R, r	метр	м
Диаметр	D, d	метр	м
Время	t	секунда	с
Температура	T	Кельвин	К
Температура	<i>t, τ, θ</i>	градус Цельсия	°С
Площадь	S	квадратный метр	м ²

Объем	V	кубический метр	м ³
Период	T	секунда	с
Заряд	g, Q	Кулон	Кл = А • с
Сила тока	I	Ампер	А
Потенциал	φ	Вольт	В
Напряжение	U	Вольт	В
эдс	\mathcal{E}	Вольт	В
Работа (эл.)	A	Джоуль	Дж = А • В • с
Энергия (эл.)	W	Джоуль	Дж = А • В • с
Мощность (эл.)	P	Ватт	Вт = А • В
Частота	v	Герц	с ⁻¹ = Гц
Угловая скорость	ω	Герц	с ⁻¹ = Гц
Циклическая частота	ω	Герц	с ⁻¹ = Гц
Магнитный поток	Ф	Всбер	Вб = В • с
Коэффициент трения	μ , К	—	—

Оптическая сила	D	диоптрия	дптр = м ⁻¹
Магнитная проницаемость	μ	—	—
Диэлектрическая проницаемость	ϵ	—	—
Жесткость	k	Ньютон на метр	$\frac{H}{\mu}$
Скорость	v, u	метр в секунду	$\frac{M}{c}$
Ускорение	a	метр в секунду в квадрате	$\frac{M}{c^2}$
Плотность	ρ	килограмм на кубический метр	$\frac{kg}{M^3}$
Сила	F	Ньютон	$H = \frac{kg \cdot M}{c^2}$
Момент силы	M	Ньютон-метр	$H \cdot M = \frac{kg \cdot M^2}{c}$
Импульс тела	mv	килограмм-метр на секунду	$\frac{kg \cdot M}{c}$
Импульс силы	Ft	Ньютон-секунда	$H \cdot c = \frac{kg \cdot M}{c^2}$
Работа	A	Джоуль	$Дж = H \cdot M = \frac{kg \cdot M^2}{c^2}$

Количество теплоты	Q	Джоуль	$\text{Дж} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$
Энергия	W, E, U, П	Джоуль	$\text{Дж} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$
Мощность	N	Ватт	$\text{Вт} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3}$
Напряжение механическое	σ	Паскаль	$\text{Па} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$
Удельное сопротивление	P	Ом-метр	ОМ • м
Давление	P	Паскаль	$\text{Па} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$
Удельная теплоемкость	P	Джоуль на килограмм Кельвин	$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
Сопротивление	R	Ом	В/А
Проводимость	G	1 / Ом = Сименс	А/В
Емкость	C	Фарад	$\Phi = \frac{A \cdot c}{B}$
Индуктивность	L	Генри	$\Gamma_{\text{н}} = \frac{B \cdot c}{A}$
Магнитная индукция	B	Тесла	$\Gamma_{\text{л}} = \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}$
Напряженность	E	Вольт на метр	В/ м

электрического поля			
Напряженность магнитного поля	H	Ампер на метр	A/ м
Плотность тока	j	Ампер на квадратный метр	A/ м ²
Поверхностная плотность заряда	σ	Кулон на квадратный метр	Кл/ м ²

Метрологические характеристики средств измерения.

Метрологическая характеристика средств измерений - характеристика одного из свойств измерений, влияющих на результат измерений или его погрешность.

Диапазон показаний - область значений шкалы, ограниченная конечным и начальным значениями, т. е. наименьшим и наибольшим значениями измеряемой величины.

Шкала - это часть устройства, представляющая собой совокупность отметок и проставленных у некоторых из них чисел отсчетов или других символов, соответствующих ряду последовательных значений величины.

Отметка шкалы - это знак (штрих, точка и т. п.) на шкале, соответствующий некоторому отдельному значению измеряемой величины.

Промежуток между двумя соседними отметками шкалы называется делением шкалы.

Цена деления шкалы - разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Диапазон измерений - область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений.

Чувствительность измерительного прибора - отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины.

Различают абсолютную и относительную чувствительность.

Отчетное устройство СИ – часть конструкции средств измерения, предназначенная для нахождения значений измеряемой или воспроизводимой физической величины.

Тема 3.2 Гладкие калибры

3.2.1 Классификация гладких калибров. Расчет исполнительных размеров калибров

Калибрами – называют бенекальные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и расположения поверхностей детали.

Калибры бывают: предельные и нормальные.

Предельные калибры позволяют определять, находится ли проверяемый размер в пределах допуска. При образовании таких посадок такой контроль гарантирует качественное соединение деталей.

Нормальным калибром называется точные шаблоны, которые служат контрольного сложения профилей, например эвольвентных.

Гладкий калибр представляет собой калибр с гладкой рабочей поверхностью (цилиндрической, сферической, конической или плоской).

Калибр-пробка, представляющий собой калибр с наружной цилиндрической или конической поверхностью, служит для контроля отверстий.

Калибр-скоба (с рабочими поверхностями, расположенными на внутренней входной части скобы) служит для контроля валов.

Классификация предельных калибров:

-По виду контролируемых поверхностей и параметров калибры подразделяют: на гладкие для цилиндрических и конических поверхностей;

резьбовые; шлицевые; для контроля длины, уступов, глубины и высоты; для контроля взаимного расположения поверхностей изделий и другие.

-По числу одновременно контролируемых элементов калибры делят на элементные и комплексные. Элементные калибры предназначены для контроля отдельных линейных или угловых размеров деталей. Комплексные калибры предназначены для одновременного контроля нескольких элементов (например, среднего диаметра, шага и угла профиля резьбовых поверхностей).

-По условиям оценки годности детали калибры подразделяют на нормальные и предельные.

Все калибры маркируют. Маркировка содержит номинальный размер и числовые величины предельных отклонений. Маркировку наносят на нерабочих поверхностях калибра и на ручке

Материалы, из которых изготавливаются калибры: ХВГ, 9ХС, У8, У10, У12А.

Основные требования, предъявляемые к калибрам:

- Высокая точность изготовления.
- Высокая износостойкость, твердость и качество рабочих поверхностей, которые достигаются закалкой этих поверхностей армированием твердым сплавом, хромированием и др.
- Стабильность рабочих размеров во времени.
- Наибольшая жесткость при наименьшей массе.
- Обеспечение высокой производительности и удобства контроля.

Определение исполнительных размеров калибров:

В настоящем стандарте приняты следующие обозначения размеров и допусков:

- D - номинальный размер изделия;
- D_{min} - наименьший предельный размер изделия;

D_{\max}	- наибольший предельный размер изделия;
T	- допуск изделия;
H	- допуск на изготовление калибров (за исключением калибров со сферическими измерительными поверхностями) для отверстия;
H_s	- допуск на изготовление калибров со сферическими измерительными поверхностями для отверстия;
H_1	- допуск на изготовление калибров для вала;
H_p	- допуск на изготовление контрольного калибра для скобы;
Z	- отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера изделия;
Z_1	- отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера изделия;
$У$	- допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;
$У_1$	- допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия;

Пример: Рассчитать исполнительные размеры для контроля вала $\varnothing 30h6(-0,013)$ $H1=4\text{мкм}$, $Z1=3\text{мкм}$, $У1=4\text{мкм}$.

$$D_{\max}=30, D_{\min}=29,987.$$

$$\text{Пр. max} = d_{\max} - Z1 + \frac{H1}{2} = 30 - 0,003 + 0,002 = 29,999$$

$$\text{Пр. min} = d_{\max} - Z1 - \frac{H1}{2} = 30 - 0,003 - 0,002 = 29,995$$

$$\text{Пр. изн} = d_{\max} + У1 = 30 + 0,004 = 30,004$$

$$\text{Пр. исп} = \text{Пр. min} + H1 = 29,995 + 0,004$$

$$\text{He. max} = d_{\min} + \frac{H1}{2} = 29,987 + 0,002 = 29,989$$

$$\text{He. min} = d_{\min} - \frac{H1}{2} = 29,987 - 0,002 = 29,985$$

$$\text{He. исп} = \text{He. Min} + H1 = 29,985 + 0,004$$

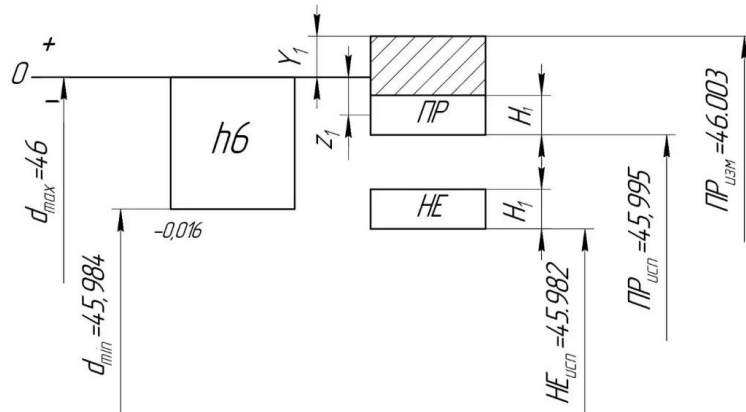


Рисунок 27- допуск калибра для контроля вала

Рассчитать исполнительные размеры для контроля отверстия
 $\varnothing 30H7(+0,021)H=4\text{мкм}, Z=3\text{мкм}, Y=3\text{мкм}$

$$\text{Пр. max} = D_{\text{min}} + Z + H/2 = 30 + 0.003 + 0.002 = 30.005$$

$$\text{Пр. min} = D_{\text{min}} + Z - H/2 = 30 + 0.003 - 0.002 = 30.001$$

$$\text{Пр. изн} = D_{\text{min}} - Y = 30 + 0.003 = 29.997$$

$$\text{Пр. исп} = \text{Пр. max}_{-H} = 30.005_{-0.004}$$

$$\text{He. max} = D_{\text{max}} + \frac{H}{2} = 30.021 + 0.002 = 30.023$$

$$\text{He. min} = D_{\text{max}} - \frac{H}{2} = 30.021 - 0.002 = 30.019$$

$$\text{He. исп} = \text{He. Max}^{+H} = 30.023^{+0.004}$$

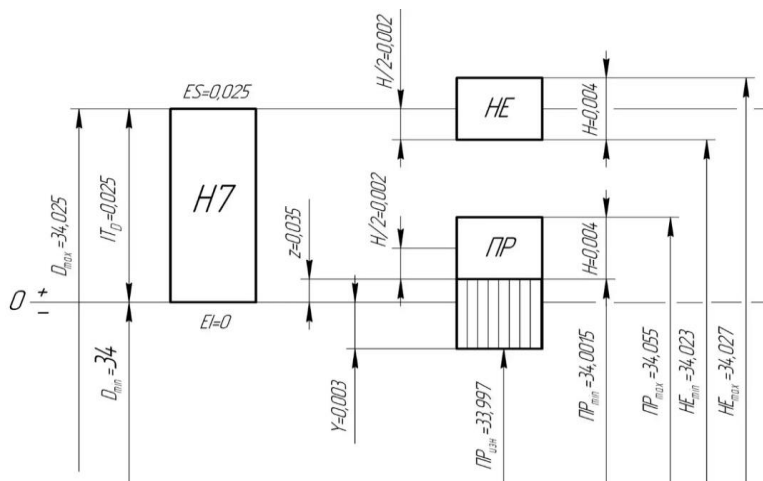


Рисунок 28 - Допуск калибра для контроля отверстия

Тема 3.3 Механические измерительные инструменты и приборы

3.3.1 Плоскопараллельные концевые меры длины (ПКМР).

Штангенинструменты, микрометрические инструменты

Плоскопараллельные концевые меры длины:

Концевая мера длины— образцовая мера длины (эталон) от 0,5 до 1000 мм, выполненная в форме прямоугольного параллелепипеда или круглого цилиндра, с нормируемым размером между измерительными плоскостями.

Концевые меры применяют для хранения и материального воспроизведения Государственного первичного эталона единицы длины, для поверки и калибровки мер и измерительных приборов, для установки приборов на ноль при относительных измерениях, для непосредственных измерений размеров изделий, а также для особо точных разметочных работ и наладки станков. Главное достоинство КМД в том, что они являются точным материальным носителем размера, КМД сохраняют размер и форму в течение многих лет.

Стандартом ISO 3650:1998 установлено четыре класса точности (допуска) КМД:

– КМД класса точности 2 обычно используют как «Рабочие эталоны» в измерительных лабораториях для установки приборов и инструментов при относительных измерениях и их калибровки, а также для настройки контрольных приспособлений и станков.

– КМД класса точности 1 в основном используют как «Рабочие эталоны» в измерительных лабораториях и контрольных пунктах для калибровки приборов и инструментов и для точных измерений;

– КМД класса точности 0 используют в качестве «Исходного эталона» (Образцового средства) в калибровочных и измерительных лабораториях в

термоконстантных помещениях для поверки и калибровки КМД, приборов, инструментов и калибров и для выполнения очень точных измерений;

– КМД класса точности 3 используют в качестве «Исходного эталона» (Образцового средства) в калибровочных и измерительных лабораториях государственных метрологических институтов и сертифицированных центров для поверки и калибровки КМД, эталонов длины, приборов, инструментов и калибров. КМД класса точности K являются самым точным эталоном.

Концевые меры длины комплектуются в наборы, обеспечивающие возможность получения блока (соединения) концевых мер любого (в пределах определенного диапазона) размера до третьего десятичного знака.

Блок концевых мер образуется путем притирания концевых мер друг к другу.

Притираемостью концевых мер называется их способность сцепляться между собой или с плоскими кварцевыми и стеклянными пластинами при надвигании или прикладывании одной меры на другую, или меры на пластину. Явление притираемости объясняется молекулярным притяжением в присутствии тончайших слоев смазки.

Штангенинструменты:

Штангенинструменты - измерительные приборы для замера линейных величин с отсчетом по штриховой шкале либо цифровому дисплею.

Штангенглубиномеры принципиально не отличаются от штангенциркулей. По сути, штангенглубиномер - это штангенциркуль, конструктивно приспособленный для удобства линейных измерений малодоступных внутренних размеров изделий. Рабочими поверхностями штангенглубиномеров являются торцовая поверхность штанги и база для измерений - нижняя поверхность основания.

Штангенрейсмасы (иногда их называют штангенрейсмусы) являются основными измерительными инструментами для разметки деталей. Они могут иметь дополнительный присоединительный узел для установки

измерительных головок параллельно или перпендикулярно плоскости основания.

Штангенциркуль — универсальный инструмент, предназначенный для высокоточных измерений наружных и внутренних размеров, а также глубин отверстий.

Штангенциркуль — один из самых распространённых инструментов измерения благодаря простой конструкции, удобству в обращении и скорости в работе.

Микрометрические инструменты:

Микрометрические инструменты широко применяют для контроля наружных и внутренних размеров, глубин пазов и отверстий.

Измерение микрометрическими инструментами осуществляется методами непосредственной оценки, т.е, результаты измерений непосредственно считываются со шкалы инструмента. Принцип действия этих инструментов основан на использовании пары винт- гайка, преобразующей вращательное движение винта в поступательное движение его торца (пятки).

Гладкие микрометры МК с пределом измерений 25 мм предназначены для измерения наружных размеров деталей . К основным деталям и узлам гладкого микрометра (рис 29) относятся скоба 7, пятка 2, микровинт 4, стопор 5 винта, стебель 6, барабан 7 и трещотка 8.

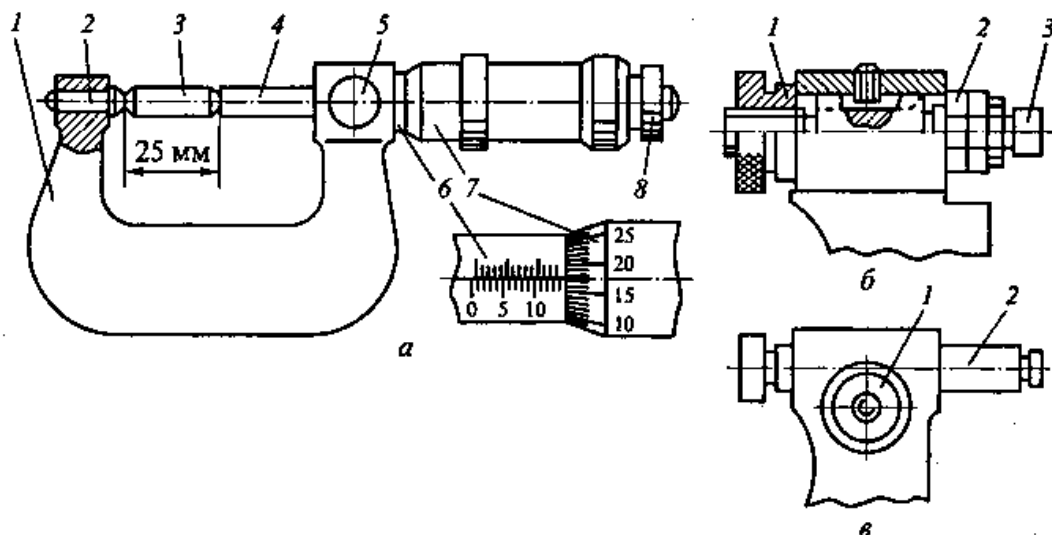


Рисунок 29 - Гладкий микрометр

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

Резьбовой микрометр со вставками служит для измерения среднего диаметра метрической и дюймовой резьб и имеет такое же устройство, как и обычный микрометр.

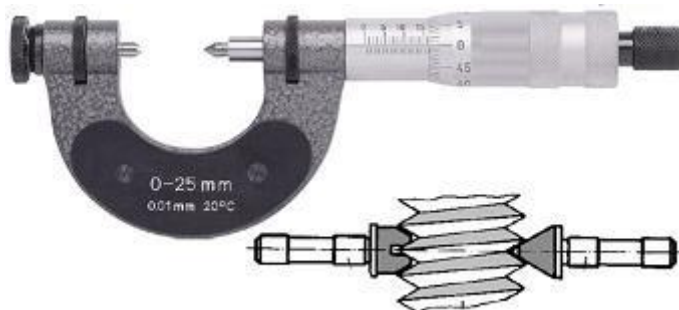


Рисунок 30 - Резьбовой микрометр

Микрометрические глубиномеры - предназначены для измерения глубин пазов и высоты уступов до 300 мм. Изготавливаются в соответствии с ГОСТ 7470-92. Принцип действия микрометрического глубиномера основывается на пропорциональности угла поворота измерительной головки и продольного перемещения измерительного стержня (винта). По шкале, которая нанесена на стержне, оценивается количество полных оборотов, а доли оборотов считываются по круговой шкале, которая нанесена на барабан.

Микрометрические глубиномеры могут быть:

- с отсчетом по шкалам стебля и барабана (ГМ),
- с отсчетом по электронному цифровому устройству и шкалам стебля и барабана (ГМЦ)

Микрометрический нутромер применяют для измерения внутренних размеров оборудования.

Тема 3.3.2 Рычажнозубчатые приборы, индикаторы

Рычажнозубчатые приборы:

Рычажно-зубчатые приборы представляют собой сочетание рычажной передачи с зубчатой, что позволяет значительно увеличивать передаточное отношение. Работа этих приборов основана на том, что прямолинейные перемещения измерительного стержня воспринимаются рычагами, которые с помощью зубчатой передачи преобразуют их во вращательное движение стрелки.

Рычажно-зубчатыми приборами являются рычажные скобы, рычажно-зубчатые индикаторы завода Калибр, рычажно-зубчатые микромеры. Служат для измерения наружных размеров, в основном, цилиндрических деталей.

Индикаторы:

Индикаторы – средства измерений (СИ) с ненормируемыми метрологическими характеристиками, используемые для наблюдения за изменением физических величин без оценки их значений в единицах измерения с нормированной точностью. Индикаторы не подлежат поверке или калибровке.

Индикаторные нутромеры предназначены для измерения цилиндрических отверстий. При измерениях индикаторным нутромером применяются сменные вставки.

Индикаторные скобы - служат для контроля наружных размеров, особенно эффективны для измерения крупногабаритных деталей, так как сравнительно большие погрешности индикаторов ограничивают применение этих скоб для измерения деталей малых размеров.

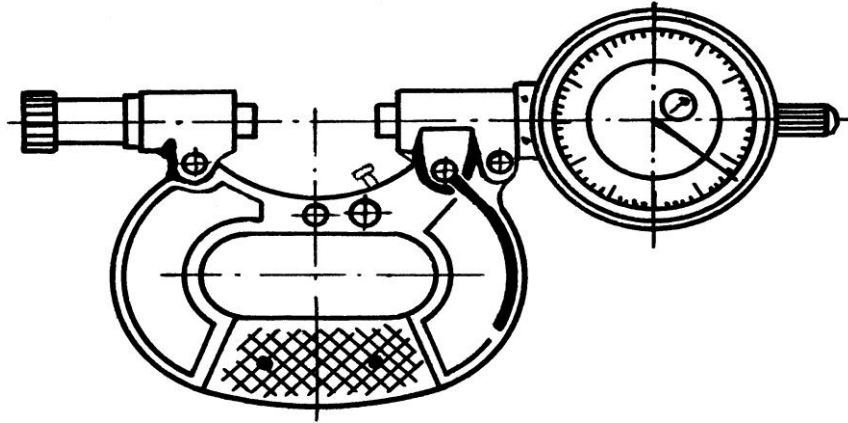


Рисунок 31 - Индикаторная скоба

Тема 3.4 Механические измерительные инструменты и приборы

Тема 3.4.1 Измерение углов

Измерение углов и конусов:

Все средства измерения углов делятся на одномерные и многомерные.

Одномерные средства – угловые меры, угловые шаблоны, угольники дают возможность сравнивать измеряемый угол с углом меры и по просвету между ними судить о соответствии проверяемой детали. Эти средства являются контрольными инструментами, служат для проверки годности детали, но не дают возможность измерять действительный размер.

Угловые шаблоны – служат для проверки по методу световой щели при массовом изготовлении деталей. Они представляют собой пластины, рабочие стороны которых выполнены с нужным углом.

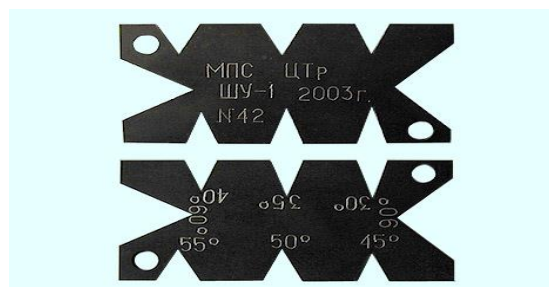


Рисунок 32 - Угловые шаблоны

Угольники – для проверки углов наружных и внутренних поверхностей, для слесарных, разметочных и других работ.

Многомерные средства- с их помощью можно проверить величину угла. Они имеют шкалу и нониус.

Угломер транспортирный – состоит из полудиска с нанесенной на нем градусной шкалой.

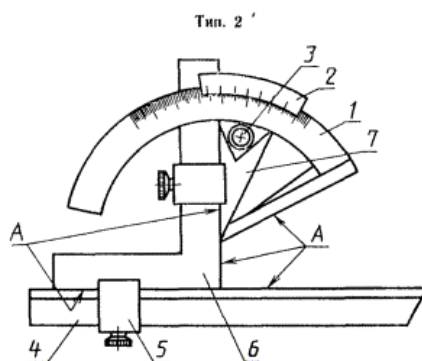


Рисунок 33- Угломер транспортирный

Угломер универсальный. Достоинства: шире пределы измерения, дает возможность измерения наружных и внутренних углов. Недостатки: сложность устройства.

Угломер универсальный ГОСТ 8378-83



Рисунок 34 - Угломер универсальный

Синусная линейка – состоит из плиток с двумя цилиндрическими роликами.

Резьбовые калибры:

Резьбу измеряют *резьбовыми калибрами*. Наружную резьбу (винт, болт) проверяют *резьбовыми кольцами или скобами*, внутреннюю (гаек, втулок и т. д.) - *резьбовыми пробками*.

Резьбовые калибры-пробки изготавливаются цельными и со вставками на коническом хвостовике. Так же как и гладкие калибры, резьбовые калибры имеют длинную резьбовую часть проходную, а короткую - непроходную.

Длина резьбовой части непроходного калибра имеет 3-5,5 витка. Проходной калибр имеет полный профиль. Кроме того, непроходная часть калибра снабжена на конце гладкой цилиндрической направляющей.

Цельные резьбовые калибры предназначаются для измерения небольших диаметров, а для измерения больших диаметров служат вставные пробки с коническим хвостовиком. Нормальные калибры изготавливаются цельными.

Конические резьбы проверяются коническими резьбовыми калибрами.

3.4.5 Средства для измерения шлицевых соединений, зубчатых колес и передач

Шлицевые соединения контролируют комплексными проходными калибрами и поэлементными непроходными калибрами. Контроль шлицевого вала или втулки комплексным калибром достаточен в одном положении, без перестановки калибра. Контроль поэлементным непроходным калибром необходим не менее чем в трех различных положениях. Если поэлементный непроходной калибр проходит в одном из этих положений, контролируемую деталь считают бракованной.

Измерение зубчатых колес по всем приведенным в ГОСТе параметрам является необязательным. ГОСТом установлены взаимно заменяющие комплексы минимального количества элементов зубчатого колеса, подлежащих выборочному, постоянному или периодическому контролю. *Кроме того, оговорено, что каждый установленный комплекс показателей точности, используемый при контроле зубчатых колес и передач, является равноправным.* Контролю подвергают только некоторые элементы, важные с точки зрения эксплуатации зубчатого колеса, или же элементы, точность изготовления которых вызывает сомнение.

Таким образом, измерение зубчатых колес производят, чтобы:

- обеспечить эксплуатационные требования, предъявляемые со стороны потребителя;

- проверить правильность процесса изготовления зубчатых колес (правильная настройка станка, заточка инструмента, правильная установка заготовки на станке и др.).

В первом случае производится окончательный контроль (готовых зубчатых колес), при котором выявляют эксплуатационные показатели:

- кинематическую точность;
- плавность работы;
- шум;
- сопровождающий процесс работы колес.

Средства измерения должны быть несложными и производительными; этому требованию отвечает комплексный однопрофильный контроль. При окончательном контроле рекомендуется совмещать измерительную базу с технологической, т. е. принимать в качестве измерительной базы посадочное отверстие зубчатого колеса.

Во втором случае осуществляют технологический контроль, при котором поэлементно оценивают качество изготовления зубчатого колеса. *Комплекс элементов, подлежащих измерению, следует выбирать так, чтобы можно было выявить технологические погрешности, допущенные при изготовлении зубчатых колес.* Технологический контроль следует вести после каждой переналадки станка, перетачивания и смены режущего инструмента.

Чаще всего в зубчатом колесе подвергают проверке следующие элементы:

- толщину зуба по делительной окружности;
- основной и делительный шаги зубчатого колеса;
- профиль зуба — эвольвенту.

При выборе средств и методов измерения следует исходить из предельной погрешности, которая может быть допущена при измерении и не должна превышать 20% допуска.

Тема 3.4.7 Измерение шага зацепления о окружного шага

Для измерения шага зацепления служит специальный шагомер для шага зацепления. Основными частями его (рис. 35) являются корпус 1, неподвижный измерительный наконечник 2, подвижный измерительный наконечник 3, рычаг 4 (для передачи отклонений на индикатор, на рис. 35 не показан), индикатор 5.

Пределы измерения прибора $m = 2...10$ мм. Цена деления 0,002 мм. Шагомер предварительно настраивается на величину номинального шага зацепления по блоку концевых мер длины. При $\alpha = 20^\circ$ номинальный шаг зацепления $P_s = 2,952 \cdot m$. Блок концевых мер, равный $2,952 \cdot m$, устанавливается в струбцину 11 между боковичками 12 и 13.

При измерении шага зацепления необходимо:

- а) определить модуль m ;
- б) составить блок концевых мер длины, равный номинальному значению P_s , установить его в струбцину между боковичками 12 и 13 и зажать винтом 14;
- в) настроить прибор. Вначале производится предварительная установка на величину P_s перемещением подвижной губки 3 винтом 6 при освобожденных винтах 7, после чего прибор устанавливается в струбцину 11 так, чтобы неподвижный наконечник 2 (рисунок 35) расположился между роликами к боковичками 13 (боковичок 13 жестко соединен с роликами, а наконечник 3 входит в контакт с боковичком 12). Вращением винта 6 перемещать подвижный наконечник 3 до тех пор, пока он не коснется боковичка 12 (рисунок 35) при натяге большой стрелки на один оборот. Винты 7 закрепляются, и индикатор 5 устанавливается на нуль поворотом ободка;
- г) определить действительное отклонение шага зацепления. Для этого настроенный прибор переносится на проверяемое колесо (рисунок 35) и устанавливается так, чтобы наконечники 2 и 3 касались одноименных

профилей двух соседних зубьев колеса по нормали к их профилям, упор 9 устанавливается винтом 10 так, чтобы он касался противоположного профиля третьего зуба и обеспечивал плотное прилегание неподвижной губки к профилю зуба. Придерживая колесо одной рукой, другой слегка обкатывать прибор вокруг оси колеса, добиваясь минимального показания

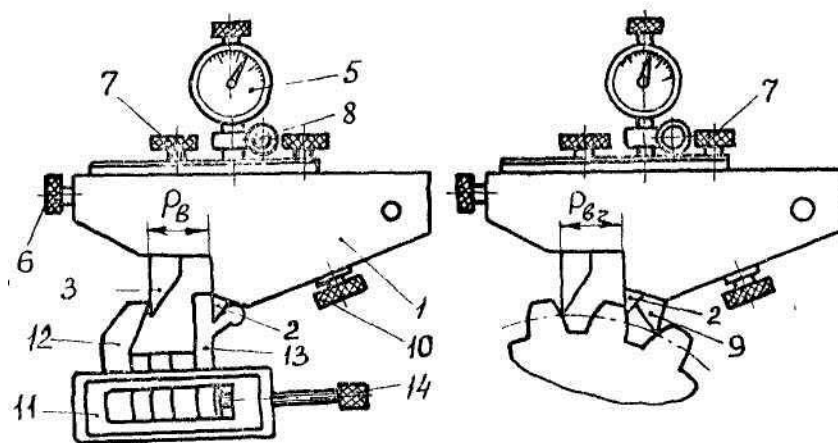


Рисунок 35 - Схема настройки шагомера

по шкале прибора, которое принимается за действительное отклонение $f_{P_{\beta r}}$ от номинального значения тяга P_{β} (рисунок 36).

Измерение необходимо выполнить для трех зубьев, равноотстоящих друг от друга по окружности по левым и правым сторонам профиля, результаты измерения занести в отчетную карту;

д) выполнить схемы полей допусков и дать заключение о годности колеса, если оно выполнено по ГОСТ 1643-72.

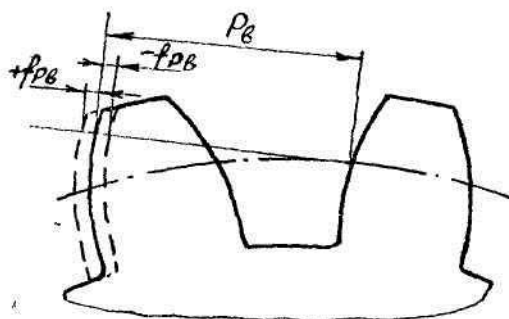


Рисунок 36 - Отклонения шага зацепления

Тема 4.1 Основные понятия по качеству

4.1.1 Основные понятия в области качества продукции. Методы определения показателей качества продукции

Качество — совокупность характерных свойств, формы, внешнего вида и условий применения, которыми должны быть наделены товары для соответствия своему назначению.

Качество у производителя и потребителя – понятия взаимосвязанные. Производитель должен проявлять заботу о качестве в течение всего периода потребления продукта. Кроме того, он должен обеспечить необходимое послепродажное обслуживание. Особенно это важно для товаров, отличающихся сложностью эксплуатации, программных продуктов.

Вернемся к уточнению понятия качества. В литературе понятие качества трактуется по-разному. Однако основное различие в понимании качества определяется различиями в условиях командно-административной и рыночной экономик. В условиях первой качество трактуется с позиции производителя, а в рыночной с позиции потребителя.

Качество продукции оценивается на основе количественного измерения определяющих ее свойств. Современная наука и практика выработали систему количественной оценки свойств продукции, которые и дают показатели качества. Широко распространена классификация свойств предметов по следующим группам, которые дают соответствующие показатели качества:

- показатели назначения товара;
- показатели надежности;
- показатели стандартизации и унификации;
- эстетические показатели;
- показатели транспортабельности;
- патентно-правовые показатели;
- экологические показатели;
- показатели безопасности.

Объективные методы определения показателей качества

Измерительный (лабораторный, инструментальный) метод определения численных значений показателей качества основан на информации, получаемой при использовании технических средств измерений (измерительных приборов, реактивов и др.).

Использование технических средств осуществляется в соответствии с методикой проведения измерений и предполагает использование приборов и реактивов. Методика проведения измерений включает методы измерений; средства и условия измерений, отбор проб, алгоритмы выполнения операций по определению показателей качества; формы представления данных и оценивания точности, достоверности результатов, требования техники безопасности и охраны окружающей среды.

Измерительным методом определяется большинство показателей качества, например, масса изделия, форма и размеры, механические и электрические напряжения, число оборотов двигателя. Основными достоинствами измерительного метода являются его объективность и точность. Этот метод позволяет получать легко воспроизводимые числовые значения показателей качества, которые выражаются в конкретных единицах: граммах, литрах, ньютонах.

К недостаткам этого метода следует отнести сложность и длительность некоторых измерений, необходимость специальной подготовки персонала, приобретение сложного, часто дорогостоящего оборудования, а в ряде случаев и необходимость разрушения образцов. Измерительный метод во многих случаях требует изготовления стандартных образцов для испытаний, строгого соблюдения общих и специальных условий испытаний, систематической проверки измерительных средств.

Математическая обработка данных и анализ результатов измерений (испытаний). При проведении инструментальной оценки и использовании полученных результатов следует учитывать, что результаты измерений дают приближенное значение измеряемой величины, т.е. могут содержать погрешности.

Погрешности можно разделить на следующие группы:

Грубые (промахи) связаны с неверными расчетами или недостаточной тщательностью в работе. Такие погрешности не являются систематическими, однако они не случайны, так как не вызваны влиянием разных многочисленных факторов.

Систематические погрешности вызваны одной или несколькими причинами, действующими по определенным законам. Возникают вследствие применения неисправных приборов, неточных гирь, нарушения методики измерения.

Допустимые приборные погрешности (инструментальные, аппаратные), обусловленные несовершенством конструкции и изготовления правильно работающего прибора и не противоречащие существующим нормам. Присущи почти всем приборам, имеющим подвижные части. Износ и старение материалов, из которых изготовлены детали приборов, - постоянные причины приборных погрешностей. Допустимые приборные погрешности указываются в паспорте каждого прибора.

Случайные погрешности вызываются факторами, которые носят случайный характер и не поддаются учету, поэтому вероятность ошибки в ту или иную сторону одинакова.

Ошибки выборки получаются из-за того, что для определения показателей качества берется часть материала, обычно незначительная по сравнению со всей оцениваемой его массой. Для того чтобы по данным выборки можно было достоверно судить о показателях качества всей генеральной совокупности, необходимо, чтобы выборка была репрезентативной (представительной).

Регистрационный метод. Регистрационный метод основан на наблюдении и подсчете числа определенных событий, случаев, предметов или затрат. Этим методом определяют, например, количество отказов за определенный период эксплуатации изделия, затраты на создание и (или) использование изделий, число различных частей сложного изделия

(стандартных, унифицированных, оригинальных, защищенных патентами), количество дефектных изделий в партии.

Недостатком этого метода является его трудоемкость и в ряде случаев длительность проведения наблюдений. В товароведении этот метод широко применяется при определении показателей долговечности, безотказности, сохраняемости, стандартизации и унификации, а также патентно-правовых показателей.

Расчетный метод. Расчетный метод основан на получении информации расчетом. Показатели качества рассчитываются по математическим формулам, по параметрам, найденным другими методами, например измерительным.

Расчетный метод используют при проектировании и конструировании изделия, когда оно еще не может быть объектом инструментальных исследований. Часто расчетный метод используют для прогнозирования или определения оптимальных (нормативных) значений, например, показателей безотказности. Расчетный метод очень часто используют при проведении косвенных измерений. Например, по величине показателя преломления стекла устанавливают коэффициент зеркального отражения, а по твердости стали – ее прочность. Расчетным методом определяют содержание бисульфитных производных глюкозы и фруктозы в меде по результатам хроматографического анализа.

Метод опытной эксплуатации. Метод опытной эксплуатации является разновидностью регистрационного метода. Его используют, как правило, для определения показателей надежности, экологичности, безопасности. В процессе реализации этого метода изучается взаимодействие человека с изделием в конкретных условиях его эксплуатации или потребления, что имеет большое значение, так как измерительные методы не всегда позволяют полностью воспроизвести реальные условия функционирования изделия. Данный метод используется для оценки влияния косметических средств на кожу человека, при этом оценивается сенсibilизирующее воздействие средств на организм человека.

Для оценки показателей долговечности одежды привлекаются испытуемые, которые будут эксплуатировать эту одежду в обычных условиях до полного износа. Изменение свойств материалов и одежды в целом может достигаться применением лабораторного оборудования.

Метод опытной эксплуатации используют при оценке долговечности работы электрооборудования. Достоинством этого метода является высокая точность и достоверность значений показателей качества, а недостатками – продолжительность и большие затраты, а в некоторых случаях сложность моделирования условий эксплуатации.

4.1.2 Управление качеством продукции

Под управлением в широком смысле слова понимается общая функция организационных систем, обеспечивающая сохранение их структуры, поддержание режима деятельности, реализацию их программы, достижение цели.

Под управлением качеством продукции понимаются действия, осуществляемые при ее создании, эксплуатации и потреблении в целях формирования, обеспечения и поддержания заданного уровня качества продукции.

Механизм управления качеством представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов управления, используемых принципов, методов и функций управления на различных этапах жизненного цикла продукции и уровнях управления качеством.

Объекты управления качеством продукции - это показатели качества продукции, факторы и условия, определяющие их уровень, а также процессы формирования качества продукции.

Субъекты управления качеством продукции - это органы управления и отдельные лица, реализующие функции управления в соответствии с установленными принципами и методами.

К функциям управления качеством продукции на предприятии относятся:

- о прогнозирование и планирование качества продукции;
- о оценка и анализ качества продукции;
- о контроль качества продукции;
- о стимулирование качества продукции и ответственность за него.

Под методами управления качеством понимается совокупность приемов и правил воздействия на объекты управления, направленных на достижение требуемого качества.

Выделяют следующие методы управления качеством:

- 1) организационные (административные):
 - а) распорядительные (директивы, приказы и т.д.),
 - б) регламентирующие (нормы, нормативы, положения),
 - в) дисциплинарные (ответственность и поощрение);
- 2) социально-психологические:
 - а) социальные (воспитание и мотивация),
 - б) психологические (создание психологического климата в коллективе, психологическое воздействие положительными примерами);
- 3) технико-технологические:
 - а) технические методы контроля качества,
 - б) методы технологического регулирования качества продукции и процессов;
- 4) экономические:
 - а) методы экономического стимулирования и материальной заинтересованности,
 - б) ценообразование с учетом уровня качества,
 - в) финансирование деятельности в области качества.

По отношению к предприятию реализация методов управления качеством может носить внутренний (внутрифирменный) и внешний характер. Методы управления качеством могут быть реализованы на основе конкретных средств управления качеством.

4.1.3 Испытание и контроль качества

Оценка качества— это систематическая проверка, насколько объект способен выполнять установленные требования. Невыполнение установленных требований является несоответствием ИСО 8402. Основная форма проверки – контроль.

Контроль это получение информации о фактическом состоянии объекта (первичная информация для продукции – информация о качественных и количественных характеристиках) и сопоставление полученной информации с заранее установленными требованиями, то есть нормами (вторичной информацией).

Контроль качественных и (или) количественных характеристик продукции выполняется по ГОСТ 16504-81. Государственная система обеспечения единства измерений. Испытания и контроль качества продукции. Основные понятия. Термины и определения.

Операции процедуры контроля: измерения (самостоятельная процедура, является объектом метрологии); анализ продукции (аналитические методы – химический, микробиологический, микроскопический анализ); испытания (экспериментальные методы).

Испытания— экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик объекта испытаний (ГОСТ 16504-81). Проведение испытаний товаров предусматривает условия их осуществления, использование средств испытаний и средств измерений: технические устройства, измерительные приборы, вещества и материалы.

Основное средство испытаний – испытательное оборудование, основные и вспомогательные вещества и материалы, применяемые при испытаниях.

Основные требования к качеству проведения испытаний: точность, воспроизводимость. Виды испытаний: лабораторные (для товаров); полигонные; натурные.

Испытание на функционирование осуществляется при условии воздействия на товары определенных реальных или моделируемых внешних факторов, а контроль - при нормальных климатических условиях

(температура t [15/35] °С, относительная влажность W [45/75] %, атмосферное давление P [650/800] мм рт. ст.). При испытаниях подвергается испытательным процессам выборка товаров, а при контроле -100 % товаров. Испытания проводятся по схеме программно-целевого планирования, а контроль - на всех этапах жизненного цикла товаров.

В качестве примера технологического обеспечения качества приведем методы стандартизированного оценивания и измерения различных характеристик качества, которые следует использовать при подготовке конкретных методик испытаний качества проектов программных средств.

Для каждой характеристики качества рекомендуется формировать меры и шкалу измерений с выделением требуемых, допустимых и неудовлетворительных значений, как показано на примере графического изображения качества (Для конкретного проекта должно быть разработано или дополнено свое множество метрик, которое отражает назначение и особенности окружения разрабатываемого программного продукта).



Рисунок 37 - Контроль качества

Качество программного продукта (software quality) — весь объем признаков и характеристик программной продукции, который относится к ее способности удовлетворять установленным или предполагаемым потребностям. Важность каждой характеристики качества меняется в зависимости от класса программного обеспечения. Например, надежность наиболее важна для программного обеспечения боевых критичных систем, эффективность наиболее важна для программного обеспечения критичных по времени систем реального времени, а практичность наиболее важна для

программного обеспечения диалога конечного пользователя. Важность каждой характеристики качества также меняется в зависимости от принятых точек зрения.

Следующий рисунок (модель процесса) отражает основные этапы, требуемые для оценивания качества программного обеспечения.

Процесс оценивания состоит из трех стадий: установление (определение) требований к качеству, подготовка к оцениванию и процедура оценивания. Данный процесс может применяться в любой подходящей фазе жизненного цикла для каждого компонента программной продукции.

Целью начальной стадии является установление требований в терминах характеристик качества. Требования выражают потребности внешнего окружения для рассматриваемой программной продукции и должны быть определены до начала разработки.

Целью второй стадии является подготовка основы для оценивания.

Результатом третьей является заключение о качестве программной продукции. Затем обобщенное качество сравнивается с другими факторами, такими, как время и стоимость. Окончательное решение руководства принимается на основе критерия управляемости. Результатом является решение руководства по приемке или отбраковке, или по выпуску или не выпуску программной продукции.

4.1.4 Использование статистического метода при приеме партии продукции

Основной задачей статистических методов приемочного контроля является обеспечение с большой достоверностью оценки качества продукции, предъявляемой на контроль, и однозначности взаимного признания результатов оценки качества продукции между поставщиком и потребителем, осуществляемой по одним и тем же планам выборочного контроля.

Статистические методы приемочного контроля могут осуществляться по количественному, качественному и альтернативному признакам.

Под статистическим контролем по количественному признаку понимается контроль качества продукции, в ходе которого определяют значения контролируемого параметра, а последующее решение о контролируемой совокупности или процессе принимают в зависимости от сравнения их с контрольным нормативом. Характерная особенность контроля качества по количественному признаку состоит в том, что он требует меньшего объема выборки по сравнению с другими видами контроля при одних и тех же рисках принятия ошибочных решений и при этом дает больше информации о качестве продукции. Поэтому при высокой стоимости контроля или испытаний единиц продукции целесообразно выбирать именно контроль по количественному признаку.

Под статистическим приемочным контролем по качественному признаку понимают контроль качества продукции, в ходе которого каждую проверенную единицу продукции относят к определенной группе, а последующее решение о контролируемой совокупности принимают в зависимости от соотношения количества её единиц, оказавшихся в разных группах. Основным преимуществом является то, что данный метод позволяет не только разделить единицы продукции на годные и дефектные, но и разнести их по категориям, сортам, классам, группам качества и др.

Под статистическим приемочным контролем по альтернативному признаку понимается контроль качества продукции по качественному признаку, в ходе которого каждую проверенную единицу продукции относят к категории годных или дефектных, а последующее решение о контролируемой совокупности или процессе принимают в зависимости от результатов сравнения обнаруженных в выборке дефектных единиц продукции или числа дефектов, приходящихся на определённое число единиц продукции, с контролируемым нормативом.

Под приёмочным числом понимается контрольный норматив, равный максимальному числу дефектных единиц продукции в выборке или числу

дефектов, приходящихся на 100 единиц продукции, являющихся критерием для приемки партии продукции.

Тема 4.2 Основы сертификации

4.2.1 Сущность сертификации продукции

Сертификация – комплекс действий, в результате которых посредством специального документа – сертификата или знака соответствия – подтверждается соответствие продукции требованиям международных или национальных стандартов. Является важной мерой повышения конкурентоспособности.

Сертификация – Деятельность по подтверждению соответствия продукции, процессов или услуг установленным требованиям. Сертификация в переводе с латыни означает «сделано верно».

Добровольная сертификация проводится по инициативе самого предприятия – изготовителя продукции с целью повышения конкурентоспособности продукции или по требованию продавца, а также потребителя.

Обязательная сертификация является прерогативой государства и направлена на обеспечение качества и безопасности продукции.

Существуют две формы сертификации:

1. Самосертификация: гарантирование соответствия продукции установленным требованиям самим производителем;
2. Сертификация независимыми органами. Госстандарт национальный орган России по сертификации.

Основные понятия

Оценка соответствия - любая процедура, прямо или косвенно используемая для определения соответствия продукции требованиям технических регламентов или стандартов.

Контроль - частное понятие оценки соответствия. Оценка соответствия путем измерения конкретных характеристик.

Проверка соответствия - подтверждение соответствия продукции (процесса, услуги) установленным требованиям посредством изучения доказательств.

Надзор за соответствием - повторная оценка с целью убедиться в том, что продукция (процесс, услуга) продолжает соответствовать установленным требованиям.

Обеспечение соответствия (заявление поставщика о соответствии, сертификация) - процедура, результатом которой является заявление, дающее уверенность в том, что продукция (процесс, услуга) соответствуют заданным требованиям.

Аккредитация - процедура, с помощью которой уполномоченный (в соответствии с законодательными актами) орган официально признает возможность выполнения конкретных работ в заданной области.

Аттестация организации - проверка организации с целью определения ее соответствия критериям аккредитации.

Цели сертификации

1. Создать условия для деятельности предприятий, учреждений, организаций и предпринимателей на едином товарном рынке РФ, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле.
2. Содействовать потребителям в компетентном выборе продукции.
3. Защитить потребителей от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя).
4. Контролировать безопасность продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества потребителей.
5. Подтверждать показатели качества продукции, заявленные изготовителем.

Задачи сертификации

1. Создание систем сертификации однородной продукции путем установления правил сертификации продукции, с учетом ее производства,

поставки, требований международных систем и соответствующих соглашений.

2. Определение перечня (номенклатуры) обязательных показателей:
 - безопасности для потребителей и окружающей среды;
 - совместимость;
 - взаимозаменяемость;

4.2.2 Формы оценки соответствия

Оценка соответствия — деятельность, связанная с прямым или косвенным определением того, что соответствующие требования соблюдаются. Оценка соответствия имеет такие формы, как подтверждение соответствия, аккредитация, регистрация, контроль (надзор) и др.

Подтверждение соответствия — частный случай оценки соответствия, результатом которой является документальное удостоверение (заявление) того, что продукция, процесс, услуга (работа), персонал, система менеджмента соответствует установленным требованиям. Подтверждение соответствия — это предрыночный контроль, который вводится для продукции, представляющей потенциальную опасность.

Обязательное подтверждение соответствия установленным требованиям и маркирование знаком доступа на рынок вводится законодательно посредством технических регламентов. Подтверждение соответствия может осуществляться первой стороной (изготовителем, продавцом, исполнителем), второй стороной (потребителем, заказчиком) или третьей стороной (независимым органом). Примером подтверждения соответствия первой стороной может служить запись изготовителя в эксплуатационном документе о соответствии изделия определенным требованиям (стандарта, технических условий и др.) или оформление специального документа — декларации о соответствии.

Подтверждение соответствия проводится по установленной форме и схеме подтверждения соответствия.

Схема подтверждения соответствия — определенная совокупность действий, результаты которых принимаются в качестве доказательств соответствия объекта установленным требованиям. Схема подтверждения соответствия может состоять из одного или нескольких элементов проверки, таких, как испытания образцов продукции, проверка ее производства, инспекционный контроль.

Декларация о соответствии — это документ поставщика, в котором он под свою ответственность письменно заявляет, что поставляемая им продукция (выполняемые работы, услуги) соответствует установленным требованиям. Эти требования могут быть установлены в технических регламентах, директивах, стандартах и других документах. В настоящее время в связи с необходимостью повысить ответственность поставщика (исполнителя) значительно расширена область применения декларации о соответствии. В стандарте ИСО/МЭК 17000:2004 установлено, что декларация о соответствии может относиться также к системам управления, персоналу и другим объектам регулирования.

В международной практике подтверждения соответствия термин «декларация» может также означать и процедуру подтверждения соответствия, а не только выходной документ. В Российской Федерации процедура (действие), связанная с принятием декларации о соответствии, называется декларированием соответствия.

При подтверждении соответствия первой стороной доказательства собирает изготовитель (исполнитель), при необходимости — с привлечением третьей стороны (например, органа по сертификации систем качества или испытательной лаборатории). Примером подтверждения соответствия второй стороной может служить приемка продукции (работ, услуг) самим заказчиком или потребителем, например, в случае военной приемки.

4.2.3 Схемы подтверждения соответствия

Схема сертификации 1с (Заявитель - изготовитель, в том числе иностранный, при наличии уполномоченного изготовителем лица на единой таможенной территории Таможенного союза; Сертификат соответствия на продукцию, выпускаемую серийно)

Схема сертификации 2с (Заявитель - изготовитель, в том числе иностранный, при наличии уполномоченного изготовителем лица на единой таможенной территории Таможенного союза; Сертификат соответствия на продукцию, выпускаемую серийно)

Схема сертификации 3с (Заявитель - продавец (поставщик), изготовитель, в том числе иностранный; Сертификат соответствия на партию продукции.)

Схема сертификации 4с (Заявитель - продавец (поставщик), изготовитель, в том числе иностранный; Сертификат соответствия на единичное изделие.)

Схема декларирования 1д (Заявитель - изготовитель государства-члена Таможенного союза или уполномоченное иностранным изготовителем лицо на территории Таможенного союза; Декларация о соответствии на продукцию, выпускаемую серийно).

Схема декларирования 2д (Заявитель - изготовитель, продавец (поставщик) государства-члена Таможенного союза или уполномоченное иностранным изготовителем лицо на территории Таможенного союза; Декларация о соответствии на партию продукции (единичное изделие)).

Схема декларирования 3д (Заявитель - изготовитель государства-члена Таможенного союза или уполномоченное иностранным изготовителем лицо на территории Таможенного союза; Декларация о соответствии на продукцию, выпускаемую серийно).

Схема декларирования 4д (Заявитель - изготовитель, продавец (поставщик) государства-члена Таможенного союза или уполномоченное иностранным изготовителем лицо на территории Таможенного союза; Декларация о соответствии на партию продукции (единичное изделие)).

Схема декларирования бд (Заявитель - изготовитель государства-члена Таможенного союза или уполномоченное иностранным изготовителем лицо на территории Таможенного союза; Декларация о соответствии на продукцию, выпускаемую серийно).

Срок действия декларации определяется техническим регламентом.

Оформленная заявителем декларация подлежит регистрации в электронной форме в едином реестре деклараций в уведомительном порядке в течение трех дней со дня ее принятия.

Ведение единого реестра деклараций осуществляет Федеральная служба по аккредитации.

Заявитель также может воспользоваться возможностью зарегистрировать декларацию в рамках государственной услуги «Регистрация деклараций о соответствии в электронной форме» на сайте Росаккредитации по ссылке

Декларация и доказательные материалы хранятся у заявителя в течение срока, устанавливаемого соответствующим ТР ТС.

4.2.3 Итоговое занятие

Итоговый контроль освоения учебной дисциплины осуществляется в форме дифференцированного зачета. Условием допуска к промежуточной аттестации по дисциплине является положительная текущая аттестация по учебной дисциплине.

Предметом оценки освоения учебной дисциплины являются умения и знания. Дифференцированный зачет по учебной дисциплине проводится с учетом результатов текущего контроля.

В рамках объема часов предусмотренного на изучение курса лекций, студент обязан ответить на теоретические вопросы, что позволяет проверить уровень подготовки обучающегося по дисциплине (знания студентов).

Перечень теоретических вопросов к дифференцированному зачету:

1. Основные положения
2. Понятие о физической величине
3. Методы измерений

4. Методы прямых измерений
5. Средства измерения
6. Погрешности измерения
7. Компоненты измерения
8. Систематические и случайные погрешности
9. Взаимозаменяемость, ее виды
10. Полная или неполная взаимозаменяемость
11. Допуски и посадки (основные определения)
12. Графическое изображение полей допусков
13. Типы посадок
14. Интервал размеров, единица допуска
15. Квалитеты точности
16. Система отверстия
17. Система вала
18. Образование посадок ЕСДП
19. Обозначение на чертежах
20. Неуказанные предельные отклонения размеров
21. Классы точности подшипников
22. Допуски подшипников качения, обозначение посадок подшипников на чертежах
23. Отклонение формы и взаимного расположения поверхностей
24. Отклонения формы. Отклонение от цилиндричности, отклонения профиля продольного сечения, частные случаи
25. Отклонения от прямолинейности, отклонение от плоскостности, частный случай: выпуклость, выгнутость, обозначения на чертежах
26. Отклонение от симметричности относительно базовой плоскости, отклонение от пересечения осей, позиционный допуск
27. Суммарное отклонение и допуски формы и расположения поверхностей, торцевое биение
28. Шероховатость поверхности
29. Размерные цепи

30. Гладкие калибры
31. Классификация предельных калибров
32. Определение исполнительных размеров калибров
33. Плоскопараллельные концевые меры длины
34. Штангенинструмент
35. Микрометрические инструменты
36. Нормирование точности угловых размеров
37. Применение конических соединений
38. Нормирование точности шпоночных соединений
39. Нормирование точности прямобочных шлицевых соединений
40. Допуски прямобочных шлицев

Перечень практических заданий к дифференцированному зачету:

1. Рассчитать посадку: $\varnothing 40\text{H}7/\text{h}6$
2. Рассчитать посадку: $\varnothing 45\text{H}8/\text{h}6$
3. Рассчитать посадку: $\varnothing 38\text{F}7/\text{n}6$
4. Рассчитать посадку: $\varnothing 24\text{N}7/\text{s}6$
5. Рассчитать посадку: $\varnothing 18\text{M}8/\text{h}6$
6. Рассчитать посадку: $\varnothing 10\text{H}7/\text{f}6$
7. Рассчитать посадку: $\varnothing 35\text{H}10/\text{b}6$
8. Рассчитать посадку: $\varnothing 47\text{K}6/\text{m}5$
9. Рассчитать посадку: $\varnothing \text{K}7/\text{js}6$
10. Рассчитать посадку: $\varnothing 55\text{H}9/\text{r}6$
11. Рассчитать посадку: $\varnothing 63\text{M}7/\text{f}8$
12. Рассчитать посадку: $\varnothing 72\text{H}9/\text{m}6$
13. Рассчитать посадку: $\varnothing 18\text{F}6/\text{b}9$

14. Рассчитать посадку: $\varnothing 24H9/h8$
15. Рассчитать посадку: $\varnothing 38H10/b12$
16. Рассчитать резьбовое соединение M20x1,5 H7/n5
17. Рассчитать резьбовое соединение M18x1,5 H8/h7
18. Рассчитать резьбовое соединение M35x2 M7/js5
19. Рассчитать резьбовое соединение M20x1,5 H9/b12

Литература

Основная литература:

Зайцев С.А., Толстов А.Н. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении М.: Академия, 2012, 288

Ильянков А.И. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении М.: Академия, 2012, 160

Дополнительная литература:

Багдасарова Т.А. Допуски и технические измерения М.: Академия, 2010, 64

Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»