

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
Механико-технологический факультет
Кафедра «Инструментальные и метрологические системы»

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
по дисциплине
МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Для технических направлений (специальностей) подготовки

Тула 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИИ	7
1.1 История становления и развития	7
1.2 Общие положения и задачи метрологического обеспечения	10
1.3 Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений»	11
1.4 Группы показателей качества	12
1.5 Методы определения показателей качества	15
2 КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЕНИЙ	16
2.1 Виды измерений	16
2.2 Классификация погрешностей результатов измерений	20
3 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	23
3.1 Средства и методы измерений	23
3.2 Основные единицы СИ	28
3.3 Дополнительные единицы СИ	29
3.4 Системы физических величин	30
3.5 Шкалы измерений	31
4 ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ, КАК ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ	36
4.1 Виды взаимозаменяемости	37
4.2 Функциональный характер взаимозаменяемости	38
4.3 Методы установления функциональных связей между выходными характеристиками и влияющими на них параметрами	39
5 ТОЧНОСТЬ РАЗМЕРОВ ГЛАДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ	40
5.1 Типы размеров	40
5.2 Отклонения	44
5.3 Допуск. Поле допуска	45
5.4 Условное обозначение предельных отклонений на чертежах	46
5.5 Понятие о посадках	47
5.6 Схемы расположения полей допусков отверстия и вала	49
5.7 Системы образования посадок	52
5.8 Расположение полей допусков основного отверстия и основного вала	52
5.9 Области предпочтительного применения системы отверстия и системы вала при проектировании машин	53
6 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК (ЕСДП) НА ГЛАДКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	54
6.1 Интервал размеров	55
6.2 Единица допуска I	55
6.3 Ряды допусков	56

6.4 Ряды основных отклонений	57
6.5 Образование полей допусков	58
6.6 Образование посадок в ЕСДП	60
7 УКАЗАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ГЛАДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ	62
7.1 Нормирование точности ответственных размеров на конструкторских чертежах	62
7.2 Нормирование точности неответственных размеров на конструкторских чертежах	63
7.3 Нормирование точности размеров гладких элементов деталей на технологических чертежах	65
8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ РАЗМЕРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ ГЛАДКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	67
8.1 Методы назначения допусков и посадок	67
8.2 Выбор и расчет посадок с зазором	68
8.3 Выбор переходных посадок	71
8.4 Выбор посадок с натягом	72
8.5 Методы сборки соединений с натягом	73
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ РАЗМЕРНЫЕ ЦЕПИ	74
9.1 Основные понятия и определения, используемые при расчете размерных цепей	74
9.2 Виды размерных цепей	76
9.3 Методы решения сборочных размерных цепей	76
9.4 Порядок проектного расчета размерных цепей методами взаимозаменяемости	78
9.5 Решение сборочных размерных цепей методами взаимозаменяемости	80
9.5.1 Метод полной взаимозаменяемости	80
9.5.2 Теоретико-вероятностный метод	83
9.5.3 Метод групповой взаимозаменяемости	86
9.6 Решение сборочных размерных цепей методами компенсации	87
9.6.1 Метод конструкторской компенсации	87
9.6.2 Метод технологической компенсации	89
9.7 Расчет допусков производных размеров	92
10 ТОЧНОСТЬ ФОРМЫ	94
10.1 Основные понятия и определения, используемые при нормировании точности формы	94
10.2 Отклонения формы цилиндрических поверхностей	95
10.3 Отклонения формы плоских поверхностей	97
11 ТОЧНОСТЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ	98
11.1 Основные понятия и определения при нормировании точности расположения поверхностей	98

11.2 Отклонения расположения поверхностей деталей	100
12 СУММАРНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ	103
12.1 Нанесение обозначений допусков на чертежах	106
13 ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	110
13.1 Высотные и шаговые параметры шероховатости поверхности	110
13.2 Обозначение шероховатости поверхностей	113
13.3 Правила нанесения шероховатости поверхностей на чертежах	116
14 ДОПУСКИ И ПОСАДКИ КРЕПЕЖНЫХ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ	120
14.1 Виды резьб	120
14.2 Номинальные размеры метрических резьб	121
14.3 Взаимозаменяемость крепежных метрических резьб.	
Условие свинчиваемости	123
14.4 Поля допусков и посадки метрических резьб	126
15 ДОПУСКИ И ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ	127
15.1 Требования, предъявляемые к подшипникам качения	127
15.2 Классы точности подшипников качения	127
15.3 Допуски и посадки подшипников качения.	
Расположение полей допусков по присоединительным размерам	128
15.4 Выбор посадок колец подшипников	129
16 ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ	130
16.1 Основные цели метрологии, стандартизации, сертификации и их роль в обеспечении качества продукции	130
16.2 Основные цели и задачи стандартизации	132
16.3 Основные принципы технического регулирования	132
16.4 Основные положения государственной системы технического регулирования и стандартизации	134
16.5 Государственная система стандартизации	138
17 ОРГАНИЗАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ	140
17.1 Российские организации по стандартизации	140
17.2 Международные организации по стандартизации	141
18 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ	141
18.1 Принципы, определяющие организацию работ по стандартизации	141
18.2 Методы стандартизации	144
19 КАТЕГОРИИ И ВИДЫ СТАНДАРТОВ	153
19.1 Нормативные документы по стандартизации	153
19.2 Категории стандартов	154
19.3 Применение международных и региональных стандартов в отечественной практике	157
19.4 Виды стандартов	158
20 ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ СТАНДАРТОВ	160
20.1 Порядок разработки международных стандартов	160
20.1.1 Порядок разработки государственных стандартов.	

Основные положения	161
20.1.2 Обновление, отмена стандарта	163
20.1.3 Разработка изменения к стандарту	163
20.1.4 Пересмотр стандарта	164
20.1.5 Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандарта	164
20.1.6 Требования к изложению стандарта	165
20.2 Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов	165
21 СЕРТИФИКАЦИИ. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ	165
21.1 Сертификация. Основные понятия, термины и определения	168
21.2 Виды сертификации	171
Обязательная и добровольная сертификация	
21.3 Структура процесса сертификации. Этапы сертификации	171
21.4 Системы сертификации	177
21.5 Система сертификации ГОСТ Р	178
21.6 Схемы сертификации	179
21.7 Факторы, определяющие выбор схемы сертификации	184
22 СИСТЕМА АККРЕДИТАЦИИ ОРГАНОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ	187
22.1 Основные определения	187
22.2 Порядок аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий	187
22.3 Органы по сертификации.	190
22.3.1 Требования к органу сертификации	190
22.3.2 Функции органа по сертификации	191
22.3.3 Требование к персоналу органа по сертификации	191
22.3.4 Требования к документации органа по сертификации	192
22.3.5 Аттестация (проверка) органа по сертификации	193
22.4 Испытательные лаборатории	193
22.4.1 Требования к испытательным лабораториям и порядок их аккредитации	193
22.4.2 Требования к аккредитуемым испытательным лабораториям.	
Права и обязанности	194
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	195

1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИИ

1.1 История становления и развития

В современном обществе метрология как наука и область практической деятельности играют большую роль. Это связано с тем, что практически нет ни одной сферы человеческой деятельности, где бы не использовались измерения. В нашей стране ежедневно выполняется свыше 20 миллиардов различных измерений, которые являются неотъемлемой частью большинства трудовых процессов. Затраты на обеспечение и проведение измерений составляют около 20 % от общих затрат на производство продукции.

На основе измерений получают информацию о состоянии производственных, экономических и социальных процессов. Измерительная информация служит основой для принятия решений о качестве продукции при внедрении систем качества, в научных экспериментах и т.д. И только достоверность и соответствующая точность результатов измерений обеспечивает правильность принимаемых решений на всех уровнях управления. Получение недостоверной информации приводит к неверным решениям, снижению качества продукции, возможным авариям.

Отраслью науки, изучающей измерения, является метрология.

Слово "метрология" образовано из двух греческих слов: метрон - мера и логос - учение. Дословный перевод слова "метрология" - учение о мерах.

В начальный период развития общества людям требовалось при выяснении взаимоотношений с природой и между собой установить размеры величин и связанные с ними понятия. При этом в процессе общения возникла необходимость иметь определенные представления о размерах, формах, свойствах предметов и явлений, а также правила и способы их сопоставления с некоторой мерой.

Раздробленность территорий и населяющих их народов обуславливала индивидуальность этих правил и способов. Поэтому появлялось множество единиц для измерения одних и тех же величин.

Многие из первых единиц измерений соответствовали частям тела самого человека. Первой мерой длины первобытного охотника был шаг. Затем у многих народов появились и другие меры длины: ладонь – ширина четырех пальцев, не считая большого, дюйм – длина сустава большого пальца, ступня или фут (12 дюймов), локоть или аршин (28 дюймов) и т.д.

Достоинством этих первых примитивных единиц измерения было то, что они всегда «под рукой». Очевидно, что они были крайне несовершенны, поскольку размеры пальцев, ладони, ступни у каждого человека разные.

Дальнейшее развитие общества требовало создания более точных мер. В одном из старинных документов было записано, что длина фута установлена как 1/16 доля «длины ступней человек, выходящих от заутрени в воскресенье». Понятно, что эта мера более точна, хотя тоже далека от совершенства.

В ряде случаев первые меры перестали удовлетворять человека и недостаточной масштабностью, т.к. трудно измерить расстояние в несколько

километров футами или локтями. Тогда для измерения больших расстояний стали использовать различные явления из окружающей жизни: бычий рев - расстояние, на котором человек может услышать рев быка; выстрел из лука – расстояние, на которое летит выпущенная из лука стрела; ружейный или пушечный выстрел, день пути и т.д.

Для измерения веса люди использовали зерна пшеницы, ячменя, проса. Применявшиеся меры веса сравнивались с денежными единицами. Долгое время товары оплачивались кусками серебра определенного веса, которые одновременно считались и денежными единицами и мерой веса. На кусках делались зарубины, по которым производился разлом для более мелкого расчета. От отломленных, рубленых частей и произошло слово «рубль».

В России в качестве единиц длины были пядь, локоть. Под пядью понимали максимальное расстояние между концами вытянутых большого и указательного пальцев взрослого человека.

Локоть как мера длины применялась в древние времена во многих государствах (на Руси, в Вавилоне, Египте и др. странах) и определялась как расстояние по прямой от локтевого сгиба до конца среднего пальца вытянутой руки (или большого пальца, или сжатого кулака). Естественно, размер локтя был различным.

Одной из основных мер длины в России долгое время была сажень (упоминается в летописях начала Хв.). Размер ее также был не постоянен. Применялись: простая сажень, косая сажень, казенная сажень и др. При Петре 1 по его Указу русские меры длины были согласованы с английскими мерами. Так одна сажень должна была равняться семи английским футам. В 1835 г. Николай 1 своим "Указом правительствующему Сенату" утвердил сажень в качестве основной меры длины в России. В соответствии с этим Указом за основную единицу массы был принят образцовый фунт, как кубический дюйм воды при температуре 13,3 градуса Реомюра в безвоздушном пространстве (фунт равнялся 409,51241 грамм).

Кроме перечисленных мер длины в России использовались и другие меры длины: аршин (0,7112 м), верста (в разные времена размер версты был различным).

Для поддержания единства установленных мер еще в древние времена применялись эталонные (образцовые) меры, которые хранились в церквях, т.к. церкви являлись наиболее надежными местами для хранения ценных предметов. В принятом в 1134-1135г. уставе говорилось, что переданные на хранение епископу меры надлежало "блюсти без пакости, ни умаливати, ни умноживати и на всякий год взвешивати". Таким образом, уже в те времена производилась операция, которая позже стала называться поверкой.

За умышленно неправильные измерения, обман, связанные с применением мер, предусматривались строгие наказания («казнить близко смерти»).

По мере развития промышленного производства повышались требования к применению и хранению мер, стремление к унификации размеров единиц. Так, в 1736 г. российский Сенат образовал комиссию мер и весов. Комиссии предписывалось разработать эталонные меры, определить отношения различных

мер между собой, выработать проект Указа по организации поверочного дела в России. Архивные материалы свидетельствуют о перспективности замыслов, которые предполагала реализовать комиссия. Однако из-за отсутствия средств, эти замыслы в то время не были реализованы.

В 1841 году в соответствии с принятым Указом "О системе Российских мер и весов", узаконившим ряд мер длины, объема и веса, было организовано при Петербургском монетном дворе Депо образцовых мер и весов - первое государственное поверочное учреждение. Основными задачами Депо являлись: хранение эталонов, составление таблиц русских и иностранных мер, изготовление менее точных по сравнению с эталонами образцовых мер и рассылка последних в регионы страны. Поверка мер и весов на местах была вменена в обязанность городским думам, управам и казенным палатам. Были организованы "ревизионные группы", включающие представителей местных властей и купечества, имеющие право изымать неверные или неклеименные меры, а владельцев таких мер привлекать к ответственности. Таким образом, в России были заложены основы единой государственной метрологической службы.

В начале XVIIIв. появились книги, в которых содержалось описание действующей русской метрологической системы:

Л.Ф.Магницкого "Арифметика" (1703г.), "Роспись полевой книги" (1709г.). Позже, в 1849г. была издана первая научно-учебная книга Ф.И. Петрушевского "Общая метрология" (в двух частях), по которой учились первые поколения русских метрологов.

Важным этапом в развитии русской метрологии явилось подписание Россией метрической конвенции 20 мая 1875г. В этом же году была создана Международная организация мер и весов (МОМВ). Место пребывания этой организации - Франция (Севр). Ученые России принимали и принимают активное участие в работе МОМВ. В 1889г. в Депо образцовых мер и весов поступили эталоны килограмма и метра.

В 1893 г. в Петербурге на базе Депо была образована Главная палата мер и весов, которую возглавлял до 1907г. великий русский ученый Д.И.Менделеев. В это время начали проводиться серьезные метрологические исследования. Д.И.Менделеев вложил много сил в развитие и совершенствование поверочного дела; была образована сеть поверочных палаток, осуществляющих поверку, клеймение и ремонт мер и весов, контроль за их правильным применением. В 1900 г. при Московском окружном пробирном управлении состоялось открытие Поверочной палатки торговых мер и весов. Так было положено начало организации метрологического института в Москве (в настоящее время - Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы - ВНИМС).

В годы советской власти метрология получила дальнейшее развитие. В 1918г. был принят декрет правительства Российской Федерации "О введении международной метрической системы мер и весов".

В 1930г. произошло объединение метрологии и стандартизации. Была проведена большая работа по изучению состояния метрологической деятельности. Опыт, полученный в эти годы, оказался полезным во время

Великой Отечественной войны, когда потребовалось быстрое восстановление измерительного хозяйства на эвакуированных предприятиях и приспособление его к задачам военного производства. После окончания войны сеть поверочных и метрологических организаций начала быстро восстанавливаться. Были созданы новые метрологические институты.

В 1954г. был образован Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при СМ СССР (в дальнейшем Госстандарт СССР). После распада СССР управление метрологической службой России осуществляет Государственный комитет РФ по стандартизации и метрологии (Госстандарт России), а в настоящее время - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

1.2 Общие положения и задачи метрологического обеспечения

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и требуемой точности.

Метрология сегодня это и соответствующая деятельность, предусматривающая изучение физических величин, их воспроизведение и передачу, применения эталонов и образцовых средств измерений, методы передачи размеров единиц от эталонов и образцовых средств к рабочим средствам измерения, основных методов и средств измерений, основы обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений.

Возможность применения результатов измерений для правильного и эффективного решения любой измерительной задачи определяется следующими тремя условиями:

- результаты измерений выражаются в узаконенных (установленных законодательством России) единицах;
- значения показателей точности результатов измерений известны с необходимой заданной достоверностью;
- значения показателей точности обеспечивают оптимальное в соответствии с выбранными критериями решение задачи, для которой эти результаты предназначены.

Если результаты измерений удовлетворяют первым двум условиям, то о них известно все, что необходимо знать для принятия обоснованного решения о возможности их использования. Такие результаты можно сопоставлять, они могут использоваться в различных сочетаниях, различными людьми, организациями. В этом случае говорят, что обеспечено **единство измерений** - состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности результатов не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Третье из перечисленных выше условий определяет требование к точности применяемых методов и средств измерений. Недостаточная точность измерений приводит к увеличению ошибок контроля, к экономическим потерям. Завышенная точность измерений требует затрат на приобретение более дорогих средств измерений. Поэтому это требование является не только метрологическим, но и экономическим требованием, т.к. связано с затратами и потерями при проведении измерений.

Если при измерениях соблюдаются все три условия (обеспечивается единство и требуемая точность измерений), то говорят о метрологическом обеспечении. **Под метрологическим обеспечением (МО)** понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Научной основой метрологического обеспечения является метрология.

Организационной основой является метрологическая служба России.

Техническими основами МО является совокупность технических средств, приемов и способов, используемых на производстве для достижения требуемой точности, достоверности и надежности.

Целями метрологического обеспечения являются:

- обеспечение высокого качества изделий;
- повышение эффективности, сокращение сроков и стоимости научных исследований, разработки и производства новой техники;
- обеспечение единства, требуемой точности измерений, достоверности контроля;
- достижение высокой эффективности применения средств измерений, обеспечения их метрологической надежности и сокращение номенклатуры;

К основным **задачам** метрологического обеспечения относят:

- определение путей наиболее эффективного использования научных и технических достижений в области метрологии;
- определение рациональной номенклатуры измеряемых параметров;
- установление оптимальных норм точности измерений;
- порядок выбора и назначения средств измерений;
- организация и проведение метрологической экспертизы на стадиях разработки, производства и испытаний изделий.

Правила и нормы по обеспечению единства измерений установлены в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений» и в нормативных документах Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

1.3 Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений»

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» принят 27 апреля 1993 г.

Закон устанавливает правовые основы обеспечения единства измерений в РФ, регулирует отношения государственных органов управления с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений и направлен на защиту прав и интересов граждан, правопорядка и экономики страны от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

В законе рассмотрены следующие положения:

- 1) приводится основная терминология, используемая в метрологии;
- 2) регулируются отношения, связанные с обеспечением единства измерений в РФ;

3) оговаривается, что если международным договором РФ устанавливаются иные правила, чем те, которые содержатся в законодательстве РФ об обеспечении единства измерений, то применяются правила международного договора;

4) устанавливается, что государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в РФ осуществляет Комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации – Госстандарт России. (Однако в настоящее время Постановлением Правительства РФ полномочия по управлению деятельностью по обеспечения единства измерений переданы Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии);

5) устанавливаются рамки компетенции Госстандарта РФ;

6) оговаривается, что в РФ применяются единицы величин Международной системы единиц;

7) устанавливается, что государственные эталоны единиц величин используются в качестве исходных для воспроизведения и хранения единиц величин с целью передачи их размеров всем средствам измерений данных величин на территории РФ;

8) измерения проводятся в соответствии с методиками Госстандарта России;

9) устанавливается понятие, состав и порядок работы государственной метрологической службы РФ;

10) рассматриваются виды и сферы государственного метрологического контроля и надзора;

11) утверждаются типы и способы поверки, сертификации средств измерения;

12) законом предусмотрена юридическая ответственность нарушителей метрологических правил и норм.

1.4 Группы показателей качества

Показатель качества продукции – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющее ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания, эксплуатации или потребления.

Основными характеристиками (показателями) качества являются:

1. соответствие продукции или услуги своему назначению;
2. надежности;
3. технологичности;
4. стандартизации и унификации;
5. патентно-правовые;
6. эргономические;
7. эстетические;
8. транспортабельности;
9. безопасности;
10. экологические.

Показатели назначения характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена, и обуславливают область ее применения. Они подразделяются на показатели функциональной и технической эффективности (производительность станка, прочность ткани); конструктивные (габаритные размеры, коэффициенты способности и взаимозаменяемости); показатели состава и структуры (процентное содержание серы в кокосе, концентрация примесей в кислотах).

Показатели надежности характеризуют свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Безотказность показывает свойства изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки, выражающееся в вероятности безотказной работы, средней наработке до отказа интенсивности отказов.

Ремонтпригодность - это свойство изделия, заключающееся в приспособленности его к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранения их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания. Единичными показателями ремонтпригодности являются вероятность восстановления работоспособного состояния, среднее время восстановления. Восстанавливаемость изделия характеризуется средним временем восстановления до заданного значения показателя качества и уровнем восстановления.

Сохраняемость - свойство продукции сохранять исправное и работоспособное, пригодное к потреблению состояние в течение и после хранения и транспортирования. Единичными показателями сохраняемости могут быть средний срок сохраняемости и назначенный срок хранения.

Долговечность - свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Единичными показателями долговечности являются средний ресурс, средний срок службы.

Показатели технологичности имеют отношение к таким свойствам конструкции изделия, которые определяют его приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и восстановлении заданных значений показателей качества. Они являются определяющими для показателей экономичности. Единичные показатели технологичности - удельная трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость изготовления и эксплуатация изделия, длительность цикла технического обслуживания и ремонтов и др.

Показатели стандартизации и унификации характеризуют насыщенность изделия стандартными, унифицированными и оригинальными составными частями, каковыми являются входящие в него детали, узлы, агрегаты, комплекты и комплексы. К данной группе относятся коэффициент применяемости, коэффициент повторяемости, коэффициент унификации изделия или группы изделий.

Патентно-правовые показатели характеризуют степень патентной чистоты технических решений, использованных в изделии, определяющей ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынке.

Эргономические показатели, характеризующие систему «человек - изделие - среда использования» и учитывающие комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств человека, делятся на следующие группы:

- *гигиенические* (освещенность, температура, излучение, вибрация, шум);
- *антропометрические* (соответствие конструкции изделия размерам и форме человека, соответствие распределению веса человека);
- *физиологические* (соответствие конструкции изделия силовым и скоростным возможностям человека);
- *психологические* (соответствие изделия возможностям восприятия и переработке информации).

Эстетические показатели характеризуют информационно-художественную выразительность изделия (оригинальность, стилевое соответствие, соответствие моде), рациональность формы (соответствие формы назначению конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам), целостность композиции (пластичность, упорядоченность графических изобразительных элементов).

Показатели безопасности характеризуют способности продукции обуславливающие при ее использовании безопасность человека (обслуживающего персонала) и других объектов. Они должны отражать требования к мерам и средствам защиты человека в условиях аварийной ситуации, не санкционированной и не предусмотренной правилами эксплуатации в зоне возможной опасности.

Экологические показатели определяют уровень вредных воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации или потреблении изделия. К ним относятся: содержание вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду; вероятность выброса вредных частиц, газов и излучений, уровень которых не должен превышать предельно допустимых концентраций.

Показатели экономичности определяют совершенство изделия по уровню затрат материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов на его производство и эксплуатацию (потребление). Это в первую очередь себестоимость, цена покупки и цена потребления, рентабельность и т.д.

Показатель, по которому принимается решение оценивать качество продукции, называется **определяющим**. Свойства, учитываемые определяющим показателем могут характеризоваться единичными и (или) комплексными обобщающими) показателями качества

Считается, что $\sum_{i=1}^n q_i = 1$ (сумма показателей). Каждую группу показателей качества можно оценить численным значением $q_3 = 0,25$. Это является объективным основанием для сравнения различных видов продукции. У машиностроительной продукции преобладают значения показателей качества начала таблицы. У потребительской ситуация обратная.

Показатели качества всегда можно найти в паспорте изделия или в ТУ на его изготовление.

Применяемость показателей качества продукции по видам продукции

Показатели качества продукции	Продукция, расходуемая при использовании			Продукция, расходуемая свой ресурс	
	Сырье и природное топливо	Материалы и продукты	Расходуемые изделия	Нерамортируемые изделия	Ремонтируемые изделия
Классификационные	+	+	+	+	+
Надежности:	+	+	+	(+)	(+)
-безотказности	-	-	(+)	+	+
-долговечности	-	-	(+)	+	+
-ремонтпригодности	-	-	(+)	-	+
-сохраняемости	+	+	+	+	(+)
Эргономичности	-	-	+	(+)	(+)
Эстетичности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Технологичности					
-в производстве	+	+	+	+	+
-при применении	(+)	(+)	+	(+)	+
Ресурсопотребления	-	-	-	(+)	(+)
Безопасности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Экологичности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

+ применяемость

- неприменяемость

(+)ограниченная применяемость некоторых групп данного вида продукции

1.5 Методы определения показателей качества

Определение приведенных показателей качества может проводиться различными методами. Их принято подразделять на две группы: *по способам получения информации* - измерительный, регистрационный, органолептический и расчетный; *по источникам ее получения* - традиционный, экспертный и социологический.

Измерительный — основан на информации, получаемой с обязательным использованием технических измерительных средств, предусмотренных конструкцией изделия или дополнительных (амперметры, вольтметры и т.п.).

Регистрационный - используется информация, получаемая путем подсчета – регистрации числа определенных событий, предметов или затрат, например количества отказов изделия при испытаниях; затрат на создание и эксплуатацию изделия; числа частей сложного изделия, защищенных авторскими свидетельствами или патентами. С помощью этого метода можно определить показатели технологичности, экономичности, патентно-правовые, стандартизации и унификации.

Органолептический - используется информация, получаемая в результате анализа восприятия органов чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания и слуха. Точность и достоверность результатов при данном методе зависит от способностей, квалификации и навыков лиц, выполняющих эту работу, а также от возможности использования специальных технических средств, повышающих разрешающие способности организма человека (микроскопы, микрофоны лупы).

Этот метод наиболее широко применяется при оценке качества предметов потребления, в том числе продуктов питания (напитки, кондитерские, табачные, парфюмерные изделия), а также их эргономичности, экологичности, эстетичности.

Расчетный - основан на использовании теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров. Применяется в основном при проектировании продукции, когда она не может быть объектом экспериментального исследования (отсутствует опытный образец) и служит для определения производительности, мощности, прочности и т.д.

Рассмотренные методы могут применяться совместно на различных стадиях жизненного цикла продукции. Так, измерительный и регистрационный используются на стадиях разработки, производства и эксплуатации продукции производственно-технического назначения и бытовой техники, органолептический и измерительный — на стадиях разработки и производства предметов потребления.

Традиционный - показатели качества определяются должностными лицами специализированных экспериментальных лабораторий, полигонов, стендов и расчетных подразделений предприятий - конструкторских отделов, вычислительных центров, служб.

Экспертный - определение значений показателей качества осуществляется на основе решения, принимаемого группой специалистов - экспертов. В такие группы объединяются специалисты различных направлений знаний практических навыков в зависимости от вида оцениваемой продукции. Каждый из членов группы обладает правом решающего голоса. Этим методом пользуются в тех случаях, когда показатели качества продукции не могут быть определены более объективными методами.

Социологический - основан на сборе и анализе информации о мнении возможных или фактических потребителей продукции. Сбор информации осуществляется в ходе устного опроса или с помощью распространения анкет, также путем организации конференций, выставок, аукционов и т.п.

2 КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Виды измерений

Измерение является важнейшим понятием в метрологии. Это организованное действие человека, выполняемое для количественного познания свойств физического объекта с помощью определения опытным путем значения какой-либо физической величины.

Существует несколько видов измерений. При их классификации обычно исходят из характера зависимости измеряемой величины от времени, вида уравнения измерений, условий, определяющих точность результата измерений и способов выражения этих результатов.

По характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения разделяются на

- *статические*, при которых измеряемая величина остается постоянной во времени;
- *динамические*, в процессе которых измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени.

Статическими измерениями являются, например, измерения размеров тела, постоянного давления, динамическими - измерения пульсирующих давлений, вибраций.

По способу получения результатов измерений их разделяют на

- прямые;
- косвенные;
- совокупные;
- совместные.

Прямые - это измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных. Прямые измерения можно выразить формулой $Q = X$, где Q - искомое значение измеряемой величины, а X - значение, непосредственно получаемое из опытных данных.

При прямых измерениях экспериментальным операциям подвергают измеряемую величину, которую сравнивают с мерой непосредственно или же с помощью измерительных приборов, градуированных в требуемых единицах. Примерами прямых служат измерения длины тела линейкой, массы при помощи весов и др. Прямые измерения широко применяются в машиностроении, а также при контроле технологических процессов (измерение давления, температуры и др.).

Косвенные - это измерения, при которых искомую величину определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям, т.е. измеряют не собственно определяемую величину, а другие, функционально с ней связанные. Значение измеряемой величины находят путем вычисления по формуле $Q = F(x_1, x_2, \dots, x_N)$, где Q - искомое значение косвенно измеряемой величины; F - функциональная зависимость, которая заранее известна, $x_1, x_2, \dots, x_N$ - значения величин, измеренных прямым способом.

Примеры косвенных измерений: определение объема тела по прямым измерениям его геометрических размеров, нахождение удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения.

Косвенные измерения широко распространены в тех случаях, когда искомую величину невозможно или слишком сложно измерить непосредственно или когда прямое измерение дает менее точный результат. Роль их особенно велика при измерении величин, недоступных непосредственному экспериментальному сравнению, например размеров астрономического или внутриатомного порядка.

Совокупные - это производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомую определяют решением системы

уравнений, получаемых при пря-мых измерениях различных сочетаний этих величин.

Примером совокупных измерений является определение массы отдельных гирь набора (калибровка по известной массе одной из них и по результатам прямых сравнений масс различных сочетаний гирь).

Пример. Необходимо произвести калибровку разновеса, состоящего из гирь массой 1, 2, 2*, 5, 10 и 20 кг (звездочкой отмечена гиря, имеющая то же самое номинальное значение, но другое истинное). Калибровка состоит в определении массы каждой гири по одной образцовой гире, например по гире массой 1 кг. Для этого про-ведем измерения, меняя каждый раз комбинацию гирь (цифры показывают массу отдельных гирь, $1_{обр}$ - обозначает массу образцовой гири в 1 кг):

$$1 = 1_{обр} + a$$

$$1 + 1_{обр} = 2 + b$$

$$2^* = 2 + c$$

$$1 + 2 + 2^* = 5 + d \text{ и т.д.}$$

Буквы a, b, c, d означают грузики, которые приходится прибавлять или отнимать от массы гири, указанной в правой части уравнения, для уравнивания весов. Решив эту систему уравнений, можно определить значение массы каждой гири.

Совместные - это производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимостей между ними.

В качестве примера можно назвать измерение электрического сопротивления при 20°C и температурных коэффициентов измерительного резистора по данным прямых из-мерений его сопротивления при различных температурах.

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

1. *Измерения максимально возможной точности*, достижимой при существующем уровне техники.

К ним относятся в первую очередь эталонные измерения, связанные с максимально возможной точностью воспроизведения установленных единиц физических величин, и, кроме того, измерения физических констант, прежде всего универсальных (например абсолютного значения ускорения свободного падения, гиромагнит-ного отношения протона и др.).

К этому же классу относятся и некоторые специальные изме-рения, требующие высокой точности.

2. *Контрольно-поверочные измерения*, погрешность которых с определенной вероятностью не должна превышать некоторого за-данного значения.

К ним относятся измерения, выполняемые лабораториями государственного надзора за внедрением и соблюдением стандартов и состоянием измерительной

техники и заводскими измерительными лабораториями, которые гарантируют погрешность результата с определенной вероятностью, не превышающей некоторого, заранее заданного значения.

3. *Технические измерения*, в которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерений.

Примерами технических измерений являются измерения, выполняемые в процессе производства на машиностроительных предприятиях, на щитах распределительных устройств электрических станций и др.

По способу выражения результатов измерений различают абсолютные и относительные измерения.

Абсолютными называются измерения, которые основаны на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или на использовании значений физических констант.

Примером абсолютных измерений может служить определение длины в метрах, силы электрического тока в амперах, ускорения свободного падения в метрах на секунду в квадрате.

Относительными называются измерения отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

В качестве примера относительных измерений можно привести измерение относительной влажности воздуха, определяемой как отношение количества водяных паров в 1 м³ воздуха к количеству водяных паров, которое насыщает 1 м³ воздуха при данной температуре.

Основными характеристиками измерений являются: принцип измерений, метод измерений, погрешность, точность, правильность и достоверность.

Принцип измерений - физическое явление или совокупность физических явлений, положенных в основу измерений. Например, измерение массы тела при помощи взвешивания с использованием силы тяжести, пропорциональной массе, измерение температуры с использованием термоэлектрического эффекта.

Метод измерений - совокупность приемов использования принципов и средств измерений. Средствами измерений являются используемые технические средства, имеющие нормированные метрологические свойства.

Погрешность измерений - разность между полученным при измерении X' и истинным Q значениями измеряемой величины:

$$\Delta = X' - Q$$

Погрешность вызывается несовершенством методов и средств измерений, непостоянством условий наблюдения, а так-же недостаточным опытом наблюдателя или особенностями его органов чувств.

Точность измерений - это характеристика измерений, отражающая близость их результатов к истинно-му значению измеряемой величины.

Количественно точность можно выразить величиной, обратной модулю относительной погрешности:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta}{Q} \right|^{-1}.$$

Например, если погрешность измерений равна $10^{-2}\% = 10^{-4}$, то точность равна 10^4 .

Правильность измерения определяется как качество измерения, отражающее близость к нулю систематических погрешностей результатов (т.е. таких погрешностей, которые остаются постоянными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины). Правильность измерений зависит, в частности, от того, насколько действительный размер единицы, в которой выполнено измерение, отличается от ее истинного размера (по определению), т.е. от того, в какой степени были правильны (верны) средства измерений, использованные для данного вида измерений.

Важнейшей характеристикой качества измерений является их *достоверность*; она характеризует доверие к результатам измерений и делит их на две категории: достоверные и недостоверные, в зависимости от того, известны или неизвестны вероятностные характеристики их отклонений от истинных значений соответствующих величин. Результаты измерений, достоверность которых неизвестна, не представляют ценности и в ряде случаев могут служить источником дезинформации.

Наличие погрешности ограничивает достоверность измерений, т.е. вносит ограничение в число достоверных значащих цифр числового значения измеряемой величины и определяет точность измерений.

2.2 Классификация погрешностей результатов измерений

Погрешность измерения — оценка отклонения величины измеренного значения величины от её истинного значения. Погрешность измерения является характеристикой (мерой) точности измерения.

Поскольку выяснить с абсолютной точностью истинное значение любой величины невозможно, то невозможно и указать величину отклонения истинного значения от измеренного (это отклонение принято называть ошибкой измерения). Можно оценить величину этого отклонения, например, при помощи статистических методов. При этом за истинное значение принимается среднестатистическое значение, полученное при статистической обработке результатов серии измерений. Это полученное значение не является точным, а лишь наиболее вероятным. Поэтому в измерениях необходимо указывать, какова их точность. Для этого вместе с полученным результатом указывается погрешность измерений.

В 2006 году на международном уровне был принят новый документ, диктующий условия проведения измерений и установивший новые правила сличения государственных эталонов. Понятие «погрешность» стало устаревать, вместо него было введено понятие «неопределенность измерений».

Погрешности средств измерений - отклонения метрологических свойств или параметров средств измерений от номинальных, влияющие на погрешности результатов измерений (создающие так называемые инструментальные ошибки измерений).

Погрешность результата измерения - отклонение результата измерения $x_{изм}$ от действительного (истинного) значения измеряемой величины x_0 , определяемая по формуле

$$\Delta x = x_{изм} - x_0$$

Далее представлена классификация погрешностей:

1 По форме представления

Абсолютная погрешность — алгебраическая разность между номинальным и действительным значениями измеряемой величины. $\Delta x(x), \Delta y(y)$ - абсолютные погрешности (рисунок 3.1).

Абсолютная погрешность измеряется в тех же единицах измерения, что и сама величина.

Относительная погрешность - выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой или воспроизводимой данным средством измерений величины.

$$\frac{\Delta x}{x}, \frac{\Delta y}{y} - \text{относительные погрешности.}$$

Относительная погрешность является безразмерной величиной либо измеряется в процентах.

Приведенная погрешность. Если диапазон измерения прибора охватывает и нулевое значение измеряемой величины, то относительная погрешность обращается в бесконечность в соответствующей ему точке шкалы. В этом случае пользуются понятием приведенной погрешности, равной отношению абсолютной погрешности измерительного прибора к некоторому нормирующему значению. В качестве нормирующего значения принимается значение, характерное для данного вида измерительного прибора. Это может быть, например, диапазон измерений, верхний предел измерений, длина шкалы и т.д. $\frac{\Delta x}{X}, \frac{\Delta y}{Y}$ - приведенные погрешности, где X и Y - диапазон изменения величин. Выбор X и Y в каждом конкретном случае разный из-за нижнего предела (чувствительности) прибора.

Приведенная погрешность - безразмерная величина (может измеряться в процентах).

Класс точности прибора — предел (нижний) приведенной погрешности.

2 По причине возникновения

Инструментальные / приборные погрешности – погрешности, которые определяются погрешностями применяемых средств измерений и вызываются несовершенством принципа действия, неточностью градуировки шкалы.

Методические погрешности – погрешности, обусловленные несовершенством метода, а также упрощениями, положенными в основу методики. Причиной методической погрешности может быть не учитываемое взаимное влияние объекта измерений и измерительных приборов или недостаточная точность такого учета.

Субъективные / операторные / личные погрешности – погрешности,

обусловленные степенью внимательности, сосредоточенности, подготовленности и другими качествами оператора.

3 По характеру проявления

Случайная погрешность — погрешность, меняющаяся (по величине и по знаку) от измерения к измерению. Случайные погрешности могут быть связаны с несовершенством приборов (трение в механических приборах и т.п.), тряской в городских условиях, с несовершенством объекта измерений (например, при измерении диаметра тонкой проволоки, которая может иметь не совсем круглое сечение в результате несовершенства процесса изготовления), с особенностями самой измеряемой величины (например при измерении количества элементарных частиц, проходящих в минуту через счётчик Гейгера).

Систематическая погрешность — погрешность, изменяющаяся во времени по определенному закону (частным случаем является постоянная погрешность, не изменяющаяся с течением времени). Систематические погрешности могут быть связаны с ошибками приборов (неправильная шкала, калибровка и т.п.), неучтёнными экспериментатором.

Грубая погрешность (*промах*) — погрешность, возникшая вследствие недосмотра экспериментатора или неисправности аппаратуры (например, если экспериментатор неправильно прочёл номер деления на шкале прибора, если произошло замыкание в электрической цепи).

4 По способу измерения

1) *Погрешность прямых измерений*

2) *Погрешность косвенных измерений* — погрешность вычисляемой (не измеряемой непосредственно) величины:

Если $F = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где x_i — непосредственно измеряемые независимые величины, имеющие погрешность Δx_i , тогда:

$$\Delta F = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\Delta x_i \frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2}$$

5 В зависимости от условий выполнения измерений

Основная погрешность — погрешность СИ в нормальных (лабораторных) условиях применения, обусловленная свойствами самого СИ и неидеальностью представления реальной функции преобразования; *дополнительная* — составляющая погрешности СИ, возникающая в условиях, отличных от нормальных; *погрешность функции влияния*.

6 В зависимости от скорости изменения измеряемой физической величины за время одного наблюдения

Статическая погрешность измерений - погрешность результата измерений, свойственная условиям статического измерения, то есть при измерении постоянных величин после завершения переходных процессов в элементах приборов и преобразователей.

Динамическая погрешность измерений - погрешность результата измерений, свойственная условиям динамического измерения. Динамическая погрешность появляется при измерении переменных величин и обусловлена

инерционными свойствами средств измерений.

7 По характеру связи с уровнем выходного сигнала

Мультипликативная погрешность – погрешность чувствительности, возрастает или убывает с ростом измеряемой величины.

Аддитивная погрешность – погрешность нуля, остается постоянной во всем диапазоне измерений.

2.3 Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений

Равноточными называются измерения, у которых все значения отсчетов X_i имеют одинаковую дисперсию (точность).

Обработка результатов многократных равноточных измерений производится в следующем порядке:

- Определение оценок числовых характеристик $\hat{Q}$ и S_Q закона распределения вероятности результата измерения ($\hat{Q}$ и S_Q – среднее арифметическое и оценка среднего квадратического отклонения измеряемой величины соответственно);
- Исключение «грубых промахов», если таковые имеются, из результатов измерений и пересчет оценок числовых характеристик закона распределения вероятности результата измерения;
- Проверка гипотезы о виде закона распределения вероятности результата измерения (чаще всего проверяется гипотеза о его нормальности);
- Представление результата измерения в виде доверительного интервала, соответствующего определенному уровню доверительной вероятности.

Определение оценок числовых характеристик закона распределения вероятности результата измерений

Числовые характеристики $\hat{Q}$ и S_Q определяются по формулам:

$$\hat{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i,$$

$$S_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Q} - Q_i)^2}{n-1}},$$

где Q_i – результат i -того параллельного наблюдения (измерения);

n – число параллельных наблюдений (измерений).

При проведении расчетов числовых характеристик и других параметров всегда встает вопрос о точности их вычисления, т.е. о том с каким числом значащих цифр записывать полученные значения. При обработке результатов измерений следует руководствоваться следующими правилами:

1. Значение оценок средних квадратических отклонений S_Q и $S_{\bar{Q}}$ может быть определено максимум с двумя значащими цифрами, причем вторую значащую цифру следует округлять до 0 или 5. Под значащими цифрами понимается всякая отличная от нуля цифра десятичной записи числа и нуль, если он находится между значащими цифрами или является представителем сохраненного десятичного разряда. Например, у приближенного числа 0,002080

подчеркнутые нули не являются значащими цифрами, т. к. они указывают только порядок числа (10^{-3}). Остальные два нуля являются значащими цифрами, т. к. первый из них находится между значащими цифрами 2 и 8, а второй указывает, что округленное число отличается от неокругленного менее чем на ± 5 единиц седьмого разряда;

2. Для предотвращения накопления погрешности промежуточных расчетов среднее квадратическое отклонение S_Q следует определять как минимум с одной запасной значащей цифрой, т.е. с 3-мя значащими цифрами, округляя его при окончательной записи до двух значащих цифр, как было указано в п. 1. Таким же образом следует поступать с любыми промежуточными данными;

3. Среднее арифметическое $\hat{Q}$ следует рассчитывать с таким количеством знаков после запятой, которое соответствует последней значащей цифре среднего квадратического отклонения среднего арифметического $S_{\bar{Q}}$ после его округления (окончательной записи). Например: если по расчетам среднее квадратическое отклонение среднего арифметического получилось $S_{\bar{Q}}=0,0273$, то его следует округлить до значения $S_{\bar{Q}}=0,025$, а среднее арифметическое $\hat{Q}$ необходимо определять до третьего знака после запятой.

В дальнейшем для построения доверительного интервала понадобится еще оценка среднего квадратического отклонения $S_{\bar{Q}}$ среднего арифметического значения $\hat{Q}$:

$$S_{\bar{Q}} = \frac{S_Q}{\sqrt{n}}.$$

Окончательное определение среднего арифметического $\hat{Q}$ и оценок средних квадратических отклонений самой измеряемой величины S_Q и ее среднего арифметического значения $S_{\bar{Q}}$ осуществляется только после исключения грубых промахов.

Исключение грубых промахов

Существует несколько способов проверки гипотезы о наличии грубых промахов в результате измерений. Наиболее распространенными являются: проверка наличия грубых промахов с помощью v -критерия и с помощью правила «трех сигм».

1. Проверка гипотезы о наличии грубых промахов в результате измерений с помощью v -критерия.

Этот способ применяется при малом числе измерений $n \leq 25 \dots 30$, если их вероятность распределена по нормальному закону. Из всех полученных значений измеряемой величины на наличие грубых промахов проверяют, как правило, минимальный $Q_{\min}$ и максимальный $Q_{\max}$ результаты. Если они не содержат грубых погрешностей, то промежуточные результаты тем более. При проверке сначала рассчитывают значения v -критерия, соответствующие максимальному и минимальному результатам измерений:

$$v_{\max} = \frac{Q_{\max} - \hat{Q}}{S_Q},$$

$$v_{\min} = \frac{\hat{Q} - Q_{\min}}{S_Q}.$$

Если значение $v_{\max}$ или $v_{\min}$ больше критического v_T , выбираемого из таблицы значений v при различных числах измерений n , то один или оба проверяемых результата измерений являются грубыми промахами, т.е. содержат грубые погрешности. Критическое значение v_T выбирается, исходя из уровня доверительной вероятности P (уровня значимости, равного $1 - P$) и числа результатов измерений n .

Грубые промахи исключаются из экспериментальных данных (отбрасываются), значения параметров $\hat{Q}$ и S_Q пересчитываются заново, после чего опять проводится аналогичная проверка и так до тех пор, пока все грубые промахи не будут отброшены. После исключения грубых промахов окончательно определяются значения $\hat{Q}$ и S_Q .

2. Проверка гипотезы о наличии грубых промахов в результате измерений с помощью правила «трех сигм»

Данный способ проверки наличия грубых промахов менее надежен, чем предыдущий и применяется, как правило, при соблюдении следующих условий:

1. Закон распределения вероятности результатов измерений соответствует нормальному;
2. Число измерений больше 25 ... 30, т.е. $n \geq 25 \dots 30$
3. Числовые характеристики закона распределения вероятности известны достаточно точно.

Для проведения данной проверки сначала вычисляют значения $\hat{Q}$ и S_Q . Далее определяют допустимые значения $Q_{\max}^{\text{доп.}}$ и $Q_{\min}^{\text{доп.}}$ измеряемой величины, которые с доверительной вероятностью $P = 0,9973$ еще не являются грубыми промахами:

$$Q_{\max}^{\text{доп.}} = \hat{Q} + 3S_Q$$

$$Q_{\min}^{\text{доп.}} = \hat{Q} - 3S_Q$$

Все значения измеряемой величины, выходящие за пределы интервала $[Q_{\min}^{\text{доп.}}; Q_{\max}^{\text{доп.}}]$ признаются грубыми промахами с вероятностью $P = 0,9973$.

После отбрасывания грубых промахов необходимо пересчитать значения $\hat{Q}$ и S_Q и повторять проверку до тех пор, пока все грубые промахи не будут исключены из результата измерений. В дальнейших расчетах используются числовые характеристики $\hat{Q}$ и S_Q закона распределения вероятности, рассчитанные для результата измерений, не содержащего грубых промахов.

Выявление вида закона распределения вероятности результата измерения.

Проверка нормальности распределения результатов измерений при малом числе измерений

При малом числе наблюдений $11 < n < 50$ обычно проверяют соответствие распределения вероятности нормальному закону. При этом используют специализированные критерии, годные для проверки гипотезы о соответствии только одному конкретному закону распределения вероятности. В большинстве

случаев таким законом и является нормальный закон. Поскольку в данной ситуации рассматривается только одна гипотеза (о нормальности закона распределения вероятности), то специальных действий по обоснованию ее выдвижения обычно не производят, что, тем не менее, не исключает возможности предварительного исследования эмпирического закона распределения вероятности результата измерения с последующим выдвижением той или иной гипотезы о виде этого закона.

Чаще всего гипотеза о нормальности распределения результатов измерений при малом их числе проверяется с помощью составного критерия, который в свою очередь состоит из двух критериев.

Первый критерий основан на вычислении статистики:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n |Q_i - \hat{Q}|}{\sqrt{n \cdot \sum_{i=1}^n (Q_i - \hat{Q})^2}},$$

квантили распределения которой приведены в таблице квантилей распределения статистики d [1]. Гипотеза о нормальности на основании первого критерия принимается, если при данном числе измерений n и выбранном уровне значимости q_1 соблюдается условие:

$$d_{1-q_1/2} < d \leq d_{q_1/2},$$

где q_1 – уровень значимости при проверке гипотезы по первой части критерия;

$d_{1-q_1/2}$ и $d_{q_1/2}$ квантили, выбираемые по таблице квантилей распределения статистики d .

На основании второго критерия гипотеза о нормальности распределения принимается, если не более m разностей $|Q_i - \hat{Q}|$ превосходят уровень $\frac{z_{\frac{1+\alpha}{2}}}{2} \cdot S_Q$, где $\frac{z_{\frac{1+\alpha}{2}}}{2}$ – квантиль интегральной функции нормированного нормального распределения, определяемая по данным таблицы интегральной функции нормированного нормального распределения при значении:

$$\Phi\left(\frac{z_{\frac{1+\alpha}{2}}}{2}\right) = \frac{1+\alpha}{2}.$$

Величина α находится при заданном уровне значимости q_2 второго критерия по данным таблицы значений m и α , соответствующим различным величинам параметров n и q_2 .

Распределение вероятности результатов измерений считается отличным от нормального, если не выполняется хотя бы один из этих двух критериев. Уровень значимости составного критерия определяется по формуле:

$$q \leq q_1 + q_2.$$

Это значит, что гипотеза о нормальности распределения вероятности результата измерения принимается или отвергается с уровнем значимости q или доверительной вероятностью $P = 1 - q$.

Проверка нормальности распределения результатов измерений при большом числе измерений

При большом числе измерений $n \geq 50$ для выявления вида закона

распределения вероятности чаще используют универсальные критерии, с помощью которых можно проверять гипотезу о соответствии любому виду распределения. Поскольку заранее не известно, какой из возможных законов лучше описывает эмпирическое распределение вероятности результата измерения, необходимо предварительно исследовать полученный закон и уже на основании этого исследования выдвинуть гипотезу о виде распределения вероятности.

Такое предварительное исследование производят чаще всего с помощью гистограммы. По ее виду можно предположить, какой теоретический закон распределения вероятности лучше соответствует данной гистограмме, т.е. эмпирическому распределению, полученному при измерении.

После выдвижения гипотезы о виде закона распределения вероятности результата измерений осуществляют проверку ее непротиворечивости (правдивости или правильности) с помощью какого-либо критерия согласия. Наиболее распространенным критерием является критерий χ^2 Пирсона. При использовании этого критерия за меру расхождения экспериментальных данных с теоретическим законом распределения вероятности результата измерений принимается сумма квадратов отклонений частот $m_j/n = P_j^*$ от теоретической вероятности P_j попадания отдельного результата измерений в j -ый интервал, причем, каждое слагаемое берется с весовым коэффициентом n/P_j :

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{n}{P_j} (P_j^* - P_j)^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(m_j - nP_j)^2}{nP_j},$$

где χ^2 критерий Пирсона;

P_j^* – частость или экспериментальное значение вероятности попадания результата измерений в j -ый интервал:

$$P_j^* = \frac{m_j}{n};$$

P_j – теоретическая вероятность попадания результата измерений в i -ый интервал (рассчитывается или определяется по таблице с принятой гипотезой о виде закона распределения вероятности результата измерений).

Проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерений согласно критерию χ^2 сводится к следующему:

1. Данные наблюдений группируют по интервалам, как при построении гистограммы, и подсчитывают частоты m_j . Если в некоторые интервалы попадает менее пяти наблюдений, то такие интервалы объединяются с соседними. При этом соответственно уменьшается число степеней свободы:

$$r = k - 3,$$

где k – число интервалов гистограммы после объединения.

2. Принимают величины $\hat{Q}$ и S_Q , рассчитанные по формулам (2.1) и (2.2) в качестве параметров теоретического закона распределения вероятности результата измерений.

3. Для каждого интервала находят вероятности попадания в них результатов наблюдений по таблице нормированного нормального распределения вероятности:

$$P(Q_{j-1} \leq Q \leq Q_j) = \Phi(z_j) - \Phi(z_{j-1}),$$

где: $\Phi(z_{j-1})$ и $\Phi(z_j)$ – значения интегральной функции нормированного нормального распределения (выбирается по таблице интегральной функции нормированного нормального распределения) в начале и конце i -го интервала соответственно;

z_{j-1} и z_j – значения аргумента интегральной функции распределения вероятности, соответствующие границам i -го интервала:

$$z_{j-1} = \frac{Q_{j-1} - \hat{Q}}{S_Q}; \quad z_j = \frac{Q_j - \hat{Q}}{S_Q},$$

где Q_{j-1} , Q_j – начало и конец i -го интервала.

4. Для каждого интервала вычисляют значение χ_j^2 критерия Пирсона:

$$\chi_j^2 = \frac{n}{P_j} \left(\frac{m_j}{n} - P_j \right)^2 = \frac{(m_j - nP_j)^2}{nP_j}$$

и суммируют эти значения для всех k интервалов, т.е.:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \chi_j^2.$$

5. Исходя из числа степеней свободы и уровня значимости $\alpha = 1 - P$ (P – вероятность, с которой принимается или отвергается выдвинутая гипотеза) определяют по таблице интегральной функции χ^2 -распределения Пирсона допустимое (критическое) значение χ_T^2 .

Если $\sum_{i=1}^k \chi_j^2 \leq \chi_T^2$, то гипотеза о нормальности закона распределения вероятности результата измерений принимается с доверительной вероятностью P . В противном случае гипотеза с той же вероятностью отвергается.

Примечание:

1. При определении числа степеней свободы r следует иметь в виду, что k – это число интервалов, оставшихся после их объединения, если таковое было.

- Доверительную вероятность P принимают обычно на уровне 0,9...0,95, т.е. $P = 0,9...0,95$

Представление результата в принятой форме

Обычно принято результат любого измерения представлять в виде доверительного интервала с доверительной вероятностью попаданий в него результата измерений Q :

$$\hat{Q} - tS_Q \leq Q \leq \hat{Q} + tS_Q,$$

где t – относительная ширина доверительного интервала, зависящая от вероятности P и вида закона распределения вероятности результата измерений;

Q – истинное значение измеряемой величины.

При многократном измерении в качестве меры рассеяния результата используют оценку среднего квадратического отклонения среднего арифметического значения $S_{\bar{Q}}$. Поэтому доверительный интервал примет вид:

$$\hat{Q} - tS_{\bar{Q}} \leq Q \leq \hat{Q} + tS_{\bar{Q}}$$

Относительная ширина доверительного интервала t выбирается по-разному в зависимости от числа измерений n . Если измерений мало, т.е. $n \leq 25...30$, то

параметр t выбирается по таблицам распределения Стьюдента, а если достаточно много, т.е. $n \geq 25 \dots 30$ то по таблицам нормированного нормального распределения.

Следует иметь в виду, что законы распределения вероятности величин Q и $\bar{Q}$ могут не совпадать между собой. Поэтому в общем случае, если неизвестен закон распределения вероятности величины $\bar{Q}$, относительную ширину интервала t определяют из неравенства Чебышева:

$$P(\hat{Q} - tS_{\bar{Q}} \leq Q \leq \hat{Q} + tS_{\bar{Q}}) \geq 1 - \frac{1}{t^2}$$

или

$$P(\hat{Q} - tS_{\bar{Q}} \leq Q \leq \hat{Q} + tS_{\bar{Q}}) \geq 1 - \frac{4}{9} \cdot \frac{1}{t^2},$$

если известно, что этот закон симметричен.

Если же известно, что вероятность величины $\hat{Q}$ подчиняется нормальному закону, что обычно и бывает при нормальном распределении вероятности результатов Q_i , то пользуются таблицей нормированного нормального распределения вероятности.

3 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Поверка средств измерений - совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям. Поверка средства измерений заключается в определении погрешностей средства измерений и в установлении его пригодности к применению. Проведение поверки позволяет установить, находятся ли метрологические характеристики средств измерений в заданных пределах.

Процедура поверки средств измерений регламентируется различными документами (государственными стандартами, инструкциями, методическими указаниями и др.), соблюдение требований которых обязательно

Калибровка средств измерений - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.

Соподчинение Государственного эталона, вторичных, а также системы разрядных эталонов и рабочих средств измерений установлено государственной поверочной схемой.

Поверочная схема - утвержденный в установленном порядке документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений.

Поверочные схемы разделяют на государственные и локальные, Государственные поверочные схемы регламентируются государственными

стандартами и распространяются на все средства измерений данного вида. Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических служб Государственных органов управления и юридических лиц. Все локальные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой.

Поверочные схемы состоят из чертежа и текстовой части. На чертеже указывают: наименование средств измерений, диапазоны значений физических величин, обозначения и значения погрешностей, наименования методов поверки. Текстовая часть состоит из вводной части и пояснений к элементам поверочной схемы.

3.1 Средства и методы измерений

Средство измерений (СИ) представляет собой техническое устройство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики-

К средствам измерений относятся: меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки и измерительные системы.

Мера - это средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. К мерам относят гири, концевые меры длины, нормальные элементы (меры ЭДС). Меры, воспроизводящие физическую величину одного размера (например, гиря, плоскопараллельная концевая мера длины), называются однозначными. Меры, воспроизводящие ряд одноименных величин различного размера (например, линейка с миллиметровыми делениями), называются многозначными

Широкое применение находят наборы и магазины мер. Указанное на мере (или приписанное мере) значение величины является номинальным значением меры. Разность между номинальным и действительным значениями меры называется погрешностью меры, которая является метрологической характеристикой меры.

Особую категорию средств измерений составляют стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Например, образцы свойств: образец твердости, образец цвета и др., и образцы состава: чистые металлы, образцы марки стали, газовые смеси и др. **Стандартный образец**- средство измерений в виде вещества (материала), состав и свойства которого установлены при метрологической аттестации. В последние годы стандартные образцы нашли широкое применение в метрологической деятельности и в практике измерений.

Измерительный прибор - средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Измерительные приборы по способу получения результата измерений подразделяют на показывающие (аналоговые и цифровые) и регистрирующие (самопишущие и печатающие). Для измерительных приборов обязательно должны быть нормированы:

- цена деления шкалы, пределы шкалы аналоговых приборов;

- выходной код, число его разрядов, номинальная цена единицы наименьшего разряда кода для цифровых приборов.

Кроме этих нормируются и другие характеристики, оказывающие влияние на результат измерения.

Измерительный преобразователь - средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения.

В отличие от измерительного прибора сигнал на выходе измерительного преобразователя не может восприниматься наблюдателем. Измеряемая величина, поступающая на измерительный преобразователь, называется входной, преобразованная - выходной.

Соотношение, устанавливающее связь между входной и выходной величинами, называется **функцией преобразования измерительного преобразователя** и является для него основной метрологической характеристикой. Функция преобразования может быть выражена формулой, графиком, таблицей.

Для категории средств измерений, охватывающей измерительные приборы и измерительные преобразователи, применяют термин "измерительное устройство".

Измерительная установка - совокупность функционально объединенных средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем, и расположенных в одном месте.

Измерительная система - совокупность средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связей, предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки передачи и (или) использования в автоматических системах управления.

По метрологическому назначению средства измерений подразделяют на два вида: **рабочие средства измерений**, которые предназначены для получения результатов измерений при решении различных производственных задач; **эталон**, которые предназначены для воспроизведения, хранения и передачи размеров единиц рабочим средствам измерений.

Государственные и рабочие эталоны хранят и применяют Государственные научные метрологические центры. Эталоны (бывшие образцовые средства измерений) предназначены только для передачи размеров единиц, их хранят и применяют органы государственной метрологической службы и метрологические службы юридических лиц. Поэтому увязка рабочих средств измерений с Государственным эталоном является исключительно метрологической задачей и выполняют эту задачу аттестованные в установленном порядке специалисты.

Для получения результата измерения средства измерений применяются в соответствии с определенным методом.

Под **методом измерений** понимают совокупность приемов использования

принципов и средств измерений.

Принципы измерения определяют совокупность физических явлений, на которых основаны измерения. Все методы измерения поддаются систематизации и обобщению по общим характерным признакам. Наибольшее распространение получила метрологическая классификация методов измерений, в соответствии с которой методы измерений подразделяются *на метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой*.

Метод непосредственной оценки - это такой метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия. В приборе прямого действия предусмотрено преобразование сигнала измерительной информации в одном направлении без применения обратной связи. Например, измерение температуры ртутным термометром. Для измерения методом непосредственной оценки применяют очень много приборов различных видов: манометры, амперметры, расходомеры, барометры и др. Достоинствами этого метода является быстрота получения результата измерения, возможность непосредственного наблюдения за изменениями измеряемой величины. Однако его точностные возможности ограничены погрешностями градуировки прибора.

Метод сравнения с мерой - это такой метод, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. При этом используют прибор сравнения- измерительный прибор, предназначенный для непосредственного сравнения измеряемой величины с известной. Метод сравнения с мерой имеет разновидности, которые часто рассматриваются как самостоятельные методы измерений: нулевой, дифференциальный и метод совпадений. Метод сравнения с мерой точнее метода непосредственной оценки. Точностные возможности метода сравнения с мерой определяются в основном погрешностью изготовления применяемых мер.

Отличием средства измерений от других технических устройств является то, что оно предназначено для получения измерительной информации и имеет нормированные метрологические характеристики.

Метрологические характеристики (м.х.) средств измерений- характеристики свойств средств измерений, оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений. Эти характеристики называют еще точностными характеристиками средств измерения. Информация о назначении и метрологических характеристиках приведена в документации на средства измерений (в государственном стандарте, в ТУ, в паспорте на средство измерения).

Характерной особенностью измерительной техники является широкое распространение измерительных процессов, в которых одновременно участвуют несколько средств измерений, измеряющих разные физические величины и основанных на разных принципах действия. Это вызывает необходимость нормировать метрологические характеристики различных средств измерений на единой, принципиальной основе.

По метрологическим характеристикам средств измерений решается ряд задач, важных для обеспечения единства измерений:

-определение погрешности результата измерений (одной из составляющих погрешности измерений является погрешность средств измерений),

-выбор средств измерений по точности по известным условиям их применения и требуемой точности измерений (эта задача является обратной по отношению к задаче определения погрешности измерений);

-сравнение средств измерений различных типов с учетом условий их применения;

-замена одного средства измерений на другое - аналогичное;

оценка погрешности сложных измерительных систем и др.

Нормированные метрологические характеристики выражают в форме, удобной для обоснованного решения перечисленных выше задач и одновременно достаточно простого осуществления их контроля при поверке или калибровке.

При установлении совокупности нормируемых метрологических характеристик для средств измерений конкретного вида необходимо использовать номенклатуру характеристик, регламентированных ГОСТ 8.009-84 "ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений".

Например, в ГОСТ 8711-78 "Амперметры и вольтметры. Общие технические условия" нормируется предел допускаемой основной погрешности и нормальные условия; пределы допускаемых дополнительных погрешностей и рабочие области влияющих величин; предельно допускаемая вариация и невозвращения указателя нуля. При поверке или калибровке эти характеристики подлежат контролю.

В ГОСТ 8.009-84 установлены общие положения, комплекс метрологических характеристик средств измерений, и способы их нормирования. В этом стандарте приведены модели погрешности измерений в зависимости от свойств средств измерений, рекомендации по выбору метрологических характеристик для различных видов средств измерений и критерии существенности составляющих погрешности средств измерений. Положения и рекомендации стандарта могут быть использованы для оценивания инструментальной погрешности в реальных условиях применения средств измерений. ГОСТ 8.009-84 гармонизирован с международными рекомендациями.

В практике применения средств измерений широко используется выражение - **класс точности**. Это характеристика, зависящая от способа выражения пределов допускаемых погрешностей средств измерений. Впервые "класс точности" был введен в тридцатые годы применительно к стрелочным приборам и определял основную погрешность средств измерений (погрешность средств измерений в нормальных условиях). Введение класса точности преследовало цель классификации средств измерений по точности. Эта характеристика была удобной и для приборостроителей, т.к. позволила четко стандартизировать измерительные приборы в виде регламентированных рядов классов точности. Такое представление в то время было оправдано и характеристикой "класс точности" можно было руководствоваться при выборе средств измерений, при ориентировочной оценки точности измерений и др.

В настоящее время, когда схемы и конструкции средств измерений усложнились, а области применения средств измерений весьма расширились, на

погрешность измерений стали существенно влиять и другие факторы. В частности, изменения внешних условий (температура окружающей среды, механические нагрузки на средства измерений и т.д.), а также характер изменения измеряемых величин во времени. Основная погрешность измерительных приборов перестала быть действительно основной составляющей погрешности измерений и класс точности не позволяет в полной мере решать практические задачи, перечисленные выше. Область практического применения характеристики "класс точности" ограничена только такими средствами измерений, которые предназначены для измерения статических величин. В международной практике "класс точности" устанавливается только для небольшой части приборов.

Требования к назначению, применению и обозначению "классов точности" регламентированы в ГОСТ 8.401-80 "ГСИ. Классы точности средств измерений. Основные положения". Этот стандарт гармонизирован с международными рекомендациями.

Метрологическое обеспечение средств измерений зависит от сферы их использования. Сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора приведены в Законе РФ "Об обеспечении единства измерений" (ст. 13).

В сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора используемые типы средств измерений должны быть утверждены и включены в Государственный реестр средств измерений, который ведет Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС).

На средство измерений утвержденного типа и на эксплуатационные документы наносится знак утверждения типа установленной формы и выдается сертификат. Средства измерений при эксплуатации должны подвергаться периодической поверке органами Государственной метрологической службы или аккредитованными метрологическими службами юридических лиц.

На поверенное средство измерений наносится клеймо и выдается свидетельство установленной формы. Перечни средств измерений, подлежащих поверке, составляются метрологическими службами юридических лиц и направляются в органы Государственной метрологической службы. При осуществлении Государственного метрологического надзора контролируется правильность и полнота этих перечней, а также состояние и применение средств измерений.

Средства измерений, применяемые вне сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора, калибруются метрологической службой предприятия по эталонам, соподчиненным государственным эталонам единиц величин. Метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ органами Государственной метрологической службы в Российской системе калибровки (РСК). Порядок аккредитации на право выполнения калибровочных работ устанавливается Госстандартом России.

3.2 Основные единицы СИ

Основные единицы СИ с указанием сокращенных обозначений русскими и латинскими буквами приведены в таблице.

Величина	Единица измерения	Сокращенное обозначение единицы	
		русское	международное
Длина	метр	м	<i>m</i>
Масса	килограмм	кг	<i>kg</i>
Время	секунда	с	<i>s</i>
Сила эл. тока	ампер	А	<i>A</i>
Термодин. темп-ра	кельвин	К	<i>K</i>
Сила света	кандела	кд	<i>cd</i>
Кол-во вещества	моль	моль	<i>mol</i>

Определения основных единиц, соответствующие решениям Генеральной конференции по мерам и весам, следующие.

Метр равен длине пути, проходимого светом в вакууме за $1/299792458$ долю секунды.

Килограмм равен массе международного прототипа килограмма.

Секунда равна 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Ампер равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н.

Кельвин равен $1/273.16$ части термодинамической температуры тройной точки воды.

Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0.012 кг.

Кандела равна силе света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср.

3.3 Дополнительные единицы СИ

Международная система единиц включает в себя две дополнительные единицы - для измерения плоского и телесного углов.

Единица плоского угла - *радиан* (рад) - угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу. В градусном исчислении радиан равен $57^{\circ}17'48''$.

Стерadian (ср), принимаемый за единицу телесного угла, - телесный угол, вершина которого расположена в центре сферы и который вырезает на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, по длине равной радиусу сферы.

Измеряют телесные углы путем определения плоских углов и проведения дополнительных расчетов по формуле

$$Q = 2\pi(1 - \cos\alpha/2)$$

где Q - телесный угол; α - плоский угол при вершине конуса, образованного внутри сферы данным телесным углом.

Телесному углу 1 ср соответствует плоский угол, равный $65^\circ 32'$, углу π ср - плоский угол 120° , углу 2π ср - плоский угол 180° .

Дополнительные единицы СИ использованы для образования единиц угловой скорости, углового ускорения и некоторых других величин. Сами по себе радиан и стерадиан применяются в основном для теоретических построений и расчетов, так как большинство важных для практики значений углов (полный угол, прямой угол и т.д.) в радианах выражаются трансцендентными числами (2π , $\pi/2$ и т.д.).

Производные единицы Международной системы единиц образуются с помощью простейших уравнений между величинами, в которых числовые коэффициенты равны единице. Так, для линейной скорости в качестве определяющего уравнения можно воспользоваться выражением для скорости равномерного прямолинейного движения $v = l/t$.

При длине пройденного пути (в метрах) и времени t , за которое пройден этот путь (в секундах), скорость выражается в метрах в секунду (м/с). Поэтому единица скорости СИ - *метр в секунду* - это скорость прямолинейно и равномерно движущейся точки, при которой она за время 1 с перемещается на расстояние 1 м.

Если в определяющее уравнение входит числовой коэффициент, то для образования производной единицы в правую часть уравнения следует подставлять такие числовые значения исходных величин, чтобы числовое значение определяемой производной единицы было равно единице. Например, единица кинетической энергии СИ - килограмм-метр в квадрате на секунду в квадрате - это кинетическая энергия тела массой 2 кг, движущегося со скоростью 1 м/с, или кинетическая энергия тела массой 1 кг, движущегося со скоростью $\sqrt{2}$ м/с. Эта единица имеет особое наименование - *джоуль* (сокращенное обозначение Дж).

3.4 Системы физических величин

Физическая величина X может быть при помощи математических действий выражена через другие физические величины $A, B, C \dots$ уравнением вида:

$$X = k A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots,$$

где k - коэффициент пропорциональности; α, β, γ - показатели степени.

Формулы вида (2), выражающие одни физические величины через другие, называются **уравнениями между физическими величинами**. Коэффициент пропорциональности в таких уравнениях за редким исключением равен 1.

Значение этого коэффициента не зависит от выбора единиц, а определяется только характером связи величин, входящих в уравнение.

Для каждой **системы величин** число основных величин должно быть вполне определенным и его стараются свести к минимуму. **Основные величины** могут выбираться произвольно, но важно, чтобы система была удобной для практического применения. Как правило, в качестве основных выбирают величины, характеризующие **коренные свойства материального мира**: длину, массу, время, силу, температуру, количество вещества и др. Каждой основной величине присвоен символ в виде прописной буквы латинского или греческого алфавита, называемой **размерностью** основной физической величины. Например, длина имеет размерность L , масса — M , время — T , сила тока — I и т. д.

Понятие размерности вводится и для производной величины.

Размерностью производной физической величины называется выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных величин в различных степенях и отражающее связь данной физической величины с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные, с коэффициентом пропорциональности, равным 1. Степени символов основных величин, входящих в одночлен, могут быть целыми, дробными, положительными и отрицательными в зависимости от связи рассматриваемой величины с основными. Связь производной величины через другие величины системы выражается **определяющим уравнением** производной величины. Размерность производной величины определяется путем подстановки в определяющее уравнение вместо входящих в него величин их размерностей. Причем, для этого используются **простейшие** уравнения связи, которые могут быть представлены в виде формулы (2). Например, если определяющим уравнением для скорости является уравнение $v=s/t$, где s — длина пути, пройденного за время t , то размерность скорости определяется по формуле L / T .

Форма уравнений, связывающих величины, не зависят от размеров единиц: какие бы единицы мы не выбирали, соотношения величин останутся неизменными и одинаковыми с соотношениями числовых значений. Этим свойством измерение отличается от всех других приемов оценки величин.

Размерность величин обозначается символом $\dim$. В нашем случае размерность скорости будет выражена как

$$\dim v = LT^{-1}$$

Например, в системе величин LMT (длина, масса, время) размерность любой величины X в общем виде будет выражаться формулой:

$$\dim x = L^l M^m T^t$$

где L, M, T — символы величин, принятых в качестве основных, в данном случае это длина, масса и время; l, m, t — показатели размерности производной величины x .

Размерность является более **общей характеристикой**, чем уравнение связи между величинами, т.к. одну и ту же размерность могут иметь величины разной природы, например, сила и кинетическая энергия.

Размерности имеют широкое практическое применение и позволяют:

- переводить единицы из одной системы в другую;

- проверять правильность расчетных формул;
- оценивать изменение размера производной величины при изменении размеров основных величин.

3.5 Шкалы измерений

Понятия физическая величина и измерение тесным образом связаны с понятием **шкалы физической величины** - упорядоченной совокупностью значений физической величины, служащей исходной основой для измерений данной величины.

Шкалой измерений называют порядок определения и обозначения возможных значений конкретной величины или проявлений какого-либо свойства. Понятия шкалы возникли в связи с необходимостью изучать не только количественные, но и качественные свойства природных и рукотворных объектов и явлений. Различают несколько типов шкал.

1. Шкала наименований (классификации) – это самая простая шкала, которая основана на приписывании объекту знаков или цифр для их идентификации или нумерации. Например, атлас цветов (шкала цветов) или шкала (классификация) растений Карла Линнея. Данные шкалы характеризуются только отношением эквивалентности (равенства) и в них отсутствуют понятия больше, меньше, отсутствуют единицы измерения и нулевое значение. Этот вид шкал приписывает свойствам объектов определенные числа, которые выполняют функцию имен. Процесс оценивания в таких шкалах состоит в достижении эквивалентности путем сравнения испытуемого образца с одним из эталонных образцов. Таким образом, шкала наименований отражает качественные свойства.

В шкале наименований (другое название этой шкалы - номинальная; это - переписанное русскими буквами английское название шкалы) **допустимыми** являются все взаимно-однозначные преобразования. В этой шкале числа используются лишь как метки. Примерно так же, как при сдаче белья в прачечную, т.е. лишь для различения объектов. В шкале наименований измерены, например, номера телефонов, автомашин, паспортов, студенческих билетов. Номера страховых свидетельств государственного пенсионного страхования, медицинского страхования, ИНН (индивидуальный номер налогоплательщика) измерены в шкале наименований. Пол людей тоже измерен в шкале наименований, результат измерения принимает два значения - мужской, женский. Раса, национальность, цвет глаз, волос - номинальные признаки. Номера букв в алфавите - тоже измерения в шкале наименований. Никому в здравом уме не придет в голову складывать или умножать номера телефонов, такие операции не имеют смысла. Сравнить буквы и говорить, например, что буква П лучше буквы С, также никто не будет. Единственное, для чего годятся измерения в шкале наименований - это различать объекты. Во многих случаях только это от них и требуется. Например, шкафчики в раздевалках для взрослых различают по номерам, т.е. числам, а в

2. Шкала порядка (ранжирования) - упорядочивает объекты относительно какого-либо их свойства в порядке убывания или возрастания,

например, землетрясений, силы ветра. Эти шкалы описывают уже количественные свойства. В данной шкале невозможно ввести единицу измерения, так как эти шкалы в принципе нелинейны. В ней можно говорить лишь о том, что больше или меньше, хуже или лучше, но невозможно дать количественную оценку во сколько раз больше или меньше.

В некоторых случаях в шкалах порядка может быть нулевая отметка. Например, в шкале Бофорта оценки силы ветра (отсутствие ветра). Примером шкалы порядка является также пятибалльная шкала оценки знаний учащихся. Ясно, что «пятерка» характеризует лучшее знание предмета, чем «тройка», но во сколько раз лучше, сказать невозможно.

Другими примерами шкалы порядка являются шкала силы землетрясений (например, шкала Рихтера), шкалы твердости, шкалы силы ветра. Некоторые из этих шкал имеют эталоны, например, шкалы твердости материалов. Другие шкалы не могут их иметь, например, шкала волнения моря.

Почему мнения экспертов естественно выражать именно в порядковой шкале? Как показали многочисленные опыты, человек более правильно (и с меньшими затруднениями) отвечает на вопросы качественного, например, сравнительного, характера, чем количественного. Так, ему легче сказать, какая из двух гирь тяжелее, чем указать их примерный вес в граммах.

В различных областях человеческой деятельности применяется много других видов порядковых шкал. Так, например, в минералогии используется шкала Мооса, по которому минералы классифицируются согласно критерию твердости. А именно: тальк имеет балл 1, гипс - 2, кальций - 3, флюорит - 4, апатит - 5, ортоклаз - 6, кварц - 7, топаз - 8, корунд - 9, алмаз - 10. Минерал с большим номером является более твердым, чем минерал с меньшим номером, при нажатии царапает его.

Порядковыми шкалами в географии являются - бофортска шкала ветров ("штиль", "слабый ветер", "умеренный ветер" и т.д.), шкала силы землетрясений. Очевидно, нельзя утверждать, что землетрясение в 2 балла (лампа качнулась под потолком - такое бывает и в Москве) ровно в 5 раз слабее, чем землетрясение в 10 баллов (полное разрушение всего на поверхности земли).

В медицине порядковыми шкалами являются - шкала стадий гипертонической болезни (по Мясникову), шкала степеней сердечной недостаточности (по Стражеско-Василенко-Лангу), шкала степени выраженности коронарной недостаточности (по Фогельсону), и т.д. Все эти шкалы построены по схеме: заболевание не обнаружено; первая стадия заболевания; вторая стадия; третья стадия... Иногда выделяют стадии 1а, 1б и др. Каждая стадия имеет свойственную только ей медицинскую характеристику. При описании групп инвалидности числа используются в противоположном порядке: самая тяжелая - первая группа инвалидности, затем - вторая, самая легкая - третья.

Номера домов также измерены в порядковой шкале - они показывают, в каком порядке стоят дома вдоль улицы. Номера томов в собрании сочинений писателя или номера дел в архиве предприятия обычно связаны с хронологическим порядком их создания.

При оценке качества продукции и услуг, в т.н. квалиметрии (буквальный

перевод: измерение качества) популярны порядковые шкалы. А именно, единица продукции оценивается как годная или не годная. При более тщательном анализе используется шкала с тремя градациями: есть значительные дефекты - присутствуют только незначительные дефекты - нет дефектов. Иногда применяют четыре градации: имеются критические дефекты (делающие невозможным использование) - есть значительные дефекты - присутствуют только незначительные дефекты - нет дефектов. Аналогичный смысл имеет сортность продукции - высший сорт, первый сорт, второй сорт,...

При оценке экологических воздействий первая, наиболее обобщенная оценка - обычно порядковая, например: природная среда стабильна - природная среда угнетена (деградирует). Аналогично в эколого-медицинской шкале: нет выраженного воздействия на здоровье людей - отмечается отрицательное воздействие на здоровье.

Порядковая шкала используется и во многих иных областях. В эконометрике это прежде всего различные методы экспертных оценок (см. посвященную им главу 12).

Все шкалы измерения делят на две группы - шкалы качественных признаков и шкалы количественных признаков.

Порядковая шкала и шкала наименований - основные шкалы качественных признаков. Поэтому во многих конкретных областях результаты качественного анализа можно рассматривать как измерения

Шкалы порядка и наименований называют **неметрическими шкалами**.

Шкалы количественных признаков - это шкалы интервалов, отношений, разностей, абсолютная.

3. Шкала интервалов (разностей) содержит разность значений физической величины.

По шкале интервалов измеряют величину потенциальной энергии или координату точки на прямой. В этих случаях на шкале нельзя отметить ни естественное начало отсчета, ни естественную единицу измерения. Исследователь должен сам задать точку отсчета и сам выбрать единицу измерения.

Допустимыми преобразованиями в шкале интервалов являются линейные возрастающие преобразования, т.е. линейные функции. Температурные шкалы Цельсия и Фаренгейта связаны именно такой зависимостью: $^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$, где $^{\circ}\text{C}$ - температура (в градусах) по шкале Цельсия, а $^{\circ}\text{F}$ - температура по шкале Фаренгейта. Для этих шкал имеют смысл соотношения эквивалентности, порядка, суммирования интервалов (разностей) между количественными проявлениями свойств.

Шкала состоит из одинаковых интервалов, имеет условную (принятую по соглашению) единицу измерения и произвольно выбранное начало отсчета - нуль. Примером такой шкалы являются различные **шкалы времени**, начало которых выбрано по соглашению (от Рождества Христова, от переселения пророка Мухаммеда из Мекки в Медину). Другими примерами шкалы интервалов являются шкала расстояний и температурная шкала Цельсия. Результаты

измерений по этой шкале (разности) можно складывать и вычитать.

4. Шкала отношений - это шкала интервалов с естественным (не условным) нулевым значением и принятые по соглашению единицы измерений. В ней нуль характеризует естественное нулевое количество данного свойства. Например, абсолютный нуль температурной шкалы. Это наиболее совершенная и информативная шкала. Результаты измерений в ней можно вычитать, умножать и делить. В некоторых случаях возможна и операция суммирования для **аддитивных величин**. Аддитивной называется величина, значения которой могут быть суммированы, умножены на числовой коэффициент и разделены друг на друга (например, длина, масса, сила и др.). Неаддитивной величиной называется величина, для которой эти операции не имеют физического смысла, например, термодинамическая температура. Примером шкалы отношений является **шкала масс** – массы тел можно суммировать, даже если они не находятся в одном месте. Из количественных шкал наиболее распространенными в науке и практике являются шкалы отношений. В них есть естественное начало отсчета - нуль, т.е. отсутствие величины, но нет естественной единицы измерения. По шкале отношений измерены большинство физических единиц: масса тела, длина, заряд, а также цены в экономике. Допустимыми преобразованиями шкалы отношений являются подобные (изменяющие только масштаб). Другими словами, линейные возрастающие преобразования без свободного члена. Примером является пересчет цен из одной валюты в другую по фиксированному курсу. Предположим, мы сравниваем экономическую эффективность двух инвестиционных проектов, используя цены в рублях. Пусть первый проект оказался лучше второго. Теперь перейдем на валюту самой экономически мощной державы мира - юани, используя фиксированный курс пересчета. Очевидно, первый проект должен опять оказаться более выгодным, чем второй. Это очевидно из общих соображений. Однако алгоритмы расчета не обеспечивают автоматического выполнения этого очевидного условия. Надо проверять, что оно выполнено. Результаты подобной проверки для средних величин описаны ниже.

5. Абсолютные шкалы - это шкалы отношений, в которых однозначно (а не по соглашению) присутствует определение единицы измерения. Абсолютные шкалы присущи относительным единицам (коэффициенты усиления, полезного действия и др.), единицы таких шкал являются безразмерными.

6. Условные шкалы - шкалы, исходные значения которых выражены в условных единицах. К таким шкалам относятся шкалы наименований и порядка.

Шкалы разностей, отношений и абсолютные называются **метрическими (физическими) шкалами**.

В шкале разностей есть естественная единица измерения, но нет естественного начала отсчета. Время измеряется по шкале разностей, если год (или сутки - от полудня до полудня) принимаем естественной единицей измерения, и по шкале интервалов в общем случае. На современном уровне знаний естественного начала отсчета указать нельзя. Дату сотворения мира различные авторы рассчитывают по-разному, равно как и момент рождества Христова. Так, согласно новой статистической хронологии, разработанной

группой акад. РАН А.Т.Фоменко, Господь Иисус Христос родился примерно в 1054 г. по принятому ныне летоисчислению в Стамбуле (он же - Царьград, Византия, Троя, Иерусалим, Рим).

Только для абсолютной шкалы результаты измерений - числа в обычном смысле слова. Примером является число людей в комнате. Для абсолютной шкалы допустимым является только тождественное преобразование.

В процессе развития соответствующей области знания тип шкалы может меняться. Так, сначала температура измерялась по порядковой шкале (холоднее - теплее). Затем - по интервальной (шкалы Цельсия, Фаренгейта, Реомюра). Наконец, после открытия абсолютного нуля температуру можно считать измеренной по шкале отношений (шкала Кельвина). Надо отметить, что среди специалистов иногда имеются разногласия по поводу того, по каким шкалам следует считать измеренными те или иные реальные величины. Другими словами, процесс измерения включает в себя и определение типа шкалы (вместе с обоснованием выбора определенного типа шкалы). Кроме перечисленных шести основных типов шкал, иногда используют и иные шкалы.

4 ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ, КАК ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Одним из важнейших инструментов, обеспечивающих качество продукции является взаимозаменяемость.

На современных машиностроительных заводах детали изготавливаются независимо друг от друга в одних цехах, а собираются в узлы, агрегаты, изделия и т.д. - в других. При сборке довольно часто применяются крепежные детали, подшипники, детали из резины и пластмасс, другие готовые комплектующие изделия (компрессор домашнего холодильника, двигатель мотороллера, электродвигатели металлорежущих станков, устройства гидроавтоматики металлорежущих станков - золотники, дроссели и т.д.).

Такая организация производства возможна потому, что конструкторы при разработке новых изделий стремятся к тому, чтобы детали и сборочные единицы при изготовлении получались взаимозаменяемыми, т.е. одинаковыми по всем функциональным показателям: размерам, форме, механическим свойствам материала и др.

Впервые принцип взаимозаменяемости применили тульские мастера-оружейники. Петр 1 предписал мастерам при изготовлении ружей следить за правильным применением калибров, по которым делались детали и за однородностью отдельных частей ружей. В 1826 году принцип взаимозаменяемости был продемонстрирован на Тульском оружейном заводе иностранным представителям: взятые со склада 30 ружей были разобраны, их детали перемешаны. Из первых попавшихся деталей ружья были собраны вновь и действовали безотказно.

Под взаимозаменяемостью понимается свойство элемента (детали, сборочной единицы), обеспечивающее возможность его применения вместо другого без дополнительной обработки с сохранением заданного качества изделия, в состав которого он входит. Изделия с взаимозаменяемыми деталями имеют более однородные свойства (точность, надежность, долговечность, безотказность в работе) и, следовательно, более качественны. Кроме того, взаимозаменяемость создает целый ряд преимуществ, как для производителя продукции, так и для ее потребителя. Например, при массовом выпуске специализированными заводами типовых деталей (крепежа, подшипников, зубчатых колес) ускоряется процесс конструирования и изготовления новых машин, так как конструктору не надо создавать чертежи на указанные детали, а заводу тратить время и средства на их изготовление. Взаимозаменяемость облегчает эксплуатацию машин и их ремонт, так как износившаяся или сломанная деталь легко может быть заменена запасной без ухудшения эксплуатационных качеств изделия.

В общем случае взаимозаменяемые детали должны быть одинаковыми по геометрическим (размерам, форме, расположению поверхностей, шероховатости и т.д.), физическим (массе, центровке, прочности, жесткости) и функциональным параметрам.

4.1 Виды взаимозаменяемости

Наибольшее распространение получили следующие виды взаимозаменяемости:

1. Полная взаимозаменяемость, при которой сборка осуществляется без дополнительных подгоночных операций. Но не всегда полная взаимозаменяемость возможна (например, при очень жестких требованиях к точности деталей или большом их числе). Преимуществом метода полной взаимозаменяемости является возможность сборки с помощью конвейеров, автоматизированных линий, роботов;

2. Неполная (ограниченная) взаимозаменяемость, при которой сборка осуществляется с применением таких операций, как групповой подбор деталей по размерам, применение компенсаторов, регулирование положения некоторых частей сборочной единицы.

По отношению к сборочным единицам, состоящим из отдельных частей, различают:

1. Внешнюю взаимозаменяемость - взаимозаменяемость покупных и кооперируемых изделий (подшипники качения по присоединительным размерам, двигатели по мощности), т.е. взаимозаменяемость готовых изделий по эксплуатационным показателям, размерам и форме присоединительных поверхностей

2. Внутреннюю взаимозаменяемость - взаимозаменяемость отдельных частей данного изделия, сборочной единицы (шарики в подшипниках качения).

Например, внутренней взаимозаменяемостью двигателя является взаимозаменяемость деталей, из которых он состоит, а его внешней взаимозаменяемостью является взаимозаменяемость по присоединительным

размерам, по скорости вращения вала, по мощности и т.д.

Итак, взаимозаменяемость:

- 1) упрощает сборку и повышает ее производительность,
- 2) облегчает ремонт,
- 3) создает основу для специализации и кооперирования,
- 4) упрощает конструирование и изготовление новых машин.

Основными задачами в области взаимозаменяемости, стандартизации и технических измерений является:

1. расширение области взаимозаменяемых производств за счет высокой технологичности изделий,
2. разработка методик по технико-экономическому подходу к установлению выходных характеристик и установлению их связи с влияющими параметрами,
3. разработка средств контроля, обладающих высокой производительностью, дающих объективную оценку качеству продукции,
4. создание средств контроля, совмещенного с процессом обработки - активного контроля,

Взаимозаменяемость является важнейшей характеристикой технологичности конструкции и ее уровни определяется коэффициентом взаимозаменяемости

$$K_{вз} = \frac{T_{вз}}{T},$$

где $T_{вз}$, T - трудоемкости взаимозаменяемых частей изделия и общая трудоемкость

4.2 Функциональный характер взаимозаменяемости

Одним из важнейших инструментов, обеспечивающих качество продукции является взаимозаменяемость.

На современных машиностроительных заводах детали изготавливаются независимо друг от друга в одних цехах, а собираются в узлы, агрегаты, изделия и т.д. - в других. При сборке довольно часто применяются крепежные детали, подшипники, детали из резины и пластмасс, другие готовые комплектующие изделия (компрессор домашнего холодильника, двигатель мотороллера, электродвигатели металлорежущих станков, устройства гидроавтоматики металлорежущих станков - золотники, дроссели и т.д.).

Такая организация производства возможна потому, что конструкторы при разработке новых изделий стремятся к тому, чтобы детали и сборочные единицы при изготовлении получались взаимозаменяемыми, т.е. одинаковыми по всем функциональным показателям: размерам, форме, механическим свойствам материала и др.

Впервые принцип взаимозаменяемости применили тульские мастера-оружейники. Петр 1 предписал мастерам при изготовлении ружей следить за

правильным применением калибров, по которым делались детали и за однородностью отдельных частей ружей. В 1826 году принцип взаимозаменяемости был продемонстрирован на Тульском оружейном заводе иностранным представителям: взятые со склада 30 ружей были разобраны, их детали перемешаны. Из первых попавшихся деталей ружья были собраны вновь и действовали безотказно.

Под взаимозаменяемостью понимается свойство элемента (детали, сборочной единицы), обеспечивающее возможность его применения вместо другого без дополнительной обработки с сохранением заданного качества изделия, в состав которого он входит. Изделия с взаимозаменяемыми деталями имеют более однородные свойства (точность, надежность, долговечность, безотказность в работе) и, следовательно, более качественны. Кроме того, взаимозаменяемость создает целый ряд преимуществ, как для производителя продукции, так и для ее потребителя. Например, при массовом выпуске специализированными заводами типовых деталей (крепежа, подшипников, зубчатых колес) ускоряется процесс конструирования и изготовления новых машин, так как конструктору не надо создавать чертежи на указанные детали, а заводу тратить время и средства на их изготовление. Взаимозаменяемость облегчает эксплуатацию машин и их ремонт, так как износившаяся или сломанная деталь легко может быть заменена запасной без ухудшения эксплуатационных качеств изделия.

В общем случае взаимозаменяемые детали должны быть одинаковыми по геометрическим (размерам, форме, расположению поверхностей, шероховатости и т.д.), физическим (массе, центровке, прочности, жесткости) и функциональным параметрам.

4.3 Методы установления функциональных связей между выходными характеристиками и влияющими на них параметрами

При использовании любого вида взаимозаменяемости необходимо обеспечить тождество отдельных частей изделия, ведущее к тождеству выходных характеристик (мощность, производительность и т.д.) всего изделия.

Выходная характеристика это интегральный показатель, характеризующий функциональное назначение изделия. Представим это в виде схемы (рис.1).

1,2,3,...k – число параметров;

1,2,3,...n – номер изделия

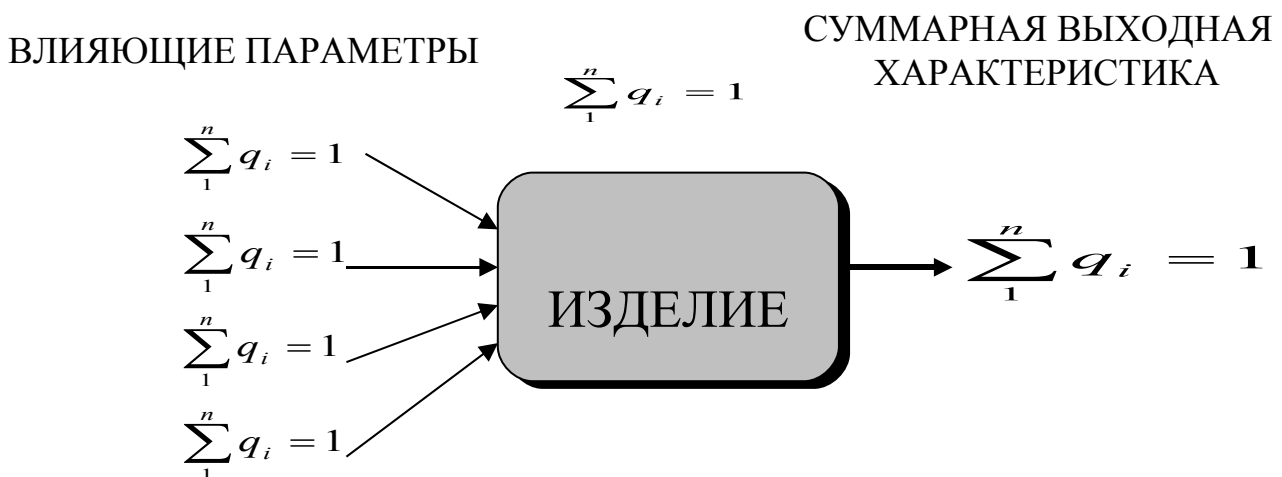


Рисунок 1 – Связь между выходной характеристикой и влияющими параметрами

В процессе создания изделия конструктор устанавливает на основании анализа служебного назначения изделия особенности его эксплуатации, ожидания потребителя, выходную характеристику изделия Y и меру ее стабильности ΔY . Затем конструктор устанавливает круг параметров, оказывающих наиболее существенное влияние на выходную характеристику $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$.

На следующем этапе работы конструктор устанавливает по известной величине ΔY меру стабильности каждого влияющего параметра $\Delta X_1, \Delta X_2, \Delta X_3, \dots, \Delta X_n$. Для решения этой задачи конструктор должен установить связь $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

Связь между выходной характеристикой и влияющими параметрами может быть достигнута следующими способами:

1. Аналитическим - в этом случае необходимо знать аналитическую зависимость выходной характеристики y от параметров $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$. Изменение Δx любого параметра вызывает изменение выходной характеристики Δy . Аналитический метод требует отыскания точных математических моделей, а это не всегда бывает возможно.

2. Метод испытаний на стендах или полигонах. Используется при создании принципиально новых конструкций и требует очень больших затрат.

Так например, получена связь производительности компрессора домашнего холодильника с зазором между цилиндром и поршнем. Меняя зазор измеряли производительность. Испытания показали, что оптимальный зазор должен быть не более 0,015 мм. Эта цифра легла в основу назначения точности изготовления деталей.

3. Метод подбора. Это наиболее распространенный метод в повседневной работе конструктора. Для его реализации конструктор в справочной литературе отыскивает аналог, зарекомендовавший себя на практике, и назначает требования к влияющим параметрам, внося определенные коррективы.

На заключительном этапе проектирования конструктор оформляет чертежи проектируемого изделия, делает его техническое описание, инструкции и т.д., в которых указывает найденные значения $\Delta X_1, \Delta X_2, \Delta X_3, \dots, \Delta X_n$.

Эти документы служат исходной информацией для разработки технологической документации, которая выполняется технологами на этапе технологической подготовки производства.

Технолог выбирает такой порядок технологических операций, такое оборудование и технологическую оснастку, чтобы при изготовлении частей изделия обеспечить назначенные конструктором меры стабильности каждого влияющего параметра.

Одним из важнейших условий обеспечения стабильности влияющих параметров является их контроль с помощью соответствующих средств.

В изделиях машиностроения одним из важнейших влияющих параметров является геометрическая точность различных элементов детали. С точки зрения

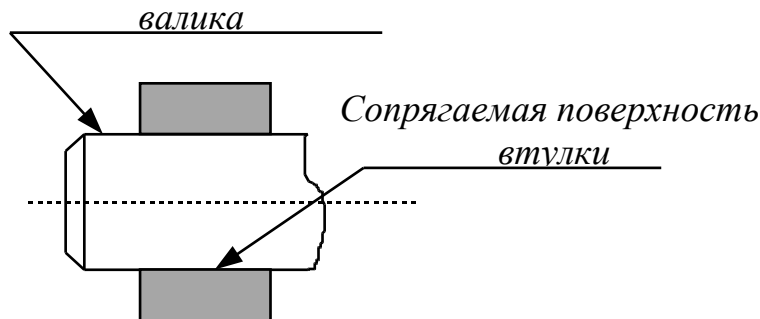
функциональной взаимозаменяемости геометрическая точность является показателем комплексным, проявляющим себя стабильностью размеров, стабильностью формы, стабильностью расположения поверхностей, состоянием микрорельефа поверхностей элементов деталей.

5 ТОЧНОСТЬ РАЗМЕРОВ ГЛАДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ

5.1 Типы размеров

Любое изделие собирают из отдельных деталей, узлов, агрегатов и т.д. Две детали подвижно или неподвижно соединенные называются сопряженными, причем одна из них является отверстием (любой внутренний элемент детали), другая - валом (любой наружный элемент детали). Понятие отверстие и вал относятся не только к цилиндрическим деталям, но и к плоским (рис.2).

Сопрягаемая поверхность



a

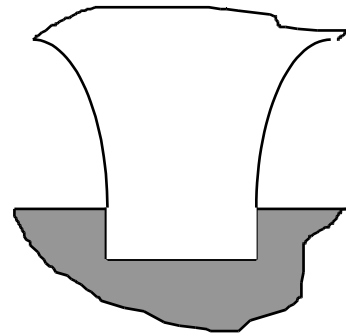
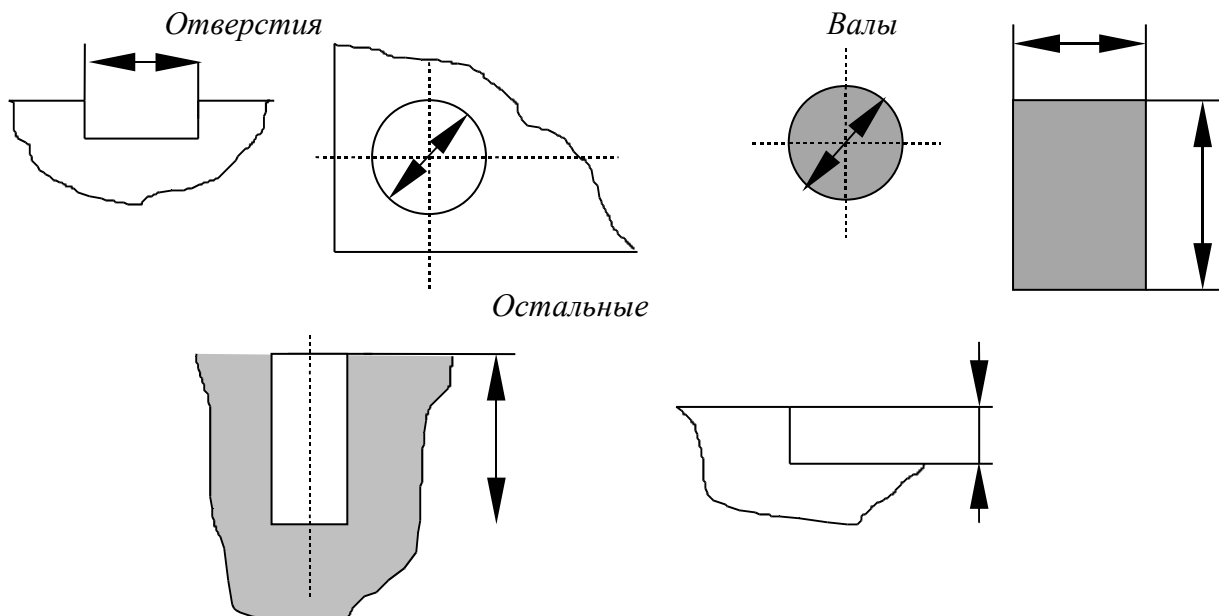


Рисунок 2 - Соединение двух деталей:
а) гладкое цилиндрическое; б) плоское

Поверхности элементов детали принято подразделять на:

- наружные (охватываемые) - валы - d ;
- внутренние (охватывающие) - отверстия - D ;
- не относящиеся ни к наружным, ни к внутренним (ни к валам, ни к отверстиям) – остальные (рис. 3).



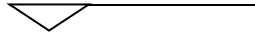


Рисунок 3 – Типы размеров

При составлении чертежа детали конструктор устанавливает, исходя из условий работы, ее размер (диаметр, длину), под которыми понимается числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерения. В машиностроении в качестве единиц измерения размеров приняты миллиметры. Причем на чертежах и в другой технической документации размерность "мм" не указывается.

На чертежах конструктор проставляет номинальный размер, определяемый из функционального назначения детали, т.е. исходя из расчета на жесткость, прочность, объем, из конструктивных и технологических соображений. Номинальный размер N - служит началом отсчета отклонений, относительно него определяются предельные размеры.

Номинальный размер указывается на чертежах над размерными линиями (рис.4).

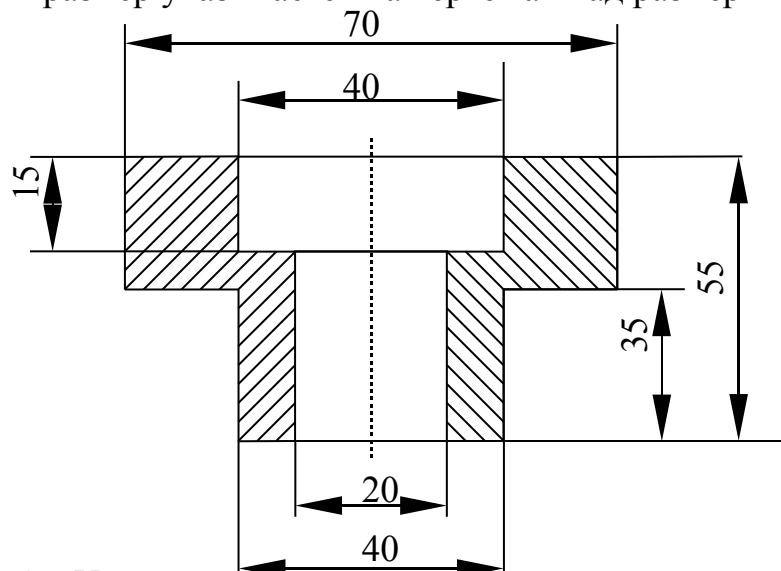


Рисунок 4 - Указание номинальных размеров на конструкторских чертежах

Конструкторам при проектировании запрещается произвольно выбирать числовые значения номинальных размеров. Эти размеры должны соответствовать стандарту ГОСТ 6636-69. Данный стандарт устанавливает величины нормальных линейных размеров от 0,001 мм до 20 000 мм. Стандарт предусматривает 4 ряда значений номинальных размеров, каждый из которых представляет собой геометрическую прогрессию со знаменателем φ .*

$\varphi = const = \frac{a_1}{a_0} = \frac{a_{n+1}}{a_n}$ - знаменатель геометрической прогрессии

$a_n = a_0 \times \varphi^n$, где $n = 0, 1, 2, \dots$

a_0 - первый член прогрессии

Величины нормальных линейных размеров

Наименование ряда	Пятый R_a5	Десятый R_a10	Двадцатый R_a20	Сороковой R_a40
ϕ	$\sqrt[5]{10} = 1,59$	$\sqrt[10]{10} = 1,25$	$\sqrt[20]{10} = 1,12$	$\sqrt[40]{10} = 1,06$
Значения Номинальных размеров	10,16,25	10,12,16,20,25	10,11,12,14,16,18	10;10,5;11;11,5;12

Стандартизация номинальных размеров позволяет сократить ассортимент используемой на предприятии технологической оснастки и прежде всего режущего инструмента (разверток, протяжек, зенкеров,...) и калибров для контроля деталей. При пользовании рядами номинальных размеров следует пятому ряду предпочитать - десятый, десятому - двадцатый, двадцатому - сороковой, т.е. рядами с большим знаменателем прогрессии. Наибольшее распространение получили ряды R_a10 и R_a20 . Ряд R_a5 может привести к излишнему увеличению массы и габаритов изделий, но его использование позволит сократить количество типоразмеров изделий технологической оснастки. При использовании 40 ряда - наоборот.

При обработке деталей невозможно получить абсолютно точно заданный номинальный размер в результате влияния погрешностей при измерении и многочисленных факторов, вызывающих отклонение размеров деталей и ее геометрической формы при обработке.

Размер, полученный при измерении с допустимой погрешностью, называется действительным.

У годной детали действительный размер не должен выходить за определенные значения, устанавливаемые конструктором, который учитывая погрешность обработки, задает два предельно допустимых размера: наибольший и наименьший.

Их обозначают

D_{max} - наибольший предельный размер отверстия;

D_{min} - наименьший предельный размер отверстия

и соответственно

d_{max} - наибольший предельный размер вала;

d_{min} - наименьший предельный размер вала.

Предельные размеры устанавливают границы годности размера, при этом условия годности размера имеют вид:

$$D_{min} \leq D \leq D_{max}$$

$$d_{min} \leq d \leq d_{max}$$

ПРИМЕР: на чертеже детали было указано

$$d_{max} = 29,98$$

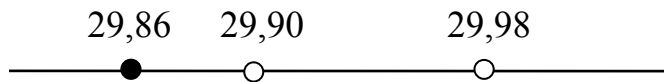
$$d_{min} = 29,90$$

Ориентируясь на эти данные осуществили настройку станка и обработали деталь - валик. Его измерение рычажной скобой дало результат

$d = 29,86$. Установить годность вала.

1. Условие годности $d_{\min} \leq d \leq d_{\max}$

2. Производим сравнение действительного размера с предельными



3. Вывод: вал не годен, брак не исправимый, т.к.

$d = 29,86 < d_{\min} = 29,90$

Предельные размеры на чертеже задаются в миллиметрах в виде отклонений от номинального размера. Отклонения имеют определенный знак, показывающий на сколько предельный размер больше или меньше номинального. Отклонения могут быть больше 0, меньше 0 и равны 0.

5.2 Отклонения

Действительное отклонение - это алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами:

$$E = D - N.$$

ПРИМЕР: $N = 30$ $D = 30,05$

$E = ?$

$E = D - N = 30,05 - 30 = +0,05$

Предельное отклонение - это разность между предельным и номинальным размерами. Их два: верхнее ES - для отверстия (es - для вала) и нижнее EI - для отверстия (ei - для вала).

Верхнее отклонение - это разность между наибольшим предельным и номинальным размерами

$ES(es) = D_{\max}(d_{\max}) - N$. Откуда $D_{\max}(d_{\max}) = N + ES(es)$

Нижнее отклонение - это разность между наименьшим предельным и номинальным размерами

$EI(ei) = D_{\min}(d_{\min}) - N$. Откуда $D_{\min}(d_{\min}) = N + EI(ei)$

Числовые значения предельных размеров установлены ГОСТ 25347-82, и содержатся в таблицах полей допусков. Они служат исходной информацией для расчета предельных размеров.

ПРИМЕР: Найти предельные размеры детали если $N = 20$ мм,

$es = -40$ мкм, $ei = -61$ мкм

1. Определяем предельные размеры

$d_{\max} = N + es = 20 + (-0,04) = 19,96$ мм

$d_{\min} = N + ei = 20 + (-0,061) = 19,939$ мм

Для представления о возможном соотношении размеров применяется метод графического изображения отклонений, величины которых принято откладывать только с одной стороны рассматриваемого размера - положительные отклонения - вверх относительно номинального размера, а отрицательные - соответственно вниз (рис.5).

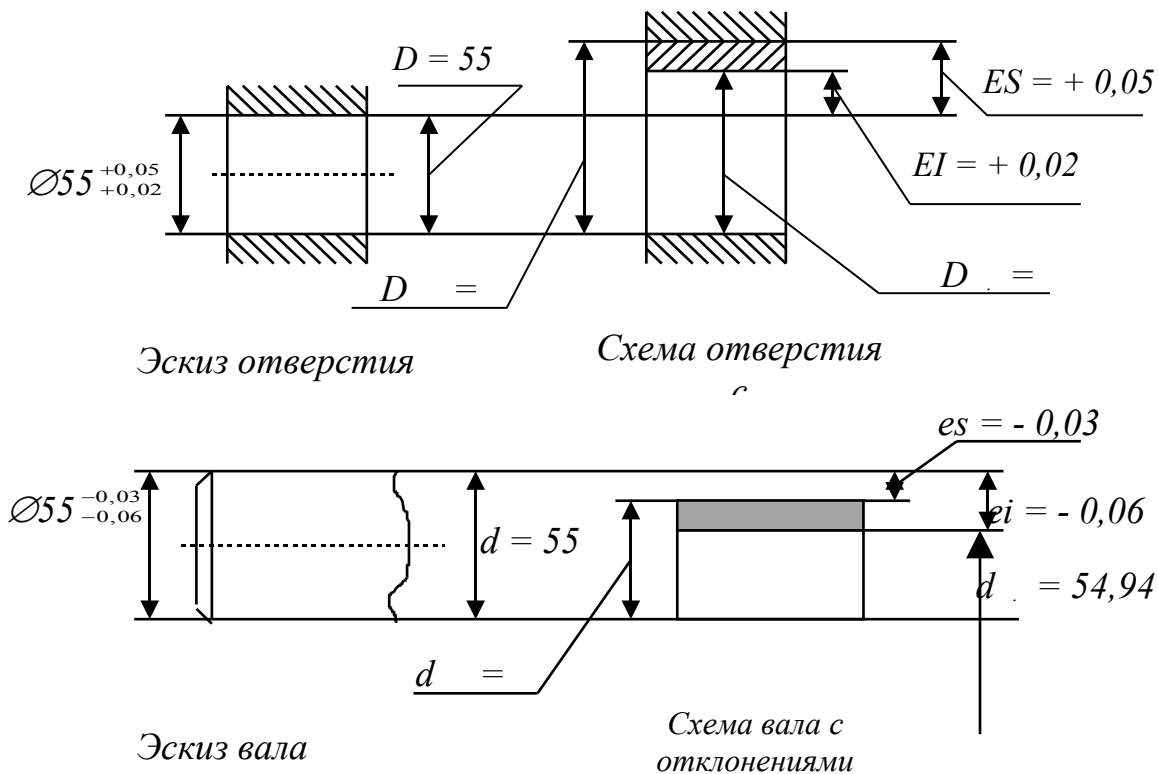
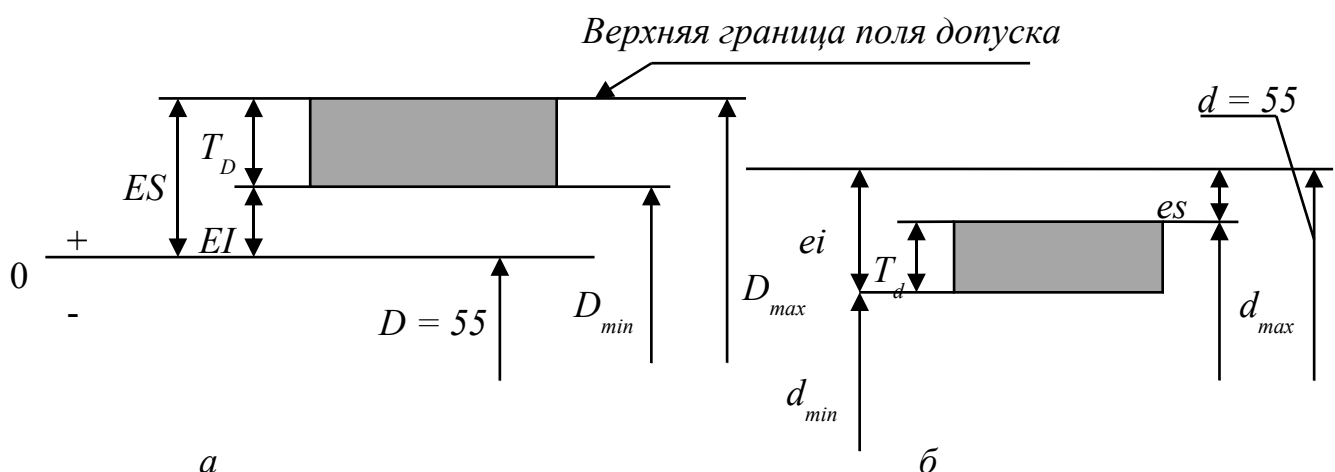


Рисунок 5 – Графическое изображение отклонений

5.3 Допуск. Поле допуска

Пространство, ограниченное линиями верхнего и нижнего отклонений, называется полем допуска. Поле допуска - это размерное поле, в котором должен находиться действительный размер годной детали. Более распространено упрощенное изображение полей допусков, при котором схемы отверстия и вала не изображаются, а проводятся только контуры предельных отклонений относительно нулевой линии, соответствующей номинальному размеру (рис.6).



*Рисунок 6 - Упрощенное изображение полей допусков:
а) отверстия; б) вала*

При этом верхняя граница поля допуска соответствует наибольшему предельному размеру, нижняя - наименьшему.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между предельными отклонениями называется допуском и обозначается T .

$$T = D(d)_{\max} - D(d)_{\min} = ES(es) - EI(ei)$$

Допуск - величина всегда положительная, знак "+" перед числовым значением не указывается. Допуск - это мера точности изготовления детали.

Допуск показывает как бы разрешенную погрешность обработки, заранее предусмотренную и отраженную в чертеже детали. Чем меньше допуск, тем сложнее и дороже будет процесс обработки. Большие допуски желательны для производителей, т.к. при этом не требуется точного оборудования и высокой квалификации рабочего, но ухудшается качество сборки изделий и их работа. Конструктор же стремится к более точному выполнению размеров. При этом он назначает маленькие допуски, что значительно отражается на стоимости обработки деталей.

ПРИМЕР: На чертеже первого вала было указано $d = 30$ мм

$$es = - 0,02 \text{ мм}$$

$$ei = - 0,10 \text{ мм}$$

На чертеже второго вала было указано $d = 30$ мм

$$ei = - 0,08 \text{ мм}$$

$$es = + 0,08 \text{ мм}$$

Установить, для обработки какого вала потребуется более точный станок.

Для этого необходимо установить меру точности изготовления для каждой детали.

$$T_{d1} = es_1 - ei_1 = - 0,02 - (- 0,10) = 0,08$$

$$T_{d2} = es_2 - ei_2 = + 0,08 - (- 0,08) = 0,16$$

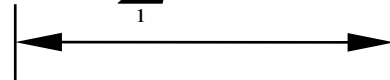
Первый вал в два раза точнее второго, для его обработки потребуется более точный шлифовальный станок, а для обработки второго достаточно токарного.

Нельзя путать понятия допуск и поле допуска. Допуск характеризуется лишь величиной, а поле допуска характеризуется шириной и положением относительно нулевой линии.

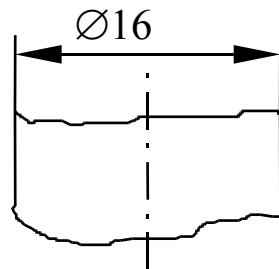
5.4 Условное обозначение предельных отклонений на чертежах

Предельные отклонения на чертежах указываются в миллиметрах (без

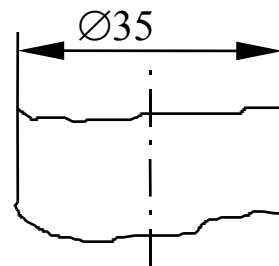
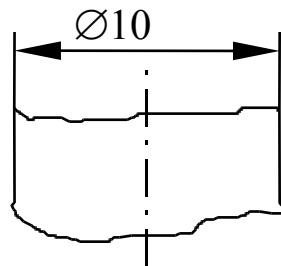
указания размерности) согласно схеме

$$\sum_1^n q_i = 1$$


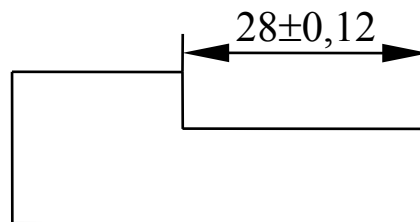
Отклонения записываются более мелким шрифтом выше и ниже номинала и имеют знак.



Отклонения равные нулю не указываются, но место для них оставляется.

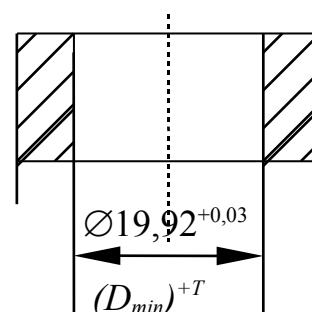
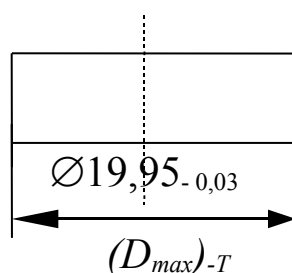


Одинаковые по абсолютной величине отклонения записываются только один раз ($ES = +0,12$; $EI = -0,12$)



Рабочие (технологические) размеры. На чертежах технологической оснастки разрешается указывать более удобные для рабочего размеры. Рабочий размер состоит из предельного размера, соответствующего максимальному количеству материала детали (наибольшему предельному для вала и наименьшему предельному для отверстия) и допуска, откладываемого «в тело» детали.

Пример: $20 \begin{smallmatrix} -0,05 \\ -0,08 \end{smallmatrix}$



5.5 Понятие о посадках

Соединение - это состояние, при котором 2 детали имеют элементы входящие друг в друга.

В международной практике условлено принимать номинальные размеры элементов, образующих соединение равными по величине и называть номинальным размером соединения. На сборочных чертежах предельные отклонения принято обозначать: над чертой - отклонения охватывающего размера (отверстия), под чертой охватываемого (вала) (рис.7).

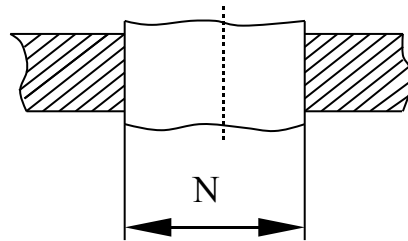


Рисунок 7 - Обозначение предельных отклонений на сборочных чертежах.

Например: $\varnothing 36 \frac{H8}{e7}$ или $\varnothing 36 \frac{+0,39}{-0,050}$
 $-0,075$

В изделиях детали собираются в определенные сборочные единицы и в зависимости от условий работы имеют различный характер соединения, определяемый величиной получающихся в нем зазоров S или натягов N .

Данное определение относится к посадке, которая характеризует или свободу относительного перемещения деталей при наличии зазора или степень сопротивления их взаимному смещению, когда в соединении натяг.

Иными словами посадка - это характер соединения, показывающий возможность деталей перемещаться относительно друг друга или оставаться неподвижными под действием внешней нагрузки.

В технике используют следующие виды посадок:

- с зазором,
- с натягом,
- переходные.

Величины зазоров или натягов определяются разностью размеров вала и отверстия. Если размер отверстия больше размера вала, то разность называют зазором, а если до сборки размер вала был больше размера отверстия - натягом.

В расчетах натяг может быть выражен как отрицательный зазор (рис.8).

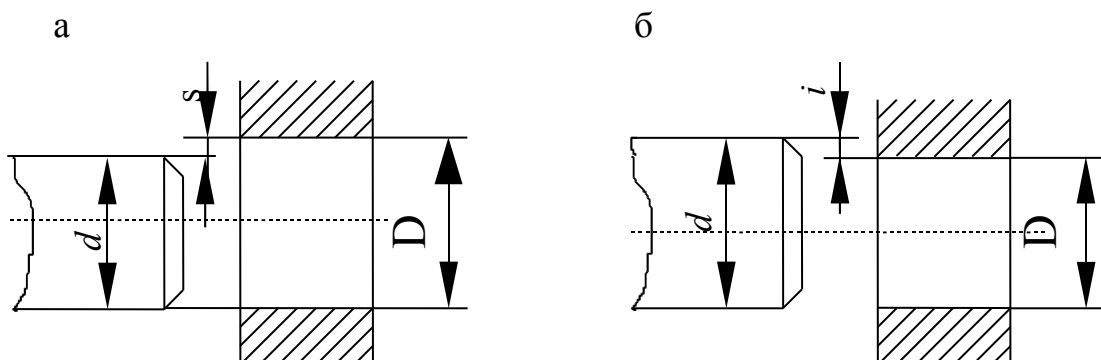


Рисунок 8 - Посадки: а) с зазором; б) с натягом

5.6 Схемы расположения полей допусков отверстия и вала

Посадки образуются сочетанием полей допусков отверстий и валов.

Посадки с зазором используются для создания подвижных разъемных соединений. Характеризуются наличием зазора S между соединяющимися деталями. Зазор - это разность размера отверстия и размера соединяемого с ним вала, при условии, что отверстие больше вала.

$$S = D - d, \text{ если } D > d$$

Для выполнения условия на сборке $D > d$ необходимо создать сочетание полей допусков, в котором поле допуска отверстия лежало бы выше поля допуска соединяемого с ним вала (рис.9).

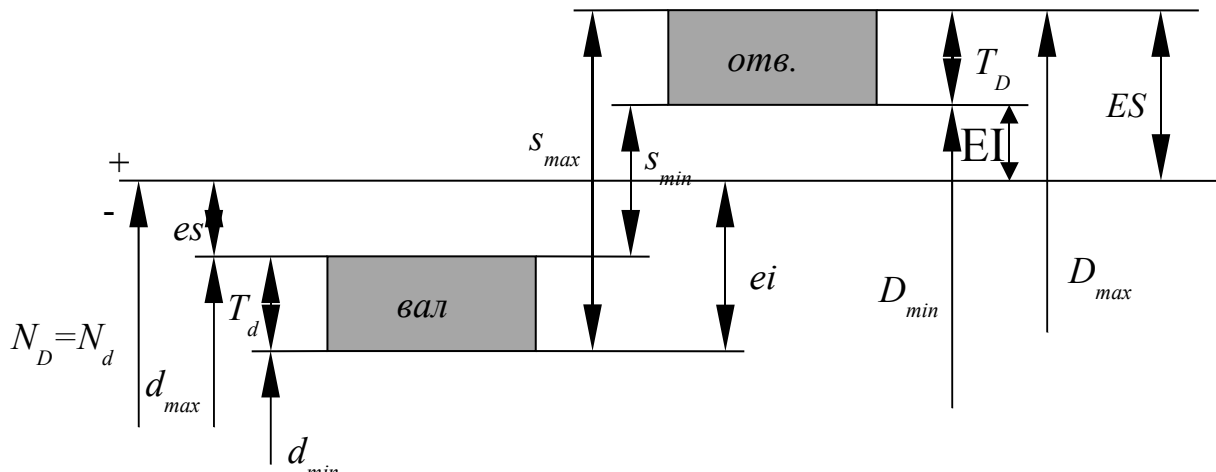


Рисунок 9 - Образование посадки с зазором

Зазор, образующийся между сопрягаемыми деталями не является величиной постоянной, а колеблется от наименьшего до наибольшего предельных значений.

Наибольший предельный зазор

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \text{ или } S_{\max} = ES - ei$$

Наименьший предельный зазор

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \text{ или } S_{\min} = EI - es$$

Появление на сборке предельных зазоров весьма маловероятно. В подавляющем большинстве сборок будут получаться зазоры близкие к среднему

$$S_{\text{cp}} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}$$

Стабильность возникновения зазоров, близких к среднему значению характеризуется допуском зазора

$$T_s = S_{\max} - S_{\min} \quad \text{или} \quad T = T_D + T_d$$

Посадки с натягом используются для создания неподвижных, неразъемных в процессе эксплуатации соединений. Детали в таких соединениях удерживаются относительно друг друга силой трения, возникающей на контактирующих поверхностях. Источником силы трения является упругая деформация деталей, возникающая вследствие натяга при сборке.

Натяг i - это разность размера вала и размера соединяемого с ним отверстия, существующее до сборки, при условии что вал больше отверстия.

$$i = d - D, \text{ если } d > D$$

Для обеспечения на сборке условия $d > D$ необходимо, чтобы поле допуска вала лежало выше поля допуска отверстия (рис.10)

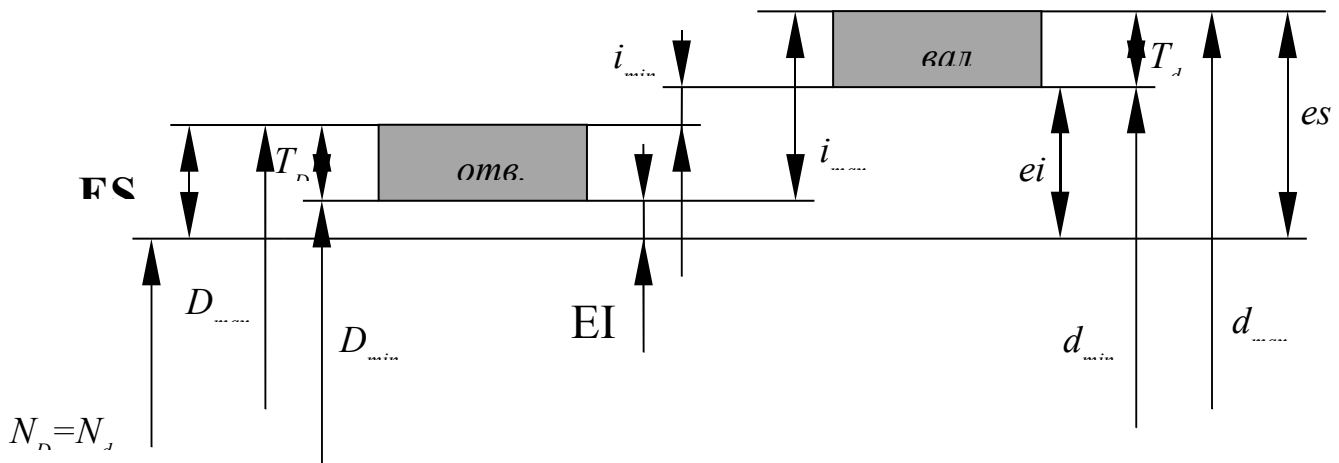


Рисунок 10 - Образование посадки с натягом

Натяг, точно также как и зазор, образующийся между сопрягаемыми деталями не является величиной постоянной, а колеблется от наименьшего до наибольшего предельных значений.

Наибольший предельный натяг

$$i_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad \text{или} \quad i_{\max} = es - ei$$

Наименьший предельный натяг

$$i_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \quad \text{или} \quad i_{\min} = ei - es$$

В большинстве случаев будут получаться натяги, близкие к среднему

$$i_{\text{cp}} = \frac{i_{\max} + i_{\min}}{2}$$

Стабильность соединения определяется допуском натяга.

$$T_i = i_{\max} - i_{\min} \quad \text{или} \quad T_i = T_D + T_d$$

Переходные посадки - используются для центрирования деталей (степень совпадения осей при сборке) . В переходных посадках, в зависимости от

случайного соотношения размеров отверстия и вала могут получаться как зазоры, так и натяги. Для этого поля допусков отверстий или валов должны перекрываться частично или полностью (рис 11).

При анализе переходной посадки с функциональной точки зрения интересуются в основном двумя вопросами:

- какова ожидается точность центрирования?
- какие усилия потребуются для сборки деталей?

Для ответа на эти вопросы необходимо рассчитать наибольший предельный натяг и наибольший предельный зазор, возможный при данном сочетании полей.

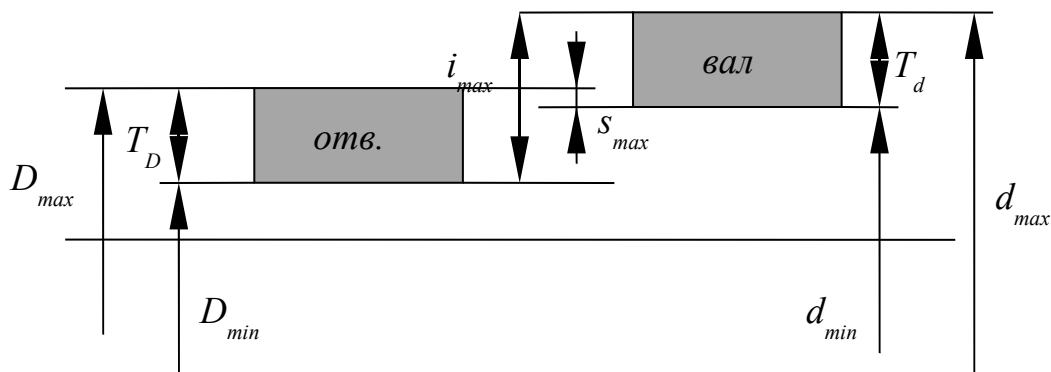


Рисунок 11 - Образование переходной посадки

Подводя итог сказанному отметим, что в зависимости от величины зазоров и натягов, возможны два типа посадок: подвижные - с зазором и неподвижные, к которым относятся посадки с натягом и переходные

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}, \text{ или } S_{\max} = ES - ei$$

$$i_{\max} = d_{\max} - D_{\min}, \text{ или } i_{\max} = es - ei$$

Если окажется, что $S_{\max} > i_{\max}$, то в подавляющем большинстве сборок будут получаться зазоры, близкие к среднему:

$$S_{\text{cp}} =$$

Такое соединение будет обеспечивать удовлетворительное центрирование, а для его сборки не потребуется больших усилий.

Если окажется, что $i_{\max} > S_{\max}$, то в большинстве сборок будут получаться натяги близкие к средним:

$$i_{\text{cp}} =$$

Стабильность возникновения зазоров или натягов близких к средним характеризует допуск переходной посадки:

$$T_{\text{пер.пос.}} = S_{\max} + i_{\max}, \text{ или } T_{\text{пер.пос.}} = T_D + T_d$$

5.7 Системы образования посадок

С точки зрения прочности соединения, показанные на схеме сочетания полей допусков, имеющие $i_{cp} = \text{const}$ одинаковы (рис.12).

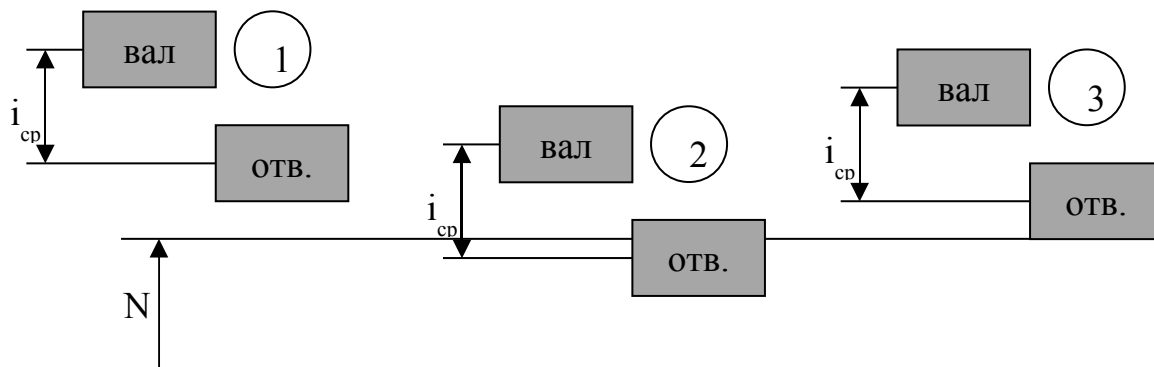


Рисунок 22 - Возможные варианты образования посадок с натягом

Произвольное расположение таких сочетаний конструктором приведет к росту номенклатуры технологической оснастки - режущего и мерительного инструмента, приспособлений.

Чтобы избежать этого посадки образуют в двух системах:

- 1 Вала
- 2 Отверстия.

5.8 Расположение полей допусков основного отверстия и основного вала

В системе отверстия для получения различных зазоров или натягов посадки образуются за счет соединения различных валов с основным отверстием Н, нижнее отклонение которого равно нулю, т.е. нижняя граница совпадает с номиналом. В системе отверстия для одного номинального размера и одного качества предельные отклонения отверстия Н остаются для всех посадок постоянными, а образование посадок идет за счет изменения предельных отклонений валов (рис.13).

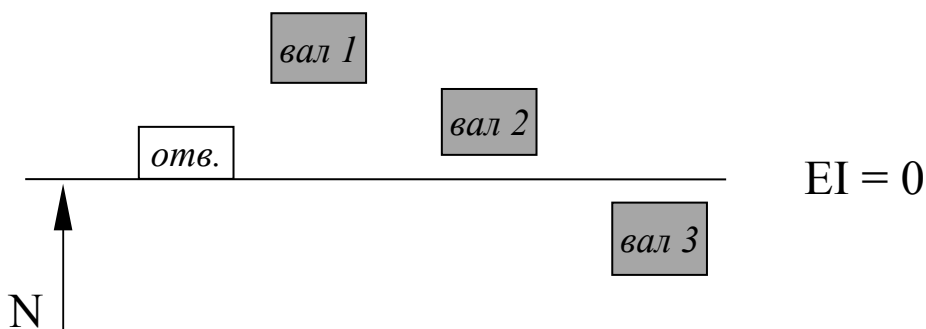


Рисунок 13 - Образование посадок в системе отверстия

На размерной схеме в сочетании с полем допуска одного отверстия поле допуска вала 1 даст посадку с зазором, поле допуска вала 2 - переходную, поле допуска вала 3 - с натягом.

Посадки в системе вала образуются соединением основного вала с неосновными отверстиями. Верхнее отклонение основного вала равно нулю, т.е. верхняя граница поля допуска совпадает с номиналом (рис.14).

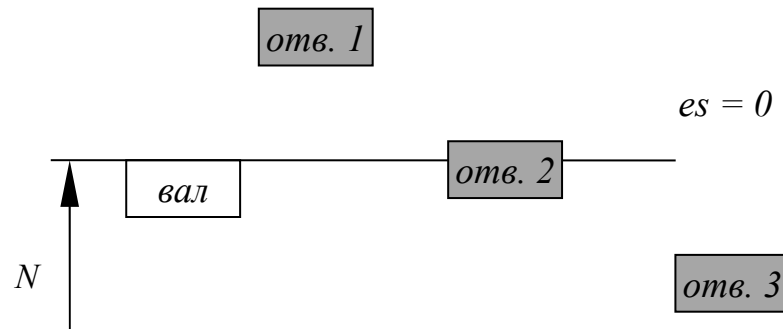


Рисунок 14 - Образование посадок в системе вала

Характер посадки создается за счет перемещения поля допуска отверстия: поле допуска первого отверстия - посадка с зазором, поле допуска второго отверстия - посадка переходная, поле допуска третьего отверстия - посадка с натягом.

5.9 Области предпочтительного применения системы отверстия и системы вала при проектировании машин

Наибольшее распространение в технике получила система отверстия, как более технологичная, позволяющая свести к минимуму ассортимент технологической оснастки, необходимой для изготовления отверстия (наиболее дорогостоящей, размерной). Обработка отверстий значительно сложнее, чем обработка валов. Для обработки отверстий используют сложный, дорогостоящий, так называемый мерный (дающий определенного размера поверхности) инструмент - сверла, зенкеры, развертки, протяжки. Валы же независимо от размера обрабатываются одним и тем же инструментом - резцом, шлифовальным кругом.

Однако в некоторых случаях, используют систему вала. К ним относятся:

1 Соединения наружных колец подшипников качения с корпусом, т.к. подшипники изготавливают специализированные заводы, присоединительные размеры постоянны. Требуемый характер посадки достигается за счет изменения диаметра отверстия в корпусе.

2 В шарнирных соединениях, где деталь со свободной посадкой

размещается на валу, который с натягом крепится в корпусной детали (рис. 15).

3 Для длинных трансмиссионных валов, когда на одном валу устанавливается ряд деталей с различными посадками.

4 При использовании волоченого металла (прутков, калиброванных валов). Валики, полученные волочением не имеет смысла дополнительно обрабатывать резанием для создания необходимой посадки, т.к. они имеют высокую точность размеров и форм.

Максимальный диаметр калиброванных валов равен 50 мм. Валы из серебрянки имеют диаметр до 25 мм. Серебрянка после волочения имеет дополнительную обработку - шлифовку, полировку. Изготавливается из специальных сталей.

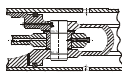


Рисунок 15 – Пример применения системы вала (сопряжение поршень – палец – втулка верхней головки шатуна компрессора)

6 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК (ЕСДП) НА ГЛАДКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Для обеспечения взаимозаменяемости деталей и изделий с наименьшими затратами созданы системы допусков и посадок, представляющие собой совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и научных исследований и оформленных в виде национальных и международных стандартов.

ЕСДП была разработана на основе системы ИСО (международной организации по стандартизации). В нашей стране система вошла в число действующих стандартов в 1977 году, заменив систему ОСТ.

Диапазон номинальных размеров от 0 до 10 000 мм. Область размеров разбита на четыре диапазона:

- до 1 мм;
- от 1 мм до 500 мм - наиболее распространенный;
- от 500 мм до 3150 мм;
- от 3150 мм до 10 000 мм.

Общие положения системы допусков и посадок, а также ряды основных отклонений и допусков предусмотрены в ГОСТ 25346-89. Поля допусков и рекомендуемые посадки для размеров от 1 до 3150 мм регламентируются ГОСТ 25347 - 82.

Любая система допусков и посадок строится по определенным признакам, к которым относятся:

- интервалы размеров;
- единица допуска;
- ряды допусков;

- ряды основных отклонений;
- образование посадок;
- нормальная температура.

Рассмотрим некоторые из этих признаков применительно к наиболее распространенной системе, охватывающей размеры от 1 до 500 мм.

6.1 Интервал размеров

Весь диапазон номинальных размеров от 1 до 500 мм разбит на 13 основных интервалов:

- от 1 до 3 мм;
- свыше 3 до 6 мм;
- свыше 6 до 10 мм;
- свыше 10 до 18 мм;
- свыше 18 до 30 мм;
- свыше 30 до 50 мм;
- свыше 50 до 80 мм;
- свыше 80 до 120 мм;
- свыше 120 до 180 мм;
- свыше 180 до 250 мм;
- свыше 250 до 315 мм;
- свыше 315 до 400 мм;
- свыше 400 до 500 мм.

А начиная с 10 мм, для посадок с большим колебанием зазоров или натягов установлены еще 2...3 промежуточных интервала.

6.2 Единица допуска I

Единица допуска устанавливает закономерность изменения допуска с изменением размера.

В пределах интервала величина допуска остается постоянной. И для квалитетов с 5 по 17 величина допуска высчитывается по формуле:

$$IT = a * (0,45 * \sqrt[3]{D} + 0,001D),$$

где a - коэффициент, зависящий от номера квалитета точности. С увеличением номера квалитета точности коэффициент a увеличивается пропорционально величине $\sqrt[3]{10} = 1,6$, то есть в 1.6 раза.

Величина $(0,45 * \sqrt[3]{D} + 0,001D)$ называется единицей допуска.

D - среднегеометрическое значение размера в интервале,

$$D = \sqrt{D_{\max} D_{\min}}, \text{ мм}$$

$D_{\max}$ и $D_{\min}$ - граничные значения размеров в интервале.

IT - допуск в мкм.

6.3 Ряды допусков

Для нормирования различных уровней точности деталей, имеющих один номинальный размер, установлено 20 рядов допусков, называемых квалитетами. Квалитеты обозначаются порядковым номером, возрастающим с увеличением допуска: IT01; IT0; IT1; IT2;.....IT17; IT18, где IT - международный допуск.

ПРИМЕР: IT8 - допуск ИСО по 8 квалитету.

Квалитеты 01, 0, 1 устанавливают величины допусков концевых мер длины, т.е. регламентируют точность их изготовления.

Квалитеты 2...7 регламентируют точность калибров и особо точных изделий.

Квалитеты 5...12 регламентируют точность сопрягаемых размеров и размеров, входящих в размерные цепи.

Квалитеты 12...17 регламентируют точность неотчетливых несопрягаемых размеров, размеров в грубых соединениях, а также размеры заготовок.

18 квалитет нормирует точность размеров деталей из пластмасс и древесины.

Чем выше номер квалитета, тем больше допуск.

По своей организации ЕСДП представляет собой набор полей допусков, которые служат исходным материалом для образования посадок. Каждое поле ЕСДП характеризуется двумя параметрами, не связанными между собой:

- 1 Величиной допуска IT;
- 2 Величиной основного отклонения Δ .

Величина допуска IT определяется номером квалитета и номинальным размером (рис. 16).

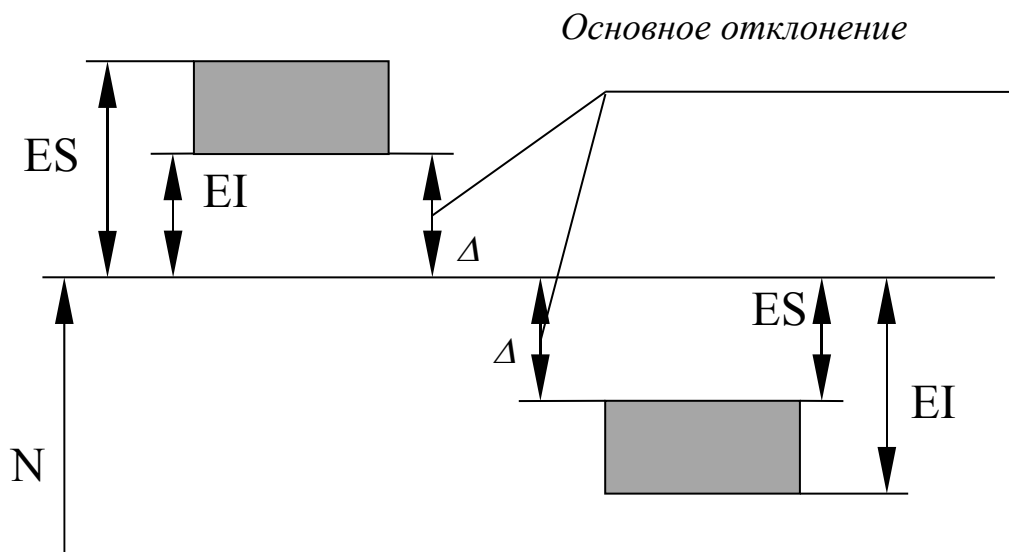


Рисунок 16 - Графическое изображение основных отклонений

$\Delta = EI$ - для полей выше нулевой линии;

$\Delta = ES$ - для полей ниже нулевой линии.

6.4 Ряды основных отклонений

Основное отклонение - это одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), меньшее по абсолютной величине, т.е. отклонение, которое расположено ближе к нулевой линии.

Основное отклонение является координирующим параметром, определяющим положение поля допуска относительно нулевой линии. Основные отклонения в ЕСДП принято обозначать буквами латинского алфавита: большими - для отверстий, маленькими для валов.

Для обозначения основных отклонений отверстий: A, B, C, D, E, F, G, H, Js, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z.

Для обозначения основных отклонений валов: a, b, c, d, e, f, g, h, js, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z.

Каждая буква условно показывает на сколько и в какую сторону от нулевой линии отстоит ближайшая к ней граница поля допуска (рис. 17).

Основные отклонения отверстий равны по величине и противоположны по знаку основным отклонениям валов, обозначаемым той же буквой. Общее правило определения основных отклонений отверстий выражается как $EI = -es$ для A...H и $ES = -ei$ для Js...Z. Но существуют исключения.

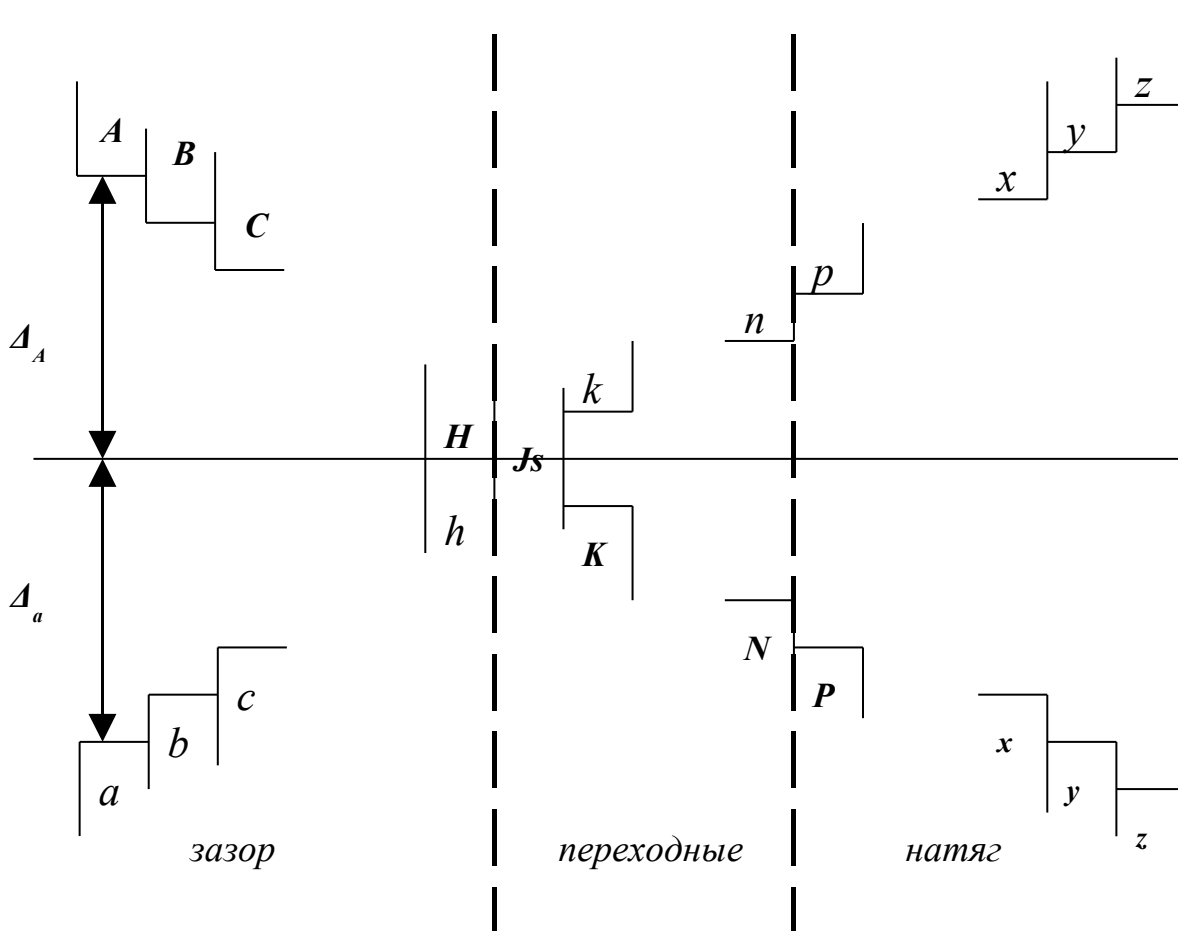


Рисунок 17 - Схема расположения основных отклонений.

Для одного и того же интервала номинальных размеров каждое основное отклонение остается постоянным, а меняется лишь величина допуска ИТ (рис. 18).

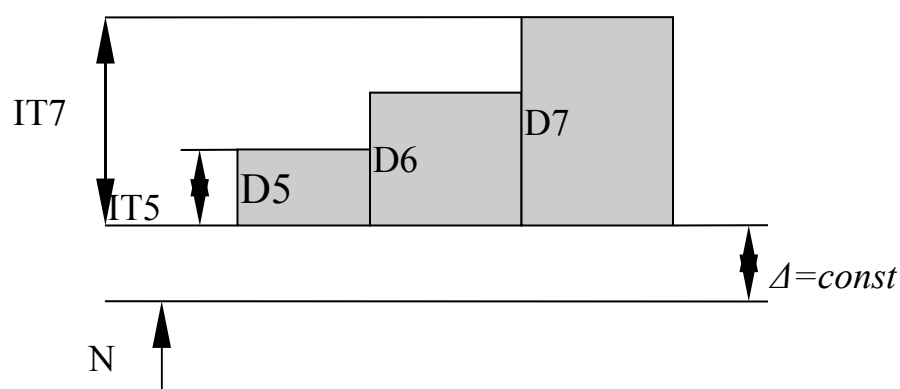


Рисунок 18 - Графическое изображение полей допусков

6.5 Образование полей допусков

Поля допусков образуются комбинированием основного отклонения и номера качества точности.

ПРИМЕР: 40F7

40 - номинальный размер;

F7 - поле допусков (поле допусков отверстия 7 - го качества точности с основным отклонением F).

Комбинация буквы и цифры является своеобразным шифром, который позволяет в очень компактной форме задавать границы годности размеров.

Зная шифр по таблице полей допусков ГОСТ 25347-82 можно отыскать величины предельных отклонений.

ПРИМЕР: установить границы годности для поля допусков 36e7.

По ГОСТ 25347 - 82

$es = - 0,050 \text{ мм}$

$$ei = -0.075 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = d_N + es = 36 + (-0.050) = 36 - 0.050 = 35.950 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d_N + ei = 36 + (-0.075) = 36 - 0.075 = 35.925 \text{ мм}$$

Единая система допусков и посадок позволяет создать около 500 полей допусков, как отверстий, так и валов. Такое многообразие полей является положительным явлением с точки зрения конструктора. Однако может привести к неоправданному увеличению ассортимента технологической оснастки.

Из всего многообразия возможных сочетаний основных отклонений и квалитетов точности был произведен ограничительный отбор полей допусков, который подразделяется на:

- поля допусков предпочтительного применения;
- поля допусков основного отбора;
- поля допусков дополнительного отбора.

Конструкторам при проектировании предписывается использовать поля предпочтительного и основного отбора и лишь в исключительных, технически обоснованных случаях поля дополнительного отбора, причем такое решение должно быть обязательно согласовано с технологической службой предприятий.

В случае необходимости разрешается создавать нестандартное поле допуска, то есть не вошедшее ни в один из выше перечисленных.

ПРИМЕР: Определить предельные отклонения для нестандартного поля допуска детали, имеющего размер 2,2 А 13.

Размер	Основн. отклонение	Допуск IT 13
1...3	+270	140 мкм

$$\text{Так как } IT = ES - EI, \text{ то } ES = IT + EI$$

$$ES = 140 + 270 = +410 \text{ мкм}$$

6.6 Образование посадок в ЕСДП

Образование посадок в ЕСДП образуется сочетанием полей допусков отверстия и вала. Произвольные сочетания полей допусков использовать **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**.

Системой ЕСДП узаконены два способа образования посадок:

- в системе отверстия;
- в системе вала.

Как указывалось ранее, образование посадок в системе отверстия производится за счет сочетания различных полей допусков валов с основным отверстием Н, нижнее отклонение которого равно нулю ($EI = 0$). В системе отверстия для одного номинального размера и одного квалитета точности предельные отклонения отверстия Н остаются постоянными для всех посадок, а образование посадок идет за счет изменения предельных отклонений валов.

Посадки обозначаются дробью, в числителе которой указывается поле допуска отверстия, а в знаменателе вала.

Например:

$\frac{H7}{f7}$ - посадка с зазором;

$\frac{H7}{k7}$ - переходная посадка в системе отверстия;

$\frac{H7}{s7}$ - посадка в системе отверстия по характеру с натягом.

Основные отклонения валов от а до h обеспечивают посадки с гарантированным зазором, от js до n - переходную посадку и от p до z - посадку с гарантированным натягом (рис. 19).

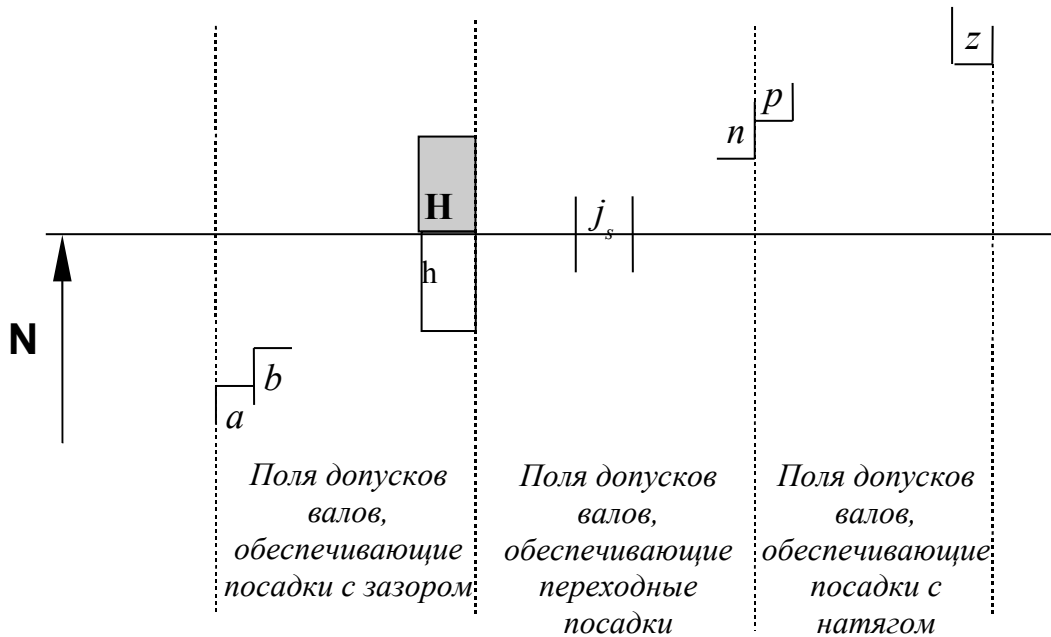


Рисунок 19 - Образование посадок в системе отверстия

Для создания посадки в системе вала используют основной вал с верхним отклонением равным нулю ($es = 0$). Требуемый же характер посадки обеспечивается за счет изменения расположения поля допуска неосновного отверстия.

В общем случае, если необходимо создать посадку в системе вала с зазором, то используют отверстия с основным отклонением от A до H; если необходимо создать посадку переходную, то используют отверстия с основными отклонениями от JS до N; если необходимо создать посадку с натягом, то используют отверстия с основными отклонениями от P до Z (рис.20).

ПРИМЕР:

- $\frac{F7}{h7}$ - посадка в системе вала, с зазором;

- $\frac{N7}{h7}$ - переходная посадка в системе вала;

- $\frac{U7}{h7}$ - посадка с натягом в системе вала.

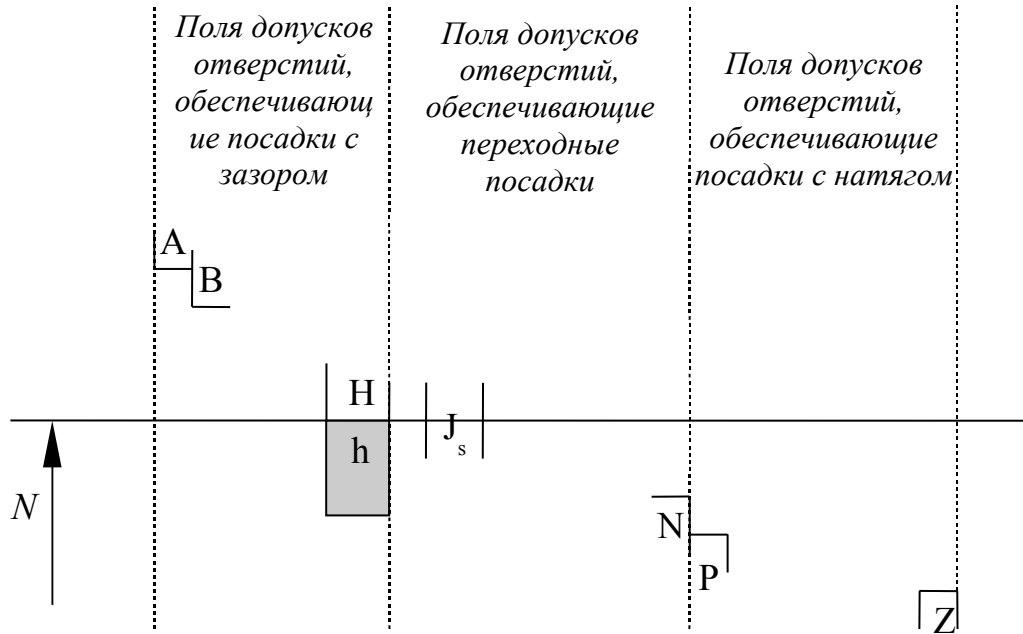


Рисунок 20 - Образование посадок в системе вала

В машиностроении, по технологическим соображениям рекомендуется допуск отверстия назначать на один квалитет грубее допуска вала.

Посадки в системе ЕСДП не являются обязательными, а лишь рекомендуемыми. В принципе, конструктор может сочетать любое отверстие с любым валом.

Все специализированные заводы выпускают режущие инструменты и калибры для полей допусков предпочтительного применения, поэтому предприятия заинтересованы в том, чтобы конструкторы использовали поля допусков предпочтительного применения, и можно было использовать дешевый покупной инструмент.

7 УКАЗАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ГЛАДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

7.1 Нормирование точности ответственных размеров на конструкторских чертежах

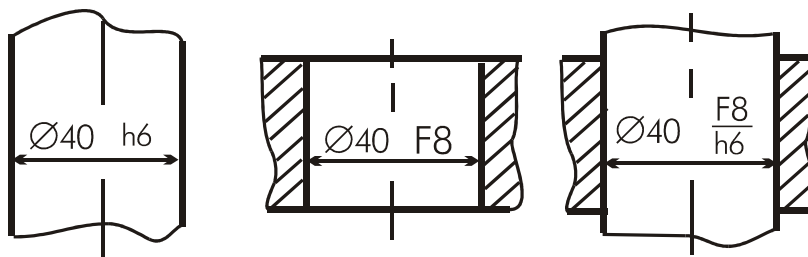
Конструкторские чертежи - это те чертежи, которые выпускаются конструктором и содержат необходимую исходную информацию для технолога.

Размеры условно принято подразделять на ответственные и неответственные. Ответственные размеры - это те, уровень которых не грубее 12 квалитета точности.

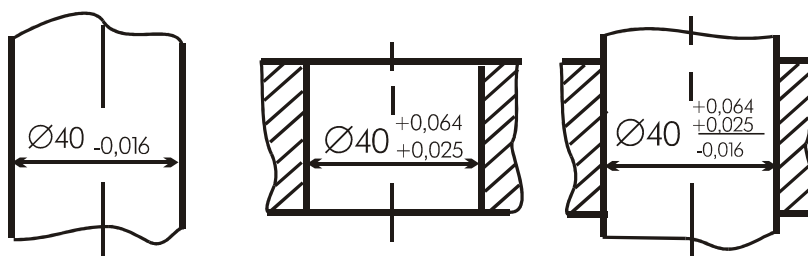
Обозначение размеров может быть дано одним из следующих способов, предусмотренных ГОСТ 2.307 - 68:

- символическим (рис.21);
- численным (рис.21);
- комбинированным (рис.21).

Символический способ



Численный способ



Комбинированный способ

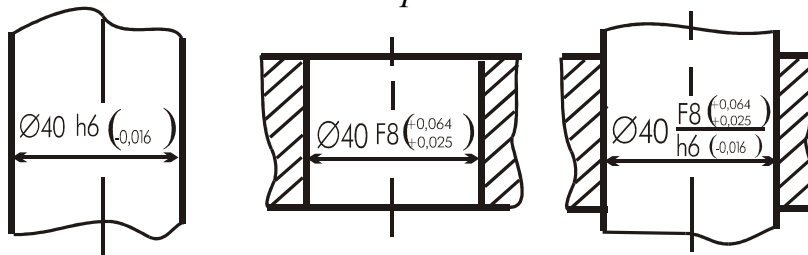
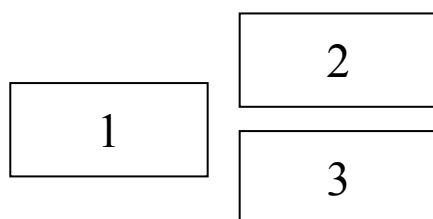


Рисунок 21– Способы указания точности ответственных размеров на конструкторских чертежах

Структура указания численным методом имеет вид:



- 1- номинальный размер;
- 2- верхнее предельное отклонение;
- 3- нижнее предельное отклонение.

Если одно из отклонений численно равно 0, то оно не указывается, но место для него оставляется;

Если предельные отклонения по модулю равны, а по знаку противоположны, то они указываются со знаком $\pm$.

Например: $36 \pm 0,012$

7.2 Нормирование точности ответственных размеров на конструкторских чертежах

Часто на деталях встречаются размеры, к которым не предъявляется высокая точность, и условия работы изделия не зависят от точности их выполнения. Это ответственные, свободные размеры. К ним относятся габаритные размеры, длины валов, глубина сверления, размеры фасок, закругления, и т.п. Уровень точности этих размеров соответствует квалитетам с 12 по 17. Для таких размеров конструктору разрешается указывать над размерными линиями номинальный размер, а требуемую точность изготовления оговаривать общей записью в технических требованиях. Такая запись должна начинаться словами: « Неуказанные предельные отклонения размеров: »

Запись на полях чертежа должна однозначно определять:

- величину допуска;
- его расположение относительно нулевой линии.

Порядок указания таких размеров оговаривается ГОСТ 2.307-68 и ГОСТ 25670 -83.

Согласно положениям ГОСТ 25670-83 точность ответственных размеров (кроме фасок и радиусов закруглений) может назначаться либо по квалитетам точности IT ГОСТ 25346-89, либо по классам точности ГОСТ 25670 -83.

ГОСТ 25670 -83 устанавливает 4 класса точности ответственных размеров:

- 1- точный;
- 2- средний;
- 3- грубый;
- 4-очень грубый.

Если величина допуска берется по одному из этих классов, то в записях это обозначается буквой *t* с соответствующим цифровым индексом.

- 1- для класса точный;
- 2- для класса средний;
- 3- для класса грубый;
- 4- для класса очень грубый.

При этом имеет место следующее соотношение между допусками по классам точности и допусками по квалитетам.

$$t_1 \approx IT\ 12$$

$$t_2 \approx IT\ 14$$

$$t_3 \approx IT\ 15...IT\ 16$$

$$t_4 \approx IT\ 17$$

Допуски по классам точности получены путем грубого округления допусков по квалитетам и путем группирования этих допусков в более широкие интервалы, чем допуски по квалитетам. Это позволяет пользоваться для измерения приборами с более грубой ценой деления.

Пример: для свободного размера, номинал которого 100 мм,

$$\pm \frac{IT_{14}}{2} = \pm 435 \text{ мкм, а } \pm \frac{t_2}{2} = \pm 0,3 \text{ мм. Оцените, что проще измерить?}$$

Допуски на свободные размеры можно задавать следующими тремя способами:

1 с помощью допусков IT, взятых по квалитетам единой системы допусков и посадок. Для несопрягаемых размеров используют квалитеты 12, 13, 14, 15, 16, 17. В машиностроении наиболее распространенным является 14 квалитет, в приборостроении - 12.

В этом случае применяют следующий характер расположения полей допусков несопрягаемых размеров (размеров с неуказанными допусками):

- для отверстий используются поля допусков с основным отклонением H, то есть H12...H17 (EI = 0);

- для валов поля допусков с основным отклонением h, то есть h12...h17 (es = 0);

- для остальных размеров используются поля $\pm \frac{IT_{12}}{2} \dots \pm \frac{IT_{17}}{2}$, то есть с основным отклонением JS12...JS17.

Пример записи на полях чертежа для случая, когда допуски свободных размеров нормируются квалитетами точности:

«Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT_{14}}{2}$ »

Вместо $\pm \frac{IT_{14}}{2}$ можно записать JS14.

Более рациональным является второй способ задания допусков на свободные размеры и размеры заготовок - по классам точности, когда величина допусков выбирается по ГОСТ 25670 - 83 и которые обозначаются t. При этом принимают следующий характер расположения полей допусков:

- для отверстий: $+t_1; +t_2; +t_3; +t_4$ (EI = 0)

- для валов: $-t_1; -t_2; -t_3; -t_4$ (es = 0)

- для остальных - $\pm \frac{t_1}{2}; \pm \frac{t_2}{2}; \pm \frac{t_3}{2}; \pm \frac{t_4}{2}$

Пример записи на чертежах:

«Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий - $+t_2$; валов - $-t_2$; остальных $\pm \frac{t_2}{2}$ ».

Стандарт допускает третий вариант - комбинированный, когда в одной записи используют допуски и по квалитетам и по классам точности одновременно. В этом случае между допусками по квалитетам и допусками по классам должно выдерживаться соответствие, указанное в таблице.

Наименование класса по ГОСТ 25670-83	Условное обозначение допуска данного класса	Квалитеты ЕСПД, примерно соответствующие классу
точный	t_1	≈ 12
средний	t_2	$\approx 13...14$
грубый	t_3	$\approx 15...16$
очень грубый	t_4	≈ 17

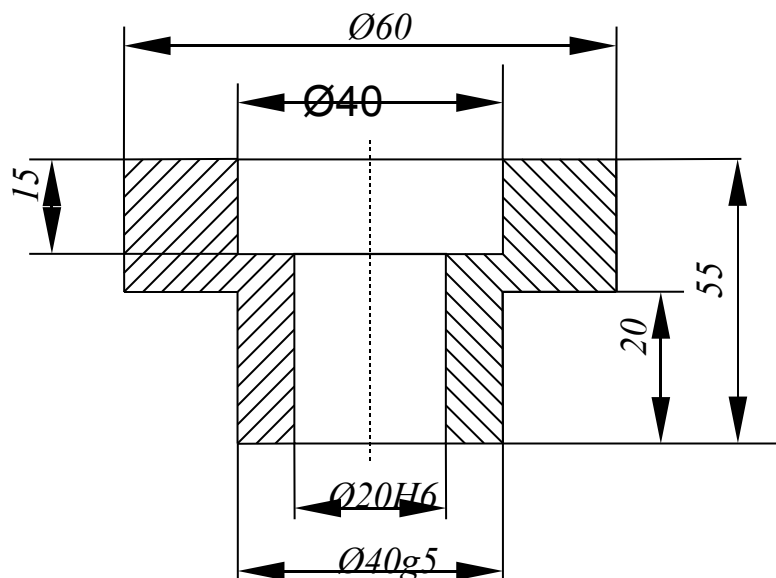
Пример записи: «Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{t_2}{2}$ »

В России предпочтение отдается третьему варианту. В этом случае устанавливаемые односторонние предельные отклонения «в тело» для валов и отверстий по квалитетам способствуют снижению массы деталей и экономии материала. Для размеров элементов, не относящихся ни к валам ни к отверстиям приведенные выше соображения не являются решающими, поэтому для них рациональнее пользоваться симметричными отклонениями по классам точности.

7.3 Нормирование точности размеров гладких элементов деталей на технологических чертежах

Рассмотрим примеры оформления конструкторских (рис.22) и технологических чертежей (рис.23).

Кондукторная втулка для сверления отверстий



«Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{t_2}{2}$ »

Рисунок 22 – Конструкторский чертеж

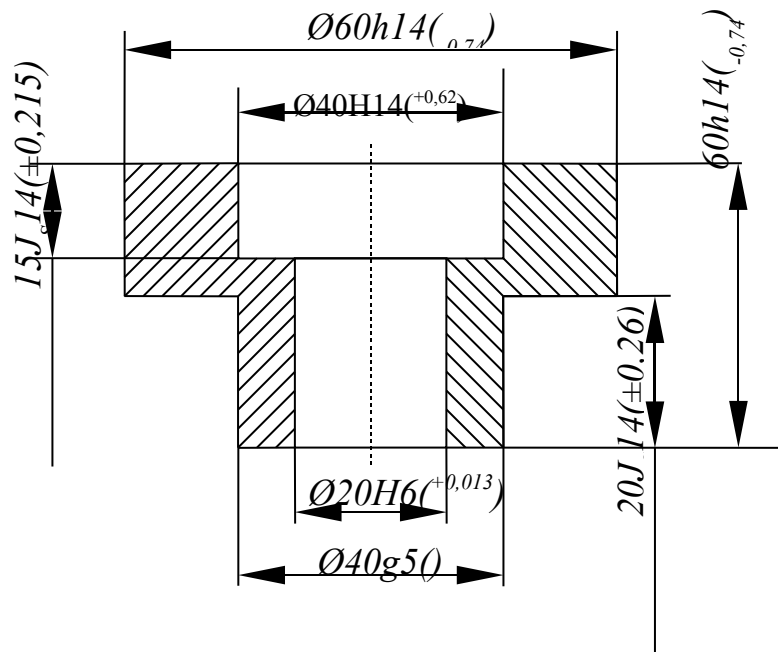


Рисунок 23 – Операционно-технологическая карта

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ РАЗМЕРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ ГЛАДКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

8.1 Методы назначения допусков и посадок

Повышение надежности и долговечности подвижных и неподвижных соединений в машиностроении в значительной степени зависит от выбора оптимальных величин зазоров и натягов, а в условиях реального производства - от их предельных значений.

В настоящее время основываются на следующих методах выбора допусков и посадок: прецедентов, подобия и расчетном.

Метод прецедентов заключается в том, что конструктор находит в ранее спроектированных изделиях случай соединения деталей, аналогичный проектируемому, и принимает его для нового изделия. Метод приемлем, если

проектируемый узел полностью тождественен найденному прецеденту (прототипу) и оптимальность выбранной посадки проверена научным экспериментом и подтверждена производственными испытаниями.

Развитием метода прецедентов является метод подобия. Он возник в результате классификации деталей машин по конструктивным и эксплуатационным признакам. Для выбора посадки нужно установить аналогию конструктивных признаков и условий эксплуатации проектируемого узла с признаками, указанными в руководящих материалах или справочниках.

Более надежным и прогрессивным методом является расчетный, основанный на функциональной взаимозаменяемости и заключающийся в том, что конструктор зная условия и длительность эксплуатации, рассчитывает функциональные параметры и их максимальные значения; корреляционную связь и ее математическое выражение; оптимальные показатели долговечности и надежности на основе учета величин изменения размера изделия во времени; конструктивный допуск; коэффициент запаса точности, гарантирующий запас долговечности работы и др.

Задача поиска допусков размеров, а также границ их годности решается конструктором в процессе проектирования. Порядок решения этой задачи определяется местом размера, которое он занимает в проектируемом устройстве. Возможны три варианта:

1 размер принадлежит элементу детали несоприкасающимися с другими элементами (такие размеры на практике называют свободными). Уровень точности таких размеров обычно невысок и устанавливается квалитетами с 12 по 17. Границы их годности устанавливаются в соответствии с правилами указания точности размеров с неуказанными предельными отклонениями;

2 размер принадлежит элементу, входящему в соединение (соединение - это состояние, при котором 2 детали имеют элементы входящие друг в друга);

3 размер входит в замкнутый контур с другими размерами.

Рассмотрим порядок решения задачи для случая, когда размер элемента детали принадлежит соединению.

Эта задача сводится к отысканию стандартного сочетания полей допусков, при котором соединение отвечает своему функциональному назначению. Решение задачи зависит от характера проектируемого соединения.

Рассмотрим условия выбора посадок с зазором, переходных и с натягом, наиболее часто применяемых в изделиях машиностроения.

8.2 Выбор и расчет посадок с зазором

Посадки с зазором применяются в подвижных соединениях в качестве направляющих вращательного (подшипники) и поступательного движения (поршни, плунжеры и т.д.) движений, а также в неподвижных соединениях - как центрирующие и монтажные. Зазор служит для обеспечения свободы перемещения, размещения слоя смазки, компенсации температурных деформаций, компенсации отклонений формы и т. д.

В большинстве случаев такие посадки выбираются по аналогии с хорошо

зарекомендовавшими себя случаями. Описание случаев применения посадок с зазором дается в справочниках. Ориентируясь на эти данные, конструкторы выбирают рекомендуемую посадку, при этом возможны некоторые коррективы. Так например, следует выбирать посадку с несколько большим средним зазором, если предполагается использовать более густую смазку, соединение будет работать при повышенной температуре, будет использоваться большая длина соединения, вал будет устанавливаться более чем в две опоры. И наоборот, необходимо выбрать сочетание полей допусков, дающих несколько менее средний зазор, если планируется использовать более жидкую смазку, соединение будет работать при повышенных вибрациях, к соединению будут предъявляться более жесткие требования к центрированию деталей.

В ответственных случаях посадки с зазором рассчитываются. Расчет сводится к отысканию допустимых предельных зазоров: S_{max} и S_{min} .

Зависимости, используемые при этом могут быть более или менее сложными, однако принципы, заложенные в поиске допустимых предельных зазоров как правило одинаковы.

Рассмотрим расчет посадки с зазором на примере проектирования подшипника скольжения, работающего в условиях жидкой смазки (условие жидкостного трения).

Посадки с зазором характеризуются свободой относительного перемещения вала и отверстия. Надежность их перемещения определяется величиной наименьшего зазора S_{min} , который должен обеспечивать соответствующий характеристике режима вид трения и компенсировать технологические погрешности размеров, формы и расположения поверхностей. В подшипниках трения-скольжения должно происходить скольжение не поверхностей вала и отверстия втулки (вкладыша), а слоев смазки один по другому. Это состояние называется жидкостным трением. Расчет зазора сводится к определению такой величины, при которой слой смазки будет больше высоты неровностей на поверхностях деталей и будет осуществляться жидкостное трение, обеспечивающее минимальный износ подшипника.

При отсутствии вращения вала между ним и втулкой образуется зазор S и эксцентриситет e_{max} (рис.24 а). При высокой частоте вращения, достаточно густой смазке и ее хорошей схватываемостью с трущимися поверхностями, смазка увлекается в клиновой зазор, создает гидродинамическое давление и смещает в направлении вращения вал (рис.24 б).

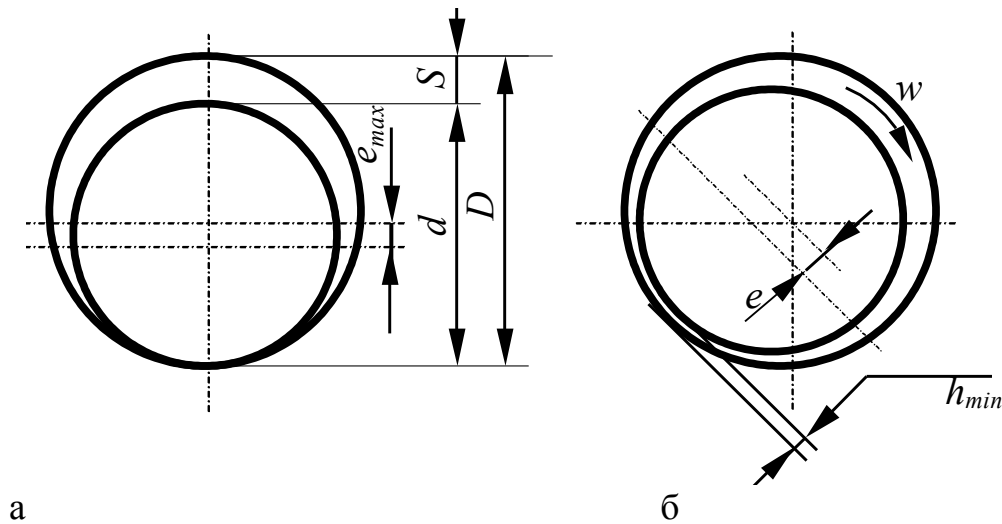


Рисунок 24 – Схема расчета посадки с зазором (подшипник - вал)

При этом между валом и втулкой образуется зазор

h_{min} - минимальная толщина масляного слоя, обеспечивающая жидкостное трение. Между h и S есть связь (рис.25).

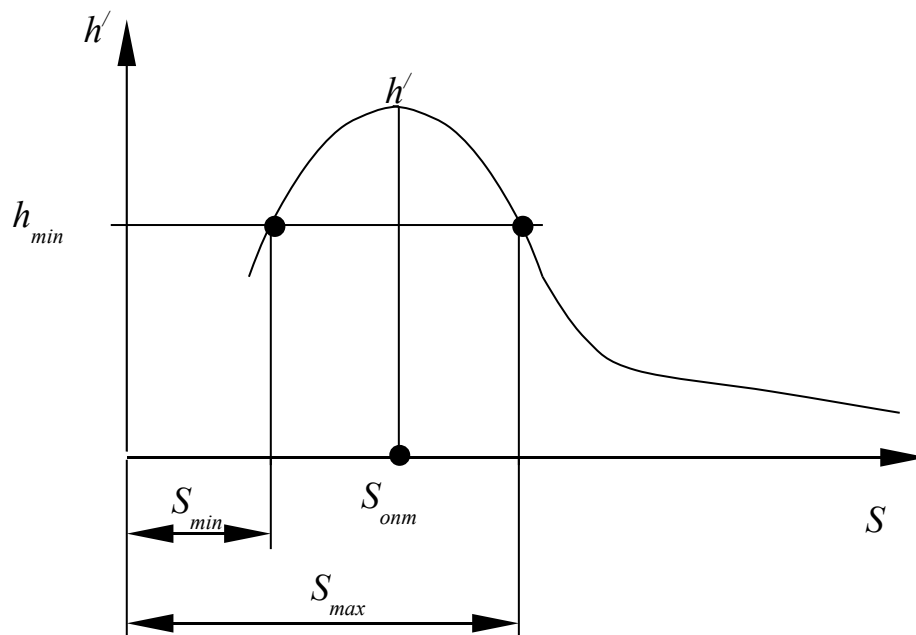


Рисунок 25 – График зависимости толщины масляного слоя h от величины зазора S

При зазоре, называемом оптимальным, толщина масляного слоя достигает максимального при данных условиях h' . Определенной толщине масляного слоя соответствует 2 зазора – S_{max} и S_{min} . Слишком малые и слишком большие зазоры S не дают оптимальную толщину масляного слоя.

Принимая $h_{min} = K (R_{Zd} + R_{ZD})$ можно расчетом или по графику найти значения максимальных и минимальных зазоров

K - коэффициент запаса, учитывающий погрешность формы вала d и

втулки D .

R_{zd} и R_{zd} - высота микронеровностей поверхностей вала и втулки.

В золотниковых парах минимальный зазор устанавливается из условия, что в процессе работы не возникнет заклинивание рабочих органов (из-за деформаций, связанных с температурой, силами и т.п.). Максимальный зазор можно установить из допустимой утечки (рис.26).

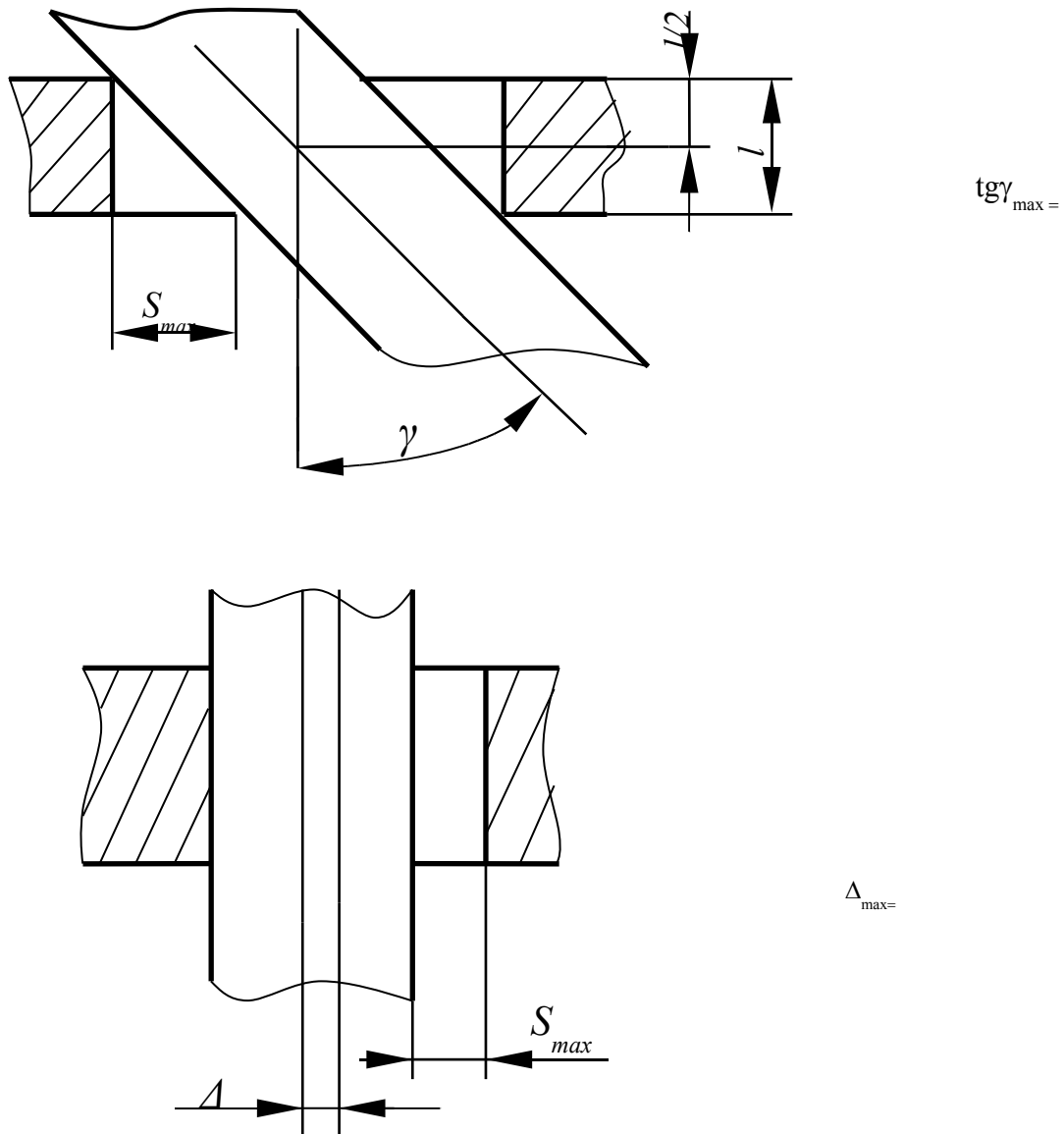


Рисунок 26 – Схема расчета посадки с зазором (золотниковая пара)

В тех случаях, когда требуется обеспечить совмещение осей вала и отверстия, величина зазора рассчитывается исходя из допустимого угла перекоса - γ или допустимого параллельного смещения осей - Δ .

По найденным значениям допустимых предельных зазоров конструктор должен выбрать стандартные сочетания полей допусков, обеспечивающие предельные зазоры, близкие к допустимому. При этом удобно пользоваться таблицами предельных зазоров. Которые даются в справочнике Мягкова.

Из возможных вариантов предпочтение следует отдавать тем, которые дают больший запас на износ (рис.27).

Посадка 1 не годится для рассмотренного примера подшипника скольжения, так как в части соединений будут нарушаться условия чисто жидкостного трения.

Посадка 4 не годится по тепловым соображениям, так как в части соединений зазор будет недостаточным для отвода тепла от детали.

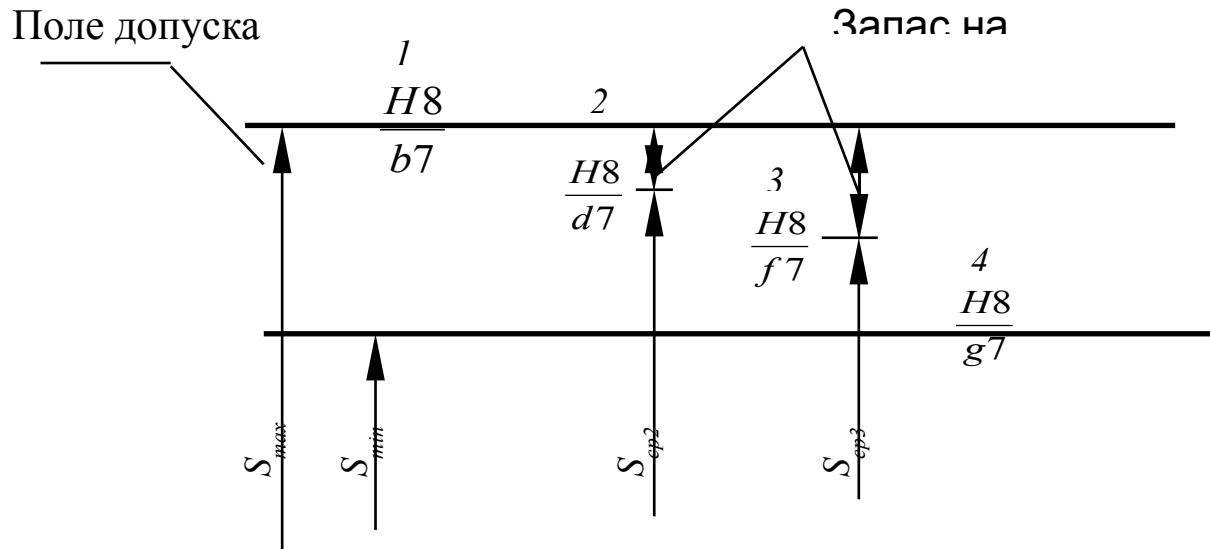


Рисунок 27– Выбор посадок с зазором

Функциональному назначению соединения будут удовлетворять посадки 2 и 3. Предпочтение следует отдать 4 -ой посадке, так как она обеспечит больший запас на износ.

Дополнительный запас на износ можно создать. Ужесточив допуски на размеры деталей, образующих соединение.

8.3 Выбор переходных посадок

Переходные посадки относятся к неподвижным и применяются тогда, когда по эксплуатации изделий требуется больше одной переборки соединения. Неподвижность посадки достигается крепежными средствами в виде шпонок, штифтов, стопорных винтов и др.

Предусматриваются переходные посадки только в качествах 4, 5, 6 и 7, поскольку большие зазоры или натяги недопустимы по эксплуатационным условиям.

Переходные посадки обеспечивают высокую точность центрирования при относительно легкой разборке и сборке. Точность центрирования характеризуется величиной абсолютного эксцентриситета, возникающего при наибольшем зазоре. Действительный зазор может быть больше на величину смятия шероховатости поверхности и износа ее при повторных сборках и разборках соединения $\Delta_{ш}$, а также на величину разности температурных деформаций сопрягаемых деталей Δ_t .

$$S_{max} = ES - ei + \Delta_{ш} + \Delta_t$$

Степень легкости сборки и разборки соединений с переходной посадкой так же, как и характер этих посадок определяется вероятностью получения в них зазоров или натягов.

При выборе переходных посадок необходимо учитывать опыт применения этих посадок в проверенных работой аналогичных машинах, работающих в тех же условиях, что и проектируемая сборочная единица. При высоких требованиях к точности центрирования, а также при больших ударных нагрузках и вибрациях назначают посадки с большим средним натягом. Посадки типа H/m относятся к повышенно центрирующим, а H/n обеспечивают полное центрирование, при котором посадочный эксцентриситет равен нулю.

Чем чаще требуется разборка (сборка) соединения, тем с меньшим натягом следует выбирать переходную посадку. Например, посадки типа H/js применяются в легкоразъемных соединениях, неподвижность которых достигается с помощью неподвижных средств крепления.

Посадки типа H/k применяются для обеспечения хорошего центрирования, имеют незначительные натяги, не вызывающие затруднений при разборке.

При выборе посадок следует учитывать также нагрузку, материал деталей, шероховатость обработанных поверхностей, отклонения формы, температурные условия работы и т.д.

Сборка узлов с переходными посадками осуществляется с помощью маломощных прессов, специальных гидро- и пневмо- приспособлений, ударами по собираемым деталям, иногда используют разность температур.

Примеры применения переходных посадок – соединения шкивов, зубчатых колес, маховиков, звездочек, цепной передачи, обгонных и предохранительных муфт с валами.

8.4 Выбор посадок с натягом

Неподвижность посадки с натягом достигается за счет напряжений, возникающих в материале, вследствие деформации контактных поверхностей и сил трения при относительном смещении деталей.

При сопряжении двух деталей, когда диаметр отверстия меньше диаметра вала $D < d$, величина натяга I складывается из деформации сжатия вала Δ_d и деформации растяжения втулки Δ_D , т.е.

$$i = \Delta_d + \Delta_D$$

Возникающие деформации должны быть в пределах упругости материала. Очень большие натяги могут вызвать наряду с областью упругих деформаций, зону пластических деформаций, или такое состояние, когда весь материал пластически деформируется. Предельные значения натягов должны быть такими, чтобы при наименьшем натяге не было относительного поворота деталей от действия внешнего крутящего момента или осевого усилия или совместного их действия. А при наибольшем - обеспечивалась прочность сопрягаемых деталей, т.е. наибольшие напряжения, возникающие в материалах деталей не должны превышать допустимого значения.

Для обеспечения взаимной неподвижности деталей в осевом направлении

необходимо выдержать условие:

$$P_{oc} \leq F_{mp}$$

где $F_{mp} = \pi d l p_{min} f$ – сила трения

p_{min} – удельное контактное давление на поверхностях деталей соединения, вызванное наличием сил упругости;

f – коэффициент трения, для стальных деталей, вдавливаемых при сборке одна в другую $f \approx 0,08$; если при сборке не требуется $f \approx 0,14$.

Условие отсутствия проворота под действием крутящего момента $M_{кр}$ имеет следующий вид:

$$M_{кр} \leq \frac{F_{mp} \cdot d}{2}.$$

На выбор посадки с натягом влияет множество различных факторов, среди которых физико – механические свойства материала, геометрические и конструктивные параметры, технология формирования соединения, условия эксплуатации и т.д.

8.5 Методы сборки соединений с натягом

Существует два основных метода:

1 Сборка под прессом, при нормальной температуре. При этом происходит вдавливание одной детали в другую – продольная запрессовка;

2 Сборка с предварительным разогревом втулки при охлаждении вала.

Первый метод прост и применяется при небольших ($\leq 0,001d$) натягах. Недостатком метода является возможность повреждения тонкостенных деталей, потребность в мощных прессах и высокие требования к шероховатости поверхностей.

Второй метод дает более высокое качество сборки. Охватываемая деталь может нагреваться в воде, масляной ванне, при температуре $110...130^{\circ}\text{C}$, в печах и установках ТВЧ. Максимальная температура $\approx 400^{\circ}\text{C}$. Для охлаждения охватываемой детали можно использовать сухой лед ($\approx -79^{\circ}\text{C}$), жидкий воздух, азот ($\approx -196^{\circ}\text{C}$). Нагрев одной детали и охлаждение другой применяют при больших натягах.

Примеры применения посадок с натягом: бандажи колесных пар железнодорожного транспорта, направляющие втулки в штампах листовой штамповки, втулки в головках шатунов, поршневой палец в поршне.

Посадки с натягом нашли весьма широкое применение в технике, т.к. они позволяют резко упростить конструкцию. Однако эти соединения имеют ряд недостатков, которые конструктор должен учитывать при их применении. В частности, необходимость изготовления деталей с высокой степенью точности (не грубее 8 квалитета), а также резкое снижение усталостной прочности в месте соединения.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ РАЗМЕРНЫЕ ЦЕПИ

9.1 Основные понятия и определения, используемые при расчете размерных цепей

Сопряжение вала с отверстием является простейшим сопряжением, где размеры деталей и величины зазора или натяга взаимно связаны между собой. Это позволяет путем расчета допуска посадки устанавливать обоснованные допуски на сопрягаемые размеры. На практике же встречаются более сложные соединения, в которых участвуют множество взаимосвязанных размеров деталей сборочной единицы. Если размер одной из деталей изменяется, то это приводит к нарушению положения других деталей сборочной единицы. В этом случае возникают сомнения не только в правильности функционирования узла, но и в возможности сборки изделия без подбора или даже без дополнительной доработки деталей. В таких случаях рациональные допуски на взаимосвязанные размеры назначаются после расчета размерных цепей. Целью расчета является правильное определение предельных размеров звеньев размерной цепи.

Задачей устройства, представленного на рисунке 28 является обеспечение плавного вращения зубчатого колеса на оси. Выполнение этой задачи будет зависеть от наличия и величины зазора между зубчатым колесом и осью и между внутренними стенками корпуса и деталями, сидящими на оси.

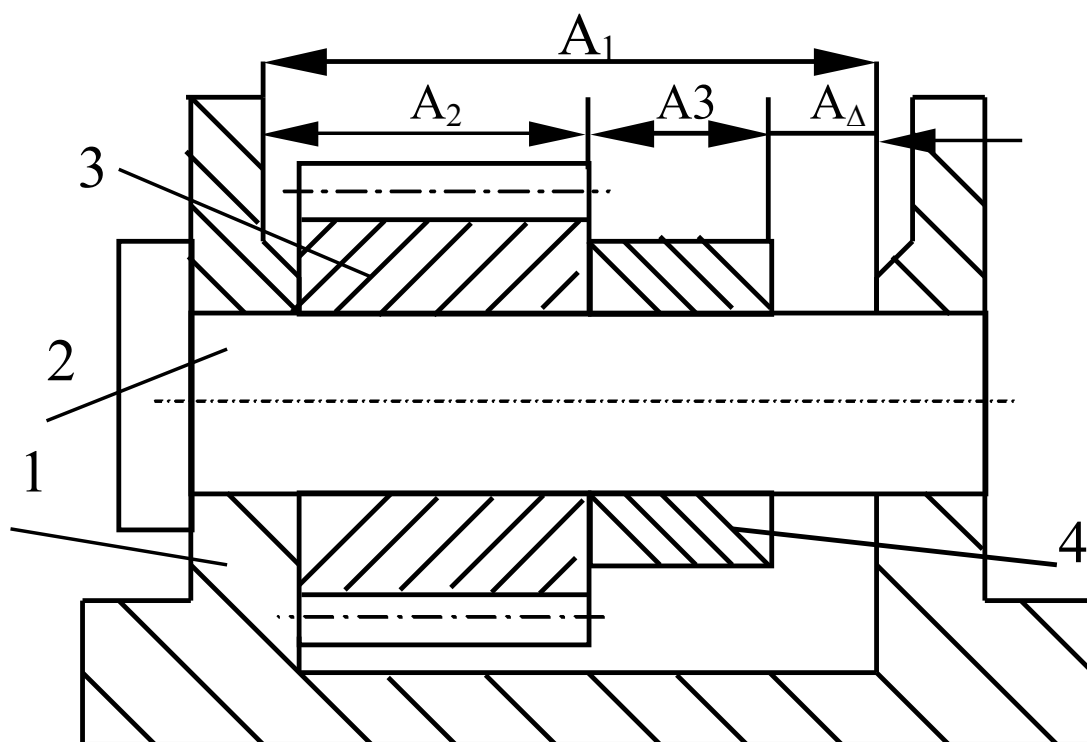


Рисунок 28 – Сборочная размерная цепь

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

Размеры (длины, диаметры, углы, отклонения и т.д.), образующие размерную цепь называются звеньями. Звенья обозначаются прописными буквами русского алфавита с соответствующим порядковым номером.

Классификация звеньев размерных цепей представлена на рисунке 29.

Размер, определяющий правильное положение деталей в сборке, принято называть **замыкающим размером** и обозначать с индексом Δ . В рассматриваемом случае это зазор A_Δ между внутренними стенками корпуса и деталями на оси. В качестве замыкающего размера могут быть зазор, натяг, отклонение от соосности, отклонение от перпендикулярности и т. д., т.е. размеры, обеспечивающие нормальное функционирование сборки.

Размеры, оказывающие влияние на замыкающий размер принято называть **составляющими размерами**. Для рассматриваемого примера размеры A_1, A_2, A_3 являются составляющими.

Составляющие звенья выявляются в процессе размерного анализа. При выявлении составляющих размеров целесообразно строить графики размерной цепи. Они представляют собой замкнутый контур, в котором каждый размер имеет определенное направление.



Рисунок 29– Классификация звеньев размерных цепей

9.2 Виды размерных цепей

В зависимости от решаемой задачи размерные цепи делят на конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторская - определяет расстояние или относительный поворот между поверхностями или осями поверхностей деталей в изделии.

Технологическая - обеспечивает требуемое расстояние или относительный поворот между поверхностями или осями при обработке, сборке, настройке и т.д.

Измерительная возникает при определении расстояния или относительного поворота между поверхностями изготовленного изделия.

В зависимости от видов размеров размерные цепи подразделяют на линейные и угловые.

Линейные - звеньями являются линейные размеры (рис. 30).

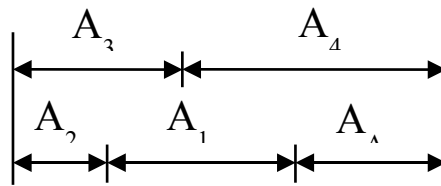


Рисунок 30 – Линейная размерная цепь

Угловая - звеньями являются угловые размеры (рис.31).

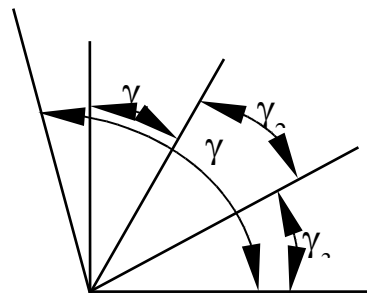


Рисунок 31– Угловая размерная цепь

По расположению в плоскостях размерные цепи условно подразделяются на плоские - звенья расположены в одной или нескольких параллельных плоскостях;

пространственные - звенья расположены в непараллельных плоскостях;

параллельносвязанные - имеющие общие звенья;

9.3 Методы решения сборочных размерных цепей.

Цель расчета размерных цепей

Размерные цепи рассчитываются двумя методами:

1 Метод максимума-минимума, при котором учитываются только предельные значения составляющих размеров и самое неблагоприятное их сочетание в пределах каждой сборки.

2 Вероятностный метод, при котором учитываются законы распределения размеров деталей по полю допуска и случайный характер их сочетания в пределах каждой сборки.

Основной задачей расчета размерных цепей является обеспечение заданной точности замыкающего размера (заданной точности сборки). Иными словами, конструктор еще на стадии проектирования должен выбрать способ, который позволит обеспечить необходимую точность замыкающего размера.

Для решения этой задачи конструктор может воспользоваться одним из следующих методов:

- 1 Метод взаимозаменяемости;
- 2 Метод компенсации.

Сущность первого направления заключается в том, что конструктор при проектировании отыскивает такие поля допусков на составляющие размеры, при которых необходимая точность замыкающего размера будет обеспечиваться независимо от способа сборки

Суть второго направления заключается в том, что конструктор при проектировании назначает такие приемы сборки, при которых необходимая точность замыкающего размера обеспечивается не зависимо от точности составляющих размеров.

К первому направлению относятся методы:

- полной взаимозаменяемости;
- теоретико-вероятностный;
- групповой взаимозаменяемости.

Ко второму направлению относятся методы:

- конструкторской компенсации;
- технологической компенсации.

Выбор конкретного направления и метода решения размерной цепи должен осуществляться конструктором на основе анализа следующих основных факторов:

- 1 Необходимая точность замыкающего размера, характеризуемая его допуском $T_{\Delta} = ES_{\Delta} - EI_{\Delta}$;
- 2 Количество составляющих размеров;
- 3 Возможность выбраковки ненужной сборки;
- 4 Технологические возможности данного производства (прежде всего с точки зрения наличия точного оборудования в механических цехах и наличия квалифицированных сборщиков в сборочных цехах);
- 5 Масштаб выпуска;
- 6 Особенности серийного обслуживания, ремонта, утилизации.

Различают два вида расчета размерных цепей: проектный расчет (прямая задача) и проверочный расчет (обратная задача).

При решении прямой задачи конструктор устанавливает поля допусков на составляющие размеры и способ сборки.

При решении обратной задачи осуществляется проверка выполнения проектного расчета.

Основное значение имеет проектный расчет, его необходимо выполнять в

следующем порядке.

9.4 Порядок проектного расчета размерных цепей методами взаимозаменяемости

Основными этапами расчета являются:

1 Постановка задачи решаемой размерной цепи и выявление геометрического параметра, характеризующего правильное расположение деталей в сборке. Утрированное изображение замыкающего размера наносится на сборочный чертеж или расчетную схему.

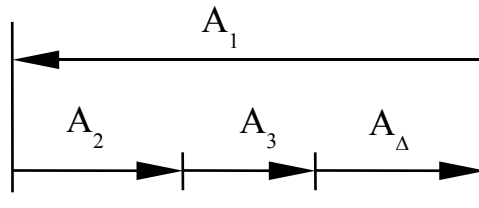
2 На основе анализа служебного назначения проектируемого устройства, а также условий его работы конструктором устанавливаются предельные значения замыкающего размера $A_{\Delta max}$ и $A_{\Delta min}$. Затем конструктор выбирает номинальное значение замыкающего размера N_{Δ} и рассчитывает величины предельных отклонений: $ES_{\Delta} = A_{\Delta max} - N_{\Delta}$ и

$$EI_{\Delta} = A_{\Delta min} - N_{\Delta}$$

После этого конструктор в стандартном виде формулирует требования точности замыкающего размера

$$A_{\Delta} = N_{\Delta}^{ES}_{EI}.$$

3 Выявляется размерная цепь, т.е. устанавливаются составляющие размеры, оказывающие функциональное влияние на замыкающий. Параллельно с этим строится график размерной цепи. На графике размерам придают направление движения необходимое для захвата размера на графике. Размеры дважды повторяться не должны.



4 Составляется уравнения размерной цепи, которое связывает значение замыкающего размера A_{Δ} со значениями размеров составляющих. Определяются передаточные отношения.

Функциональная связь между замыкающим размером и составляющими размерами описывается уравнением размерной цепи:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \xi_j A_j,$$

где A_{Δ} - значение замыкающего размера;

A_j - значение j -го составляющего размера;

n - количество составляющих размеров в размерной цепи;

ξ_j - передаточное отношение, которое показывает направление и степень влияния каждого составляющего размера на замыкающий.

Передаточное отношение определяется как частная производная от замыкающего размера по каждому составляющему:

В цепях с параллельными размерами $\xi_j = 1$. Знак передаточного отношения следует устанавливать по графику размерной цепи. Для увеличивающих размеров $\xi_j = +1$, для уменьшающих размеров $\xi_j = -1$.

Для рассматриваемого случая уравнение размерной цепи примет вид:

$$A_{\Delta} = \xi_1 A_1 + \xi_2 A_2 + \xi_3 A_3$$

$$\xi_1 = +1; \xi_2 = -1; \xi_3 = -1$$

$$A_{\Delta} = A_1 - A_2 - A_3$$

5 Устанавливаются номинальные значения на каждый составляющий размер, при этом они должны удовлетворять по возможности ГОСТ 6636-69. Осуществляется увязка номинальных значений замыкающего и составляющих размеров. Ее цель состоит в проверке правильности выбора номинальных значений составляющих размеров. Уравнение по которому осуществляется увязка записывается так:

$$N_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \xi_j N_j,$$

где N_{Δ} - номинальное значение замыкающего размера;

N_j - номинальные значения составляющих размеров.

Если это равенство не выдерживается, то приходится корректировать номинальные значения составляющих размеров.

Предположим, что для нормальной работы узла (рис. 28) необходимо, чтобы $A_{\Delta} = 0^{+0,5}_{+0,2}$.

Номинальные значения составляющих размеров равны:

$$A_1 = 60 \text{ мм}; A_2 = 25 \text{ мм}; A_3 = 37 \text{ мм}$$

Осуществим увязку номинальных значений по формуле 2.

$$0 = 60 - 25 - 37 = -2$$

Номинальные размеры назначены неправильно. Необходимо внести корректировку за счет изменения размеры шайбы, т.е. уменьшить ее толщину на 2 мм.

6 На основе анализа рассмотренных выше факторов выбирается метод обеспечения заданной точности замыкающего размера.

7 Осуществляется увязка допусков. Целью этого этапа является установление по известной величине допуска замыкающего размера T_{Δ} допусков на каждый из составляющих размеров T_j .

8 Осуществляется увязка средних отклонений. Целью этого этапа является установление по известной величине среднего отклонения замыкающего размера

$$EC_{\Delta} = \frac{ES_{\Delta} + EI_{\Delta}}{2}$$

средних отклонений каждого составляющего размера EC_j .

По найденным значениям средних отклонений рассчитываются величины предельных отклонений каждого составляющего размера.

$$ES_j = EC_j + 0,5 T_j$$

$$EI_j = EC_j - 0,5 T_j$$

Для решения задачи проектного расчета на последних двух этапах конструктору необходимо знать зависимости, связывающие между собой допуски

и средние отклонения замыкающего и составляющих размеров. Характер этих связей зависит от метода решения размерных цепей.

9.5 Решение сборочных размерных цепей методами

взаимозаменяемости

9.5.1 Метод полной взаимозаменяемости

Сущность метода заключается в том, что допуски составляющих размеров назначаются такими, при которых обеспечивается необходимая точность замыкающего размера в 100% сборок. При этом сама сборка ведется без подбора, регулировки, доработки. Таким образом, при данном методе всегда обеспечивается условие:

$$A_{\Delta\min} \leq A_{\Delta} \leq A_{\Delta\max}$$

Метод предполагает:

- 1 что на сборку приходят все детали, имеющие предельные значения;
- 2 в каждой сборке составляющие размеры сочетаются таким образом, что замыкающий размер получает свои предельные значения.

Найдем основные расчетные формулы для решения размерной цепи данным методом. Расчет будем производить методом максимум - минимум.

Начнем с того, что запишем уравнение размерной цепи (рис.29).

$$A_{\Delta} = A_1 - A_2 - A_3$$

Исходя из сущности метода максимум - минимум можно записать:

$$A_{\Delta\max} = A_{1\max} - A_{2\min} - A_{3\min}$$

$$A_{\Delta\min} = A_{1\min} - A_{2\max} - A_{3\max}$$

Вычтем из первого уравнения второе.

$$A_{\Delta\max} - A_{\Delta\min} = A_{1\max} - A_{1\min} + A_{2\max} - A_{2\min} + A_{3\max} - A_{3\min}$$

$$T_{\Delta} = T_1 + T_2 + T_3$$

Таким образом допуск замыкающего размера равен сумме допусков составляющих размеров.

$$T_{\Delta} = \sum_{j=1}^n T_j .$$

Полученное уравнение справедливо когда величина передаточного отношения по абсолютной величине равна 1 ($|\xi_j| = 1$), т.е. когда размеры параллельны друг другу. В общем случае уравнение 3 запишется следующим образом:

$$T_{\Delta} = \sum_{j=1}^n |\xi_j| T_j .$$

Пользуясь уравнением, исходя из заданного допуска замыкающего размера, рассчитывают допуски составляющих размеров. Это уравнение является условием правильности назначения допусков.

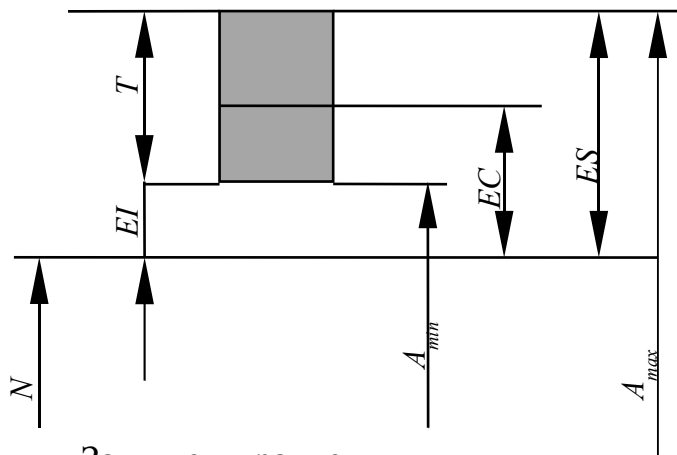
При увязке допусков замыкающего и составляющих размеров поступают так. Допусками для (n-1) размера задаются (стандартные допуски), а допуск n-го размера рассчитывают. У этого размера допуск будет нестандартным.

Найдем уравнение, которое связывает отклонения замыкающего и

составляющих размеров. В практике расчета размерных цепей пользуются не предельными отклонениями, а средним отклонением, которое определяется как полусумма верхнего и нижнего отклонения.

$$E_c = \frac{ES + EI}{2} .$$

Зная E_c можно определить верхнее и нижнее отклонения.



Из рисунка видно, что

$$ES = E_c + 0,5T$$

$$EI = E_c - 0,5T$$

$$A_{max} = N + E_c + 0,5T$$

$$A_{min} = N + E_c - 0,5T$$

$$A_c = N + E_c$$

Запишем уравнения

$$A_{\Delta max} = A_{1max} - A_{2min} - A_{3min}$$

$$A_{\Delta min} = A_{1min} - A_{2max} - A_{3max}$$

Сложим почленно эти уравнения и каждую сумму разделим пополам.

$$(A_{\Delta max} + A_{\Delta min})/2 = (A_{1max} + A_{1min})/2 - (A_{2max} + A_{2min})/2 - (A_{3max} + A_{3min})/2$$

$$A_{c\Delta} = A_{c1} - A_{c2} - A_{c3}$$

$$N_{\Delta} + E_{c\Delta} = N_1 + E_{c1} - (N_2 + E_{c2}) - (N_3 + E_{c3})$$

Вычтем из этого выражения номинальные размеры.

$$N_{\Delta} = N_1 - N_2 - N_3$$

$$E_{c\Delta} = E_{c1} - E_{c2} - E_{c3}$$

$$E_{c\Delta} = (+1)E_{c1} + (-1)E_{c2} + (-1)E_{c3}$$

Таким образом мы получили

$$E_{c\Delta} = \sum_{j=1}^n \xi_j E_{cj} .$$

Пользуясь уравнением 5 осуществляют увязку средних отклонений замыкающего и составляющих размеров. При увязке отклонений принимают следующий характер расположения полей допусков составляющих размеров:

- для отверстия принимают поле допуска с основным отклонением H ($EI = 0$);

- для валов - основное отклонение h ($es = 0$);

- для остальных - JS ($\pm$).

Проверку правильности назначения отклонений осуществляют пользуясь выражением 5.

Если условие 5 не выдерживается, то приходится на один из составляющих

размеров назначать нестандартные отклонения. И значение среднего отклонения составляющего размера определяют пользуясь выражением 5.

Таким образом, основные расчетные формулы для решения размерных цепей методом полной взаимозаменяемости имеют вид:

Предельные значения замыкающего размера

$$A_{\Delta\max} = N_{\Delta} + E_{C\Delta} + 0,5T_{\Delta},$$

$$A_{\Delta\min} = N_{\Delta} + E_{C\Delta} - 0,5T_{\Delta}.$$

Номинальное значение замыкающего размера

$$N_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \xi_j N_j.$$

Среднее отклонение замыкающего размера

$$E_{C\Delta} = \sum_{j=1}^n \xi_j E_{cj}.$$

Допуск замыкающего размера

$$T_{\Delta} = \sum_{j=1}^n |\xi_j| T_j.$$

ПРЕИМУЩЕСТВА метода:

- обеспечение полной взаимозаменяемости; если все детали изготовлены в пределах их расчетных допусков, то брака на сборке быть не может (значение замыкающего размера находится в допустимых пределах);
- сборка ведется без доработки, регулировки, подбора;
- сборка легко нормируется по времени и не требует от сборщика высокой квалификации;
- облегчается процесс ремонта и эксплуатации изделия.

НЕДОСТАТКИ: при данном методе допуски на размеры получаются достаточно жесткими, поэтому данный метод целесообразно применять при сравнительно широком допуске на замыкающий размер и при небольшом числе составляющих размеров ($n \leq 6$)

$T_{\Delta} = n \cdot T_j$; $T_j = T_{\Delta}/n \Rightarrow$ с увеличением n допуски становятся жестче.

9.5.2 Теоретико-вероятностный метод

При решении размерных цепей данным методом составляющие размеры и замыкающий размер, который является функцией n -го количества составляющих, рассматриваются как величины случайные, какими они на самом деле и являются.

Сущность метода: при решении размерных цепей данным методом на составляющие размеры назначают допуски такой величины, при которых требуемое значение замыкающего размера обеспечивается не у всех, а лишь у определенного процента сборок, т.е. при данном методе не всегда выдерживается условие:

$$A_{\Delta\min} \leq A_{\Delta} \leq A_{\Delta\max}.$$

И следовательно часть сборок пойдет в брак. Величиной допускаемого % брака задаются заранее. Наиболее часто эту величину принимают равной 0,027%.

Основные расчетные формулы для решения размерной цепи теоретико-

вероятностным методом имеют вид:

- 1 Предельные значения замыкающего размера.

$$A_{\Delta \max (\min)} = N_{\Delta} + E_{c\Delta} \pm 0,5T_{\Delta}.$$

- 2 Номинальные значения замыкающего размера.

$$N_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \xi_j N_j .$$

- 3 Среднее отклонение замыкающего размера.

$$E_{c\Delta} = \sum_{j=1}^n \xi_j (E_{cj} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) - \alpha \frac{T_{\Delta}}{2} ,$$

где E_{cj} -среднее значение составляющего размера;

α_j - коэффициент относительной асимметрии закона распределения случайной величины j -го составляющего размера;

T_j - допуск j -го составляющего размера;

α_{Δ} - коэффициент относительной асимметрии закона распределения случайной величины замыкающего размера;

T_{Δ} - допуск замыкающего размера.

При проектных расчетах размерных цепей можно пользоваться следующими значениями коэффициентов α :

- для размеров валов - $\alpha = +0,2$;
- для размеров отверстий - $\alpha = - 0,2$;
- для остальных $\alpha = 0$;
- для замыкающего размера $\alpha_{\Delta} = 0$.

- 4 Допуск замыкающего размера

$$T_{\Delta} = \frac{1}{\lambda_{\Delta}} \times \sqrt{\sum_{j=1}^n \xi_j^2 \lambda_j^2 T_j^2} ,$$

где λ_j - относительное средне-квадратическое отклонение j -го составляющего размера

λ_{Δ} - относительное средне-квадратическое отклонение замыкающего размера.

При проектных расчетах можно пользоваться следующими значениями коэффициентов λ :

- для составляющих размеров $\lambda = 0,4$;
- для замыкающего размера $\lambda_{\Delta} = 0,333$.

Преимущества метода:

Возможность расширения допусков на изготовление составляющих размеров. При этом расширение допусков связано с величиной допускаемого процента брака на сборке и с количеством составляющих размеров в размерной цепи. Чем они больше, тем больше можно расширить допуски. Поэтому данный метод целесообразно применять когда число составляющих размеров больше 6.

Недостатки метода:

Некоторая сложность расчета и необходимость знать коэффициенты α и λ .

Метод групповой взаимозаменяемости

Сущность метода:

При решении размерных цепей данным методом на составляющие размеры размерной цепи назначают расширенные допуски. Затем, перед сборкой детали делятся на размерные группы по степени фактической полнотности размеров. Сборку составляют из деталей одноименных сортировочных групп. Благодаря такой организации сборки удается повысить точность замыкающего размера.

Докажем это. При этом рассмотрим два случая (рис.32):

- 1 когда детали не делятся на размерные группы;
- 2 когда детали делятся на размерные группы.

Рассмотрим размерную цепь, в которой составляющими размерами являются размеры отверстия и вала. Замыкающим размером является натяг. Предположим, что допуск отверстия равен допуску вала $T_D = T_d = T$. При данном методе расчет ведется на максимум и минимум.

Если детали не делятся на размерные группы, то

- 1 Допуск замыкающего размера равен:

$$T_i = i_{\max} - i_{\min} = T_D + T_d = 2T.$$

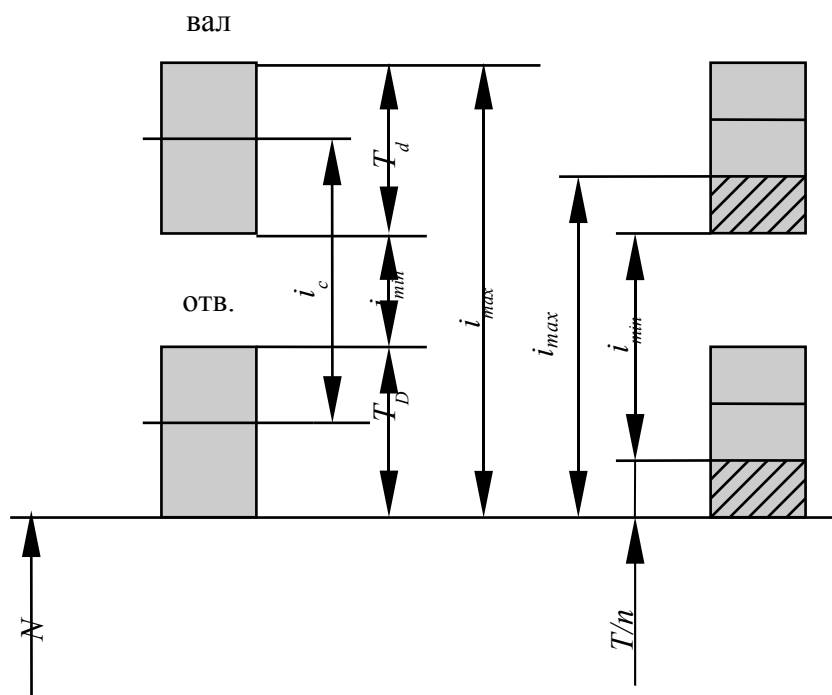


Рисунок 32 – Схема к расчету размерных цепей методом групповой
Взаимозаменяемости

- 3 Среднее значение замыкающего размера (в нашем случае натяг) равно:

$$i_c = \frac{i_{\max} + i_{\min}}{2}.$$

4 Натяг в пределах каждой сборки изменяется от $i_{\max}$ до $i_{\min}$:

$$i_{\max} = i_c + T$$

$$i_{\min} = i_c - T.$$

Если детали поделить на размерные группы, то

1 Допуск замыкающего размера

$$T_{i_{zp}} = i_{\max} - i_{\min} = \frac{T}{n} + \frac{T}{n} = \frac{2T}{n}.$$

Вывод: при равных допусках сопрягаемых деталей и при делении деталей на группы допуск замыкающего размера в группе уменьшается пропорционально количеству групп, по сравнению с допуском замыкающего размера до деления на группы. Т.е. точность сборки повышается пропорционально количеству групп.

2 Среднее значение замыкающего размера в группе:

$$i_{\max zp} = i_{\max} - (n-1) \frac{T}{n}$$

$$i_{\min zp} = i_{\min} + (n-1) \frac{T}{n}.$$

$$i_{сзр} = \frac{i_{\max zp} + i_{\min zp}}{2} = \frac{i_{\max} + i_{\min}}{2}$$

Вывод: Среднее значение замыкающего размера в группе остается постоянным и равно среднему значению замыкающего размера до деления на группы. Натяг в пределах каждой группы изменяется в пределах:

$$i_{\max} = i_{сзр} + \frac{T}{n}$$

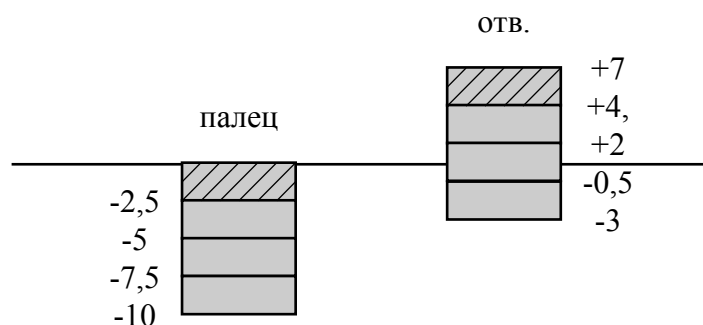
$$i_{\min} = i_{сзр} - \frac{T}{n}.$$

Пример: определить значения зазоров в соединении между отверстием в верхней головке шатуна и поршневым пальцем автомобильного двигателя, если размеры деталей:

отверстия в шатуне $\varnothing 20^{+0,007}_{-0,003}$;

палец $\varnothing 20_{-0,010}$.

Детали перед сборкой делятся на четыре группы.



Если детали не делить на размерные группы, то

$$s_{\max} = ES - ei = +7 - (-10) = +17 \text{ мкм}$$

$$S_{\min} = EI - es = -3 - 0 = -3 \text{ мкм}$$

Допуск зазора:

$$T_s = S_{\max} - S_{\min} = +17 - (-3) = 20 \text{ мкм}$$

Средний зазор:

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{+17 + (-3)}{2} = +7 \text{ мкм}$$

$$S_{\max(\min)} = S_c \pm T/2 = 7 \pm 10 \text{ мкм}$$

Поделим детали на четыре группы по 2,5 мкм.

$$\text{Тогда } S_{\max \text{ гр}} = +7 - (-2,5) = 9,5 \text{ мкм}$$

$$S_{\min \text{ гр}} = +4,5 - 0 = 4,5 \text{ мкм}$$

$$T_s = S_{\max} - S_{\min} = +9,5 - 4,5 = +5 \text{ мкм}$$

$$S_c = \frac{S_{\max \text{ гр}} + S_{\min \text{ гр}}}{2} = +7 \text{ мкм}$$

$$S_{\max(\min) \text{ гр}} = S_{\text{гр}} \pm T = 7 \pm 2,5 \text{ мкм}$$

Метод групповой взаимозаменяемости широко применяется при сборке подшипников качения, при сборке деталей топливной аппаратуры, при сборке поршней с поршневыми пальцами, в поршневых компрессорах.

Преимущества метода:

возможность расширения допусков на изготовление составляющих размеров.

Недостатки метода:

необходимость 100% контроля деталей с целью отнесения их к той или иной сортировочной группе, необходимость маркировки деталей, необходимость раздельного хранения и транспортировки к месту сборки деталей каждой сортировочной группы. Наиболее существенным недостатком является возможность появления недоукомплектованных сборок, так как количество деталей в одноименных группах неодинаково.

9.6 Решение сборочных размерных цепей методами компенсации

Сущность: при решении размерных цепей данным методом на составляющие размеры назначают значительно расширенные допуски. Требуемая точность замыкающего размера добивается за счет воздействия на деталь компенсатор. При этом либо изменяют размер компенсатора, либо изменяют его положение в узле.

Метод компенсации по способу воздействия на деталь делится на:

- метод конструкторской компенсации;
- метод технологической компенсации.

9.6.1 Метод конструкторской компенсации

При методе конструкторской компенсации требуемое значение замыкающего размера достигают за счет изменения размера детали -

компенсатора, без удаления с нее слоя материала. При этом применяют:

- сменные компенсаторы;
- перемещаемые компенсаторы;
- упруго-деформируемые.

Примером сменных компенсаторов могут служить различные прокладки, которые устанавливаются в узел в комплекте из нескольких штук.

Примером перемещаемых компенсаторов могут служить конусы (33), клинья (рис.34), эксцентрики, резьбовые детали (рис.35), изменяя положение которых добиваются необходимого значения замыкающего размера.

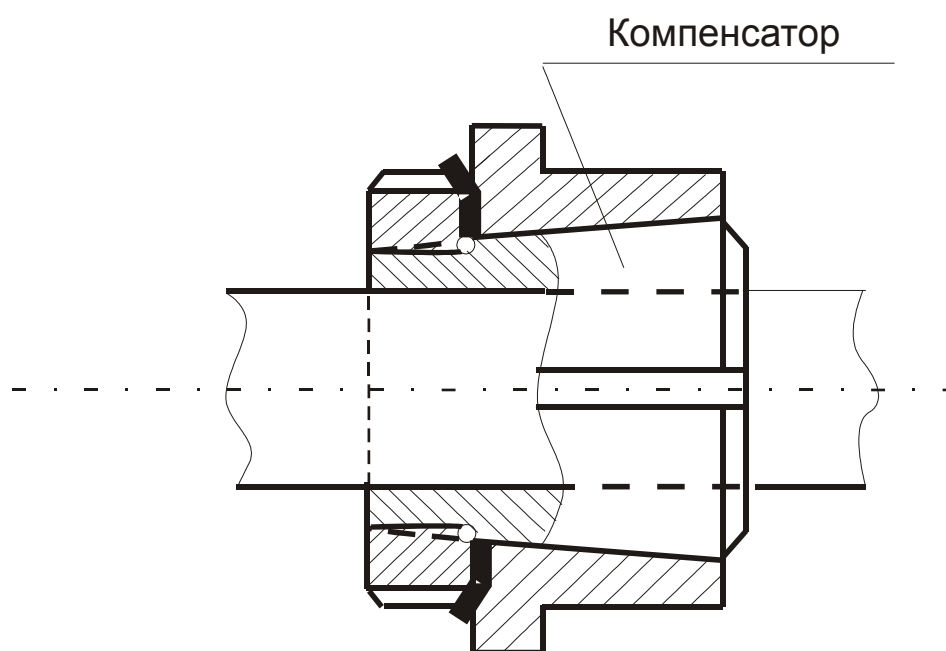


Рисунок 33 – Компенсатор в виде конической втулки

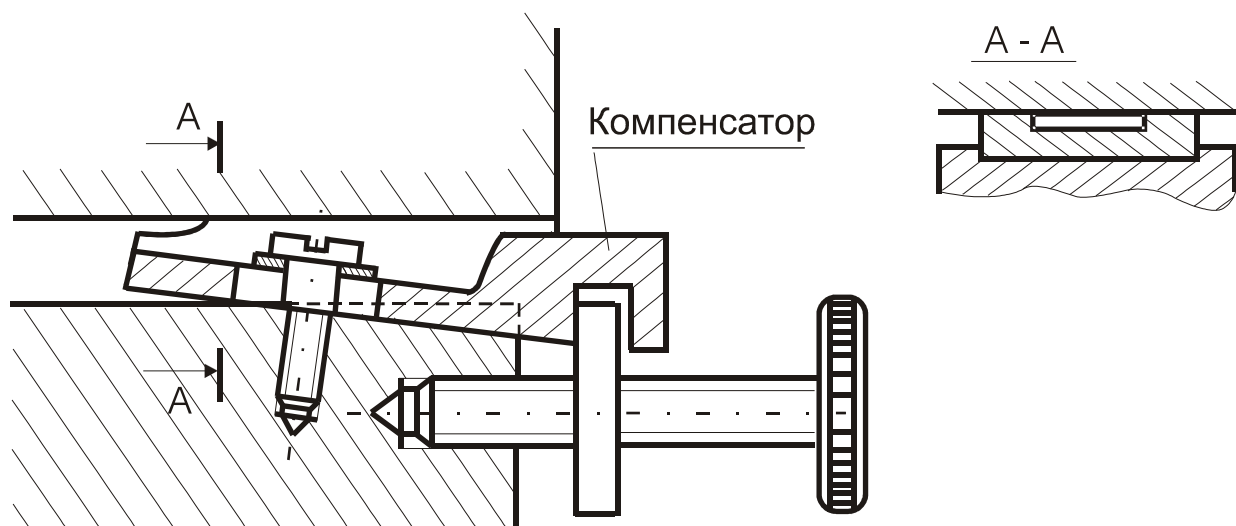


Рисунок 34 – Компенсатор в виде клина

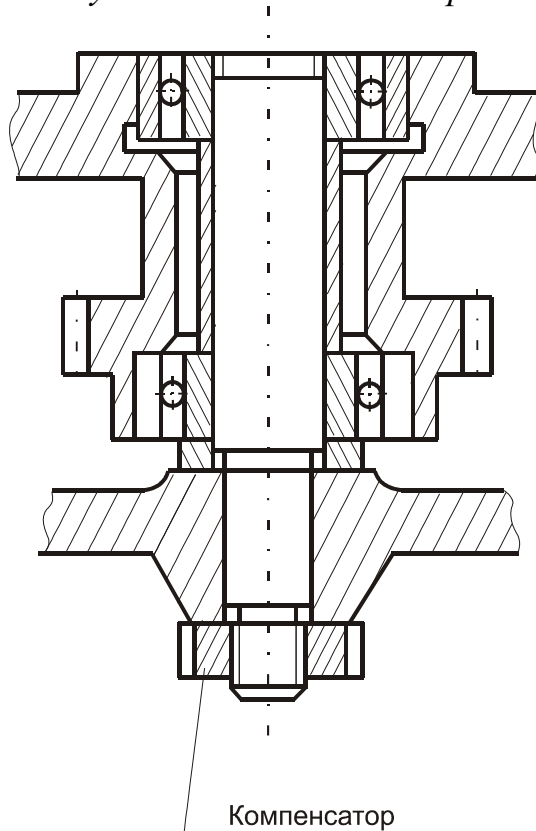


Рисунок 35 – Компенсатор в виде резьбового соединения

Примером упруго-деформируемого компенсатора может служить разрезной подшипник качения, который имеет три несквозных шлица и один сквозной. За счет упругих свойств подшипника регулируют величину зазора между валом и подшипником качения.

9.6.2 Метод технологической компенсации

При этом методе требуемое значение замыкающего размера обеспечивается за счет изменения размера детали - компенсатора путем удаления с нее слоя материала, т.е. осуществляют доработку детали - компенсатора в процессе сборки.

Доработка применяется в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую точность замыкающего размера или относительно высокую площадь пятна контакта сопрягаемых деталей. Например, в станкостроении путем доработки добиваются совпадения центров передней и задней бабки станка.

Доработку применяют также при сборке стволов и ствольных коробок охотничьих ружей, газовых задвижек с целью обеспечения необходимой площади пятна контакта сопрягаемой детали.

Доработка операция трудоемкая, требует от рабочего сборщика высокой

квалификации, не поддается нормированию по времени, поэтому прибегать к ней следует лишь в случае крайней необходимости.

Разновидностью доработки является совместная обработка и подбор деталей перед сборкой.

Совместная обработка используется в тех случаях, когда необходимо обеспечить совпадение осей отверстий под установку в них крепежных деталей, подшипников качения и т.д.

Подбор является операцией, предшествующей доработке. Он используется для сокращения припуска, удаляемого при доработке.

Определение размеров деталей-компенсаторов

Пусть в сборке корпус - шестерня - шайба необходимо выдержать размер A_Δ за счет размера детали-компенсатора K (рисунок 36).

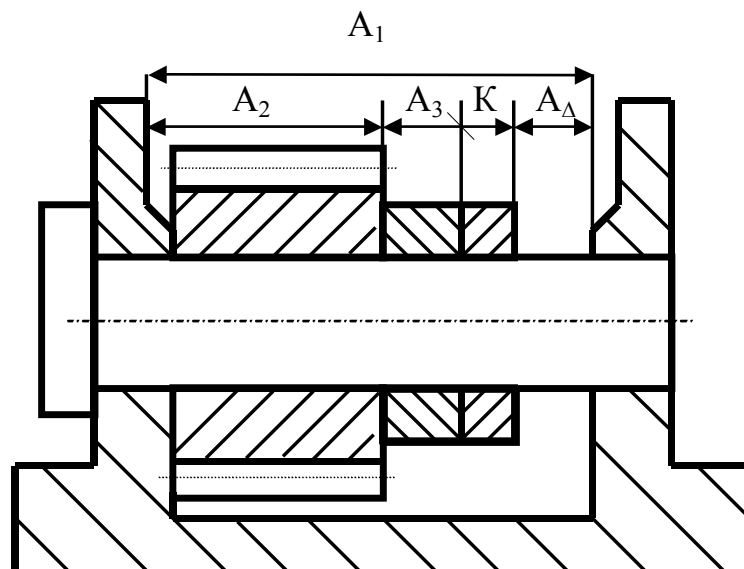
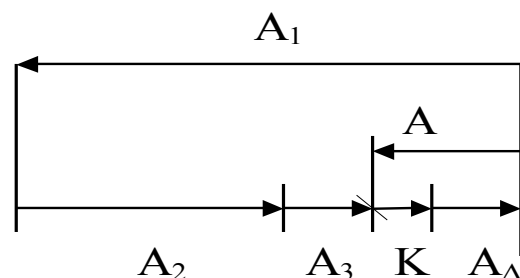


Рисунок 36 – Схема к определению размера детали – компенсатора

В этом случае сборщик без подбора устанавливает в узел детали A_1 , A_2 , A_3 , измеряет размер A и зная величину A_Δ , дорабатывает компенсатор.

Рассчитаем предельные размеры детали - компенсатора и точность (допуск), с которой ее надо изготовить. График размерной цепи и ее уравнение выглядят следующим образом



$$A_\Delta = A_1 - A_2 - A_3 - K$$

При определенном сочетании

$$A_1 - A_2 - A_3 = A = \text{const, т.е.}$$

$$A_{\Delta} = A - K \quad \text{получаем}$$

$$K = A - A_{\Delta}.$$

Предельные значения

$$A_{\Delta \max} = A - K_{\min \Delta},$$

$$A_{\Delta \min} = A - K_{\max \Delta}.$$

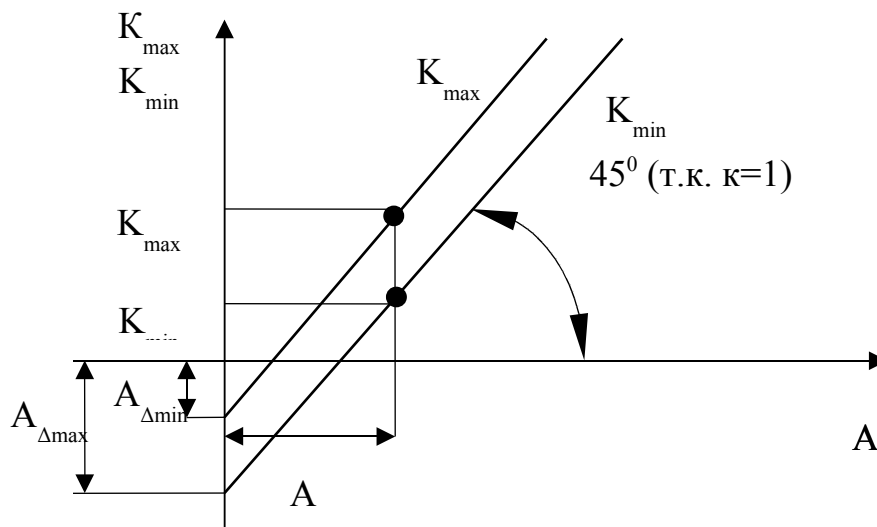
Для того, чтобы определить допуск вычтем из уравнения 5 уравнение 6, в результате получим:

$$T_K = K_{\max} - K_{\min} = A_{\Delta \max} - A_{\Delta \min} = T_{\Delta},$$

$$T_K = T_{\Delta}.$$

Таким образом, точность изготовления компенсатора должна быть такой же, как и точность замыкающего размера.

Т.е. в этом случае сборщик определяет размер компенсатора в зависимости от конкретного сочетания размеров собираемых деталей; $K = f(A)$. В декартовой системе координат уравнения 5 и 6 представляют собой прямые линии ($y = ax + b$) с угловыми коэффициентами равным 1.



По известному размеру A находят $K_{\min}$ и $K_{\max}$.

Сам же размер A также лежит в определенных пределах

$$A_{\min} \leq A \leq A_{\max},$$

где:

$$A_{\max} = A_{1\max} - A_{2\min} - A_{3\min},$$

$$A_{\min} = A_{1\min} - A_{2\max} - A_{3\max}.$$

Учитывая, что на сборку могут попасть детали с предельными размерами, из уравнений 5 и 6 получим:

$$K_{\max(A_{\max})} = A_{\max} - A_{\Delta \min}$$

$$K_{\min(A_{\max})} = A_{\max} - A_{\Delta \max},$$

$$K_{\max(A_{\min})} = A_{\min} - A_{\Delta\min}$$

$$K_{\min(A_{\min})} = A_{\min} - A_{\Delta\max}$$

Чтобы не заставлять сборщика каждый раз определять необходимые размеры детали-компенсатора, его снабжают аналогичным графиком

На сборке необязательно дорабатывать компенсаторы. Сборщику можно выдать набор прокладок определенного размера, по которым можно получить необходимый замыкающий размер $A_{\Delta} = N \pm 0,5T_{\Delta}$. Расчет размеров покажем на примере.

Пример. Дана сборка: корпус - шестерня - шайба - компенсатор.

Пусть зазор должен быть в пределах 1...1,2 мм. Детали изготавливаются по 10 качеству и имеют размеры:

$$A_1 = 100^{+0,14}, A_2 = 29_{-0,08}, A_3 = 60_{-0,12}, A_{\Delta} = 1^{+0,2}.$$

1. Определим номинальный размер детали-компенсатора:

$$N_{\Delta} = \sum \xi_j N_j,$$

$$N_{\Delta} = N_1 - N_2 - N_3 - K,$$

$$K = 100 - 29 - 60 - 1 = 10.$$

2. Диапазон компенсации - возможные изменения компенсирующего звена определим как:

$$\begin{aligned} D_K &= K_{\max(A_{\max})} - K_{\max(A_{\min})} = K_{\max(A_{\max})} - T_{\Delta} - K_{\max(A_{\min})} = \\ &= A_{\max} - A_{\min} - T_{\Delta} = \sum T_j - T_{\Delta}, \end{aligned}$$

$$D_K = 0,14 + 0,08 + 0,12 - 0,2 = 0,14.$$

3. Предельные размеры компенсатора:

$$K_{\max} = A_{\max} - A_{\Delta\min} = (100,14 - 28,92 - 59,88) - 1 = 10,34$$

$$K_{\min} = A_{\min} - A_{\Delta\max} = (100 - 29 - 60) - 1,2 = 9,8.$$

4. Определим число и толщину прокладок. Размер $K_{\min} = 10$ можно принять за толщину постоянной прокладки. Число сменных прокладок

$$Z = \frac{D_K}{T_{\Delta}} + 1 = \frac{0,14}{0,2} + 1 \approx 2.$$

$$\text{Их толщина} \quad S = \frac{D_K}{Z} = \frac{0,14}{2} = 0,07.$$

Набор прокладок будет состоять из одной постоянной (10 мм) и двух сменных (по 0,07 мм), или из трех прокладок: 10 мм, 10,07 мм и 10,14 мм. Это и будут простановочные кольца.

Если на сборке окажется размер $A_{\max} = 11,34$, то надо поставить кольцо 10,14 мм, тогда $A_{\Delta} = 11,34 - 10,14 = 1,2$, при $A_{\min} = 11$ мм надо поставить кольцо 10 мм и тогда $A_{\Delta} = 11 - 10 = 1$ мм, но в любом случае выдерживается соотношение $A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$.

9.7 Расчет допусков производных размеров

Если база на детали, выбранная конструктором, является неудобной для использования ее в качестве базовой при механической обработке или контроле, то технолог может выбрать новую базу и от нее проставить свой размер, который

называется производный, до обрабатываемой или контролируемой поверхности. В этом случае надо рассчитать величину допуска производного размера.

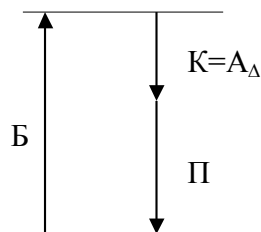
Исходя из функционального назначения поршня конструктор задал размер K - он определяет степень сжатия горючего. Расточку и контроль отверстия под поршневой палец удобно вести от нижней части поршня.

Надо определить допуск размера Π , исходя из необходимости обеспечить заданную точность размера K . Задача решается путем расчета размерной (технологической) цепи, в которой в качестве замыкающего размера рассматривается конструкторский размер K .

B - размер между базами,

K - конструкторский размер, принимаем $K = A_{\Delta}$,

Π - производный размер.



Уравнение размерной цепи:

$$A_{\Delta} = K = B - \Pi,$$

$$K_{\max} = B_{\max} - \Pi_{\min}$$

$$K_{\min} = B_{\min} - \Pi_{\max},$$

откуда:

$$K_{\max} - K_{\min} = B_{\max} - B_{\min} + \Pi_{\max} - \Pi_{\min},$$

или

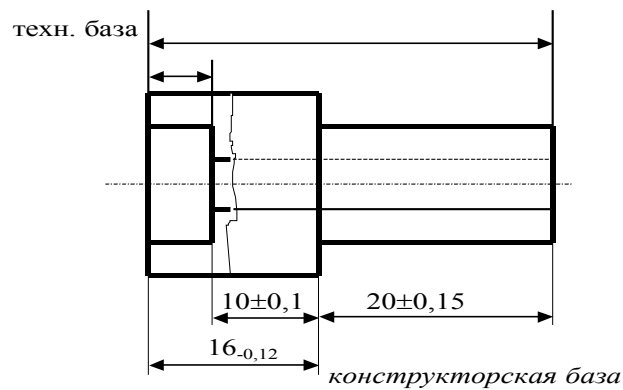
$$T_K = T_B + T_{\Pi},$$

$$T_{\Pi} = T_K - T_B.$$

Таким образом, допуск размера, проставленного от новой (технологической) базы будет меньше допуска конструкторского размера на величину допуска на расстояние между технологической и конструкторской базами.

Отсюда следует, что для того, чтобы не ужесточать допуски, конструктор должен стараться проставлять размеры от баз, удобных для установки детали в приспособление при обработке и контроле. Технолог же, в свою очередь, должен строить техпроцесс с использованием конструкторских баз.

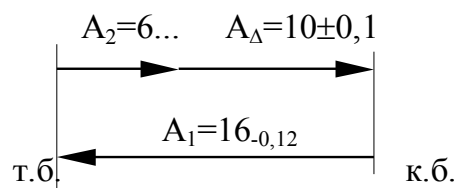
Пример.



1 Для размерной цепи:

$$A_{\Delta} = A_1 - A_2;$$

$$T_{\Pi} = T_K - T_B = 0,2 - 0,12 = 0,08,$$



$$E_{c\Delta} = \sum \xi_j E_{cj};$$

$$0 = -0,06 - E_{c2};$$

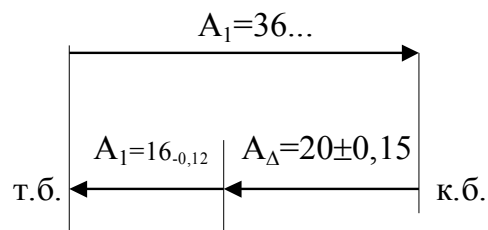
$$A_{c2} = -0,06;$$

$$A_2 = 6_{-0,10}^{-0,02}.$$

2 Для размерной цепи:

$$A_{\Delta} = A_1 - A_2;$$

$$T_{\Pi} = T_K - T_B = 0,3 - 0,12 = 0,18,$$



$$E_{c\Delta} = \sum \xi_j E_{cj};$$

$$0 = -E_{c1} - (-0,06);$$

$$E_{c1} = -0,06;$$

$$A_1 = 36_{-0,15}^{+0,03}.$$

10 ТОЧНОСТЬ ФОРМЫ

10.1 Основные понятия и определения, используемые при нормировании точности формы

Качество изделий в машиностроении неразрывно связано с точностью изготовления деталей по размерам и геометрической форме рассматриваемых

поверхностей. В результате неточностей с системе станок - приспособление - инструмент - заготовка (СПИЗ) неизбежно возникают отклонения от правильной геометрической формы, которые ухудшают плавность и точность перемещений в подвижных соединениях, снижают несущую способность масляного клина в подшипниках трения скольжения; сокращают срок службы подшипников качения; повышают уровень шума при их работе, вызывают трудности при монтаже и препятствуют обеспечению полной взаимозаменяемости; ускоряют износ деталей; снижают эксплуатационные свойства изделий.

Для выполнения заданных эксплуатационных функций изделий, требуемой долговечности, надежности и полной взаимозаменяемости конструктор на рабочих чертежах деталей проставляет допуски на отклонения формы и расположения поверхностей, общие термины и определения которых приводятся в ГОСТ 24642-81.

Отклонение формы E_f - это отклонение формы реальной поверхности или реального профиля от формы номинальной поверхности или номинального профиля.

Базой для отсчета отклонений формы плоских поверхностей является прилегающая поверхность, профиль, плоскость и т.д., а для цилиндрических - прилегающий цилиндр, окружность.

Прилегающая поверхность имеет форму номинальной поверхности, соприкасается с реальной (полученной в результате изготовления) и располагается вне материала детали так, что расстояние от нее до наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имеет минимальное значение. За *нормируемый участок* принимается такой участок, к которому относится заданный допуск.

Отклонения формы реальной поверхности отсчитываются от прилегающей поверхности и количественно оцениваются наибольшим расстоянием от точек реальной поверхности до прилегающей. Наибольшее допускаемое значение отклонения формы принимается за допуск формы и указывается на чертеже только в том случае, если он должен быть меньше допуска на размер.

К отклонениям формы относятся все отклонения от номинальной формы кроме шероховатости.

10.2 Отклонения формы цилиндрических поверхностей

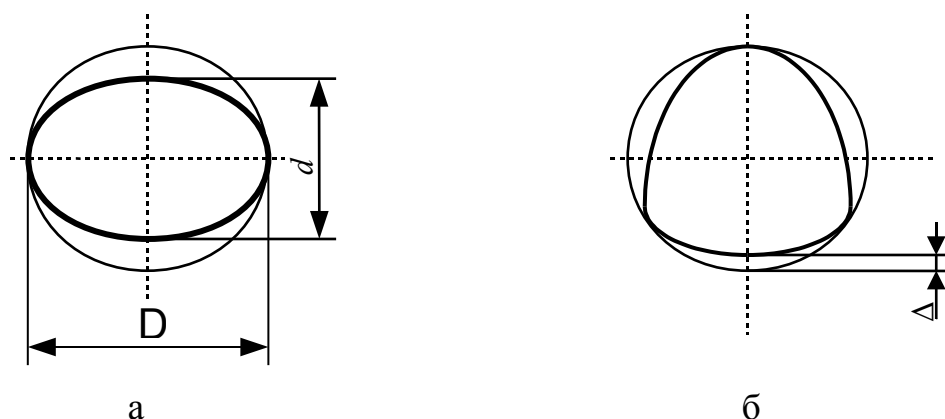
К отклонениям формы цилиндрической поверхности относятся:

- 1 отклонение от круглости;
- 2 отклонение профиля продольного сечения;
- 3 отклонение от цилиндричности.

Отклонение от круглости Δ_1 - это наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности (рис. 37). Частными видами отклонений от круглости являются овальность (рис. 38а) и огранка (рис. 38б).



Рисунок 37 – Отклонение от круглости

Рисунок 38 – Частные виды отклонения от круглости:
а – овальность; б – огранка

Овальность, численно равная отклонению от круглости определяется по уравнению

$$\Delta_1 = \frac{D - d}{2}.$$

Отклонение профиля продольного сечения Δ_2 - это наибольшее расстояние от точек образующих реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля (рис.39).

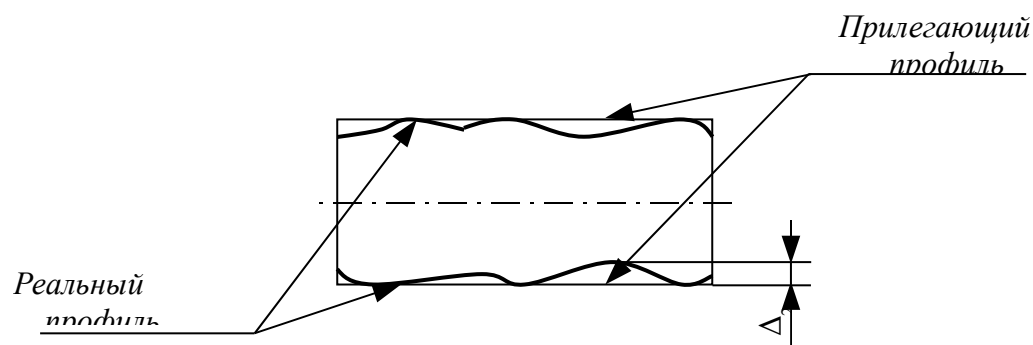


Рисунок 39 – Отклонение профиля продольного сечения

Частными видами отклонений профиля продольного сечения являются конусообразность (рис.40а), бочкообразность (рис.40б) и седлообразность (рис.40в).

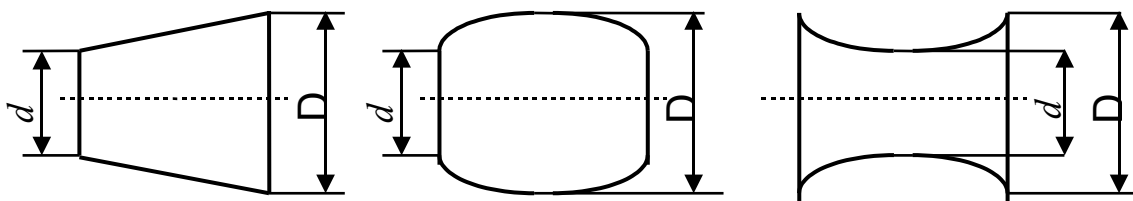


Рисунок 40 – Частные виды отклонения профиля продольного сечения:
а – конусообразность; б – бочкообразность; в – седлообразность

Конусообразность, бочкообразность и седлообразность, численно равные отклонению профиля продольного сечения определяют по уравнению

$$\Delta_2 = \frac{D - d}{2}.$$

Отклонение от цилиндричности Δ_3 – это наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка (рис.41).

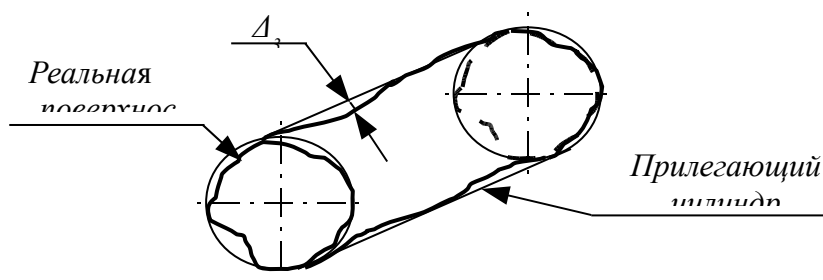


Рисунок 41 – Отклонение от цилиндричности

10.3 Отклонения формы плоских поверхностей

Плоские детали характеризуются отклонениями от плоскостности и прямолинейности.

Отклонением от прямолинейности Δ называют расстояние от прилегающей прямой до наиболее удаленной точки профиля в данном сечении.

Под *прилегающей прямой* понимается такая прямая, которая соприкасается с профилем сечения, проходит вне тела изделия и занимает положение, при котором расстояние от этой прямой до наиболее удаленной точки профиля будет наименьшим.

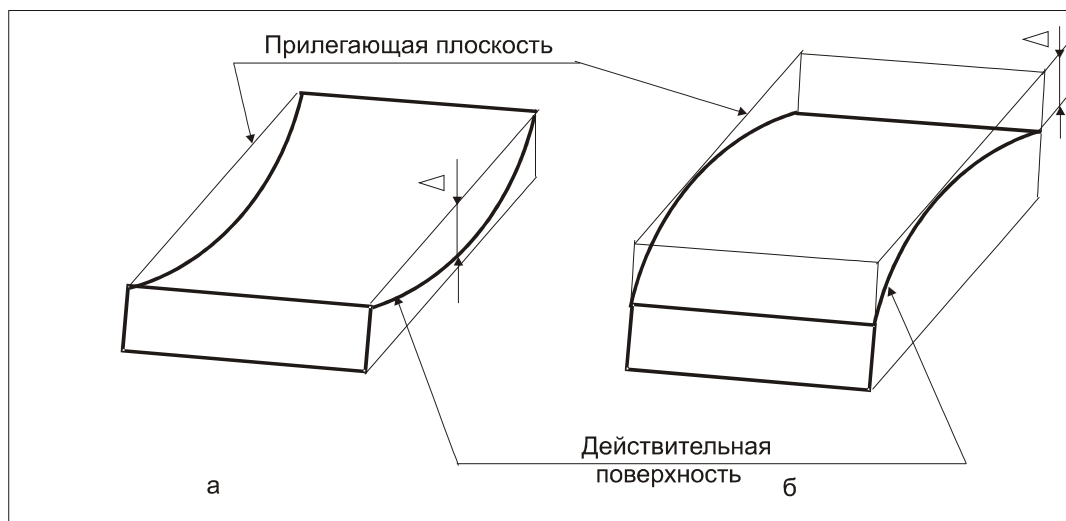


Рисунок 42– Погрешности формы плоских поверхностей:
а – вогнутость; б – выпуклость

Отклонение от плоскостности Δ - это расстояние от прилегающей плоскости до наиболее удаленной точки поверхности

Частными видами отклонения от плоскостности являются выпуклость и вогнутость (рис.42).

Необходимая величина допуска формы устанавливается расчетом, либо берется по справочным данным.

В случае когда величина отклонения формы соизмерима с допуском на размер, конструктор может не указывать ее. Допустимое отклонение формы не должно превышать допуска на размер.

Для цилиндрических деталей большинство отклонений формы является фактически отклонением радиуса, и здесь отклонение формы не должно превышать половины допуска на диаметр.

Если допуск формы должен быть меньше допуска на размер, то он указывается на чертеже. Его величина должна быть равна части допуска на размер. При этом возможны следующие уровни геометрической точности:

А - нормальная относительно геометрическая точность; допуск формы составляет $\approx 60\%$ допуска размера или 30% от допуска радиуса.

В - повышенная относительно геометрическая точность $\approx 40\%$ допуска размера или 20% допуска радиуса.

С - высокая относительная геометрическая точность $\approx 25\%$ допуска размера или 12% допуска радиуса.

11 ТОЧНОСТЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

11.1 Основные понятия и определения при нормировании точности расположения поверхностей

Отклонение расположения - это отклонение реального элемента от его номинального расположения. Номинальное положение задается конструктором

относительно какого-то базового элемента (линии, поверхности). От базового элемента ведется контроль отклонений расположения.

Наибольшая допустимая величина отклонения расположения называется *допуском расположения*. Он проставляется на чертеже.

Область пространства, в которой может находиться реальная, фактическая поверхность называется *полем допуска расположения*.

При оценке отклонений расположения отклонения формы рассматриваемых поверхностей не учитывают. При этом реальные поверхности (профили) заменяют прилегающими, а за оси, плоскости симметрии и центры реальных поверхностей принимают оси, плоскости симметрии и центры прилегающих элементов. Виды отклонений расположения поверхностей представлены на рисунке 43.

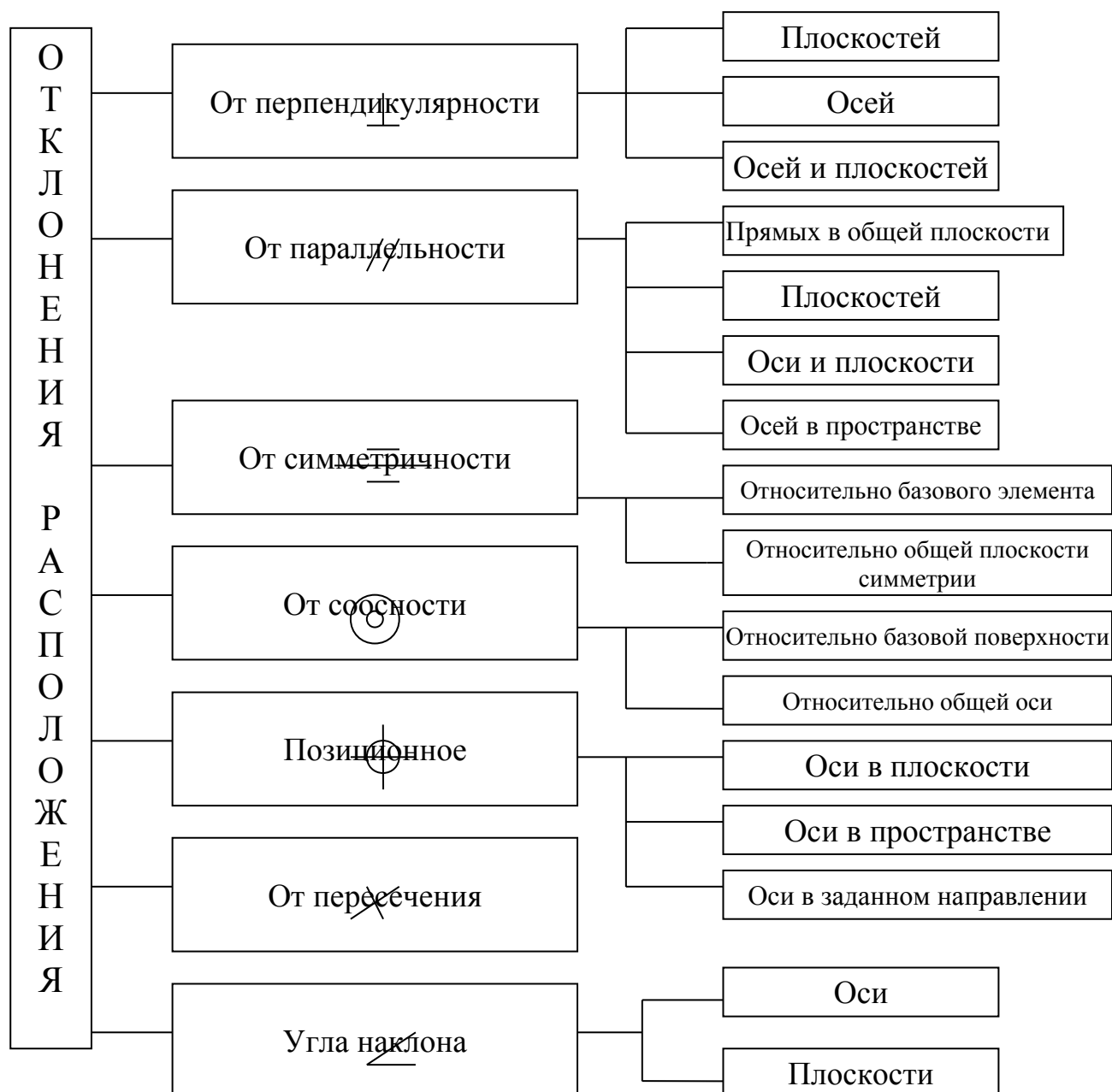


Рисунок 43– Виды отклонений расположения

11.2 Отклонения расположения поверхностей деталей

Различают несколько десятков различных видов отклонений расположения, из которых наиболее часто встречаются следующие:

Отклонение от параллельности двух плоскостей Δ - это наибольшая разность между двумя плоскостями на заданной длине l (рис.44):

$$\Delta = (h_1 - h_2) / l .$$

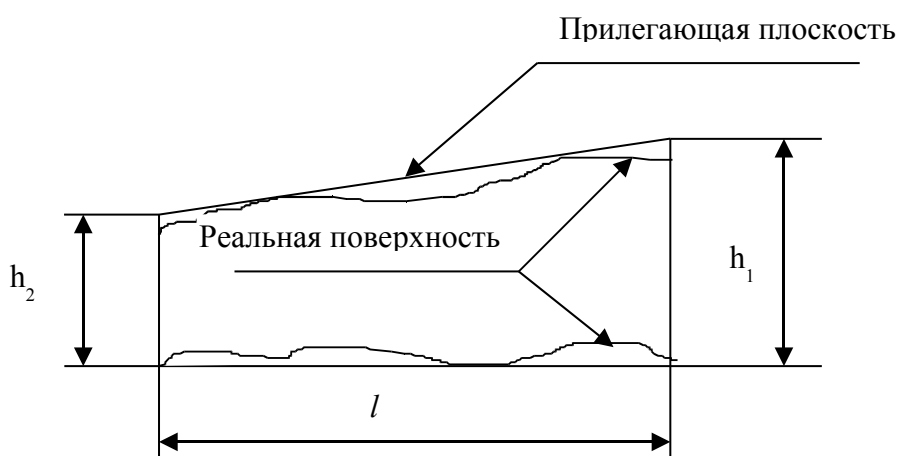


Рисунок 44 - Отклонение от параллельности двух поверхностей

На чертеже непараллельность может быть задана записью: «непараллельность не более 0,02/100».

Если длина l между контролируемыми сечениями не указана, то допуск на непараллельность относится ко всей длине детали.

Отклонение от параллельности осей Δ_x - это разность расстояний между проекциями осей на общую плоскость, в которой находится одна ось и одна точка второй оси (рис.21).

Через ось I-I и одну точку оси II-II проведена общая плоскость Q. Тогда Δ_x - отклонение от параллельности осей в общей плоскости.(рис.45).

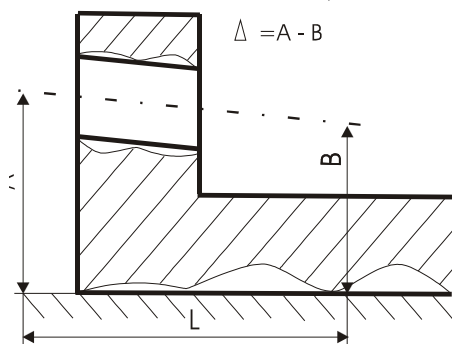


Рисунок 45 - Отклонение от параллельности осей

Переко́с осей Δ_y - это разность расстояний между проекциями осей на плоскость, перпендикулярную общей плоскости (рис.46).

Отклонение от параллельности Δ в пространстве на длине l определяется по формуле:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2}.$$

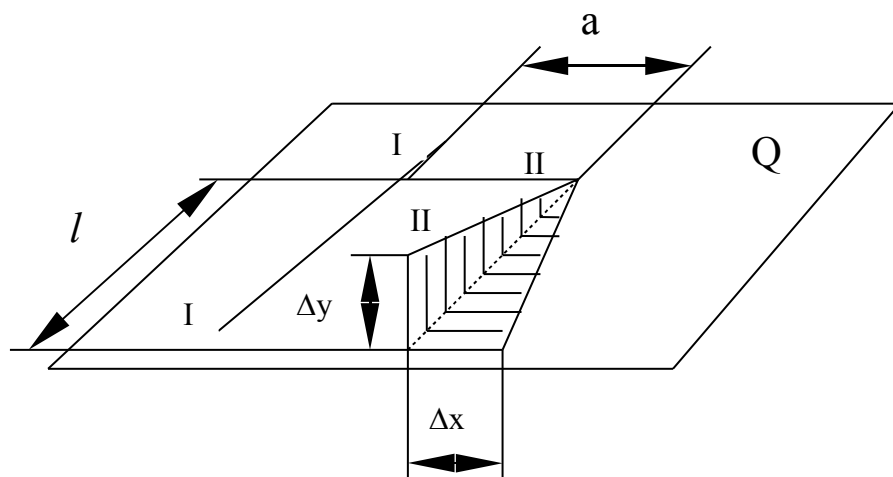


Рисунок 46 - Непараллельность и переко́с осей

Отклонение от перпендикулярности двух плоскостей Δ - это отклонение фактического угла между плоскостями от прямого (рис. 47).

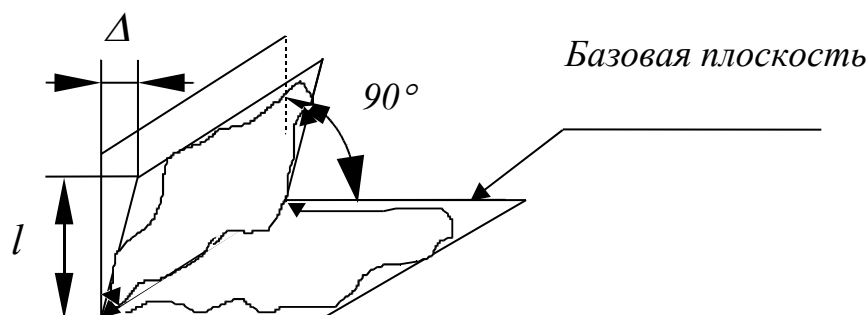


Рисунок 47 - Отклонение от перпендикулярности двух плоскостей

Отклонение от перпендикулярности Δ измеряется в линейных единицах на заданной длине (или на всей длине рассматриваемой плоскости).

Отклонение от перпендикулярности может быть у плоскости и оси, а также у двух осей (рис. 48).

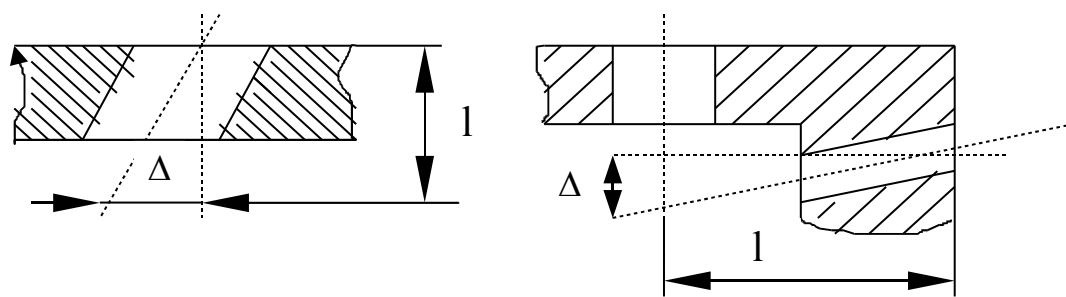


Рисунок 48 - Отклонение от перпендикулярности плоскости и оси

Отклонение от соосности Δ - это наибольшее расстояние от оси контролируемого элемента до базовой оси (рис.49). В качестве базовой может выступать ось базовой поверхности или общая ось всех поверхностей.

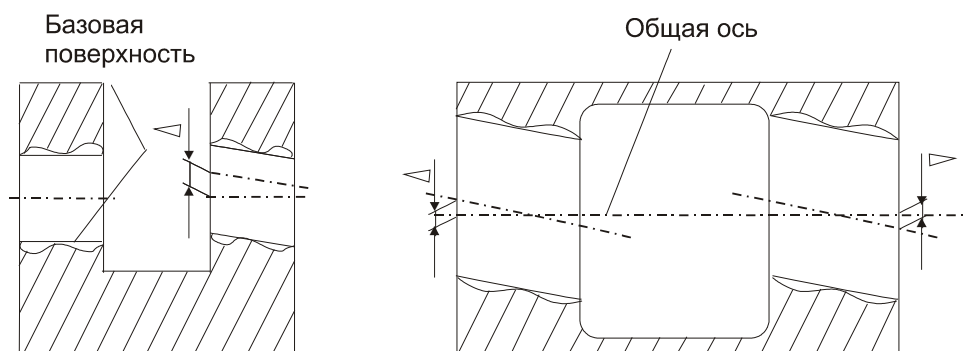


Рисунок 49 – Отклонение от соосности

Допуск соосности в диаметральной выражении равен удвоенному наибольшему допускаемому значению отклонения от соосности, а в радиусном выражении - наибольшему допускаемому значению этого отклонения.

Отклонение от симметричности - это наибольшее расстояние между плоскостью симметрии рассматриваемой поверхности и базовой плоскостью симметрии в пределах нормируемого участка (рис. 50а).

Позиционное отклонение - наибольшее отклонение реального расположения элемента (его центра, оси или плоскости симметрии) от его номинального расположения в пределах нормируемого участка (рис.50б).

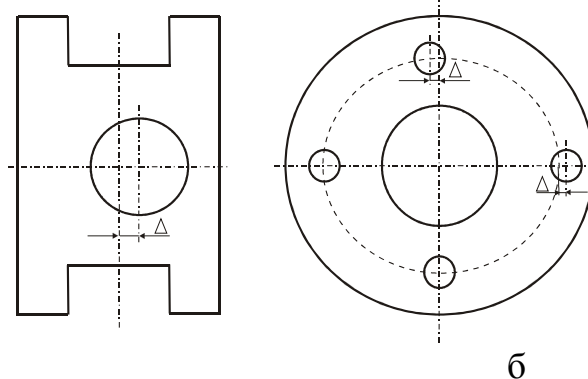


Рисунок 50 - Отклонение от симметричности (а) и позиционное отклонение (б)

12 СУММАРНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Такие виды отклонений нормируются в тех случаях, когда отклонения формы и отклонения расположения проявляют себя совместно.

Все суммарные отклонения оцениваются по положению точек поверхности относительно измерительной базы. Никакие прилегающие элементы при оценке суммарных отклонений формы и расположения не используются. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей устанавливает ГОСТ24642-83.

Суммарное отклонение формы и расположения - отклонение, являющееся результатом совместного проявления отклонения формы и отклонения расположения рассматриваемой поверхности или рассматриваемого профиля относительно заданных баз.

Количественно суммарные отклонения формы и расположения оцениваются в соответствии с определениями, приведенными ниже по точкам реального рассматриваемого элемента относительно прилегающих базовых элементов или их осей.

Суммарный допуск формы и расположения - предел ограничивающий допускаемое значение с отклонения формы и расположения.

Поле суммарного допуска формы и расположения - область в пространстве или на заданной поверхности, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности (профиля) в пределах нормируемого участка.

К суммарным допускам относят:

- радиальное биение, полное радиальное биение,
- торцовое биение, полное торцовое биение

Радиальное биение - разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси (рис.51).

Радиальное биение является результатом совместного проявления отклонения от круглости профиля рассматриваемого сечения и отклонения его центра относительно базовой оси. Оно не включает в себя отклонений формы и расположения образующей поверхности вращения.

Допуск радиального биения - наибольшее допускаемое значение радиального биения.

Поле допуска радиального биения - область на плоскости, перпендикулярной базовой оси, ограниченная двумя концентричными окружностями с центром, лежащим на базовой оси, и отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску радиального биения T (рис.52).

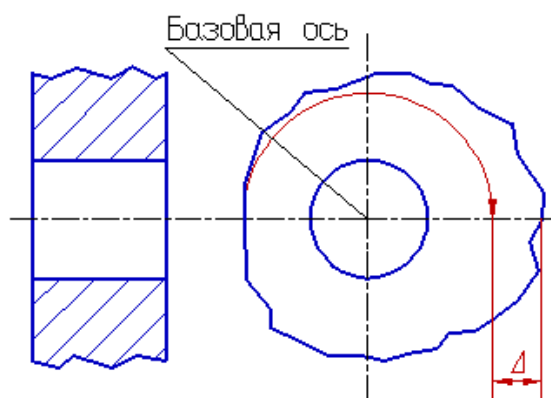


Рисунок 51- Радиальное биение



Рисунок 52- Поле допуска радиального биения

Торцовое биение - разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности, до плоскости, перпендикулярной базовой оси (рис.53).

Торцовое биение определяется в сечении торцевой поверхности цилиндром заданного диаметра, соосным с базовой осью, а если диаметр не задан, то в сечении любого (в том числе и наибольшего) диаметра торцевой поверхности.

При номинальной плоской форме торца торцовое биение является результатом совместного проявления отклонения от общей плоскости точек, лежащих на линии пересечения торцевой поверхности с секущим цилиндром, и отклонения от перпендикулярности торца относительно оси базовой поверхности на длине, равно диаметру рассматриваемого сечения. Торцовое биение не включает в себя всего отклонения от плоскостности рассматриваемой поверхности.

Допуск торцевого биения - наибольшее допускаемое значение торцевого биения.

Поле допуска торцевого биения - область на боковой поверхности цилиндра, диаметр которого равен заданному или любому (в том числе и наибольшему) диаметру торцевой поверхности, а ось совпадает с базовой осью, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равно допуску торцевого биения T , и перпендикулярными базовой оси (рис.54).

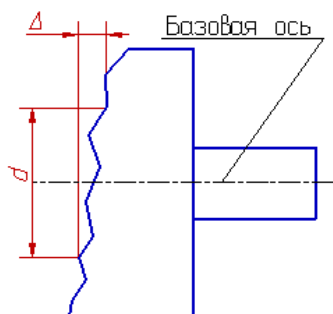


Рисунок 53- Торцовое биение

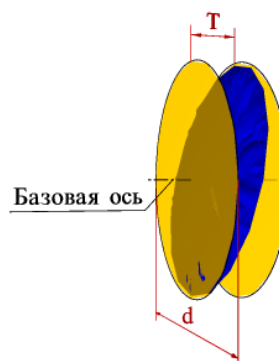


Рисунок 54- Поле допуска торцевого биения

Полное радиальное биение - разность наибольшего и наименьшего расстояний от всех точек реальной поверхности в пределах нормируемого участка до базовой оси (рис.55).

Полное радиальное биение является результатом совместного проявления отклонения от цилиндричности рассматриваемой поверхности и отклонения от ее соосности относительно базовой оси.

Допуск полного радиального биения - наибольшее допускаемое значение полного радиального биения.

Поле допуска полного радиального биения - область в пространстве, ограниченная двумя цилиндрами, ось которых совпадает с базовой осью, а боковые поверхности отстоят друг от друга на расстоянии, равном допуску полного радиального биения T (рис.56).

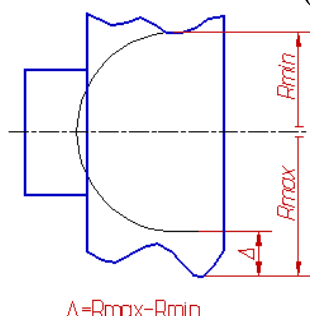


Рисунок 55-Полное радиальное биение

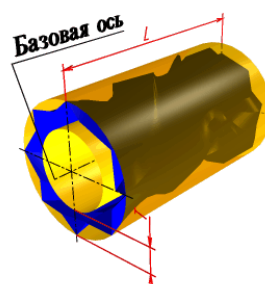


Рисунок 56- Поле допуска полного радиального биения

Полное торцовое биение - разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек всей торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси (рис.57).

Полное торцовое биение является результатом совместного проявления отклонения от плоскостности рассматриваемой поверхности и отклонения от ее перпендикулярности относительно базовой оси.

Допуск полного торцового биения - наибольшее допускаемое значение полного торцового биения.

Поле допуска полного торцового биения - область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску полного торцового биения T и перпендикулярными базовой оси (рис.58).

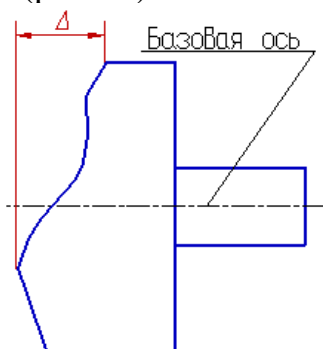


Рисунок 57-Полное торцовое биение

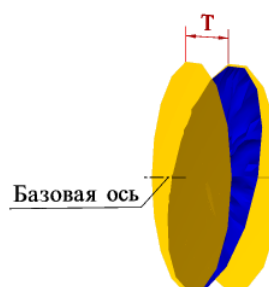


Рисунок 58-Поле допуска полного торцового биения

Биение в заданном направлении - разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения в сечении

рассматриваемой поверхности конусом, ось которого совпадает с базовой осью, а образующая имеет заданное направление, до вершины этого конуса (рис.59).

Направление рекомендуется задавать по нормали рассматриваемой поверхности.

Биение является результатом совместного проявления в заданном направлении отклонений формы профиля рассматриваемого сечения и отклонений расположения оси рассматриваемой поверхности относительно базовой оси.

Допуск биения в заданном направлении - наибольшее допускаемое значение биения в заданном направлении.

Поле допуска биения в заданном направлении - область на боковой поверхности конуса, ось которого совпадает с базовой осью, а образующая имеет заданное направление, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии вдоль образующей конуса, равном допуску биения T , и перпендикулярными базовой оси (рис.60).

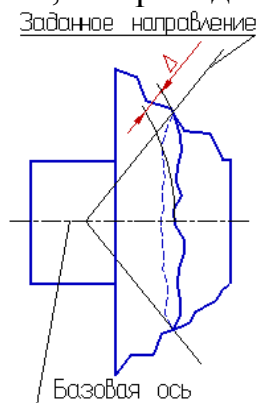


Рисунок 59- Биение в заданном направлении



Рисунок 60-Поле допуска биения в заданном направлении

12.1 Нанесение обозначений допусков на чертежах

Допуски формы и расположения указывают на чертежах условными обозначениями в соответствии с ГОСТ2.308-79.

Вид допуска формы и расположения поверхностей должен быть обозначен на чертеже знаками (графическими символами), приведенными в таблице.

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	▭
	Допуск круглости	○
	Допуск цилиндричности	⌀
	Допуск профиля продольного сечения	≡
Допуск расположения	Допуск параллельности	//
	Допуск перпендикулярности	⊥

	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск торцового биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцового биения	
	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	

Суммарные допуски формы и расположения поверхностей, для которых не установлены отдельные графические знаки, обозначают знаками составных допусков в следующей последовательности: знак допуска расположения, знак допуска формы.

Например:

-  - знак суммарного допуска параллельности и плоскостности;
-  - знак суммарного допуска перпендикулярности и плоскостности;
-  - знак суммарного допуска наклона и плоскостности.

Согласно ГОСТ 2.308 –81 предусмотрен символический метод указания допуска формы на чертежах. Данные о допусках формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две и более части (рис. 61, 62), в которых помещают:

в первой — знак допуска по таблице;

во второй — числовое значение допуска в миллиметрах;

в третьей и последующих — буквенное обозначение базы (баз) или буквенное обозначение поверхности, с которой связан допуск расположения.

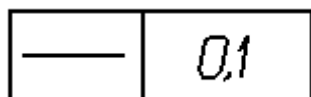


Рисунок 61- Условное обозначение допусков формы и расположения поверхностей прямоугольной рамкой разделенной на две части

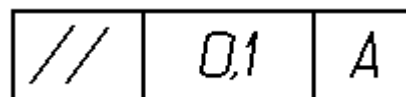


Рисунок 62 -Условное обозначение допусков формы и расположения поверхностей прямоугольной рамкой разделенной на три части

Рамки следует выполнять сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков, вписываемых в рамки, должна быть равна размеру шрифта размерных чисел.

Рамку соединяют с элементом, к которому относится допуск, сплошной тонкой линией, заканчивающейся стрелкой (рис. 63).

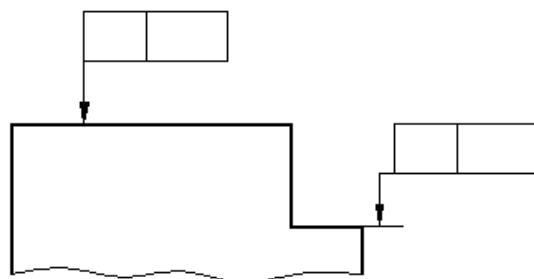


Рисунок 63- Соединение рамки с элементом детали, к которому относится допуск

Соединительная линия может быть прямой или ломаной, но направление отрезка соединительной линии, заканчивающегося стрелкой, должно соответствовать направлению измерения отклонения.

Если допуск относится к поверхности или ее профилю, то рамку соединяют с контурной линией поверхности или ее продолжением, при этом соединительная линия не должна быть продолжением размерной линии (рис. 64, 65).

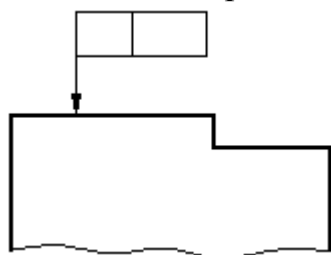


Рисунок 64- Соединение рамки с контурной линией

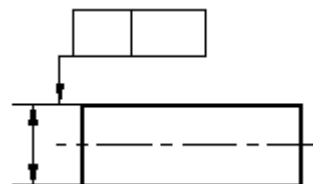
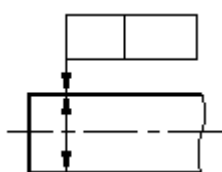
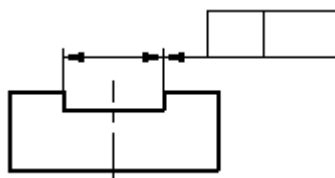


Рисунок 65- Соединение рамки с продолжением контурной линии

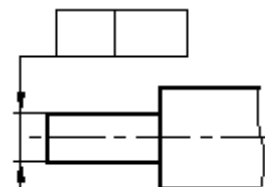
Если допуск относится к оси или плоскости симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии (рис.66а,б). При недостатке места стрелку размерной линии допускается совмещать со стрелкой соединительной линии (рис.66в).



а



б



в

Рисунок 66- Примеры обозначения допуска, относящегося к оси или плоскости симметрии

Если размер элемента уже указан один раз, то на других размерных линиях данного элемента, используемых для условного обозначения допуска формы и

расположения, его не указывают. Размерную линию без размера следует рассматривать как составную часть условного обозначения допуска формы или расположения (рис. 67).

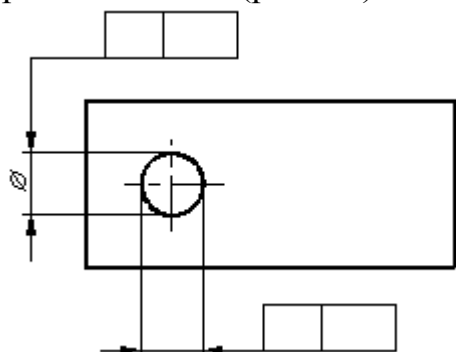
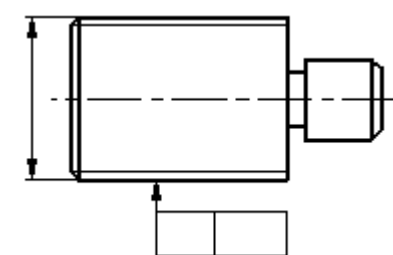
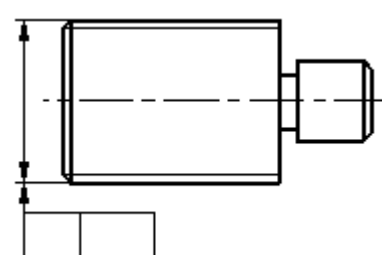


Рисунок 67- Размерная линия без размера является составной частью условного обозначения допуска



а) допуск относится к боковым сторонам



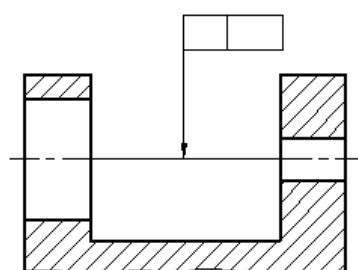
б) допуск относится к оси

Рисунок 68- Примеры обозначения допуска резьбовой поверхности

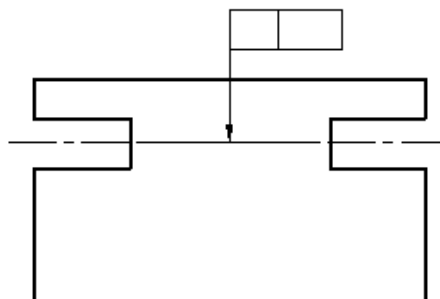
Если допуск относится к боковым сторонам резьбы то рамку соединяют с изображением в соответствии с рис.68а.

Если допуск относится к оси резьбы, то рамку соединяют с изображением в соответствии с рис. 68б.

Если допуск относится к общей оси (плоскости симметрии) и из чертежа ясно, для каких поверхностей данная ось (плоскость симметрии) является общей, то рамку соединяют с осью (плоскостью симметрии) (рис.69а, б).



а



б

Рисунок 69- Пример обозначения допуска общей оси или плоскости симметрии

Перед числовым значением допуска следует указывать:

- символ $\varnothing$, если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают диаметром (рис. 70а);
- символ R , если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают радиусом (рис.70 б);
- символ T , если допуски симметричности, пересечения осей, формы заданного профиля и заданной поверхности, а также позиционные допуски (для случая, когда поле позиционного допуска ограничено двумя параллельными прямыми или плоскостями) указывают в диаметральном выражении (рис. 70в);
- символ $T/2$ для тех же видов допусков, если их указывают в радиусном выражении (рис.70г);

- слово «сфера» и символы $\varnothing$ или R, если поле допуска сферическое (рис.70д).

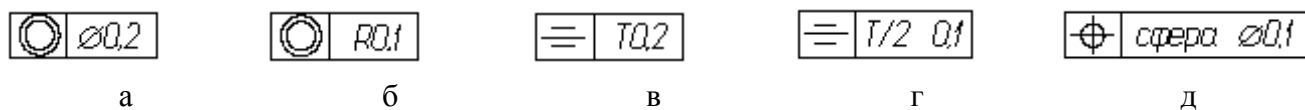


Рисунок 70- Примеры заполнения второй графы рамки

Числовое значение допуска формы и расположения поверхностей, указанное в рамке (рис.71а), относится ко всей длине поверхности. Если допуск относится к любому участку поверхности заданной длины (или площади), то заданную длину (или площадь) указывают рядом с допуском и отделяют от него наклонной линией (рис.71б, в), которая не должна касаться рамки.

Если необходимо назначить допуск на всей длине поверхности и на заданной длине, то допуск на заданной длине указывают под допуском на всей длине (рис.71г).



Рисунок 71- Примеры заполнения второй графы рамки в зависимости от размера поверхности на которую распространяется допуск

Если допуск должен относиться к участку, расположенному в определенном месте элемента, то этот участок обозначают штрихпунктирной линией и ограничивают размерами согласно рис. 72.

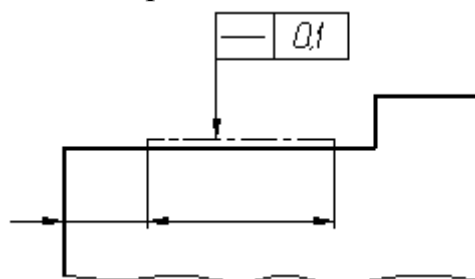


Рисунок 72- Пример обозначения допуска, относящегося к участку, расположенному в определенном месте элемента

13 ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

13.1 Высотные и шаговые параметры шероховатости поверхности

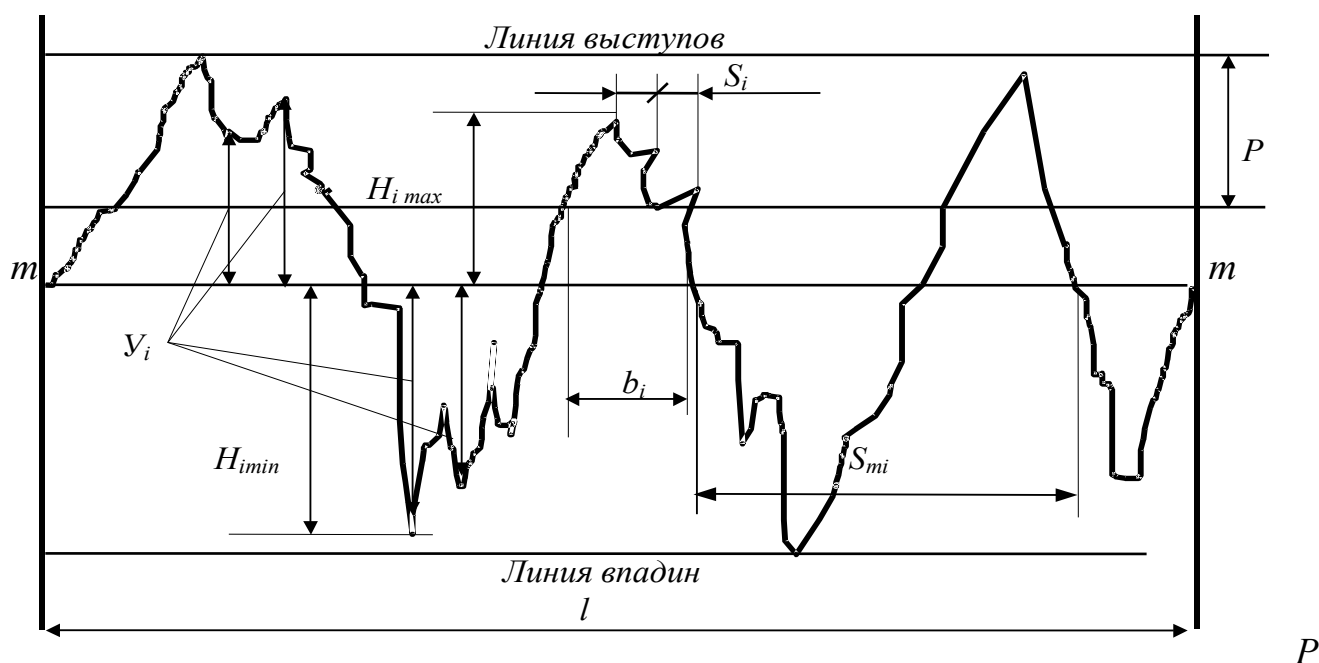
В процессе изготовления и эксплуатации детали на ее поверхности возникают неровности, которые оказывают существенное влияние на изменение эксплуатационных показателей изделия. С неровностью поверхности связана выносливость и долговечность таких деталей как шлицевые валы, кольца и тела подшипников качения, резьбовые шпильки и т.д.

Именно этим и вызвана необходимость нормировать, технологически обеспечивать и контролировать неровности поверхности, к которым относятся шероховатость и волнистость.

Шероховатость поверхности представляет собой след режущей кромки инструмента в материале детали, искаженный пластическими деформациями, свойственными процессу резания, в результате чего на обработанных поверхностях остаются неровности в виде выступов, впадин или гребешков различной формы и размеров.

Совокупность неровностей, с относительно малыми шагами, выделенную, например, с помощью базовой длины, называют *шероховатостью поверхности*. Основные термины и определения приведены в ГОСТ 25142-82 «Шероховатость. Термины и определения».

Параметры шероховатости определяются на базовой длине l (рис. 73). Базовая длина l - это длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности. Фактически она является шаговой границей между шероховатостью и другими видами неровностей. Числовые значения базовой длины выбираются из ряда 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8 и 25 мм. Эти значения вбираются в зависимости от ожидаемой шероховатости - примерно так, чтобы можно было охватить не менее 5 выступов и 5 впадин.



исунок 73 - Основные параметры шероховатости поверхности

Согласно ГОСТ 2789-73 для выделения неровностей и количественной оценки шероховатости используют среднюю линию m .

Средняя линия имеет номинальную форму профиля и проводится так, что в пределах базовой длины сумма квадратов расстояний точек профиля до этой линии была бы минимальна, т.е.

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 \Rightarrow \min .$$

Ориентировочно эта зависимость показывает, что сумма площадей выступов над средней линией равна сумме площадей впадин под линией.

ГОСТ регламентирует 6 параметров шероховатости: - 3 высотных, измеряемых по нормали к средней линии и 3 шаговых, измеряемых вдоль средней линии.

1 Высотные параметры:

R_a - среднее арифметическое отклонение профиля, представляющее собой среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины, т.е.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \text{ или } R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

где x – абсцисса профиля, отсчитываемая по базовой длине;

$y(x)$ – функция, описывающая профиль;

y_i – ординаты отсчитываемых точек;

n – число точек.

Эта формула реализуется в своем точном виде интегральным устройством профилометра – прибора для измерения шероховатости.

Среднее арифметическое отклонение профиля – это характеристика средней высоты всех неровностей.

R_z – высота неровностей профиля по 10 точкам. Определяется как сумма средних абсолютных пяти наибольших выступов профиля и пяти наибольших глубин впадин в пределах базовой длины.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{Pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{Vi}|}{5}.$$

Выступ и впадина есть часть профиля, соединяющая две соседние точки пересечения его со средней линией профиля, направленная соответственно из тела и в тело.

Высота неровностей профиля по 10 точкам - это характеристика средней высоты наибольших неровностей. Можно принимать $R_z \approx (4...5,5) R_a$.

R_{max} - наибольшая высота неровностей профиля, определяемая как расстояние между линией выступов профиля и линией впадин, проходящих соответственно через высшую и низшую точки профиля в пределах базовой длины.

$$R_{max} = y_{P_{max}} + y_{V_{max}}.$$

2 Шаговые параметры:

S_m - средний шаг неровностей по средней линии:

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi},$$

где n - число шагов в пределах базовой длины;

S_{mi} - шаг неровностей по средней линии.

S - средний шаг местных неровностей по вершинам, т.е. шаг местных выступов профиля:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i.$$

T_p – относительная опорная длина, определяемая в процентах по формуле:

$$t_p = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n b_i,$$

где b_i – длина отрезков, отсекаемых в материале выступов линией, проведенной на расстоянии r от линии выступов.

Расстояние R называется *уровнем сечения* и выбирается в пределах от 5% до 90% от $R_{\max}$

Перечисленные параметры шероховатости выбираются в зависимости от эксплуатационных свойств поверхности. Предпочтительно даже для самых грубых поверхностей нормировать параметр R_a , который более полно чем R_z или $R_{\max}$, отражает отклонения профиля, поскольку определяется по достаточно большому числу точек профиля. Параметр R_a наиболее удобен для измерения профилометрами и получил распространение в зарубежной документации.

Параметры R_z или $R_{\max}$ нормируют в тех случаях, когда по функциональным требованиям необходимо ограничить полную высоту неровностей профиля или шероховатость рыхлого поверхностного слоя, а также, когда прямой контроль параметра R_a с помощью профилометра или образцов сравнения не представляется возможным ввиду малых размеров поверхностей или сложной их конфигурации.

Параметр t_p комплексно характеризует высоту и форму неровностей, позволяет судить о фактической площадке контакта шероховатых поверхностей. С ним связаны такие важные эксплуатационные свойства как износоустойчивость трущихся поверхностей, герметичность соединений и т.д.

13.2 Обозначение шероховатости поверхностей

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

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 74.

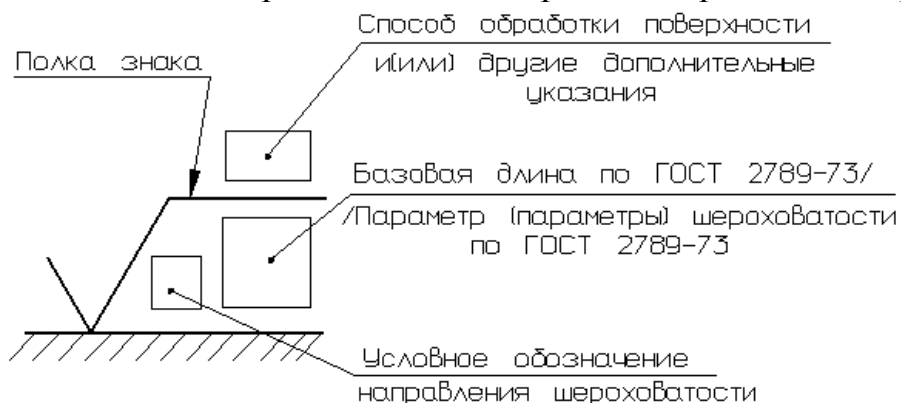


Рисунок 74. Структура обозначения шероховатости поверхности

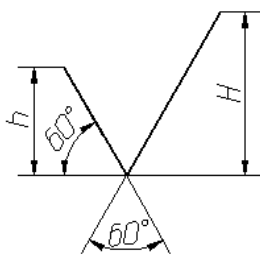


Рисунок 75-
Обозначение
шероховатости
поверхности без указания
способа обработки

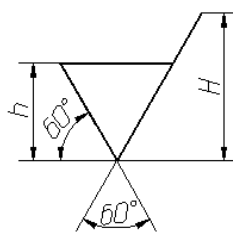


Рисунок 76-
Обозначение
шероховатости
поверхности при
образовании которой
обязательно удаление слоя
материала

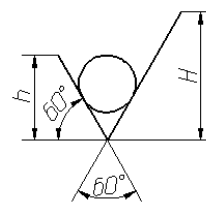


Рисунок 77-
Обозначение
шероховатости
поверхности при
образовании которой
осуществляется без
удаления слоя материала

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рисунках 75-77.

Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например:

$R_a 0.4$, $R_{max} 6.3$; $S_m 0.63$; $t_{50} 70$; $S_0 0.032$; $R_z 50$.

При указании наибольшего значения параметра шероховатости в обозначении приводят параметр шероховатости без предельных отклонений, например:

$\sqrt{R_a 0.4}$,
 $\sqrt{R_z 50}$

При указании наименьшего значения параметра шероховатости после обозначения параметра следует указывать «min», например:

$\sqrt{R_a 3.2 min}$,
 $\sqrt{R_z 50 min}$

При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности в обозначении шероховатости приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:

$R_a 0.8$; $R_z 0.10$; $R_{max} 0.80$; $t_{50} 70$
0,4 ; 0,05 ; 0,32 50

В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее более грубой шероховатости.

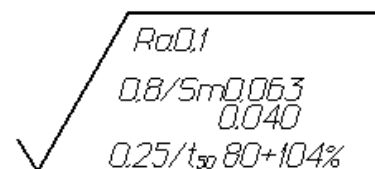
При указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями,

например:

$$Ra\ 1 + 20\ %; Rz\ 100_{-10\ %}; Sm\ 0,63^{+20\ %}; t_{50}\ 70 \square 40\ %.$$

При указании двух и более параметров шероховатости поверхности в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в следующем порядке:

*параметр высоты неровностей профиля,
параметр шага неровностей профиля,
относительная опорная длина профиля.*



При нормировании требований к шероховатости поверхности параметрами Ra , Rz , R_{max} базовую длину в обозначении шероховатости не приводят, если она соответствует указанной в ГОСТ 2789-73 для выбранного значения параметра шероховатости.

Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать приведенным в таблице. Условные обозначения направления неровностей приводят на чертеже при необходимости.

Таблица. Тип направление неровностей, изображение и обозначение.

Схематичное изображение	Обозначение

Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости

только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности (рис.78).

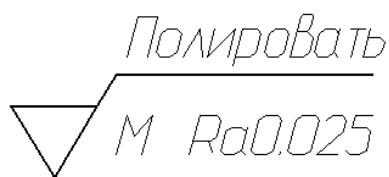


Рисунок 78- Пример указания вида обработки поверхности

Если направления измерения шероховатости отличаются от предусмотренного ГОСТ 2789-73, его указывают на чертеже (рис.79).

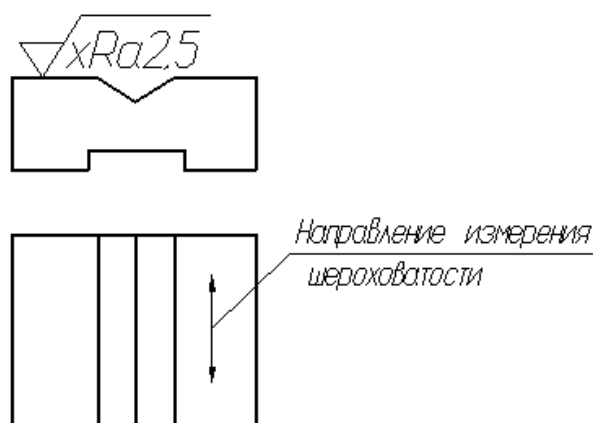


Рисунок 79-Пример указания направления измерения шероховатости поверхности.

13.3 Правила нанесения шероховатости поверхностей на чертежах

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рис.80).

На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в том случаях, когда от этой линии нанесен размер.

Обозначение шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рисунках 81 и 82.

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рисунке 83.

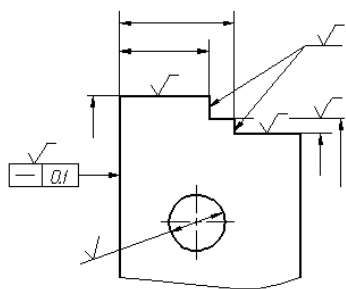


Рисунок 80- Примеры расположения обозначения шероховатости

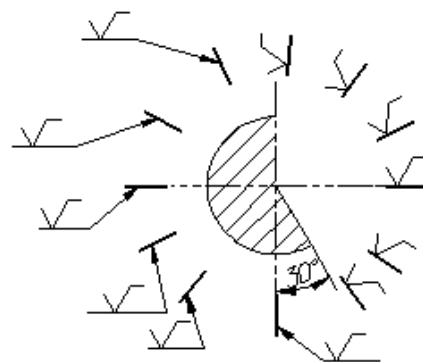


Рисунок 81-Обозначение шероховатости поверхности знаком с полкой относительно основной надписи

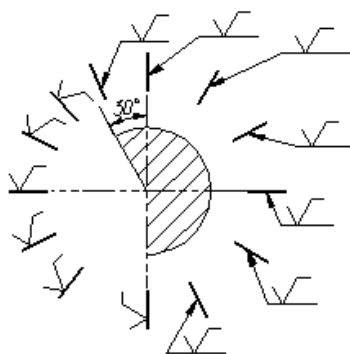


Рисунок 82- Обозначение шероховатости поверхности знаком с полкой относительно основной надписи

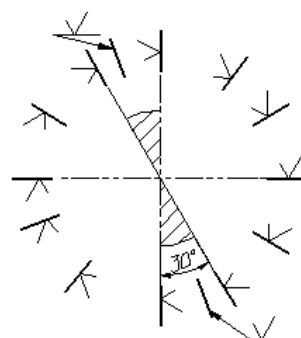


Рисунок 83- Обозначение шероховатости поверхности знаком без полки относительно основной надписи

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правый верхний угол чертежа и на изображении не наносят (рис.84). Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем на обозначения, нанесенных на изображении.

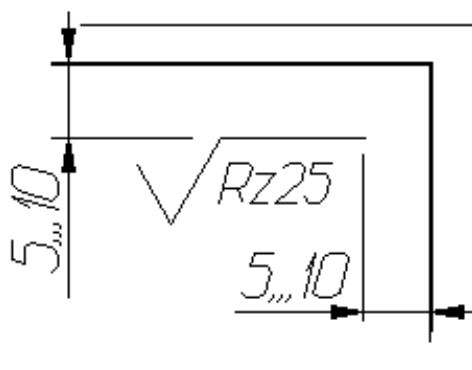


Рисунок 84-Указание шероховатости одинаковой для всех поверхностей изделия

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия,

может быть помещено в правом верхнем углу чертежа (рис.85,86) вместе с условным обозначением $\sqrt{\text{Ra}}(\sqrt{\text{V}})$. Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак $\sqrt{\text{Ra}}$, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением.

Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.

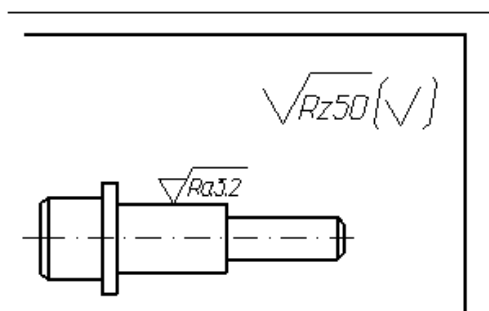


Рисунок 85- Указание шероховатости одинаковой для части поверхностей изделия

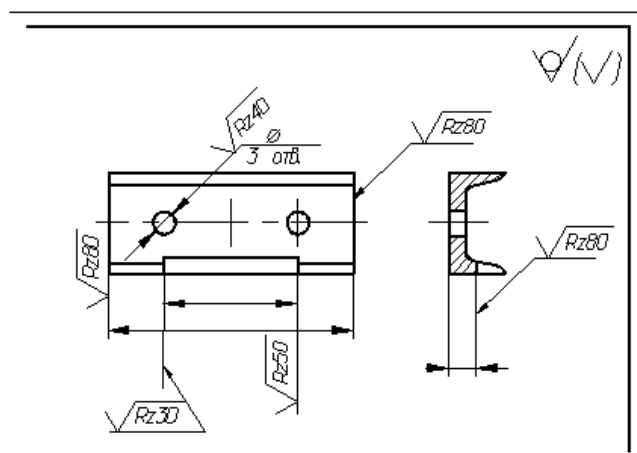


Рисунок 86- Указание шероховатости когда большая часть поверхностей не обрабатывается по данному чертежу

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т. п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз, независимо от числа изображений.

Обозначение шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначения шероховатости (рис.87).

Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят (рис.88).

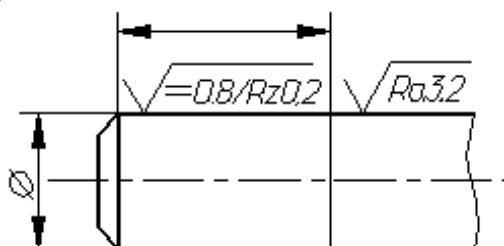


Рисунок 87- Пример обозначения различной шероховатости на одной поверхности

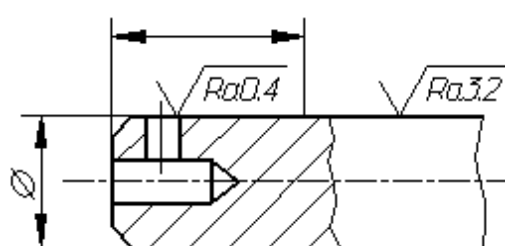


Рисунок 88- Пример обозначения различной шероховатости на одной поверхности

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т. п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности, а для глобоидных червяков и сопряженных для них колес – на линии расчетной окружности (рис.89).

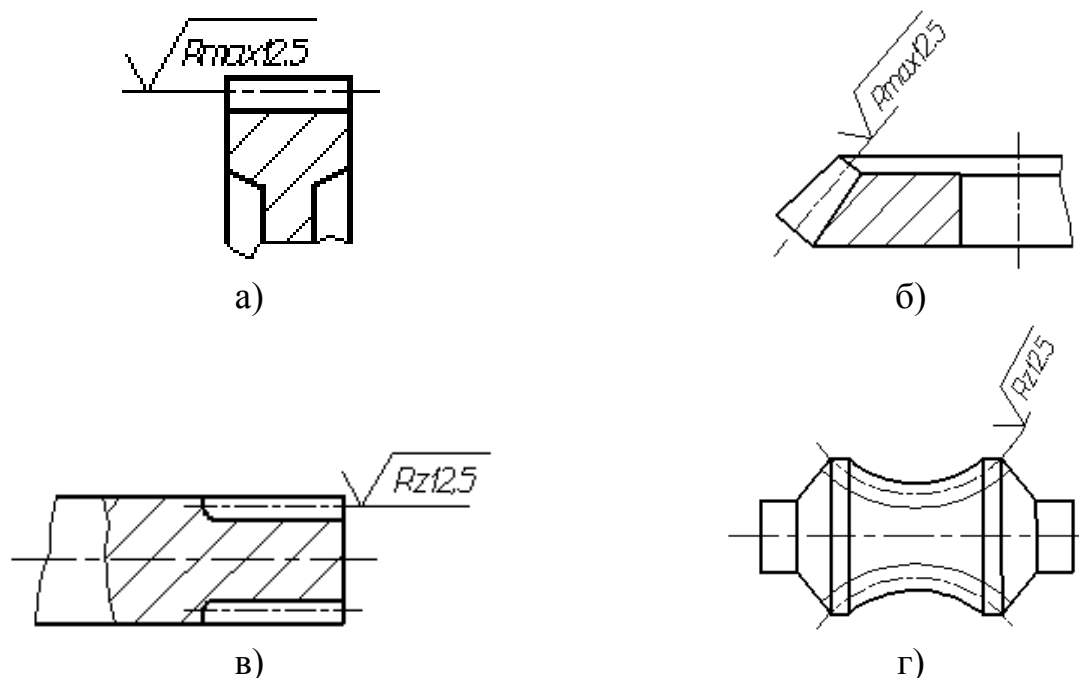
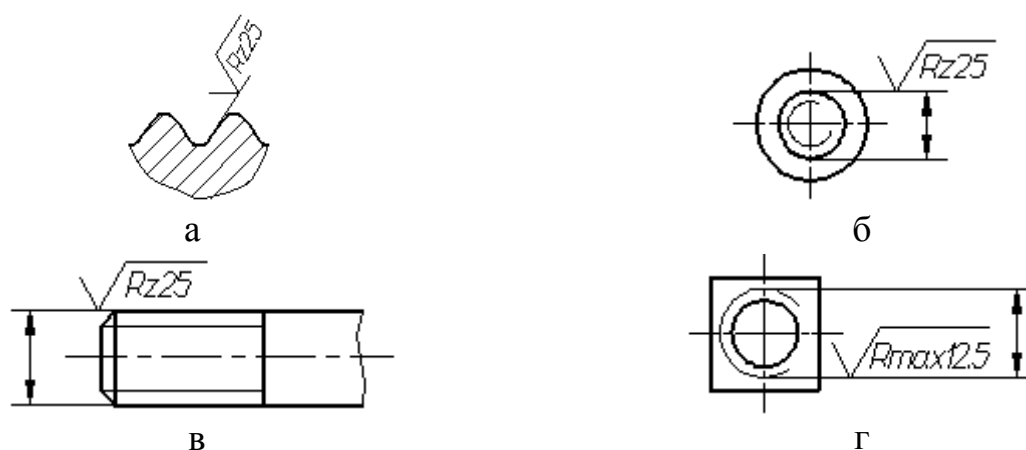


Рисунок 89-Примеры обозначения шероховатости рабочих поверхностей зубьев

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (рис.90а) или условно на выносной линии для указания размера резьбы, на размерной линии или на ее продолжении. (рис.90б, [90в](#), [90г](#)),



Обозначение шероховатости резьбы

Если есть шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис. 91.

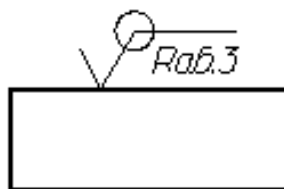


Рисунок 91- Обозначение одинаковой шероховатости поверхностей образующих замкнутый контур

Обозначение одинаковой шероховатости поверхности сложной конфигурации допускается приводить в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, например: «шероховатость поверхности $A - \sqrt{Ra6.3}$ ». При этом буквенное обозначение поверхности наносят на полке линии-выноски, проведенной от утолщенной штрих пунктирной линии, которой обводят поверхность на расстоянии 0,8...1 мм от линии контура (рис.92).

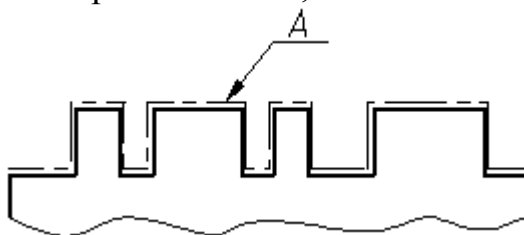


Рисунок 92-Пример обозначения поверхности сложной формы имеющей одинаковую шероховатость

14 ДОПУСКИ И ПОСАДКИ КРЕПЕЖНЫХ МЕТРИЧЕСКИХ РЕЗЬБ

14.1 Виды резьб

В зависимости от условий эксплуатации используются различные виды резьб.

Резьбы различаются:

по эксплуатационному назначению – общего применения и специальные. К первой группе относятся:

- крепежные (метрическая, дюймовая) - для разъемного соединения деталей. Основное их назначение – обеспечение прочности соединения;

- кинематические. Основное их назначение – обеспечение точного перемещения при наименьшем трении (для трапециевидальной и прямоугольной - ходовые винты, винты столов измерительных приборов и т.п.), а также обеспечение плавности вращения и высокой нагрузочной способности при преобразовании вращательного движения в прямолинейное, (для упорной резьбы – например в прессах и домкратах);

- специальные применяются только в определенных изделиях (круглая резьба для патронов и цокольных электроламп, окулярная резьба оптических приборов и т.д.);

по профилю витков (треугольные, трапециевидальные, упорные, круглые, ленточные (прямоугольные));

по числу заходов (одно- и многозаходные);
 по направлению резьбы (правые и левые);
 по единице измерения линейных размеров (метрические, дюймовые).

14.2 Номинальные размеры метрических резьб

В машиностроении наибольшее распространение получили метрические крепежные резьбы. ГОСТ 9150-81 нормирует их профиль, который представляет собой равносторонний треугольник с углом α при вершине 60° и исходной высотой H (рисунок 93). Номинальный профиль, общий для наружной (болта) и внутренней резьбы (гайки), получается путем среза вершин витков по наружному диаметру на $H/8$ и по внутреннему диаметру на $H/4$.

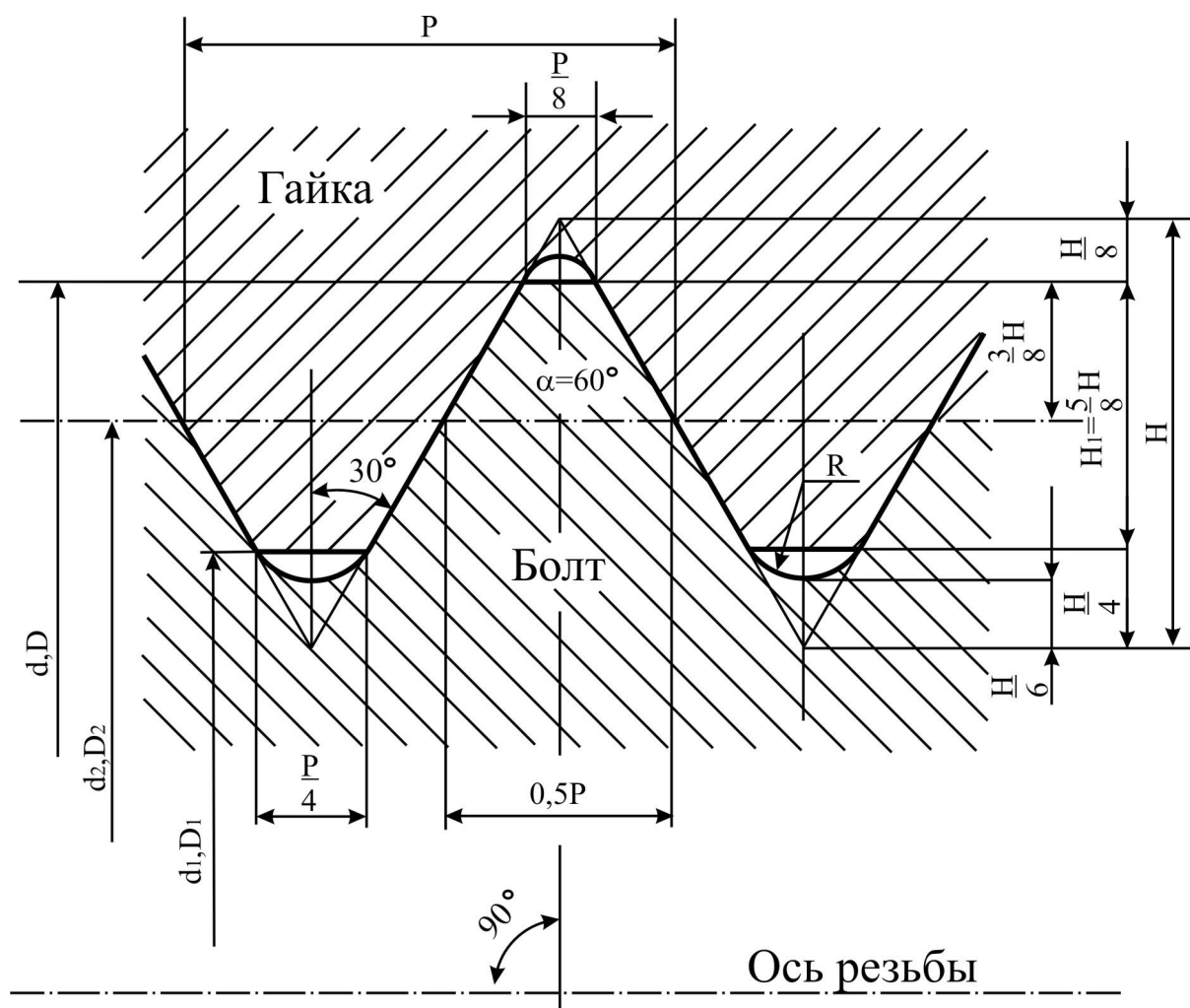


Рисунок 93 – Номинальный профиль метрической резьбы

Основными параметрами профиля метрической резьбы являются:

H – высота исходного равностороннего треугольника;

H_1 – рабочая высота профиля

$d = D$ – номинальные значения наружных диаметров болта и гайки;

$d_1 = D_1$ – номинальные значения внутренних диаметров болта и гайки;

$d_2 = D_2$ – номинальные значения средних диаметров болта и гайки;

d_3 - величина внутреннего диаметра по дну впадин;

α - угол профиля резьбы ($\alpha = 60^\circ$);

P - шаг резьбы ($P_n = P \times n$ - ход многозаходных резьб; n - число заходов);

R - радиус скругления дна впадины резьбы болта;¹

За номинальный диаметр метрической резьбы условно принимают ее наружный диаметр. Номинальный размер указывается в обозначении после буквы М. Например М10, М32 и т.д. Установлено три ряда номинальных значений метрических резьб в интервале от 0,25 до 600.

Средний диаметр является основным и представляет собой диаметр воображаемого, соосного с резьбой круглого цилиндра, каждая образующая которого пересекает профиль так, что ее отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине нормального шага P .

Шаг резьбы P есть расстояние по линии, параллельной оси резьбы между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы (ГОСТ 11708-82). Метрическая резьба для диаметров от 1 до 68 мм предусматривает набор шагов. Наибольший из этого набора называют крупный шаг, а остальные - мелкие. Резьбы с диаметрами свыше 68 мм до 600 мм имеют только мелкие шаги и назначаются в тонкостенных деталях ограниченной длиной свинчивания для повышения прочности в условиях толчкообразных и вибрационных нагрузок.

Величина мелкого шага указывается после номинала. Например: М10×1. Величина крупного шага не указывается.

Угол профиля α - угол между смежными боковыми сторонами резьбы в плоскости осевого сечения.

Номинальные размеры метрической резьбы указываются на чертежах по следующей схеме:

М × 1 2 3

1 - числовая величина номинального диаметра;

2 - числовое значение шага

3 условное обозначение направления витков; левые резьбы обозначаются буквами ЛН, а для правых обозначение - отсутствует.

Для многозаходных метрических резьб после номинального диаметра

¹ Форма впадины резьбы болта может быть плоскосрезанной (располагается в пределах Н/8...Н/4) и закругленной (в пределах Н/8...3Н/16). Последняя форма более предпочтительна по технологическим соображениям и лучше работает в условиях циклической нагрузки (меньше концентраторы напряжений). Форма впадины резьбы гайки не регламентируется и определяется формой резьбообразующего инструмента.

указывается величина хода, а затем в скобках - величина шага (М 24 × 3 (P1) – трехзаходная метрическая резьба).

14.3 Взаимозаменяемость крепежных метрических резьб.

Условие свинчиваемости

Взаимозаменяемость метрической резьбы определяется двумя факторами:

- а) способностью свинчиваться на заданной длине свинчивания l ;
- б) обеспечением при этом необходимой прочности соединения.

Основным параметром, влияющим на взаимозаменяемость резьб является боковой зазор. Он представляет собой разность между средними диаметрами резьбы гайки и болта.

$$f = D_2 - d_2,$$

т.е. боковой зазор определяется как разность средних диаметров по перпендикуляру к оси резьбы.

Чем больше боковой зазор, тем выше способность резьбы к свинчиванию, но тем меньше прочность резьбового соединения.

На способность деталей свинчиваться существенное влияние оказывает погрешность шага резьбы и угла профиля.

Предположим, что болт имеет теоретически точный профиль с шагом P . Гайка имеет шаг $P_r < P$. Свинчивание обеспечивается на длине l . На большей длине происходит наложение профилей, свинчивания не будет. При увеличении среднего диаметра гайки на величину $f_p = f(\Delta p)$ произойдет свинчивание.

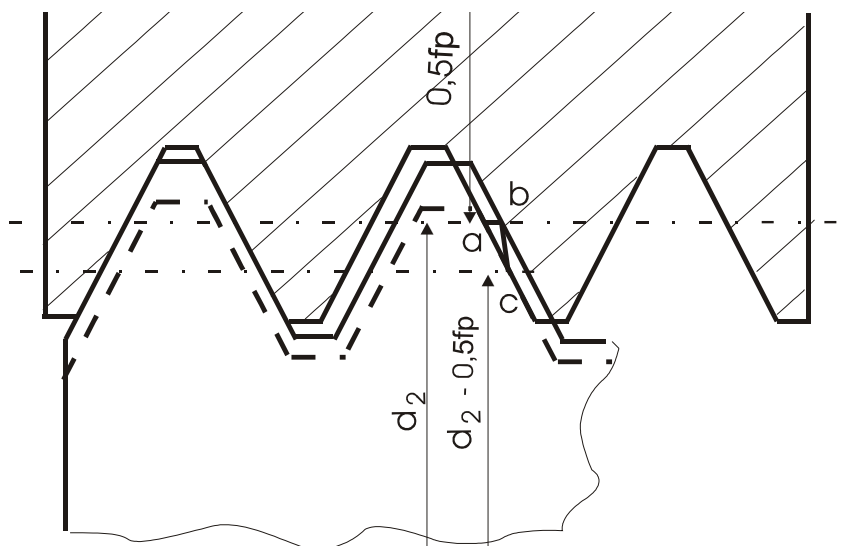


Рисунок 94 – Диаметральная компенсация погрешностей шага резьбы

Предположим, что у болта теоретический профильный угол $\alpha/2$, а у гайки профильный угол нестандартный. Так как профильные углы у гайки и болта разные, то произойдет наложение профилей, и свинчивание происходить не будет. Увеличение D_2 на величину $f_\alpha = f(\Delta \frac{\alpha}{2})$ обеспечит свинчивание.

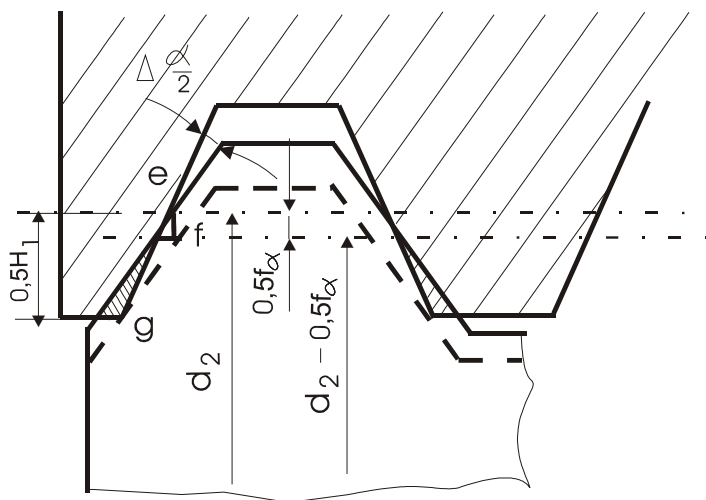


Рисунок 95 – Диаметральная компенсация погрешностей угла профиля

Обе погрешности - шага p и угла профиля α могут быть компенсированы. Рассмотрим участок резьбовой пары с посадкой $\frac{H}{h}$ вблизи среднего диаметра и поставим вопрос, будет ли свинчиваться эта резьбовая пара, если средний диаметр болта выполнен по наибольшему предельному размеру, а гайки по наименьшему, т.е. эти диаметры равны.

При изготовлении, как болт, так и гайка имеют какие-то погрешности шага резьбы и угла профиля, поэтому ответ на поставленный вопрос – отрицательный. Чтобы в рассмотренном примере не допустить подъема профиля резьбы болта выше номинального профиля гайки ниже номинального, необходимо, очевидно, произвести для болта некоторое искусственное занижение его, а для гайки – завышение. Эти занижение и завышение, так называемые диаметральные компенсации, призваны скомпенсировать отклонения половины угла профиля и шага. Поэтому принято различать два понятия: собственно средний диаметр, т.е. диаметр без рассмотренных погрешностей, и приведенный средний диаметр, учитывающий отклонения. Приведенный средний диаметр болта равен

$$d_{2n} = d_2 + f_{p\phi} + f_{\alpha\phi},$$

где $f_{p\phi}$ и $f_{\alpha\phi}$ - компенсационные зазоры болта.

Для гайки

$$D_{2n} = D_2 - f_{p\alpha} - f_{\alpha\alpha},$$

где $f_{p\alpha}$ и $f_{\alpha\alpha}$ - компенсационные зазоры гайки.

Несмотря на то, что погрешности шага и угла профиля существенно влияют на свинчивание резьбы, они не нормируются и их контроль при изготовлении резьбы не предусматриваются (кроме резьб с натягом и резьб переходных посадок).

14.4 Поля допусков и посадки метрических резьб

Для обеспечения свинчиваемости и прочности резьбовых соединений

разработана система допусков, которая предусматривает посадки с натягом, с зазором и переходные.

Для метрических резьб наибольшее распространение получила резьба с зазором. Она регламентируется ГОСТ 16093 -81.

Номинальный профиль резьбы служит началом отсчета отклонений диаметральных размеров резьбы. Отклонения отсчитываются перпендикулярно оси резьбы.

По ГОСТу имеются 5 основных отклонений для резьбы болтов (рис.96 а):

h, g, f, e, d

и четыре основных отклонения для гаек (рис.96 б):

E, F, G, H.

Они определяют положение поля допуска по всем диаметрам резьбы относительно номинала - основные отклонения для всех трех диаметров одинаковы (можно одним инструментом обработать резьбу с разными основными отклонениями).

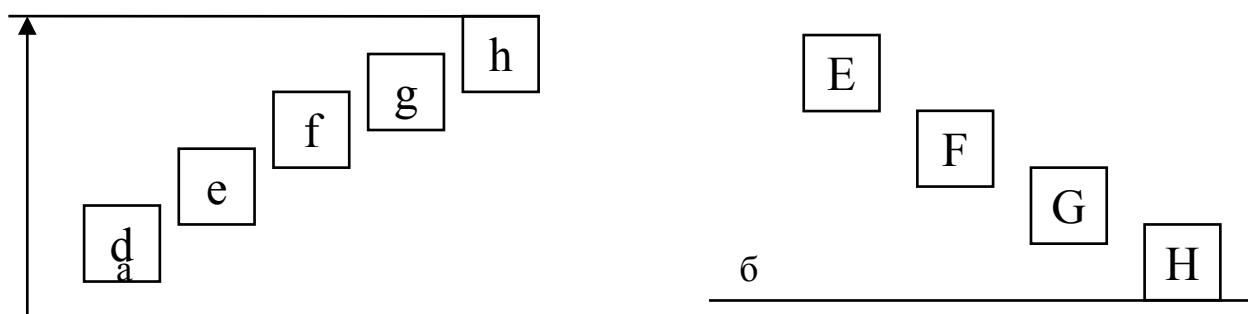


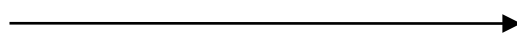
Рисунок 96 – Схема расположения основных отклонений:

а – для болтов; б – для гаек

Величина допуска на диаметральные размеры резьбы устанавливается степенью точности, обозначаемой цифрами:

для болтов: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (8 степеней)

для гаек: 4, 5, 6, 7, 8, 9 (6 степеней)


 величина допуска растет

Поля допусков диаметров резьб образуются комбинированием степени точности (цифра) и основного отклонения (буква). Например: 4g, 6f, 8g - для болтов и 4H, 7G, 6H - для гаек.

Степень точности по среднему диаметру d_2 , D_2 и по диаметру выступа (d - у болта и D_1 - у гайки) может быть различной.

В условном обозначении это записывается 6g7g - для болта и 5H6H - для гайки.

Посадки в резьбовых соединениях образуются сочетанием поля допуска резьбы гайки и поля допуска резьбы болта:

7H/8g; 7H/6g7g.

Наибольшее распространение имеют посадки 6H/6g - средний класс точности и 7H/8g - грубый класс точности.

На чертежах предусмотрены по ГОСТ 16093-81 следующие способы указания точности резьбовых элементов:

M12×1 - 6H/6g - резьба в сборе

M12×1 - 6H - резьба гайки

M12×1 - 6g - резьба болта.

15 ДОПУСКИ И ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

15.1 Требования, предъявляемые к подшипникам качения

Подшипники качения нашли весьма широкое применение в технике. Они предназначены для установки вращающихся деталей с целью замены сил трения скольжения силами трения качения.

Подшипник качения представляет собой сборочную единицу, состоящую из двух соосных колец (наружного и внутреннего) и расположенных между ними тел качения (шариков, роликов и др.).

По направлению действия воспринимаемой нагрузки подшипники качения разделяются на:

- радиальные - воспринимающие только радиальную нагрузку;
- упорные - предназначенные для восприятия только осевых нагрузок;
- радиально-упорные - предназначенные для восприятия осевых и радиальных нагрузок.

К подшипникам качения предъявляются следующие требования:

- Высокая точность вращения;
- Долговечность работы;
- Минимальный уровень шума и вибраций;
- Минимальный момент трения.

15.2 Классы точности подшипников качения

Выполнение этих требований зависит от того, насколько точно сделаны дорожки качения подшипников и посадочные присоединительные поверхности. ГОСТ 520-89 предусматривают 5 классов точности 0, 6, 5, 4, 2 (в порядке повышения точности и стоимости).

Класс точности подшипника указывается в чертежах перед условной записью типоразмера подшипника, например 6 - 205. Класс 0 в обозначении не указывается. Типоразмер подшипника несет информацию о его габаритных размерах, типе подшипника (радиальный, упорный, радиально-упорный).

Подшипники нулевого класса наиболее употребимы в машиностроении. Более высокий класс подшипников - 6 применяют при повышенных требованиях к точности вращения, 5, 4 - при высоких частотах вращения и требованиях к точности вращения, 2 - для прецизионных приборов и в других особых случаях.

15.3 Допуски и посадки подшипников качения.

Расположение полей допусков по присоединительным размерам

Подшипники изготавливаются на специализированных заводах и их кольца по присоединительным размерам (диаметру, ширине) выполняются с весьма высокой точностью - 3 - 6 квалитет.

Посадки по наружному кольцу создаются в системе вала, посадки по внутреннему кольцу - в системе отверстия (рис.97).

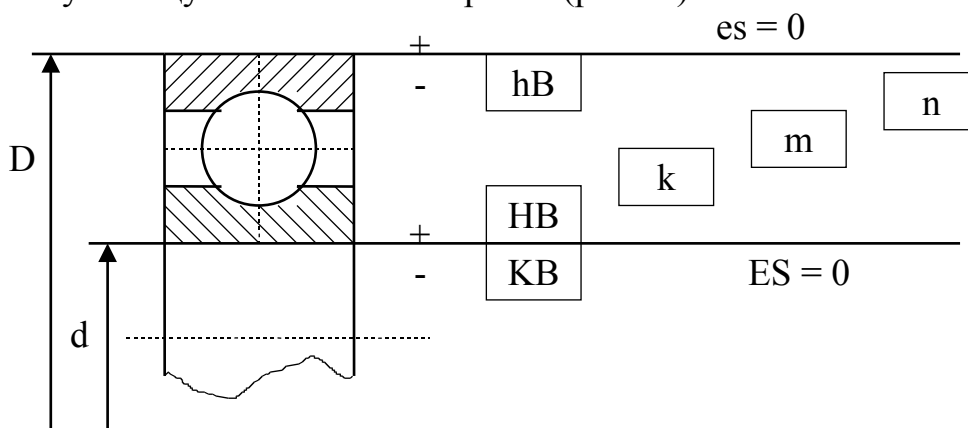


Рисунок 97 – Схема расположения полей допусков по присоединительным размерам

При этом поля допусков для колец шарикоподшипников располагаются в области отрицательных отклонений. Поле допуска наружного кольца hB совпадает с полем допуска основного вала, а поле допуска внутреннего KB не совпадает с полем допуска основного отверстия HB , а располагается в минус от номинального размера, в отличие от поля допуска H .

Последнее обстоятельство позволяет получать посадки с гарантированным натягом при использовании основных отклонений k , m , n . Эта особенность объясняется следующим. Для создания гарантированного натяга в сопряжении внутреннего кольца с валом не представляется возможным применять поля допусков валов от r до z , так как они имеют большие величины натягов, которые могут вызвать деформацию внутреннего кольца подшипника. Переходные посадки при расположении допуска в плюс (как принято в ЕСДП) от номинального размера не гарантируют в сопряжении натяга, результатом чего может явиться проворачивание вала во внутреннем кольце, особенно при больших радиальных нагрузках. С этой целью поле допуска внутреннего кольца подшипника принято располагать в минус от номинального размера, и тогда поля допусков под переходные посадки (кроме js) обеспечивают в соединении натяг, достаточный для предотвращения проворачиваемости вала во внутреннем кольце подшипника, т.е. переходные посадки выполняют роль посадок с гарантированным натягом.

15.4 Выбор посадок колец подшипников

При выборе посадок должно выполняться следующее правило - относительно вращающейся детали кольцо должно сидеть неподвижно, т.е. с натягом. Если натяг выбранной посадки не обеспечит взаимной непроворачиваемости, то возникает очень быстрый износ поверхности детали, соединенной с кольцом подшипника, а также износ и самого кольца.

Относительно неподвижной детали кольцо может сидеть свободно. Зазор между корпусом и кольцом не страшен, так как проворот исключен вследствие значительного преобладания момента трения скольжения между корпусом и наружным кольцом над моментом трения качения между кольцом и шариками. Правда под действием толчков и вибраций, как установлено практикой происходит незначительный проворот кольца (на один - два оборота за рабочий день). Но это только способствует равномерному износу дорожки качения кольца - меняется положение наименее нагруженных ее участков.

Кроме этого свободная посадка облегчает сборку и разборку узла, способствует самоустановке кольца, позволяет регулировать радиальный зазор, может служить компенсатором тепловой деформации в осевом и в радиальном направлении.

Точный выбор посадки осуществляется с помощью стандарта «Подшипники качения. Поля допусков посадочных мест валов и отверстий корпусов.».

При выборе полей допусков деталей учитывают следующие требования:

1 Характер нагрузки, воспринимаемый кольцом:

- а) циркуляционная;
- б) местная;
- в) колебательная.

2 Режим работы подшипника:

- а) тяжелый;
- б) средний;
- в) легкий.

3 Характеристика толщины стенки детали, соединенной с кольцом:

- а) тонкостенная;
- б) толстостенная.

4 Класс точности подшипника.

5 Требования к точности положения оси подшипника относительно оси посадочной поверхности сопряженной детали, требования к возможности перемещения в процессе регулирования зазора в подшипниках, требования к повышенной жесткости.

Характер нагрузки

а) Циркуляционная - это такая, которая воспринимается последовательно всеми участками беговой дорожки кольца подшипника.

б) Местная - та, которая воспринимается одним ограниченным участком беговой дорожки.

в) Колебательная - возникает на наружном (неподвижном) кольце, если кроме действия силы F действует постоянная по абсолютной величине, но

переменная по направлению сила P (например, от дисбаланса - центробежная сила). Результирующая сила совершает колебательное движение относительно направления силы F .

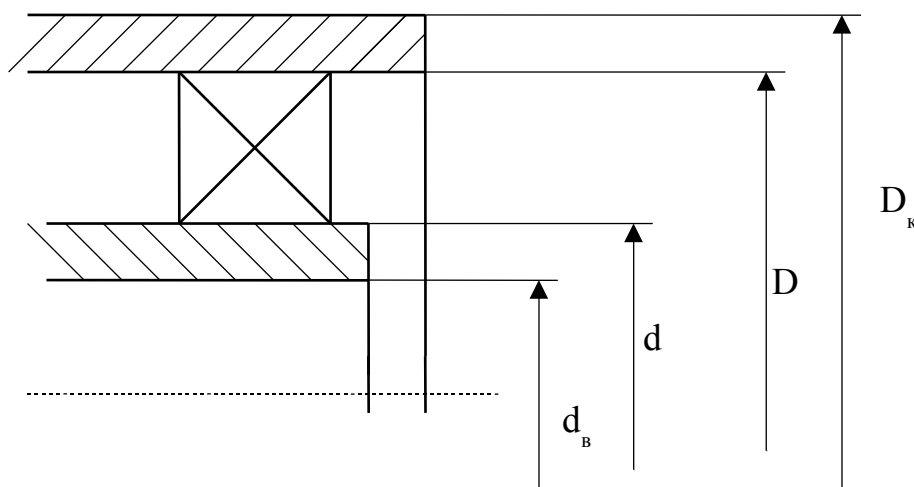
Режим работы подшипника

Он определяется нагрузкой на подшипник и типом подшипника. Чем тяжелее режим работы тем плотнее и точнее должна быть посадка.

Характеристика толщины стенки.

Оценка толщины стенки детали производится по следующей методике: если $D_k/D = 1,25$ - деталь толстостенная

$d/d_b = 1,25$ - деталь толстостенная.



При тонких стенках поля допусков берутся точнее.

16 ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

16.1 Основные цели метрологии, стандартизации, сертификации и их роль в обеспечении качества продукции

Управление качеством тесно связано со стандартизацией, так как его основной нормативной базой являются, как правило, стандарты, в которых изложены требования к качеству, регламентирован порядок проверки и оценки качества.

Одной из основных функций управления качеством является контроль качества, который осуществляется соответствующими средствами измерения. Отсюда - необходимость метрологических знаний, в том числе - знание организации метрологического обеспечения производства на предприятиях.

По терминологии Международной организации по стандартизации (ИСО) **стандартизация** - это установление и применение правил с целью упорядочивания деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности для достижения всеобщей оптимальности экономии при соблюдении условий эксплуатации (использования) и требований безопасности.

Из определения следует, что стандартизация это плановая деятельность по установлению обязательных норм, правил и требований в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов;
- безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособности и мобилизационной готовности страны.

Эта деятельность проявляется в процессах разработки, опубликования и применения стандартов.

Стандарт (от англ. standard - норма - образец), в широком смысле слова - образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. В переносном смысле - шаблон, трафарет, не содержащий ничего оригинального.

Стандарт представляет собой нормативно-технический документ, устанавливающий требования к объектам стандартизации, обязательные для исполнения в определенных областях деятельности, разработанный в установленном порядке и утвержденный компетентным органом.

Стандарт как нормативно-технический документ устанавливает комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации. Стандарт может быть разработан как на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ), так и на нормы, правила, требования в различных областях.

Объектом стандартизации выступает не только готовая продукция, но и правила, обеспечивающие ее разработку, производство и применение.

Деятельность по стандартизации в РФ законодательно регулируется и обеспечивается:

- законами «О техническом регулировании», «Об обеспечении единства измерений», «О защите прав потребителей»;
- подзаконными актами;
- указами Президента и нормативными актами Правительства РФ;
- приказами Госстандарта России.

Основополагающим документом в России по стандартизации является Закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ. Настоящий Закон устанавливает правовые основы стандартизации в Российской Федерации, обязательные для всех государственных органов управления, а также предприятий и предпринимателей, общественных объединений, и определяет меры государственной защиты интересов потребителей и государства посредством разработки и применения нормативных документов по стандартизации.

Закон устанавливает основные положения, принципы, понятия, порядок организации работ в области стандартизации, которые являются едиными и обязательными для всех предприятий, организаций и учреждений, граждан-предпринимателей, продавцов, исполнителей услуг, конструкторских, проектных, транспортных и других организаций и предприятий.

16.2 Основные цели и задачи стандартизации

Основные *цели* стандартизации согласно ГОСТ Р 1.0-92 это:

- защита интересов потребителей и государства в вопросах номенклатуры и качества продукции, услуг и процессов, обеспечивающих их безопасность для жизни и здоровья людей, имущества, охрану окружающей среды;
- повышения качества продукции;
- обеспечения совместимости и взаимозаменяемости продукции;
- экономия ресурсов;
- устранение технических барьеров в производстве и торговли, обеспечение конкурентоспособности продукции;
- обеспечение безопасности народно-хозяйственных объектов;
- содействие повышению обороноспособности страны.

Основные *задачи* стандартизации:

- обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, продавцами и потребителями;
- установление оптимальных требований к номенклатуре и качеству продукции;
- установление требований по совместимости и взаимозаменяемости продукции;
- согласование и увязка показателей и характеристик продукции, ее элементов, сырья, материалов;
- унификация изделий;
- установление метрологических норм, правил, положений и требований;
- нормативно-техническое обеспечение контроля (испытаний, анализа, измерений), сертификации и оценки качества продукции;
- установление требований к техпроцессам для снижения трудоемкости, применения малоотходных технологий;
- создание и ведение систем классификации и кодирования информации, каталогизация;
- содействие выполнению законодательства РФ.

16.3 Основные принципы технического регулирования

С 01.07.2003 г. вступил в силу федеральный закон «О техническом регулировании» который отменил действие ФЗ «О сертификации продукции и услуг», «О стандартизации»

Техническое регулирование – правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции,

процессам производства, эксплуатации, хранения и утилизации, а также в области установление и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

Принципы технического регулирования:

1. Единство правил установления требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг. Данное условие является необходимым условием возможности включения в технические регламенты требований, разработанных в процессе стандартизации, и позволяет обеспечить совместимость этих требований и форм их изложения в технических регламентах и документах в области стандартизации.

2. Необходимость соответствия технического регулирования уровню развития национальной экономики, развития материально-технической базы, уровню научно-технического развития (мировому уровню).

3. Органы по аккредитации и сертификации должны иметь независимый от изготовителей, продавцов, исполнителей и приобретателей статус, т.е. не иметь организационной, административной, экономической, финансовой или любой другой формы зависимости.

4. Установление единой системы и правил аккредитации.

5. Установление единства правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия.

6. Обеспечение единства применения требований технических регламентов независимо от видов или особенностей сделок. Технический регламент имеет общеобязательную силу на всей территории РФ, для физических и юридических лиц, независимо от характера и вида правоотношений, возникающих между ними. Технические регламенты будут применяться в основном в договорных отношениях.

7. Недопустимость ограничения конкуренции при осуществлении аккредитации и сертификации. Подразумевает необходимость поддержания конкуренции между субъектами, претендующими на аккредитацию в качестве органов по сертификации или испытательных лабораторий, в процессе их аккредитации и осуществления деятельности в процессе сертификации.

8. Недопустимость совмещения полномочий органа государственного контроля (надзора) и органа по сертификации.

9. Недопустимость совмещения одним органом полномочий на аккредитацию и сертификацию.

10. Недопустимость внебюджетного финансирования государственного контроля (надзора) за соблюдение требований технических регламентов.

Правовые основы технического регулирования, стандартизации, сертификации

Правовые основы технического регулирования, стандартизации и

сертификации в Российской Федерации, обязательный для всех государственных органов управления, предприятий, предпринимателей и общественных объединений, устанавливает Закон РФ от 15 декабря 2002 г. «О техническом регулировании».

В законе регулируются отношения, возникающие при:

- разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации;
- разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;
- оценке соответствия.

Действие этого закона не распространяется на государственные образовательные стандарты, положения (стандарты) аудиторской деятельности, стандарты эмиссии ценных бумаг и проспектов эмиссии ценных бумаг.

В законе отражаются основные термины, используемые в рамках технического регулирования, стандартизации и сертификации, рассматриваются принципы технического регулирования, особенности технического регулирования в отношении оборонной продукции (работ, услуг) и продукции (работ, услуг), сведения о которой составляют государственную тайну, порядок аккредитации органов по сертификации, вопросы контроля за соблюдением требований технических регламентов, дают понятия и рекомендации по разработке технических регламентов. Отдельной главой рассматриваются положения, регламентирующие цели и принципы стандартизации, действия и полномочия Национального органа по стандартизации и технических комитетов по стандартизации, правила разработки и утверждения стандартов организаций и национальных стандартов, вопросы подтверждения соответствия и сертификации.

Кроме того, в законе признаются утратившими силу следующие основные законы в области стандартизации и сертификации, действовавшие ранее:

1. Закон Российской Федерации от 10 июня 1993 г. №5151-1 «О сертификации продукции и услуг»;
2. Закон Российской Федерации от 10 июня 1993 г. №5154-1 «О стандартизации»

16.4 Основные положения государственной системы технического регулирования и стандартизации

Государственная система стандартизации ГСС – система правил и положений, определяющих порядок проведения работ по стандартизации РФ во всех отраслях народного хозяйства и на всех уровнях управления.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий руководство деятельностью Государственной метрологической службы, Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, Государственной службы стандартных справочных данных о физических

константах и свойствах веществ и материалов, Государственной службы стандартных образцов состава и свойства веществ и материалов.

Технический регламент – документ, принятые международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации. В нем устанавливаются обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

Содержание и применение технических регламентов

Технические регламенты устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие:

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

В технические регламенты должны (могут) включаться:

- требования, обеспечивающие указанные выше безопасности;
- требования, обеспечивающие единство измерений;
- правила идентификации объекта регулирования;
- правила и формы оценки соответствия;
- предельные сроки оценки соответствия каждого объекта регулирования;
- требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Цели принятия технических регламентов:

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

В других целях принятие технических регламентов не допускается.

В технических регламентах должны содержаться следующие сведения:

- перечень продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отношении которых устанавливаются

требования;

- правила идентификации объекта технического регулирования для целей применения технического регламента;

Кроме того могут содержаться:

- правила и формы оценки соответствия (в том числе схемы подтверждения соответствия), определяемые с учетом степени риска;

- предельные сроки оценки соответствия в отношении каждого объекта технического регулирования;

- требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Не включенные в технические регламенты требования не могут носить обязательный характер.

Технический регламент должен содержать требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, но не должен содержать требования к конструкции и исполнению, за исключением тех случаев, когда из-за отсутствия требований к конструкции и исполнению с учетом степени риска причинения вреда не обеспечивается достижение целей принятия технического регламента.

Также в технических регламентах с учетом степени риска причинения вреда могут содержаться специальные требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, правилам и формам оценки соответствия, правила идентификации, требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения, обеспечивающие защиту отдельных категорий граждан (несовершеннолетних, беременных женщин, кормящих матерей, инвалидов).

Технические регламенты устанавливают также минимально необходимые ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры в отношении продукции, происходящей из отдельных стран и (или) мест, в том числе ограничения ввоза, использования, хранения, перевозки, реализации и утилизации, обеспечивающие биологическую безопасность (независимо от способов обеспечения безопасности, использованных изготовителем).

Виды технических регламентов

В Российской Федерации действуют:

- общие технические регламенты;

- специальные технические регламенты.

Обязательные требования к отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации определяются совокупностью требований общих технических регламентов и специальных технических регламентов.

Требования общего технического регламента обязательны для применения и соблюдения в отношении любых видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Требования общего технического регламента обязательны для применения и соблюдения в отношении любых видов продукции, процессов производства,

эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Общие технические регламенты принимаются по вопросам: безопасной эксплуатации и утилизации машин и оборудования; безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий; пожарной безопасности; биологической безопасности; электромагнитной совместимости; экологической безопасности; ядерной и радиационной безопасности.

Специальные технические регламенты устанавливают требования только к тем отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отношении которых цели, определенные настоящим Федеральным законом для принятия технических регламентов, не обеспечиваются требованиями общих технических регламентов. Специальные технические регламенты устанавливают требования только к тем отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, степень риска причинения вреда которыми выше степени риска причинения вреда, учтенной общим техническим регламентом.

Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технического регламента

Правовой формой принятия технических регламентов является федеральный закон. В качестве разработчика проекта технического регламента может выступать любое физическое или юридическое лицо.

Основные этапы разработки технических регламентов:

- сбор заявок на разработку технического регламента. Заявителями могут выступать государственные органы и организации, общественные объединения, научно-технические общества, предприятия, фирмы, предприниматели;
- организационная работа федерального агентства по техническому регулированию и метрологии;
- разработка проекта в первой редакции с учетом необходимого соответствия законодательству РФ, международным правилам и нормам, национальным стандартам зарубежных стран;
- опубликование уведомления о разработку технического регламента в печатном издании федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и в информационной системе общего пользования в электронно-цифровой форме;
- публичное обсуждение проекта;
- получение отзывов о проекте;
- анализ полученных отзывов;
- доработка проекта технического регламента с учетом полученных в письменной форме замечаний заинтересованных лиц;
- проведение публичного обсуждения проекта технического регламента;
- принятие проекта в первом чтении;
- составления перечня полученных в письменной форме замечаний заинтересованных лиц с кратким изложением содержания данных замечаний и

результатов их обсуждения;

- проведение экспертизы проекта технического регламента экспертной комиссией по техническому регулированию;
- принятие проекта во втором чтении.

Внесенный в Государственную Думу проект федерального закона о техническом регламенте дважды перед первым и вторым чтением направляется Государственной Думой в Правительство. На проект закона о техническом регламенте Правительство направляет в Государственную Думу отзыв, подготовленный с учетом заключения экспертной комиссии по техническому регулированию. Внесение изменений и дополнений в технический регламент или его отмена осуществляются в том же порядке.

16.5 Государственная система стандартизации

Для усиления роли стандартизации в научно-техническом прогрессе, повышения качества продукции и экономичности ее производства разработана *Государственная система стандартизации (ГСС)* – представляет совокупность организационно-технических, правовых и экономических мер, осуществляемых под управлением федерального органа исполнительной власти по стандартизации и направленных на разработку и применение нормативных документов в области стандартизации с целью защиты потребителей и государства.

Т.о. государственная система стандартизации Российской Федерации есть комплекс взаимоувязанных правил и положений, определяющих цели и задачи стандартизации, структуру органов и служб стандартизации, их права и обязанности, организацию и методику проведения работ по стандартизации во всех отраслях народного хозяйства РФ, порядок разработки, оформления, согласования, утверждения, издания, внедрения стандартов и другой нормативно-технической документации, а также контроля за их внедрением и соблюдением.

ГСС определяет организационные, методические и практические основы стандартизации во всех звеньях промышленности, науки, производства.

Основополагающими стандартами в комплексе государственных стандартов ГСС являются: ГОСТ Р 1.0-92 «ГСС РФ Основные положения»; ГОСТ Р 1.2-92 «ГСС РФ Порядок разработки государственных стандартов»; ГОСТ Р 1.4-93 «ГСС РФ Стандарты отраслей, стандарты предприятий, стандарты научно-технических инженерных обществ и других общественных организаций»; ГОСТ Р 1.5-92 «ГСС РФ Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов».

С принятием Федерального закона «О техническом регулировании» началось реформирование ГСС, в котором можно выделить три этапа:

1 этап – начальный до 2002 года, состояние ГСС, функционирующей с 1992 г.

2 этап – переходный 2003-2010 гг. – преобразование ГСС в национальную систему стандартизации НСС с изменением правового статуса системы с государственного на добровольный.

3 этап – окончание формирования национальной системы стандартизации – системы, возглавляемой негосударственной организацией и базирующейся на национальных стандартах только добровольного применения.

1. Начальный этап. ГСС РФ начала формироваться в 1992 году, в связи со становлением государственной самостоятельности России. Основой ГСС являлся фонд законов, подзаконных актов, нормативных документов по стандартизации. Этот фонд представлял систему из четырех уровней:

1) *1-ый уровень* - техническое законодательство – основой являлся закон «О стандартизации»;

2) Нормативные документы *2-го уровня* представлены – ГОСТ Р; межгосударственными стандартами; ГОСТ бывшего СССР; правила, нормы, рекомендации по стандартизации; общероссийские классификаторы. По состоянию на 1.01.03 федеральный фонд составил более 23 тыс. государственных стандартов (ГОСТ, ГОСТ Р).

3) Нормативные документы *3-го уровня* представлены стандартами, сфера применения которых ограничена определенной отраслью народного хозяйства – отраслевые стандарты ОСТ, или сферой деятельности – стандарты научно-технических и инженерных обществ СТО. Категория ОСТ введена в 1960-е годы, и поэтому их фонд является достаточно обширным – около 32 тыс. Категория СТО впервые введена в 1992 году. Общие требования к ОСТ и СТО установлены ГОСТ Р 1.4-93 «ГСС. Стандарты отраслей, стандарты предприятий, стандарты научно-технических, инженерных и других общественных объединений. Общие положения».

4) Нормативные документы *4-го уровня* были представлены НД, сфера действия которых ограничена рамками организации (предприятия) – стандартами предприятий СТП, техническими условиями ТУ.

2. Переходный период. Госстандарт России выполняя функции национального органа по стандартизации принял 27.07.03 постановление № 63 о «Национальных стандартах РФ», в соответствии с которым:

- с 1 июля – дня вступления в силу ФЗ «ТР» признаны национальными действующие государственные и межгосударственные стандарты, введенные до 1 июля 2003 г. для применения в РФ,

- впредь до вступления в силу соответствующих технических регламентов действующие государственные и межгосударственные стандарты рекомендовано применять в добровольном порядке за исключением обязательных требований, обеспечивающих достижение целей законодательства РФ о техническом регулировании.

В новом ФЗ не предусмотрена такая категория, как стандарты отрасли. Это связано с двумя причинами: ликвидацией большинства отраслевых министерств и отсутствием этой категории документов в зарубежной практике. ОСТы будут трансформированы в национальные стандарты, а также стандарты ассоциаций, союзов и объединений предпринимателей, общественных организаций. Учитывая численность фонда ОСТов, указанное преобразование займет продолжительный период и на 20м этапе не потеряет практического значения.

3. Заключительный этап. К 2010 году действующая национальная система

окончательно приобретает форму и содержание, соответствующее идее, заложенной в ее организацию и зарубежной практике. Она будет возглавляться негосударственной организацией. В связи с окончанием формирования фонда ТР, запланированных на переходный период, национальные стандарты будут содержать только рекомендуемые требования.

Изменение статуса системы не означает, что государство не будет участвовать в деятельности национальной системы. Его регулирующая роль заложена в статьях 11-17 ФЗ «О ТР». В частности, она проявляется в регламентации целей и принципов стандартизации, задач национального органа РФ по стандартизации, правил разработки и утверждения национальных стандартов.

Установление двух категорий стандартов – «национальных стандартов» и «стандартов организаций» - определит существование двух систем исходя из сферы деятельности: национальной системы, действующей в общероссийском масштабе и включающей: национальные стандарты, правила, нормы и рекомендации в области стандартизации, общероссийские классификаторы; и локальной – действующей в рамках организации и базирующейся на стандартах организаций.

17 ОРГАНИЗАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

17.1 Российские организации по стандартизации

Руководство стандартизацией Федеральное агентство осуществляет непосредственно или через научно-исследовательские институты (например Всероссийский НИИ стандартизации, Всероссийский НИИ сертификации, Всероссийский НИИ метрологической службы и т.д.), конструкторское бюро, межобластные и областные центры стандартизации, метрологии и сертификации (ЦСМ) и ряд других.

Для проведения работ по действующим нормативным документам, а также разработки новых в рамках Госстандарта создаются технические комитеты по стандартизации.

Их основные функции:

- определение концепции развития метрологии, стандартизации, сертификации;
- составление проектов новых стандартов и обновление действующих;
- оказание научно-технической помощи организациям;
- гармонизация отечественных стандартов с международными.

Основы территориальных органов Госстандарта составляют региональные центры - например Тульский центр метрологии, стандартизации и сертификации.

На предприятиях организуется самостоятельный конструкторско-технологический или научно-исследовательский отдел (бюро) стандартизации, который подчиняется главному инженеру и выполняет все работы по стандартизации.

17.2 Международные организации по стандартизации

При разработке отечественных стандартов учитываются рекомендации международных организаций по стандартизации. Головной международной организацией в области стандартизации является *Международная организация по стандартизации - ИСО*.

Цель ИСО – содействие развитию стандартизации в мировом уровне для облегчения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности.

Для достижения цели ИСО:

- принимает меры по облегчению координации и унификации региональных стандартов;
- разрабатывает стандарты ИСО;
- способствует и облегчает разработку новых стандартов;
- организует обмен информации;
- сотрудничает с другими международными организациями.

Наиболее актуальные направления деятельности ИСО:

- установление более тесных связей деятельности организаций с рынком для выбора приоритетных разработок;
- поощрение создания новых стандартов для промышленности;
- забота о повышении качества деятельности по национальной стандартизации в развивающихся странах.

18 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

18.1 Принципы, определяющие организацию работ по стандартизации

Принцип системности. Технический прогресс и повышение требований к качеству выпускаемой продукции вызывают объективную необходимость системного подхода к процессу производства. Под *системой* понимают совокупность взаимосвязанных элементов, функционирование которых приводит к выполнению поставленной цели с максимальной эффективностью и минимальными затратами.

Системность – это рассмотрение каждого объекта как части системы. Например, бутылка как потребительская тара входит частью в транспортную тару – ящик, последний укладывается в контейнер, а контейнер помещается в транспортное средство.

Принцип обеспечения функциональной взаимосвязи стандартизируемых изделий - позволяет обеспечить взаимозаменяемость изделий по эксплуатационным показателям и является главным при комплексной и опережающей стандартизации, при стандартизации изделий, технических условий и т.д.

Научно-исследовательский принцип разработки стандартов. Для подготовки проектов стандартов и их успешного внедрения необходимо не только

обобщение практического опыта, но и проведение специальных теоретических, экспериментальных и опытно-практических работ.

Принцип прогрессивности и оптимизации стандартов. Показатели, нормы, характеристики и требования в стандартах должны соответствовать мировому уровню науки, техники и производства и учитывать тенденцию развития стандартизируемых объектов.

Взаимосвязка стандартов. При большом многообразии стандартов необходима их взаимная увязка, а также увязка терминов и определений в области стандартизации.

Принцип комплексности и оптимального ограничения. При разработке стандартов необходимо учитывать все основные элементы, влияющие на конечный объект стандартизации. Для уменьшения трудоемкости элементы, незначительно влияющие на основной объект не учитываются. Требования к элементу определяются исходя из требований к основному объекту стандартизации. Для создания условий получения качественной продукции необходима система стандартов, охватывающая все ее жизненные циклы.

Принцип минимального удельного расхода материалов. При стандартизации заготовок и изделий экономия материала можно получать за счет использования рациональных конструктивных схем и компоновок машин, совершенствования методов расчета деталей на прочность, применение экономичных профилей и т.д.

Принцип предпочтительности и параметрические ряды.

Продукция определенного назначения, принципа действия и конструкции – т.е. продукция определенного типа, характеризуется рядом параметров. *Параметр продукции* – это количественная характеристика ее свойств. Набор установленных значений параметров называется *параметрическим рядом*. Разновидностью параметрического ряда является *размерный ряд*.

Обычно типоразмеры деталей, ряды допусков, посадок и другие параметры стандартизируют одновременно для многих отраслей промышленности, поэтому такие стандарты охватывают большой диапазон значений параметров. Чтобы повысить уровень взаимозаменяемости, уменьшить номенклатуру изделий и типоразмеров, удешевить продукцию применяют принцип предпочтительности. Согласно этому принципу устанавливают несколько рядов (например, три) значений стандартизируемых параметров с тем, чтобы при их выборе первый ряд предпочитать второму, второй – третьему.

Процесс стандартизации параметрических рядов заключается в выборе и обосновании целесообразной номенклатуры и численного значения параметров. Решается эта задача с помощью математических методов.

При создании, например, размерных рядов обуви или одежды производят антропометрические измерения большого числа мужчин и женщин различных возрастных групп, проживающих в разных районах страны с последующей обработкой результатов методами математической статистики.

Параметрические ряды машин, приборов, тары рекомендуется строить согласно системе предпочтительных чисел – набору последовательных чисел, изменяющихся в геометрической прогрессии, т.е. выбирать только те значения

параметров, которые подчиняются строго определенной математической зависимости, а не любые значения, полученные, например, в результате расчетов.

Основным стандартом в этой области является ГОСТ 8032-84 «Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел». Данным стандартом устанавливаются числа и ряды предпочтительных чисел, которые должны применяться при установлении градаций и отдельных значений параметров технических объектов (продукции, технологических процессов и т.д.), а также ряды чисел, применяемые в случаях. Когда использование рядов предпочтительных чисел невозможно или нецелесообразно. Стандарт не распространяется на параметры технических объектов, естественная закономерность изменения значений которых отличается от закономерностей образования ГОСТ 8032.

В основу получения предпочтительных чисел положена геометрическая прогрессия, i -ый член которой $q_i = \pm 10^{\frac{i}{R}}$. Знаменатель такой прогрессии $Q = \sqrt[R]{10}$, где $R = 5, 10, 20, 40, 80, 160$, а i принимает целые значения в интервале от 0 до R . Значение R определяет число членов прогрессии в одном десятичном интервале. Предпочтительные числа представляют собой округленные значения членов данной прогрессии.

ГОСТ 8032 предусматривает четыре основных ряда предпочтительных чисел:

1-й ряд – R5 – 1,00; 1,60; 2,50; 4,00; 6,30; 10,00... имеет знаменатель прогрессии $\sqrt[5]{10} \approx 1,6$;

2-й ряд – R10 – 1,00; 1,25; 1,60; 2,00; 2,50;... имеет знаменатель прогрессии $\sqrt[10]{10} \approx 1,25$;

3-й ряд – R20 – 1,00; 1,12; 1,25; 1,40; 1,60;... имеет знаменатель прогрессии $\sqrt[20]{10} \approx 1,12$;

4-й ряд – R40 – 1,00; 1,06; 1,12; 1,18; 1,25;... имеет знаменатель прогрессии $\sqrt[40]{10} \approx 1,06$.

Ряды предпочтительных чисел R80 и R160 являются дополнительными.

При выборе того или иного ряда нужно стремиться учитывать интересы не только потребителей продукции, но и ее изготовителей. Частота параметрического ряда должна быть оптимальной, технически и экономически обоснованна: слишком «густой» ряд позволяет максимально удовлетворить нужды потребителей, но номенклатура продукции увеличивается, что приводит к большим производственным затратам, ряд с большим значением Q приводит к увеличению габаритов конструкций, металлоемкости, и т.д.

Из предпочтительных чисел можно составить выборочные ряды, отбирая, например, каждые вторые, третьи или n -е члены основного или дополнительного ряда, начиная с любого ее члена.

Применение системы предпочтительных чисел позволяет не только унифицировать параметры продукции определенного типа, но и увязать по параметрам продукцию различных видов – детали, технологическое оборудование, транспортные средства. Например, практика показала, что параметрические ряды деталей и узлов должны базироваться на параметрических

рядах машин и оборудования: ряду параметров машин по R5 должен соответствовать ряд размеров деталей по R10, ряду параметров машин по R10 – ряд размеров деталей по R20 и т.д.

18.2 Методы стандартизации

Стандартизация является не только видом деятельности, но и комплексом методов, необходимых для установления оптимального решения повторяющихся задач и узаконивания его в качестве норм и правил.

Метод стандартизации – это прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации.

Основные работы, выполняемые при стандартизации это:

- **упорядочение объектов стандартизации**
- **унификация продукции**
- **агрегатирование**
- **комплексная стандартизация**
- **опережающая стандартизация.**

Упорядочение связано прежде всего с сокращением многообразия. Результатом работ по упорядочению является, например, ограничительные перечни комплектующих изделий, альбомы типовых конструкций изделий, типовые формы документов.

Упорядочение состоит из отдельных методов

- *систематизация,*
- *кодирование и классификации,*
- *селекция,*
- *симплификация,*
- *типизация,*
- *оптимизация.*

Систематизация объектов, явлений или понятий имеет цель расположить их в определенном порядке и последовательности, образующей четкую систему, удобную для пользования. Наиболее простой формой систематизации является алфавитная система расположения объектов, применяемая, например, в справочниках. Применяют также порядковую нумерацию систематизируемых объектов или расположение их в хронологической последовательности – например Госстандарт регистрирует ГОСТы по порядку номеров.

Кодирование представляет собой образование по определенным правилам и присвоение кодов объекту или группе объектов, позволяющее заменить несколькими знаками наименование этих объектов. С помощью кодов обеспечивается идентификация объектов максимально коротким способом, т.е. с помощью минимального числа знаков.

Кодовое обозначение характеризуется:

- 1) алфавитом кода;
- 2) структурой кода;
- 3) числом знаков - длиной кода;
- 4) методом кодирования.

Алфавит кода представляет собой систему знаков (символов), составленных в определенном порядке, куда могут входить цифры, буквы и другие знаки. Коды могут быть цифровые, буквенные и буквенно-цифровые. Наибольшее распространение в отечественной и зарубежной практике находят цифровые коды.

Структура кода представляет собой графическое изображение последовательности расположения знаков кода и соответствующие этим знакам наименования уровней. Структура кода Общероссийского классификатора продукции представлена на рисунке 98.

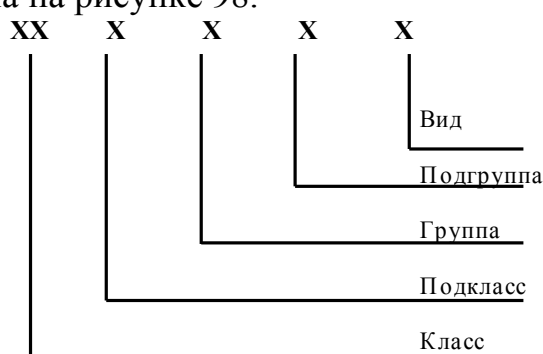


Рис.98- Структура кода Общероссийского классификатора продукции

Число знаков в коде определяется его структурой и зависит от количества объектов, входящий в подмножества, образуемые на каждом уровне. Но при этом необходимо иметь в виду возможность появления новых объектов и предусматривать резервные коды.

Коды должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- однозначно идентифицировать объекты и/или группы объектов;
- иметь минимальное, но достаточное число знаков;
- иметь достаточный резерв для кодирования вновь возникающих объектов;
- быть удобными для использования человеком, а также для компьютерной обработке закодированной информации;
- обеспечивать возможность автоматического контроля ошибок.

Классификация - это разделение множества объектов на классификационные группы по сходству или различию на основе определенных признаков в соответствии с принятыми правилами. Порядок проведения работ по классификации и кодированию информации регламентирован комплексом государственных стандартов – Единой системой классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК ТЭИ).

По ЕСКК ТЭИ работы должны начинаться с постановки задачи по сбору, учету и анализу информации об объекте, технического задания на разработку классификатора.

Классификатор представляет собой документ, содержащий

систематизированный перечень кодов и наименований объектов классификации и классифицированных группировок, разработанный и утвержденный в установленном порядке, обязательный для применения на различных уровнях управления.

В зависимости от уровня утверждения и сферы применения разрабатываются классификаторы следующих категорий:

- *общероссийский* (например - Общероссийский классификатор отраслей народного хозяйства - ОКОНХ, Общероссийский классификатор предприятий и организаций - ОКПО, Общероссийский классификатор стандартов - ОКС, Общероссийский классификатор единиц измерения - ОКЕИ);
- *отраслевые*;
- *предприятий (объединений, организаций и т.д.)*.

По статусу утверждения и области применения классификаторы приравниваются соответственно к государственным, отраслевым и стандартам предприятия.

Общероссийские классификаторы утверждает Госстандарт России и их применение является обязательным на уровне государственного управления и межотраслевого сотрудничества. Отраслевые классификаторы действуют в рамках утвердившей их отрасли. В качестве классификаторов предприятий могут служить выборки их общероссийских и отраслевых классификаторов.

Селекция объектов стандартизации – деятельность, заключающаяся в отборе таких конкретных объектов, которые признаются целесообразными для дальнейшего применения и производства.

Симплификация - это форма стандартизации, цель которой уменьшить число типов изделий до числа, достаточного для удовлетворения существующих в данное время потребностей. При симплификации обычно исключают разновидности изделий, их составных частей и деталей, которые не являются необходимыми. В объекты симплификации не вносят какие-либо технические усовершенствования.

Процессы селекции и симплификации осуществляются параллельно. Им предшествует классификация и ранжирование объектов и специальный анализ перспективности и сопоставления объектов с будущими потребностями.

Типизация объектов стандартизации - разработка и установление типовых конструкций, правил, форм документации. Отобранные конкретные объекты могут подвергаться каким-либо техническим преобразованиям, направленным на повышение их качества и универсальности.

Оптимизация – заключается в нахождении оптимальных главных параметров (параметров назначения) и значений всех других показателей качества и экономичности. Оптимизацию объектов стандартизации осуществляют путем применения специальных экономико-математических методов и моделей оптимизации с целью достижения оптимальной степени упорядочения и

максимально возможной эффективности по выбранному критерию.

Унификация - это приведение объектов одинакового функционального назначения к единообразию по установленному признаку и рациональное сокращение числа этих объектов на основе данных об их эффективной применяемости. При унификации устанавливают минимально необходимое, но достаточное число типов, видов, типоразмеров, изделий, сборочных единиц и деталей, обладающих высоким показателем качества и полной взаимозаменяемостью.

По содержанию унификация подразделяется на:

- *внутриразмерную*, когда унификация охватывает все разновидности определенной машины - и базовую, и ее модификации;
- *межразмерную*, когда унифицируют не только модификации одной базовой модели, но и базовые модели машин разных размеров данного параметрического ряда;
- *межтиповую*, когда унификация распространяется на машины разных типов, входящий в различные параметрические ряды.

Эффективность работ по унификации определяется уровнем унификации.

Под **уровнем унификации** изделий понимают их насыщенность унифицированными частями. При этом унифицированной составной частью данной группы изделий может быть деталь, сборочная единица (узел, модуль) или другая составная часть двух или более изделий данной группы или комплекса. Показатели уровня унификации определяются *коэффициентами применяемости $K_{пр.}$, повторяемости K_n* .

Коэффициент применяемости показывает уровень применяемости составных частей, т.е. уровень использования во вновь разрабатываемых конструкциях деталей, узлов, механизмов, применявшихся ранее в аналоговых конструкциях. В различных отраслях его определяют с помощью дифференцированных показателей, таких как:

- показатель уровня унификации по числу типоразмеров определяется по формуле

$$K_{пр.т} = \frac{n - n_0}{n} 100,$$

где: n - общее число типоразмеров;

n_0 - число типоразмеров, разработанных впервые;

-показатель уровня унификации по составным частям изделия:

$$K_{пр.ч} = \frac{N - N_0}{N} 100,$$

где: N - общее число составных частей изделия;

N_0 - число оригинальных составных частей;

-показатель уровня унификации по стоимостному выражению:

$$K_{пр.т} = \frac{C - C_0}{C} 100,$$

где: C - стоимость общего числа составных частей изделия;

C_0 - стоимость числа оригинальных составных частей изделия.

Полную характеристику уровня унификации дает комплексный показатель

$$K_{\text{пр.к}} = \frac{A_{\text{у.в.}} C_{\text{у}} + A_{\text{у.т}}}{A_{\text{д.в.}} C_{\text{т}} + A_{\text{д.т.}} h} 100,$$

где: $C_{\text{у}}$ - средняя стоимость веса материалов унифицированных деталей;

$C_{\text{т}}$ - средняя стоимость веса материала изделия в целом;

h - средняя норма/час;

$A_{\text{у.в.}}$ - вес всех унифицированных деталей;

$A_{\text{у.т.}}$ - суммарная трудоемкость изготовления унифицированных деталей;

$A_{\text{д.в.}}$ - общий вес изделия;

$A_{\text{д.т.}}$ - полная трудоемкость изготовления изделия.

Коэффициент повторяемости составных частей в общем числе составных частей данного изделия характеризует уровень унификации и взаимозаменяемости составных частей изделий определенного типа:

$$K_{\text{п}} = \frac{N - n}{N - 1} 100,$$

где: N - общее число составных частей изделия;

n - число оригинальных типоразмеров.

Направления, виды и этапы проведения работ по унификации изделий устанавливает ГОСТ 23945.0-80 «Унификация изделий. Основные положения».

Агрегатирование - принцип создания машин, оборудования, приборов и других изделий из унифицированных стандартных агрегатов, устанавливаемых в изделия в различном числе и комбинациях. Эти агрегаты должны обладать полной взаимозаменяемостью по всем эксплуатационным показателям и присоединительным размерам. При этом стремятся из минимального числа типоразмеров автономных агрегатов создать максимальное число компоновок оборудования.

При **комплексной стандартизации (КС)** осуществляется целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимоувязанных требований как к самому объекту КС в целом и его основным элементам, так и к материальным и нематериальным факторам, влияющим на объект, в целях оптимального решения конкретной задачи. Применительно к продукции – это установление и применение взаимосвязанных требований к качеству готовых изделий, необходимого для их изготовления сырья, материалов и комплектующих, условий сохранения и потребления.

Т.о. сущность КС следует понимать как систематизацию, оптимизацию и увязку всех взаимодействующих факторов, обеспечивающих экономически оптимальный уровень качества продукции в требуемые сроки. КС позволяет создавать комплексы согласованных между собой нормативно-технических документов по стандартизации, регламентирующих нормы и требования к взаимосвязанным объектам стандартизации. Межотраслевые системы (комплексы) стандартов

Межотраслевые системы стандартов призваны устанавливать наиболее

эффективную последовательность организационных или технологических процедур в целях обеспечения поставленных целей.

Все межотраслевые стандарты можно условно разделить на три направления:

1. стандарты, обеспечивающие качество продукции (работ, услуг):
2. стандарты по управлению и информации;
3. стандарты социальной сферы.

Перечень систем межгосударственных и государственных стандартов

Наименование системы	Аббревиатура в обозн.	Шифр в обозначении	Категории стандартов
Государственная система стандартизации РФ	ГСС	1.	ГОСТ Р
Единая система конструкторской документации	ЕСКД	2.	ГОСТ
Единая система технологической документации	ЕСТД	3.	ГОСТ
Система показателей качества продукции	СПКП	4.	ГОСТ
Унифицированная система документации	УСД	6.	ГОСТ, ГОСТ Р
Система информационно-библиографической документации	СИБИД	7.	ГОСТ
Государственная система обеспечения единства измерений	ГСИ	8.	ГОСТ, ГОСТ Р
Единая система защиты от коррозии и старения	ЕСЗКС	9.	ГОСТ
Система стандартов безопасности труда	ССБТ	12.	ГОСТ, ГОСТ Р
Репрография	-	13.	ГОСТ, ГОСТ Р
Единая система технологической подготовки производства	ЕСТПП	14.	ГОСТ
Система разработки и постановки продукции на производство	СРПП	15.	ГОСТ, ГОСТ Р
Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов	-	17.	ГОСТ, ГОСТ Р
Единая система программных документов	ЕСПД	19.	ГОСТ
Система проектной документации по строительству	СПДС	21.	ГОСТ Р
Безопасность в чрезвычайных	-	22.	ГОСТ Р

ситуациях			
Расчеты и испытания на прочность	-	25.	ГОСТ
Надежность в технике	-	27.	ГОСТ
Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения	-	29.	ГОСТ
Информационная технология	-	34.	ГОСТ Р
Система сертификации ГОСТ Р	-	40.	ГОСТ Р
Система аккредитации в РФ	-	51.	ГОСТ Р

Пропуски между шифрами связаны с причинами:

- утрата практической значимости некоторых комплексов,
- наличием комплекса стандартов в военной технике.
- в обозначении ГОСТ и ГОСТ Р первые цифры с точкой – шифры, они определяют комплекс стандартов.

В настоящее время действуют межотраслевые системы стандартов, важнейшими среди которых являются следующие.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД), которая представляет собой комплекс межгосударственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения о порядке разработки, оформления и обращения конструкторской документации. К конструкторским документам относят графические (чертежи) и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки в эксплуатацию и ремонта. Системой устанавливаются также стадии разработки конструкторской документации и этапы выполнения работ в виде технического предложения, эскизного проекта, технического проекта и т.д. Установленные Единой системой конструкторской документации обязательные для предприятий правила, обеспечивают взаимный обмен конструкторскими документами без их переоформления, исключают их дублирование и обеспечивают стабильную комплектность, позволяют расширять унификацию при разработке новых проектов изделий, снижают трудоемкость конструкторских разработок и обеспечивают возможность автоматизации создания и обработки технических документов, а также содержащейся в них информации. В качестве примеров стандартов Единой системы конструкторской документации можно привести ГОСТ 2.001-93 «ЕСКД Общие положения», ГОСТ 2.109-73 «ЕСКД. Основные требования к чертежам», ГОСТ 2.320-82 «ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов» и др.

Единая система технологической документации (ЕСТД) регламентирует правила разработки технологической документации, применяемой для технологических процессов изготовления изделий или их составных частей. Документация на технологические процессы при серийном производстве, а также серийном ремонте выполняется в виде операционного описания в форме

соответствующих карт (маршрутных, технологического процесса, комплектовочных, операционных, технологической информации, технико-нормировочных, наладок и т.д.), которые полностью и однозначно определяют технологический процесс и его оснащение.

К стандартам Единой системы технологической документации в частности относятся ГОСТ 3.1001-81 «ЕСТД. Общие положения», ГОСТ 3.1129-93 «ЕСТД Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции», ГОСТ 3.1404-86 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием», ГОСТ 3.1502-85 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль», ГОСТ 3.1702-79 «ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием» и др.

Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) представляет собой комплекс межгосударственных стандартов, которые устанавливают порядок организации и управления процессом технологической подготовки производства на основе системного подхода к выбору методов и средств, обеспечивающих освоение и выпуск качественных изделий в минимальные сроки при минимальных трудовых и материальных затратах, организацию гибкого автоматизированного производства, его быструю переналадку на выпуск новых изделий. Таким образом технологическая подготовка производства сводится к совокупности регламентированных мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства, после осуществления которых на предприятии должно быть в наличии необходимое количество полных комплектов конструкторской и технологической документации и средств технологического и инструментального оснащения, требующихся для осуществления заданного объема выпуска продукции с установленными технико-экономическими показателями. Система разработки и постановки продукции на производство определяет функции заказчика и разработчика продукции в процессе разработки документации, освоения производства, изготовления и испытания продукции. Реализация стандартов этой системы гарантирует, что изготовленная продукция будет удовлетворять требованиям заказчика, обеспечивать возможность эффективного ее применения потребителем и возможность экспорта за границу.

Примерами стандартов Единой системы технологической подготовки производства являются, в частности, ГОСТ 14.004-83 «Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий», ГОСТ 17420-72 «ЕСТПП. Операция механической обработки резанием. Термины и определения», ГОСТ 14.201-83 «Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования», ГОСТ 14.206-73 «Технологический контроль конструкторской документации» и др.

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) содержит стандарты, регламентирующие основные правила, нормы и положения в области обеспечения единства измерений, порядок утверждения и

разработки эталонов физических единиц, требования к методикам и схемам поверки измерительных средств, их государственным испытаниям и аттестации, положения и требования к системам стандартных справочных данных и стандартных образцов. Важность этой межотраслевой системы подчеркивает тот факт, что готовность производства к выпуску продукции должна подтверждаться качеством и стабильностью выполнения технологических операций, которые устанавливаются в процессе контроля и квалификационных испытаний образцов продукции. Испытания должны подтвердить, что отклонения основных параметров продукции не выходят за допустимые пределы. Такое подтверждение может быть получено лишь на базе необходимого испытательного оборудования и средств контроля, дающих сопоставимые результаты.

Составной частью ГСИ являются отраслевые системы обеспечения единства измерений (ОСИ), которые устанавливают научные, технические и организационные основы и задачи метрологического обеспечения производства с учетом его особенностей. Отраслевые системы конкретизируют положения и требования стандартов ГСИ при разработке и создании оптимальных отраслевых и локальных поверочных схем, обеспечивающих децентрализованное воспроизведение и передачу размеров физических единиц физических величин от рабочих эталонов и исходных образцовых средств измерений, подчиненным образцам и рабочим средствам измерений. Отраслевая система обеспечения единства измерений регламентирует также основные структурные и функциональные принципы метрологических служб отрасли, предприятий, являющихся организационной основой метрологического обеспечения.

Особое место в ГСИ занимает Система государственного метрологического надзора, которая включает Госстандарт, его управления, региональные центры стандартизации и метрологии, а также специализированные структурные подразделения по надзору за состоянием средств измерений. При этом Государственный надзор осуществляется в форме государственных приемочных контрольных испытаний средств измерений, их государственной метрологической аттестации и поверки.

В качестве примеров стандартов Государственной системы обеспечения единства измерений можно привести следующие: ГОСТ 8.001-80 «ГСИ. Организация и порядок проведения государственных испытаний средств измерений», ГОСТ 8.010-90 «ГСИ. Методики выполнения измерений». ГОСТ 8.022-91 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений массы», ГОСТ 8.113-85 «ГСИ. Штангенциркули. Методика поверки» и др.

Опережающая стандартизация (ОС) - это стандартизация, заключающаяся в установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм, требований к объектам стандартизации, которые, согласно прогнозам, будут оптимальными в последующее время. опережение может относиться как к изделию в целом, так и к наиболее важным параметрам и показателям качества, методам и средствам производства, испытаний и т.д.

Стандарты не могут только фиксировать достигнутый уровень развития, т.к. из-за высоких темпов морального старения многих видов продукции они могут стать тормозом технического прогресса. Стандарты должны устанавливать перспективные показатели качества для продукции, производство которой еще не начато или находится в начальной стадии.

19 КАТЕГОРИИ И ВИДЫ СТАНДАРТОВ

19.1 Нормативные документы по стандартизации

Нормативный документ – документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

Термин «нормативный документ» является родовым, охватывающим такие понятия, как стандарты, правила, нормы, рекомендации, кодексы установившейся практики, общероссийские классификаторы.

Документирование – деятельность по установлению структуры и состава документации.

Регламент – документ, содержащий обязательные правовые нормы и принятый органом власти.

Классификатор – представляет собой документ, содержащий систематизированный перечень кодов и наименований объектов классификации и классифицированных группировок, разработанный и утвержденный в установленном порядке, обязательный для применения на различных уровнях управления.

В зависимости от уровня утверждения и сферы применения разрабатываются классификаторы следующих категорий:

- *общероссийский* (например - Общероссийский классификатор отраслей народного хозяйства - ОКОНХ, Общероссийский классификатор предприятий и организаций - ОКПО, Общероссийский классификатор стандартов - ОКС, Общероссийский классификатор единиц измерения - ОКЕИ);
- *отраслевые*;
- *предприятий (объединений, организаций и т.д.)*.

По статусу утверждения и области применения классификаторы приравниваются соответственно к государственным, отраслевым и стандартам предприятия.

Общероссийские классификаторы утверждает Госстандарт России и их применение является обязательным на уровне государственного управления и межотраслевого сотрудничества. Отраслевые классификаторы действуют в рамках утвердившей их отрасли. В качестве классификаторов предприятий могут служить выборки их общероссийских и отраслевых классификаторов.

Правила – документ, устанавливающий обязательные для применения организационно-технические и/или общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ.

Норма – положение, устанавливающее количественные или качественные

критерии, которые должны быть удовлетворены.

Кодекс установившийся практики – документ, рекомендуемый практические правила или процедуры проектирования, изготовления, монтажа, технического обслуживания или эксплуатации, оборудования конструкций или изделий. Этот документ может быть стандартом, частью стандарта или самостоятельным документом.

Рекомендации – нормативный документ, содержащий добровольные для применения организационно-технические или общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ, а также правила выполнения этих работ.

19.2 Категории стандартов

Согласно закону «О защите прав потребителей» в понятие «*стандарт*» входят – государственные стандарты, санитарные нормы и правила, строительные нормы и правила, государственные образовательные стандарты, которые устанавливают в соответствии с законом обязательные требования к качеству товаров (работ, услуг).

Все стандарты можно разделить исходя из сферы действия.

Категория стандарта – есть статус стандарта в зависимости от сферы действия.

Стандарты можно разделить на:

- **Государственный стандарт РФ (ГОСТ Р),**
- **Межгосударственный стандарт (ГОСТ),**
- **Стандарты отраслей (ОСТ),**
- **Стандарт общественного объединения (СТО),**
- **Стандарт предприятия,**
- **Международный стандарт**

Государственный стандарт РФ – ГОСТ Р – национальный стандарт, принятый федеральным органом исполнительной власти по стандартизации

К объектам государственных стандартов относят:

1. *организационно-методические и общетехнические объекты межотраслевого применения*, например положения, обеспечивающие техническое единство при разработке, производстве, эксплуатации продукции, общие правила обеспечения качества продукции, правила оформления документации, организация работ по стандартизации и сертификации, метрологические правила и нормы и др.
2. *продукцию, работы и услуги, имеющие межотраслевое значение.*

При стандартизации продукции (услуг) в государственные стандарты включают требования к качеству продукции (услуг), обеспечивающие безопасность для жизни, здоровья, имущества, охрану окружающей среды, совместимость и взаимозаменяемость; методы контроля соответствия обязательным требованиям; методы маркировки как средство информации о выполнении обязательных требований и правилах безопасного использования продукции.

ГОСТ Р устанавливают на продукцию массового и крупносерийного производства, изделия, прошедшие государственную аттестацию. Экспортные товары, на нормы, правила, требования, понятия, обозначения и другие объекты, которые необходимы для обеспечения оптимального качества продукции, единства и взаимосвязи различных отраслей науки, техники, производства.

Государственные стандарты (ГОСТ Р) обязательны для всех предприятий, организаций и учреждений страны, граждан, министерств, ведомств, органов государственного и местного управления.

Разработку ГОСТ Р осуществляют технические комитеты по стандартизации, руководствуясь действующим законодательством РФ.

ГОСТ Р утверждается Госстандартом России (Госстроем России). Срок его действия, как правило, не устанавливается. После утверждения ему присваивается индекс ГОСТ Р, номер стандарта и две последние цифры года утверждения - ГОСТ Р 248-99.

ГОСТ Р имеет статус закона и обязателен к применению на всей территории РФ.

Межгосударственные стандарты (ГОСТ). Представителями бывшего СССР 13.03.1992 г. было подписано Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации. Согласно этому документу действующие ГОСТы были признаны в качестве межгосударственных стандартов, применяются и сейчас на территории РФ и присоединившихся к ней государств без переоформления с введением их в действие постановлением Госстандарта.

На межправительственном уровне был создан Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации МГС, в результате деятельности которого сохранены существовавшие в СССР фонды нормативных документов и эталонная база – около 25тыс. государственных, 35 классификаторов, 140 метрологических.

Межгосударственные стандарты и изменения к ним применяются по решению МГС, заседания которого проходят 2 раза в год.

Стандарты отраслей (ОСТ) – разрабатываются применительно к продукции, работам и услугам отраслевого значения в случаях, когда на объекты стандартизации отсутствуют государственные стандарты РФ или при необходимости установления требований, превышающих требования ГОСТ РФ (требования ОСТ не должны противоречить обязательным требованиям государственных стандартов). ОСТ используют все предприятия и организации данной отрасли (например, станкостроительной, автотракторной и т.д.), а также предприятия и организации, разрабатывающие, изготавливающие и применяющие изделия данной отрасли. Иные субъекты хозяйственной деятельности применяют ОСТы на добровольной основе.

ОСТ утверждается министерством (ведомством), являющимся ведущим в производстве данного вида продукции. После утверждения им присваивается индекс ОСТ, цифровой код отрасли, точка, номер стандарта и две последние цифры года утверждения (пересмотра) - ОСТ 3.348-98.

Стандарты общественных объединений, научно-технических и инженерных обществ (СТО) разрабатывают и утверждают, как правило, на принципиально новые виды продукции, услуг или процессов, передовые методы контроля, измерений, испытаний, анализа, а также на нетрадиционные технологии и принципы управления производством.

Необходимость применения СТО субъекты хозяйственной деятельности определяют самостоятельно и несут за это ответственность.

СТО подлежит согласованию с соответствующими надзорными органами, если устанавливаемые в них положения затрагивают безопасность людей, имущества и окружающей среды.

Требования СТО должны быть не ниже уровня обязательных требований государственных стандартов.

Обозначение состоит из индекса СТО, аббревиатуры общества, регистрационного номера, тире, две последние цифры года утверждения – СТО РосГео 15-017-2000 (Российское геологическое общество)

Стандарты предприятий (СТП) разрабатывают и утверждают предприятия и объединения на создаваемые и применяемые только на данном предприятии продукцию, процессы и услуги. Им присваивается индекс СТП, цифровой код предприятия, цеха, отдела, объекта стандартизации и две последние цифры года утверждения - СТП 0005-48-553-44-92. СТП не распространяются на поставляемую продукцию и государственной регистрации не подлежат.

Технические условия (ТУ) – имеют статус и технического и нормативного документа. Несмотря на то, что в ФЗ «О техническом регулировании» ТУ не представлены как документы по стандартизации, этот вид документов востребован отечественной практикой, и на сегодняшний день фонд ТУ насчитывает около 120 тыс. единиц.

ТУ могут выполнять роль нормативного документа, только в том случае, когда на них делаются ссылки в договорах или контрактах.

В соответствии с ГОСТ 2.114 ТУ разрабатывают: на одно конкретное вещество, изделие, материал и т.д., или на группу изделий, материалов и т.д.

ТУ разрабатываются предприятием-изготовителем в тех случаях, когда отсутствует соответствующий ГОСТ на технические условия, или когда изготовитель намерен выпустить продукцию с более высокими качественными показателями, чем те, которые заложены в соответствующем стандарте. В отличие от стандартов они разрабатываются в более короткие сроки, что позволяет оперативно организовать выпуск новой продукции

Главное требование к ТУ – недопущение снижений требований (по сравнению со стандартом) к безопасности продукции, а также отсутствие противоречий с государственными стандартами, распространяющимся на данную продукцию.

ТУ применяют на территории РФ в соответствии с договорными обязательствами и лицензиями на право производства и реализации продукции и услуг.

ТУ утверждает предприятие изготовитель и присваивает ему обозначение по следующей структуре: индекс ТУ, четырехразрядный код по Общероссийскому классификатору продукции разделенным тире трехразрядного регистрационного номера, восьмиразрядного кода предприятия по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций и двух последних цифр года утверждения документа - ТУ 4521-164-34267369-99. После утверждения ТУ подлежат государственной учетной регистрации.

Международный стандарт (ИСО) разрабатывает и выпускает международная организация по стандартизации. На основе ИСО создаются национальные стандарты, их используют для международных экономических связей.

После утверждения международному стандарту присваивается индекс, номер стандарта и год утверждения - ИСО/Р 1989.

Стандарты имеют юридический статус закона на соответствующих уровнях управления.

19.3 Применение международных и региональных стандартов в отечественной практике

В качестве основы при разработке технических регламентов и национальных стандартов Соглашением по техническим барьерам в торговле предусмотрено полное или частичное использование международных стандартов.

Существует три варианта применения в РФ международных и национальных стандартов других стран в зависимости от степени использования международного документа и формы его представления.

1. *Прямой метод или метод обложки* – представляет принятие государственного стандарта, представляющего аутентичный (т.е. текст документа, официально признанный равнозначным другому тексту, но составленному на другом языке) текст на русском языке соответствующего международного документа. При этом обозначение состоит из индекса ГОСТ Р, обозначение соответствующего международного стандарта, без указания года его принятия, тире, две последние цифры года утверждения ГОСТ Р. Пример: ГОСТ Р ИСО 9001-2000.
2. *Прямой с дополнениями* – принятие государственного стандарта, представляющего аутентичный текст на русском языке соответствующего документа с дополнительными требованиями, отражающими специфику потребностей России. Обозначение состоит – ГОСТ Р порядковый номер, год утверждения, в скобках международный стандарт. Пример: ГОСТ Р 50231-92 (ИСО 7173-89).
3. *Принятие ОСТ, СТП, СТО на основе международного стандарта до принятия их в качестве государственного* – т.е. локальное использование стандарта отраслью, предприятием, в случае неподготовленности органов или субъектов РФ к применению международного стандарта.

Все остальные варианты можно квалифицировать как использование МС в качестве источников исходной информации.

19.4 Виды стандартов

В России действует несколько видов стандартов, которые отличаются спецификой объекта стандартизации:

- *стандарты основополагающие;*
- *стандарты на продукцию, услуги;*
- *стандарты на работы (процессы);*
- *стандарты на методы контроля, измерений, испытаний, анализа и др.*

Стандарты основополагающие разрабатывают с целью содействия взаимопонимания, технического единства и взаимосвязи деятельности в различных областях науки, техники и производства. Этот вид стандартов устанавливает такие организационные принципы и положения, требования, правила и нормы, которые рассматриваются как общие для этих сфер и должны способствовать выполнению целей, общих как для науки, так и для производства. Они обеспечивают их взаимодействие при разработке, создании и эксплуатации продукта или услуг таким образом, чтобы выполнялись требования по охране окружающей среды, безопасности продукта или процесса для жизни, здоровья и имущества человека, ресурсосбережения и т.д.

Примеров основополагающих стандартов могут быть комплексные стандарты ЕСКД, ЕСДП, ЕСТД.

Стандарты на продукцию, услуги устанавливают требования к группам однородной продукции (услуг) или к конкретной продукции (услугам).

Примером могут быть:

- стандарты общих технических требований;
- стандарты параметров и (или) размеров;
- стандарты типов конструкции, размера, марки, сортамента;
- стандарты правил приемки и т.д.

Стандарты общих технических требований регламентируют общие для группы однородной продукции нормы и требования, обеспечивающие оптимальный уровень качества, который должен быть заложен при проектировании и задан при изготовлении конкретных видов продукции.

В зависимости от вида и назначения продукции могут устанавливаться требования к ее физико-механическим свойствам; надежности и долговечности; технической эстетике (окраске, отделке...), исходным материалам и т.д.

Стандарты общих технических требований включают разделы:

- классификация, основные параметры или размеры;
- общие требования к параметрам качества, которые являются обязательными и подлежат контролю;
- требования к упаковке, маркировке, безопасности;
- требования охраны окружающей среды;

- правила приемки продукции;
- правила транспортирования и хранения;
- правила эксплуатации, ремонта и утилизации.

Стандарты параметров и (или) размеров устанавливают параметрические или размерные ряды продукции по основным потребительским или эксплуатационным характеристикам на базе которых должна проектироваться продукция конкретных типов, моделей, марок.

Стандарты типов конструкции, размера, марки, сортамента определяют конструктивные исполнения и основные размеры группы изделий, номенклатуру марок и химический состав материала и сырья, регламентируют геометрические формы и размеры продукции.

Стандарты правил приемки регламентируют порядок приемки определенной группы или вида продукции для обеспечения единства требований при приемке продукции по качеству и количеству.

Стандарты правил маркировки, упаковки, транспортирования и хранения нормируют требования к потребительской маркировке продукции с целью информации потребителя об основных характеристиках продукции, упаковке и т.п.

Стандарты правил эксплуатации и ремонта устанавливают общие правила, обеспечивающие в заданных условиях работоспособность изделия и гарантирующие их эксплуатацию.

Стандарты на процессы устанавливают требования к конкретным процессам, которые осуществляются на разных стадиях жизненного цикла продукции.

Стандарты этой группы включают следующие нормативы:

- требования к методам автоматизированного проектирования продукции;
- схемы технологического процесса изготовления продукции;
- требования к технологическим режимам и влияющим на них факторам;
- правила потребления(эксплуатации);
- общие требования к хранению, транспортированию, ремонту и утилизации;
- требования безопасности для жизни и здоровья людей и т.д.

Особое место занимают экологические требования.

Стандартизации подлежат предельно допустимые нормы различного рода воздействий технологий на окружающую среду. Эти воздействия могут носить химический(выброс вредных химикатов), физический (радиационное излучение), биологический (заражение микроорганизмами), механический (разрушение) характер, опасный в экологическом отношении.

Экологические требования включают:

- условия применения определенных материалов и сырья, потенциально вредных для окружающей среды;
- параметры эффективности работы очистного оборудования;
- правила аварийных выбросов;
- предельно допустимые нормы сбросов загрязняющих веществ.

Стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа) должны в первую очередь обеспечивать всестороннюю проверку всех обязательных требований к качеству продукции (услуги). Стандарты этой группы устанавливают порядок отбора проб (образцов) для испытаний, методы испытаний (контроля, анализа, измерения) потребительских или эксплуатационных характеристик определенной группы продукции с целью обеспечения единства оценки показателей качества.

Стандарты на методы контроля рекомендуют применять такие методики контроля, испытаний, измерений, анализа, которые бы в наибольшей степени обеспечивали объективность оценки обязательных требований к качеству продукции.

Стандарт обычно рекомендует несколько методик контроля, испытания, анализа применительно к одному показателю качества продукции. Это нужно из-за того, что не всегда все методики полностью взаимозаменяемы и одна из методик при необходимости может быть выбрана в качестве арбитражной. Стандарт приводит четкую рекомендацию по условиям выбора того или иного метода, либо данные по их отличительным характеристикам.

20 ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ СТАНДАРТОВ

20.1 Порядок разработки международных стандартов

Порядок разработки международных стандартов, функции органов ИСО и их секретариатов определены в Директивах по технической работе ИСО, утвержденных Советом ИСО.

Процедура разработки международных стандартов осуществляется в следующей последовательности:

1) Рассмотрение предложения о включении в программу работ данного технического комитета разработки стандарта ИСО.

В случае принятия предложения приступают к разработке рабочего проекта документа. Проекты документов разрабатывают рабочие группы, состоящие из специалистов заинтересованных стран или рабочий проект может быть представлен на рассмотрение ТК отдельной страной. В случае общего согласия проект представляется в Центральный секретариат ИСО для регистрации.

2) Проект предложения рассылается всем активным членам для внесения замечаний и на заседании ТК рассматривается содержание представленного документа. Таких рассмотрений может быть не более трех.

3) По достижении общего согласия проект предложения направляется на голосование в комитеты-члены ИСО, т.е. национальные организации по стандартизации, участвующие в работе ИСО страны.

4) Проект международного стандарта принимается, если за него проголосовало большинство всех активных членов данного ТК или не менее 75% членов, участвующих в голосовании.

5) Издание международного стандарта осуществляется Центральным

секретариатом ИСО.

20.1.1 Порядок разработки государственных стандартов.

Основные положения

Разработку ГОСТ РФ осуществляют технические комитеты по стандартизации (ТК), а также предприятия, общественные объединения в соответствии с заданиями планов государственной стандартизации РФ, программ (планов) работ ТК и договоров на разработку стандартов или в инициативном порядке.

При разработке стандартов следует руководствоваться законодательством РФ, государственными стандартами государственной системы стандартизации РФ и другими нормативными документами по стандартизации.

При разработке стандартов используют научно-технические результаты научно-исследовательских, опытно-конструкторских, опытно-технологических и т.д. работ, стандарты других стран и иную информацию о современных достижениях отечественной и зарубежной науки, техники и технологии.

Предусматривают, как правило, следующий порядок разработки стандартов:

1-я стадия – организация разработки стандарта;

2-я стадия - разработка проекта стандарта (первая редакция);

3-я стадия – разработка проекта стандарта (окончательная редакция) и представление его для принятия;

4-я стадия – принятие и государственная регистрация стандарта;

5-я стадия – издание стандарта.

1 Стадия: Организация разработки стандарта

Разработке стандартов предшествует подготовка и представление заявок на разработку стандартов в ТК.

В качестве исходного материала к заявке может быть приложен проект стандарта, подготовленный заявителем.

Заявки могут представлять ТК, научно-технические, инженерные общества и другие общественные объединения, государственные органы управления РФ, предприятия и предприниматели.

ТК определяет подкомитет (ПК), в котором будут разрабатывать стандарт, рабочую группу или предприятие, сроки выполнения работ по стадиям разработки.

2 Стадия: Разработка проекта стандарта (первая редакция)

Рабочая группа (предприятие) готовит проект стандарта и пояснительную записку (ПЗ).

В пояснительной записке приводят:

- основание для разработки стандарта с указанием соответствующего документа;

- краткую характеристику объекта стандартизации;
- сведения о соответствии проекта стандарта законодательству РФ, международным, региональным стандартам. Правилам, нормам и рекомендациям по стандартизации;
- сведения о патентной чистоте стандарта;
- сведения о взаимосвязи проекта стандарта с другими нормативными документами;
- сведения о рассылке на отзыв и опубликовании аннотации , обобщенную характеристику замечаний и предложений;
- сведения о согласовании (если оно проводилось);
- источники информации.

ТК (ПК) проверяет проект стандарта на соответствие условиям договора на разработку стандарта, требованиям законодательства и т.д. и направляет его (вместе с ПЗ) членам ТК (ПК).

Члены ТК (ПК) рассматривают проект стандарта и подготавливают свои предложения.

ТК (ПК) с учетом предложений подготавливает проект стандарта в качестве первой редакции.

ТК (ПК) направляет проект стандарта заказчику разработки и рассылает его на отзыв.

Заинтересованные предприятия и специалисты составляют отзывы на проект стандарта и направляют их в ТК (ПК) (срок 2 месяца).

3 Стадия: Разработка проекта стандарта (окончательная редакция) и представление его для принятия

ТК (ПК) с учетом поступивших отзывов готовит окончательную редакцию проекта стандарта.

Проект стандарта ТК (ПК) направляет:

- членам ТК (ПК);
- органам государственного контроля и надзора;
- в научно-исследовательскую организацию.

ТК (ПК) с учетом предложение членов ТК (ПК), согласования с органами государственного контроля и надзора, заключения научно-исследовательской организации и результатов издательского редактирования дорабатывает проект стандарта.

ТК (ПК) на заседании рассматривает проект стандарта и проводит по нему голосование.

ТК (ПК) одобряет проект стандарта, рекомендует его для принятия Госстандартом России (Госстроем России) и направляет его в Госстандарт России (Госстрой России). Если с этим проектом согласны не менее двух третей предприятий (организаций) – членов ТК (ПК).

4 Стадия: Принятие и государственная регистрация стандарта

Госстандарт России (Госстрой России) рассматривает проект стандарта,

принимает его и вводит в действие Постановлением Госстандарта России (Госстроя России).

Перед принятием стандарта Госстандарт России (Госстрой России) проводит его проверку на соответствие законодательству РФ, требованиям государственных стандартов, метрологическим правилам и нормам, применяемой терминологии, правилам построения, изложения и оформления.

При принятии стандарта устанавливают дату его введения в действие с учетом мероприятий, необходимых для внедрения стандарта.

Срок действия стандарта, как правило, не устанавливают.

Государственную регистрацию стандарта осуществляет Госстандарт России в установленном им порядке.

5 Стадия: Издание стандарта

Госстандарт России публикует информацию о принятых стандартах в ежемесячном информационном указателе «Государственные стандарты РФ».

20.1.2 Обновление, отмена стандарта

Обновление стандарта проводят для поддержания его соответствия потребностям населения, экономики и обороноспособности страны.

ТК разрабатывает и направляет в Госстандарт России (Госстрой России) проект изменения (предложения по пересмотру стандарта) или предложение по отмене стандарта, решение по которым принимает Госстандарт России (Госстрой России).

Госстандарт России (Госстрой России) принимает решение об отмене стандарта:

- в связи с прекращением выпуска продукции или проведения работ (оказания услуг, осуществляемых по данному стандарту);
- при разработке взамен данного стандарта другого нормативного документа;
- в других обоснованных случаях.

20.1.3 Разработка изменения к стандарту

Изменение к стандарту разрабатывают при замене, добавлении или исключении отдельных требований стандарта.

Изменения к стандарту на продукцию разрабатывают при введении в него новых, более прогрессивных требований, которые не влекут за собой нарушение взаимозаменяемости и совместимости новой продукции с продукцией, изготавливаемой по действующему стандарту.

Информация об изменении к стандарту и текст этого изменения публикуются в ежемесячном информационном указателе «Государственные стандарты РФ».

20.1.4 Пересмотр стандарта

При пересмотре стандарта разрабатывают новый стандарт взамен действующего. При этом действующий стандарт отменяют, а в новом указывают, взамен какого стандарта он разработан. Новому стандарту присваивают обозначение старого с заменой двух последних цифр года выпуска.

Пересмотр стандарта на продукцию осуществляют при установлении новых, более прогрессивных требований, если они приводят к нарушению взаимозаменяемости новой продукции с продукцией, изготавливаемой по действующему стандарту, и (или) изменению основных показателей качества продукции.

20.1.5 Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандарта

Структурные элементы стандарта

Стандарт содержит следующие структурные элементы

- **титульный лист** (оформленный в соответствии с ГОСТ);
- **предисловие**;
- **содержание** (включает порядковые номера и наименование разделов, приложений, графического материала);
- **введение** (приводят при необходимости обоснования причин разработки стандарта);
- **наименование**, которое должно быть кратким, точно характеризовать объект стандартизации и обеспечивать правильную классификацию стандарта для включения его в информационные указатели стандартов;
- **область применения** – приводят для определения области его назначения (распространения) и, при необходимости уточнения объекта стандартизации.

При уточнении объекта стандартизации применяют следующую формулировку:

«Настоящий стандарт распространяется на ...».

При уточнении содержания стандарта применяют следующую формулировку:

«Настоящий стандарт устанавливает ...».

При уточнении области применения применяют следующую формулировку:

«Настоящий стандарт применяется ...».

- **нормативные ссылки** – содержит перечень стандартов, на которые в тексте стандарта даны ссылки;
- **определения** – структурный элемент содержит определения, необходимые для уточнения или установления терминов, используемых в стандарте (перечень определений начинают со слов: «В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями»;
- **обозначения и сокращения** – содержит перечень обозначений и сокращений, применяемых в данном стандарте;
- **требования** – устанавливаются к объектам стандартизации в

основополагающих стандартах, стандартах на продукцию, работу (процессы) и услуги, стандартах на методы контроля;

- **приложения** – могут быть: графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, программ задач и т.д.;
- **библиографические данные** – государственного стандарта РФ содержат: обозначение УДК, код классификатора стандартов ОКС, КГС, ОКСТУ, ключевые слова.

20.1.6 Требования к изложению стандарта

В зависимости от особенности содержания стандарта требования излагают в виде текста, таблиц, графического материала (рисунков, схем, диаграмм) или их сочетания.

Текст стандарта должен быть по возможности прост, не допускать различных толкований, логически последовательным, необходимым и достаточным для применения стандарта в соответствии с его областью применения.

Текст стандарта следует делить на разделы, разделы - на пункты или на подразделы и пункты, на подпункты. Разделы и подразделы должны иметь заголовки, которые четко и кратко отражают их содержание.

20.2 Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов

Надзор за соблюдением требований, указанных в стандартах, производится с помощью государственного надзора. Надзор за внедрением и соблюдением стандартов осуществляет Госстандарт России, его территориальные, областные органы, а также городские лаборатории государственного надзора и соответствующие научно-исследовательские институты или организации в соответствии с их компетенцией от имени государства во всех отраслях народного хозяйства, на всей территории РФ.

21 СЕРТИФИКАЦИИ. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ

Идея и общий смысл сертификации известны с самых давних пор.

Уже в средние века, в каждом цехе строго следили за тем, чтобы товары изготавливались требуемого качества и не портили репутации цеха. Цехи имели свои правила, устанавливающие определенные размеры и качество изделий. Так, в одном из европейских цеховых документов, относящихся к 1298 г., был установлен следующий тип шерстяной ткани: «Сырая шерстяная ткань должна иметь длину 45 локтей, в ширину 3,5 локтя и весить 42 фунта». Этот документ показывает что уже тогда строго следили за соблюдением качества. Ведь вес

ткани определенного размера показывает количество вложенной в нее шерсти, а это, в свою очередь определяет ее плотность и толщину.

В цехах работали обычно специальные браковщики, которые тщательно проверяли изготавливаемую продукцию и ставили особые знаки - клейма, подтверждающие соответствие изделий, установленным требованиям.

О том, какое значение Петр I придавал качеству изготавливаемого оружия свидетельствует следующий его указ:

«Повелеваю хозяина Тульской оружейной фабрики Корнилу Белоглаза бить кнутом и сослать в работу в монастыри, понеже он, подлец, осмелился войску государеву продавать негодные пищали и фузеи.

Старшину (олдермена) Фрола Фукса бить кнутом и сослать в Азов, пусть не ставит клейма на плохие ружья.

Приказываю ружейной канцелярии из Петербурга переехать в Тулу и денно и нощно блюсти исправность ружей. Пусть дьяки и подьячие смотрят, как олдермен клейма ставит, буде сомнение возьмет, самим проверять и смотром и стрельбою.»

В глубокой древности клеймо мастера на продукции являлось свидетельством ее высокого качества. Например, в г. Туле славились топоры с клеймом «сделал Вася». Известно знаменитое клеймо на чугунах с Демидовских заводов, так называемое клеймо «черный соболев». Можно вспомнить «Левшу», когда атаман Платов обнаружил на отличном пистолете клеймо «Иван Москвин в г. Туле».

В роли свидетельства о высоком качестве товара могло служить и заверение продавца.

Различные государства мира осуществляют взаимную торговлю. Даже в наше сумбурное время мы знаем, на основании общественного мнения, что мануфактура из Китая низкого качества, а авторучки «PARCER» очень высокого. И такие примеры можно приводить бесконечно.

Каждая страна заинтересована в удостоверении качества своих товаров путем их сертификации в соответствующих органах на своей территории и заботится о том, чтобы ее сертификаты признавались другими странами. Встает вопрос о взаимном признании сертификатов и международном арбитраже.

Сертификат защищает интересы потребителя товаров, государственные интересы той или иной страны, например путем отчуждения товаров, которые могут составить конкуренцию своим товаропроизводителям.

Страны так называемого дальнего зарубежья используют систему сертификации для защиты своих рынков от конкуренции товаров стран СНГ. И эта политика глубоко продумана.

Некоторые примеры:

- Шампанское в США производства Франции стоит 25 - 30 долларов. Украинское стоит 5 долларов, так как сертификата не имеет, хотя его качество не хуже.
- НПО «Сплав» и завод «Штамп» в г. Туле, опасаясь непризнания Российского сертификата на газовые плиты и баллоны для огнетушителей идут на затраты и получают сертификат в Германии, где ожидают сбыт товара.
- В свое время итальянская фирма построила в г. Запорожье завод по

производству труб для бурения скважин и по невнимательности заказчика не выдала сертификат качества, а сейчас по этой причине запретила продавать эти трубы в Италии и во всей Западной Европе.

В Тульском промышленном регионе качество продукции традиционно обеспечивалось службами технического контроля и отделами стандартизации и управления качеством. Эти структуры были заранее обречены на неудачу. Дело в том, что они занимали наблюдательно - фиксирующую позицию по своему статусу, т.е. выполняли технический контроль деталей по ходу техпроцессов, следили (и не больше) за оформлением чертежей и другой технической документации.

По уровню подготовки кадры этих структур были значительно ниже требуемого уровня.

Когда в 1985 году были организованы «знаменитые» органы государственной приемки, их штаты в основном были заняты «номенклатурой» и другими «своими людьми», которые фактически были дополнительной обузой для производства и в смысле качества принципиально ничего не могли решить.

Наилучшие результаты по качеству обеспечивали в оборонном производстве так называемые органы военных представителей.

Эти службы, не вникая в процесс проектирования военной продукции, очень жестко отсекали производственный брак, чем несомненно поддерживали надлежащий уровень качества, но эти же структуры, в силу своей косности фактически препятствовали усовершенствованию серийных образцов. Путь внесения технических изменений был очень сложен и длителен и многие конструкторы и технологи предпочитали не заниматься этим не благодарным делом.

Тот факт, что в странах СНГ, особенно в области военной продукции, выпускаются очень качественные изделия можно целиком отнести к реализации следующих факторов:

- предельно простых по своей технической идее разработок (т.е. реализован принцип - гениальное все просто); академик А.Н. Крылов говорил своим студентам: «Бог сделал все нужное предельно простым и все ненужное необыкновенно сложным». Он же говорил, что когда разработчик не осознал свою цель, его расчетные методики необыкновенно сложны; когда он все осознал - остается несколько простых формул. Ему же принадлежат слова: «вычисления выполняемые с точностью, превышающей необходимую, указывают на некомпетентность лица, выполняющего расчеты»;
- замкнутостью военных предприятий (они фактически организовали «свою» промышленность);
- чрезмерно завышенными расходами и исключением из производства понятия рентабельности.

Международные органы стандартизации в период с 1920 по 1980 г.г. закончили разработку системы обеспечения качества в виде международного стандарта ИСО 9000, включающего совокупность служб, оборудования и документации, обеспечивающих решение задачи качества выпускаемой

продукции.

Система обеспечения качества в своем развитии прошла следующие этапы:

1920 г. - осмотр, контроль при поступлении материалов, промежуточный и окончательный контроль.

1930 г. - осмотр, технико-статистические методы, контроль производственных процессов.

1950 г. - улучшение качества изготовления и управление им (осмотр с контролем средств проверки, контроль производственных процессов, определение причины и последствия, технико-статистические методы, планирование проверок).

1970 г. - интегрированный контроль качества (обеспечение качества при изготовлении, обеспечение качества в опытно-конструкторской сфере). Улучшение качества опытно-конструкторских работ и управление им. (Планирование качества опытно-конструкторских работ, оценка качества чертежей, анализ испытаний, анализ дефектов и рекламаций заказчиков).

С 1980 г. - обеспечение качества как стратегия работы предприятия.

21.1 Сертификация. Основные понятия, термины и определения

Определение понятия «сертификация» впервые было разработано специальным Комитетом Совета Международной организации по стандартизации (ИСО) по вопросам сертификации (СЕРТИКО) и включено в Руководство № 2 ИСО (1982 г.) «Общие термины и их определения в области стандартизации, сертификации и аккредитации испытательных лабораторий». В соответствии с этим руководством **«Сертификация соответствия»** представляет собой действие, удостоверяющее посредством сертификата соответствия или знака соответствия, что изделие или услуга соответствует определенным стандартам или другому нормативно-техническому документу».

В системе сертификации России термины и их определения соответствуют Закону РФ «О защите прав потребителей», а также Руководству ИСО/МЭК 2, стандарту ИСО 8402.

В настоящее время под **сертификацией соответствия** понимается действие третьей стороны, доказывающее, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Заявление о соответствии определено как заявление поставщика под его полную ответственность вне рамок сертифицированной системы, что продукция, техпроцесс или услуга соответствует определенному стандарту или другому нормативному документу. Этот термин заменил термин **«самосертификация»**. Заявление о соответствии не предусматривает никакой юридической, административной или экономической ответственности поставщика за исключением случаев, когда в законодательствах страны предусматриваются положения, обязывающие поставщиков указывать достоверную информацию о

выпускаемой продукции.

Аттестация соответствия - есть заявление испытательной лаборатории третьей стороны, что определенный образец находится в соответствии с определенными стандартами или другими документами, устанавливающими требования к продукции. Аттестация соответствия не оценивает соответствие серийно выпускаемой продукции требованиям стандартов, а лишь относится к представленному для испытаний образцу.

Участвующие стороны представляют, как правило, интересы поставщиков (*первая сторона*) и покупателей (*вторая сторона*).

Третья сторона - лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

Система сертификации - система, располагающая собственными правилами процедур для проведения сертификации соответствия.

Система сертификации однородной продукции (процессов, услуг) - система сертификации, относящаяся к определенной продукции, процессам или услугам, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты и та же самая процедура.

Орган по сертификации - орган, проводящий сертификацию соответствия.

Сертификат соответствия - документ, выдаваемый в соответствии с правилами сертификации органом по сертификации, указывающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Знак соответствия - защищенный в установленном порядке знак, применяемый или выданный в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что данная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Аккредитация - официальное признание правомочий осуществлять какую-либо деятельность в области сертификации.

Аттестация производства - официальное подтверждение органом по сертификации или другим уполномоченным органом наличия необходимых и достаточных условий производства данной продукции, обеспечивающих стабильность требований к ней, заданных в нормативных документах и контролируемых при сертификации.

Инспекционный контроль - контроль за деятельностью аккредитованных органов по сертификации, а также за сертифицируемой продукцией, состоянием ее производства.

Заявитель - предприятие, организации, граждане, обратившиеся в орган по сертификации с заявкой на проведение сертификации конкретного типа продукции.

Эксперт - аудитор - лицо, аттестованное на право проведения одного или нескольких видов работ в области сертификации.

Схема сертификации - состав и последовательность действий третьей стороны при проведении сертификации соответствия.

Обязательная сертификация - подтверждение уполномоченным на то органом соответствие товара (работы, услуги) обязательным требованиям стандарта

Добровольная сертификация - сертификация, проводимая на добровольной основе по инициативе изготовителя (исполнителя), продавца (поставщика) или потребителя продукции.

Деятельность по сертификации в РФ законодательно регулируется и обеспечивается:

- законами «О техническом регулировании», «Об обеспечении единства измерений», «О защите прав потребителей»;
- подзаконными актами;
- указами Президента и нормативными актами Правительства РФ.

Структура законодательной и нормативной базы сертификации представлена на схеме:

Законы РФ		
Подзаконные акты		
Указы президента и Правительства	Постановления Госстандарта РФ	Нормативные акты министерств и ведомств
Нормативная база сертификации		
Организационно-методические документы по правилам и порядку сертификации Правила по сертификации	Нормативные документы, на соответствие требованиям которых проводится сертификация ГОСТы, ТУ и т.д.	Нормативные документы на методы (способы) оценки соответствия при сертификации ГОСТы, МИ, ПР, РД

Рис.1 Структура законодательной и нормативной базы сертификации

Закон о защите прав потребителей является базовым, он устанавливает права покупателя, механизм обеспечения этих прав и меру ответственности лиц, ответственных за нарушение качества.

Закон о сертификации определяет документацию удостоверяющую качество, процедуру удостоверения качества, ее соответствие определенному документу (ГОСТу, ТУ и т.п.).

Закон о стандартизации помогает реализации двух первых актов.

Закон о единстве измерений создает материальную базу процессов сертификации и стандартизации.

Основными целями сертификации являются: *содействие потребителям в компетентном выборе продукции, защита их от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя), контроль безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества, подтверждение показателей качества продукции, заявленных изготовителем.*

21.2 Виды сертификации

Обязательная и добровольная сертификация

Сертификация может иметь обязательный или добровольный характер.

Обязательная сертификация – распространяется на продукцию и услуги, связанные с обеспечением безопасности окружающей среды, жизни, здоровья и имущества. Номенклатура товаров и услуг, подлежащих обязательной сертификации в РФ определяется Госстандартом России в соответствии с Законом «О защите прав потребителей».

Добровольная сертификация – проводится в тех случаях, когда строгое соблюдение требований существующих стандартов или другой нормативной документации на продукцию, услуги или процессы государством не предусмотрено, т.е. когда стандарты или нормы не касаются требований безопасности и носят добровольный характер для товаропроизводителя.

В ряде случаев добровольная сертификация осуществляется по желанию изготовителя или поставщика продукции и дает им возможность удостовериться самим и заявить всем, что их продукция соответствует тем или иным требованиям. Но иногда, сертификация становится таковой из-за экономической целесообразности ее в условиях острой конкуренции, из-за того, что заказывающие продукцию структуры (министерства, оптовые торговые компании) отдают предпочтение сертифицируемой продукции.

В некоторых случаях изготовители и потребители сами организуют систему сертификации, кладя в ее основу совместно разработанные требования к продукции, ее производству, методам испытаний. Так, например, действует система сертификации нефтегазового оборудования Американского института нефти (API). Изделия этого вида (насосы, буровые трубы, арматура и т.д.), не подвергавшиеся сертификации в этой системе и не маркированные знаком API, продаются на мировом рынке со значительной скидкой.

21.3 Структура процесса сертификации. Этапы сертификации

Сертификация осуществляется в рамках определенной системы и по выбранной схеме.

Порядок ее проведения устанавливается правилами конкретной системы, но основные этапы процесса, изложенные в «Правила по сертификации. Основные этапы проведения сертификации продукции в РФ» неизменны и не зависят от вида и объекта сертификации.

Обобщенная схема представлена на рис. В ней можно выделить несколько основных этапов:

- Подача заявки на сертификацию.
- Рассмотрение и принятие решения по заявке, в том числе выбор схемы.
- Проведение необходимых проверок (анализ документов, отбор, идентификация образцов и их испытание).
- Оценка производства (если предусмотрено схемой сертификации).
- Анализ полученных результатов оценки соответствия.
- Принятие решения по сертификации.
- Выдача сертификата и лицензии на применение знака соответствия.
- Инспекционный контроль за сертифицированным объектом (если предусмотрено схемой сертификации).
- Корректирующие мероприятия при нарушении соответствия объектом установленным требованиям и неправильном применении знака соответствия.
- Информация о результатах сертификации.

Этап 1

Заявка на сертификацию	
- выбор органа по сертификации; -подача заявки;	-рассмотрение заявки; -решение по заявке

Этап 2

Оценка соответствия продукции	Оценка соответствия услуг	Оценка соответствия системы качества	Оценка соответствия персонала
-отбор и идентификация образцов, -испытания образцов, -оформление протокола испытаний	-проверка результатов услуги, -оформление протокола испытаний	-предварительная оценка системы качества по документам, -проверка на предприятии, составление акта проверки	-сдача экзамена в экзаменационном центре, -оформление протокола экзамена

Этап 3

Анализ результата испытаний в органе по сертификации, отраженных в протоколе	Анализ протокола обследования результата услуги	Анализ акта проверки системы качества в органе по сертификации	Утверждение протокола экзамена в органе по сертификации
--	---	--	---

Этап 4

Решение по сертификации

<i>Оформление сертификата соответствия</i>	<i>ИЛИ</i>	<i>Отказ в выдаче сертификата соответствия</i>
Этап 5		
Инспекционный контроль		
<i>Периодические проверки правильности использования сертификата и знака соответствия</i>		

Рис.4 Этапы сертификации и их составляющие

Первый этап – заявка на сертификацию – включает в себя выбор заявителем органа по сертификации, способного провести оценку соответствия интересующего его объекта. Это определяется областью аккредитации органа по сертификации. Если данную работу могут провести несколько органов по сертификации, заявитель вправе обратиться в любой из них.

К сертификации допускается только та продукция, которая пригодна для использования по прямому назначению и имеет маркировку и техническую документацию, содержащую всю необходимую информацию о продукции в соответствии с законодательными актами РФ,

Заявка направляется по установленной системой сертификации форме в соответствии с «Система сертификации ГОСТ Р. Формы основных документов, применяемых в Системе».

Орган по сертификации рассматривает заявку и в месячный срок со дня ее получения сообщает заявителю свое решение. В нем орган по сертификации излагает *все базовые условия проведения процедуры сертификации*, в том числе:

- Схемы сертификации,
- Перечень необходимых технических документов на соответствие которым будет проведена сертификация,
- Перечень аккредитованных испытательных лабораторий (центров), которые могут проводить испытания данной продукции (если они предусмотрены схемой сертификации),
- Перечень органов, которые могут провести сертификацию системы качества или производства (если предусмотрено схемой сертификации).

При проведении сертификации используются только нормативные документы, в которых приводятся характеристики (показатели) продукции и методы ее испытаний, что позволяет подтвердить принадлежность продукции к определенной классификационной группе.

Заявитель в зависимости от объекта сертификации, самостоятельно выбирает испытательную лабораторию (центр), орган по сертификации системы качества или производства.

Оценка соответствия зависит прежде всего от объекта сертификации, применительно к продукции она состоит в отборе и идентификации образцов.

Испытания проводятся на образцах, конструкция, состав и технология изготовления которых идентичны продукции, поставляемой потребителю. Число образцов, порядок их отбора, правила идентификации и хранения

устанавливаются в соответствии с нормативными и организационно-методическими документами по сертификации продукции и методикам испытаний.

Заявитель должен предоставить всю необходимую техническую документацию к образцам, состав и содержание которой устанавливается в правилах сертификации однородной продукции.

Отбор образцов для испытаний осуществляет испытательная лаборатория (ИЛ), а в случаях, если в испытаниях участвуют несколько ИЛ - орган по сертификации. Образцы, прошедшие испытания, подлежат хранению в течение срока годности продукции или срока действия сертификата. Конкретные сроки хранения продукции устанавливаются в системе сертификации однородной продукции.

Сертификационные испытания проводятся в испытательных лабораториях, аккредитованных на проведение тех испытаний, которые предусмотрены в нормативных документах. При их отсутствии или удаленности допускается проводить испытания для сертификации в ИЛ, аккредитованных только на компетентность, под контролем представителей органа по сертификации.

Протоколы испытаний предоставляются заявителю и в орган по сертификации и подлежат хранению не менее срока действия сертификата.

Заявитель предоставляет в орган по сертификации документы, указанные в решении по заявке. После проверки представленных документов, в том числе и соответствия содержащихся в них результатов действующим нормативным документам и срокам их выдачи, внесенных изменений в конструкцию или состав, материалы и технологию изготовления орган по сертификации может принять решение о выдаче сертификата соответствия, или о сокращении объема испытаний, или о проведении недостающих испытаний.

В случаях, когда затраты на испытания в аккредитованных ИЛ соизмеримы с доходом от реализации сертифицируемой продукции или когда испытания провести невозможно или нецелесообразно испытания можно заменить проведением анализа документации.

Этап **анализа оценки соответствия** объекта сертификации заключается в рассмотрении результатов испытаний продукции, экзамена или проверки системы качества (производства) органом по сертификации. При сертификации продукции заявитель предоставляет в орган по сертификации документы, указанные в решении по заявке и протокол испытаний. Эксперты проверяют соответствие результатов испытаний, отраженных в протоколе действующей нормативной документации и принимают решение о выдаче (или отказе в выдаче) сертификата соответствия или проведении недостающих испытаний.

Форма и порядок заполнения сертификата, а также его приложения устанавливают «Правила по сертификации. Система сертификации ГОСТ Р. Формы основных документов, применяемых в системе». Сертификат на продукцию действует на срок ее службы, эксплуатации или реализации, но не более 3 лет, на услуги – до 3 лет, на системы качества предприятий – 3 года, на персонал – 5 лет.

Наличие сертификата на продукцию, подлежащей обязательной

сертификации, является необходимым условием для ее реализации и/или введения в эксплуатацию.

Регистрационный номер сертификата имеет следующую структуру:

РОСС XX.XXXX.XXXXXX.

Первые две цифры – код страны расположения организации-изготовителя данной продукции. Следующие 4 знака – код органа по сертификации. Следующий знак – код типа объекта сертификации:

А – партия (единичное изделие), сертифицированная на соответствие обязательным требованиям;

В – серийно выпускаемая продукция, сертифицированная на соответствие обязательным требованиям;

С – партия (единичное изделие), сертифицированная на соответствие требованиям нормативных документов;

Н – серийно выпускаемая продукция, сертифицированная на соответствие требованиям нормативных документов;

Е – транспортное средство, на которое выдается одобрение типа транспортного средства.

Оставшиеся 5 знаков – порядковый номер от 00001 до 99999 (в порядке включения в Государственный реестр).

В сертификате указывается:

- срок его действия, наименование и регистрационный номер органа по сертификации;
- наименование, тип, вид, марка продукции, обозначение стандарта, технических условий или иного документа, по которому она выпускается, масштаб выпуска – «серийный выпуск», «партия», «единичное изделие»;
- код продукции по ОКП;
- название и адрес организации изготовителя; нормативные документы, на соответствие которым проведена сертификация;
- юридическое лицо – получатель сертификата соответствия, его адрес;
- документы, на основании которых органом по сертификации выдан сертификат;
- дополнительная информация;
- подписи руководителя органа по сертификации и эксперта;
- печать.

Цвет бланка сертификата соответствия при обязательной сертификации – желтый, при добровольной – голубой.

Продукция, на которую выдан сертификат, маркируется знаком соответствия. Маркирование осуществляет изготовитель (продавец). Знак соответствия ставится на изделие или тару и упаковку, сопроводительную техническую документация. Правила нанесения знака соответствия устанавливает порядок сертификации однородной продукции.

Если схемой сертификации предусмотрен **инспекционный контроль за сертифицированной продукцией** – то он проводится органом, выдавшим сертификат в течение всего срока действия сертификата, но не реже одного раза в

год в форме периодических проверок, а при необходимости и вне планово.

Проверки включает в себя испытания образцов продукции и испытания, необходимые для подтверждения того, что реализуемая продукция продолжает соответствовать установленным требованиям, подтвержденным при сертификации.

Показателями для определения периодичности и объема инспекционного контроля являются:

- Степень потенциальной опасности продукции;
- Стабильность производства;
- Объем выпуска;
- Наличие системы качества;
- Стоимость проведения инспекционного контроля.

Инспекционный контроль включает в себя:

- анализ поступающей информации о сертифицированной продукции;
- создание комиссии для проведения контроля;
- проведение испытаний и анализ их результатов;
- оформление результатов контроля и принятие решений.

Орган по сертификации может приостановить или отменить действие сертификата в случаях:

- несоответствия продукции требованиям нормативных документов, контролируемых при сертификации;
- изменения нормативного документа на продукцию или методы испытаний;
- изменения конструкции, состава или комплектности продукции;
- изменения или невыполнения требований технологии, методов контроля и испытаний, системы обеспечения качества, если перечисленные изменения могут вызвать несоответствие продукции требованиям, контролируемым при сертификации.

Решение о приостановлении действия сертификата принимается в том случае, если путем корректирующих мероприятий, согласованных с органом по сертификации, заявитель может устранить обнаруженные причины несоответствия и подтвердить без повторных испытаний соответствие продукции требованиям нормативных документов.

При проведении корректирующих мероприятий орган по сертификации

- приостанавливает действие сертификата и действие лицензии на применение знака соответствия;
- информирует заинтересованных сторон;
- устанавливает срок выполнения корректирующих действий;
- контролирует выполнение корректирующих мероприятий.

При выполнении корректирующих мероприятий изготовитель (продавец) должен:

- определить масштаб выявленных нарушений;
- уведомить потребителей, общественность, заинтересованные организации об опасности применения (эксплуатации) продукции.

По результатам выполненных корректирующих мероприятий орган по

сертификации указывает изготовителю (продавцу) на необходимость новой маркировки для отличия изделия до и после корректирующих мероприятий.

При невыполнении изготовителем (продавцом) или их неэффективности орган по сертификации отменяет действие сертификата и аннулирует лицензию на применение знака соответствия.

21.4 Системы сертификации

Важнейшей особенностью процедуры сертификации является то, что все операции осуществляются в рамках определенной системы, которая имеет четкие правила выполнения и функционирует под руководством специально уполномоченного органа.

Каждая система сертификации, в соответствии с «Правилами проведения государственной регистрации систем сертификации и знаков соответствия, действующих в РФ» (Постановление Госстандарта России № 18 от 22 апреля 1999 г.), имеет свой регистрационный номер по следующей структуре:

РОСС RU.XXXX.XX XXXX

RU – код страны⁴

XXXX. – код федерального органа исполнительной власти (организации), создавшего данную систему;

XX – код типа системы сертификации:

01 – система обязательной сертификации, которую в соответствии с законодательными актами РФ организует федеральный орган исполнительной власти;

03 – система добровольной сертификации, организованная органом исполнительной власти;

04 – система добровольной сертификации, организованная другими юридическими лицами.

XXXX – буквенно-цифровой код, присвоенный при регистрации.

Например, «Положение о Системе сертификации ГОСТ Р» имеет регистрационный номер РОСС RU.0001.010001, «Система сертификации поднадзорной продукции для потенциально опасных промышленных производств, объектов и работ» - РОСС RU.0001.01ГС00, «Система добровольной сертификации услуг торговли» - РОСС RU.0001.03ЭВ01, «Система добровольной сертификации и оценки интеллектуальной собственности» - РОСС RU.0001.04Я300.

Системы сертификации разнообразны по своей организации и структуре, но в любой системе сертификации устанавливаются:

- область функционирования, т.е. виды продукции, на которые она распространяется, и нормативные документы, соответствие которым подтверждается;
- правила сертификации;
- состав участников и порядок их взаимодействия, требования к ним, порядок их аккредитации или включения в систему.

Система сертификации может распространяться на несколько различных

видов продукции – универсальная система сертификации, или на один вид – система сертификации однородной продукции. В любом случае организация работ в системе подчиняется «Правилам по проведению сертификации в РФ», утвержденным Постановлением « 26 Госстандарта России от 10.05.2000 г.

21.5 Система сертификации ГОСТ Р

Система сертификации ГОСТ Р, определяющая порядок работ по обязательной сертификации, разработана на основе зарубежного и международного опыта с привлечением ведущих специалистов по испытаниям продукции, представителей научных школ, обществ потребителей и работников промышленности.

Система строится на основе предоставления предприятиям и организациям различных форм собственности, общественным организациям прав на проведение практических работ по сертификации. Предоставление этих прав осуществляется путем аккредитации соответствующих организаций специальными комиссиями, в состав которых входят представители изготовителей, обществ потребителей, Союза независимых испытательных лабораторий, Госстандарта РФ.

Согласно общепринятой международной практике и закону Российской Федерации «О защите прав потребителей» ответственность за соответствие товаров (работ, услуг) требованиям законодательных актов или стандартов несет изготовитель (исполнитель, поставщик), продавец отвечает за наличие сертификата и знака соответствия у реализуемой им продукции, испытательная лаборатория - за достоверность и объективность испытаний, а орган по сертификации - за правильность выдачи сертификата.

Наряду с подтверждением безопасности и экологической чистоты товаров (работ, услуг) Система сертификации ГОСТ Р предусматривает возможность для любого изготовителя (исполнителя, поставщика) на добровольной основе продемонстрировать и доказать в условиях конкуренции соответствие своей продукции современным стандартам. При этом Система сертификации не налагает никаких ограничений на организацию и проведение добровольной сертификации в других системах, в том числе и зарубежных, и является открытой для участия в ней других стран и организаций.

Система сертификации ГОСТ Р основывается на международных правилах сертификации и призвана содействовать интеграции отечественной и мировой экономики.

Система сертификации ГОСТ Р устанавливает следующие основные правила:

- сертификация в системе проводится на соответствие обязательным требованиям ГОСТ, ГОСТ Р, других нормативных документов, в том числе международных и национальных стандартов других стран;
- сертификация проводится по схемам, классификация которых регламентирована ИСО;
- аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), осуществляется комиссиями, формируемыми из представителей

изготовителей, обществ потребителей, Союза независимых испытательных центров, научно-исследовательских организаций и территориальных органов Госстандарта РФ, с привлечением экспертов - аудиторов Системы;

- официальное признание органов по сертификации, испытательных лабораторий и экспертов - аудиторов, в том числе зарубежных, удостоверяется аттестатом, зарегистрированным в Государственном Реестре Системы;
- инспекционный контроль за деятельностью аккредитованных органов и экспертов - аудиторов в Системе организует Госстандарт Российской Федерации. Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией, состоянием ее производства осуществляет орган, проводящий сертификацию этой продукции, как правило, с привлечением территориальных органов Госстандарта РФ;
- предприятия, сертифицировавшие свою продукцию в Системе, обязаны маркировать Знаком соответствия продукцию (тару, упаковку), товаросопроводительную документацию. Знаки соответствия государственным стандартам установлены в ГОСТ Р 1.95-95 «Порядок маркирования продукции и услуг знаком соответствия государственным стандартам»;
- расходы по проведению сертификации, аккредитации и аттестации оплачивают заявители.

Изложенные выше правила могут использоваться и при добровольной сертификации. В этом случае вид нормативного документа - ГОСТ Р, международный, региональный, национальный стандарт, технические условия и т.д. определяют орган по сертификации и заявитель. При этом учитываются требования потребителя (заказчика) продукции. Схема добровольной сертификации выбирается заявителем по согласованию с органом по сертификации.

Организационную структуру Системы сертификации ГОСТ Р образуют:

- Госстандарт Российской Федерации;
- органы по сертификации однородной продукции;
- испытательные лаборатории (центры).

Организации и испытательные лаборатории, которые претендуют на аккредитацию в Системе, должны иметь статус юридического лица и быть независимыми настолько, чтобы их административная подчиненность, финансовое положение полностью исключали возможность коммерческого, административного или какого-либо другого воздействия на их персонал, способность оказать влияние на результаты сертификации со стороны заявителя или других заинтересованных сторон.

21.6 Схемы сертификации

Совокупность и последовательность операций, выполняемых третьей стороной для подтверждения соответствия, принято называть **схемой сертификации**.

В отечественной практике известны многие процедуры и методы подтверждения соответствия продукции заданным требованиям, которые

выполняются разными сторонами - изготовителями, продавцами, заказчиками, а также независимыми от них органами и организациями. Среди подобных процедур проверки и подтверждения соответствия сертификация отличается прежде всего тем, что выполняется третьей стороной, независимой от изготовителей, поставщиков, потребителей, что создает предпосылки высокой достоверности ее результатов. Поэтому в условиях, когда конкуренция перемещается в область качества, сертификация является неременной частью любой эффективной экономики.

Для организации и обеспечения работ по проведению обязательной сертификации Госстандартом России разработаны и введены в действие основополагающие документы Системы сертификации ГОСТ Р - системы, определяющей практику массовой сертификации продукции в России.

В соответствии с документом "Система сертификации ГОСТ Р. Порядок проведения сертификации продукции. Общие требования" выбор схемы осуществляется:

- при обязательной сертификации - Госстандартом России;
- при добровольной сертификации - органом по сертификации с учетом предложений Заявителя.

Результаты выбора носят рекомендательный характер и при возникновении каких-либо дополнительных факторов, отсутствующих в предлагаемой методике, вариант схемы может быть откорректирован.

Общий порядок сертификации в Системе включает восемь схем, применяемых при обязательной сертификации. Такой порядок принят в отечественной и международной практике.

Все схемы сертификации в зависимости от участия в них сторонних организаций подразделяются на сертификацию изготовителей (самосертификация) и сертификацию третьей стороной.

В соответствии с терминологией, принятой в ИСО, *самосертификация* трактуется как "заявление поставщика о соответствии продукции".

В целях совершенствования процедуры сертификации продукции Госкомитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации принял постановление № 15 от 25.07.1996 г. «Об изменении порядка проведения сертификации продукции в Российской Федерации», в соответствии с которым применяются схемы сертификации, представленные в таблице.

Но мер схе мы	Испытания в аккредитованных испытательных лабораториях и другие способы доказательства соответствия	Проверка производства (системы качества)	Испытательный контроль сертифицированной продукции (системы качества, производства)
1	Испытания типа *	-	-
1а	Испытания типа	Анализ состояния производства	

2	Испытания типа		Испытания образцов, взятых у продавца
2a	Испытания типа	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца. Анализ состояния производства
3	Испытания типа	-	Испытание образцов, взятых у изготовителя
3a	Испытания типа	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства
4	Испытания типа	-	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя
4a	Испытания типа	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства
5	Испытания типа	Сертификация производства или сертификация системы качества	Контроль сертифицированной системы качества (производства). Испытания образцов, взятых у продавца и (или) у изготовителя **
6	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Сертификация системы качества	Контроль сертифицированной системы качества
7	Испытание партии	-	-
8	Испытание каждого образца	-	-
9	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми	-	-

	документами		
9а	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Анализ состояния производства	-
10	Рассмотрение декларации	-	Испытание образцов, взятых у изготовителя и у продавца
10а	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Анализ состояния производства	Испытание образцов, взятых у изготовителя и у продавца Анализ состояния производства

* Испытания выпускаемой продукции на основе оценивания одного или нескольких образцов, являющихся ее типовыми представителями.

** необходимость и объем испытаний, место отбора образцов определяет орган по сертификации продукции по результатам инспекционного контроля за сертифицированной системой качества (производством).

ПРИМЕЧАНИЯ.

1.Схемы 1-8 приняты в зарубежной и международной практике и классифицированы ИСО. Схемы 1а, 2а, 3а и 4а - дополнительные и являются модификацией схем 1,2,3 и 4 соответственно.

2. Схемы 9-10а основаны на использовании декларации о соответствии поставщика принятой в ЕС в качестве элемента подтверждения соответствия продукции установленным требованиям.

3. Инспекционный контроль, указанный в таблице, проводят после выдачи сертификата.

Схемы сертификации 1-6 и 9а-10а применяются при сертификации продукции, серийно выпускаемой изготовителем в течении срока действия сертификата, схемы 7,8,9 - при сертификации уже выпущенной партии или единичного образца.

Указанные схемы рекомендуется применять в случаях:

схему 1 - при ограниченном, заранее оговоренном объеме реализации продукции, которая будет поставляться (реализовываться) в течении короткого промежутка времени отдельными партиями по мере их серийного производства (для импортной продукции - при краткосрочных контрактах, для отечественной продукции - при ограниченном объеме выпуска);

схему 2 - для импортной продукции при долгосрочных контрактах или при постоянных поставках серийной продукции по отдельным контрактам с выполнением инспекционного контроля на образцах продукции, отобранных из

партий, завезенных в РФ;

схему 3 - для продукции, стабильность серийного производства которой не вызывает сомнения;

схему 4 - при необходимости всестороннего и жесткого контроля продукции серийного производства;

схему 5 и схему 6 рекомендуется применять при сертификации продукции, для которой:

- реальный объем выборки для испытаний недостаточен для объективной оценки выпускаемой продукции;
 - технологические процессы чувствительны к внешним факторам;
 - установлены повышенные требования к стабильности характеристик выпускаемой продукции;
 - сроки годности продукции меньше времени, необходимого для организации и проведения испытаний в аккредитованной испытательной лаборатории;
 - характерна частая смена модификации продукции;
- продукция может быть испытана только после монтажа у потребителя.

При наличии у изготовителя сертификата соответствия на производство или систему качества повторную сертификацию не производят.

Условием применения схемы 6 является наличие у изготовителя системы испытаний, включающий контроль всех характеристик на соответствие требованиям, предусмотренным при сертификации такой продукции, что подтверждается выпиской из акта проверки и оценки системы качества.

Схему 6 можно использовать также при сертификации импортируемой продукции поставщика (не изготовителя), имеющего сертификат на свою систему качества, если номенклатура сертифицируемых характеристик и их значения соответствуют требованиям нормативных документов, применяемых в РФ.

Схему 7 и 8 рекомендуется применять тогда, когда производство или реализация данной продукции носит разовый характер (партия, единичные изделия), или предъявляются высокие требования к качеству изделий.

Схемы 9 - 10а основаны на использовании в качестве доказательства соответствия (несоответствия) продукции установленным требованиям - декларация о соответствии с прилагаемыми к ней документами, подтверждающими соответствие продукции установленным требованиям.

В декларации о соответствии изготовитель (продавец) в лице уполномоченного представителя под свою ответственность заявляет, что его продукция соответствует установленным требованиям. Декларация о соответствии, подписанная руководителем организации-изготовителя (продавца), совместно с прилагаемыми документами направляется с сопроводительным письмом в орган по сертификации, который рассматривает представленные документы и в случае необходимости запрашивает дополнительные материалы (претензии потребителей, результаты проверок и т.д.). Одновременно орган по сертификации сопоставляет образец продукции с представленными документами и при положительных результатах выдает изготовителю сертификат соответствия.

Условием применения схем 9, 10 и 10а является наличие у изготовителя всех

необходимых документов, прямо или подтверждающих соответствие продукции заявленным требованиям, в противном случае орган по сертификации предлагает заявителю другую схему сертификации. Данные схемы целесообразно применять в малом предпринимательстве, а также для сертификации неповторяющихся партий небольшого объема отечественной и зарубежной продукции.

Схему 9 рекомендуется применять - при сертификации неповторяющейся партии небольшого объема импортной продукции, выпускаемой фирмой, зарекомендовавшей себя на мировом (или российском) рынке как производителя продукции высокого качества, при единичных изделиях, комплекта изделий, приобретаемых для целевых назначений, если при представленной техдокументации можно судить о безопасности этих изделий.

Схему 9а - при сертификации продукции отечественных производителей, индивидуальных предпринимателей зарегистрировавших свою деятельность в установленном порядке, при нерегулярном выпуске этой продукции по мере ее спроса и нецелесообразности проведения инспекции.

Схемы 10 и 10а - при продолжительном производстве отечественной продукции в небольших объемах выпуска.

Схемы 1а, 2а, 3а, 4а, 9а и 10а рекомендуется применять вместо соответствующих схем 1, 2, 3, 4, 9 и 10 если у органа по сертификации нет информации о возможности обеспечить стабильность характеристик данной продукции, подтвержденных испытаниями.

Схемы сертификации устанавливаются в правилах сертификации однородной продукции с учетом специфики продукции, ее производства, обращения и использования.

21.7 Факторы, определяющие выбор схемы сертификации

При выборе схем сертификации следует учитывать особенности производства, испытаний, поставки и использования конкретной продукции, требуемый уровень доказательности, возможные затраты заявителя. Для определенной продукции следует выбрать такую схему сертификации, которая в каждом конкретном случае лучшим образом отвечает практическим и экономическим требованиям заинтересованных сторон. Для экспортируемой и импортируемой продукции желательно, чтобы существовало взаимопризнание сертификатов.

К факторам, определяющим выбор схемы сертификации относятся:

1. Трудоемкость (стоимость) изготовления продукции (фактор $\Phi 1$).

Очевидно, что чем выше трудоемкость, тем выше должна быть достоверность сертификации за счет выбора соответствующих схем.

2. Программа выпуска продукции (фактор $\Phi 2$).

Схемы сертификации находятся в прямой зависимости от количества выпускаемых изделий.

Если при единичном и мелкосерийном выпуске целесообразна схема, основанная на стопроцентном испытании (схема 8), то при массовом выпуске это типовые испытания и оценка систем качества.

3. Трудоемкость и сложность испытаний готовой продукции (Тисп) (фактор Ф3).

При значительной трудоемкости испытаний становятся крайне нецелесообразными схемы сертификации, где присутствует большой объем испытаний. Становятся предпочтительными схемы, основанные на оценке систем качества и сертификации продукции производства.

4. Характер испытаний (фактор Ф4).

По характеру воздействия на испытываемое изделие можно назвать три вида испытаний:

- испытание без разрушения и сохранением товарного вида (Б/Р);
- испытание без разрушения с восстановлением товарного вида (БРВ);
- испытание с разрушением (РЗ).

В каждом из трех видов затраты на испытания будут разными, что естественно сказывается на выборе схемы сертификации.

5. Степень опасности продукции при ее эксплуатации или использовании (фактор Ф5).

По этому фактору продукцию можно разделить на неопасную (НО), опасную (О) и особо опасную (ОО). Соответственно предпочтение при выборе схемы сертификации должно переноситься от более простых к более сложным, обеспечивающим максимум достоверности сертификации.

6. Структура себестоимости продукции (фактор Ф6).

Если преобладает в себестоимости стоимость материалов и комплектующих, то сертификация окончательного изделия должна проводиться на основе сертификации всех его составляющих и при этом допускается окончательная сертификация по более простой схеме.

7. Сложность производственного процесса (фактор Ф7).

В самом общем виде сложность производственного процесса может быть охарактеризована количеством технологических переходов и операций, осуществляемых при изготовлении изделия.

Очевидно, что при сложном процессе возрастает роль организации производства и поддержания производственных процессов в заданном режиме за счет организации промежуточного контроля, планирования и управления. Иными словами, возрастает роль системы качества в изготовлении изделия.

8. Наличие узких мест в технологии изготовления продукции (фактор Ф8).

Если в технологических процессах имеются операции, которые являются в силу целого ряда причин источником нестабильности качества, то возрастает роль схем, где присутствуют не только типовые, но и периодические испытания.

9. Вид сертификации (фактор Ф9).

Общепринятыми являются два вида сертификации: обязательная и добровольная.

Если для добровольной сертификации допустимы в первом приближении любая из восьми схем, то для обязательной сертификации недопустима схема 6, которая основывается только на оценке системы качества, а также схемы 2 и 4, которые основываются на периодических испытаниях изделий, изымаемых из сферы торговли, однако изделия не должны попадать в торговлю без

подтверждения сертификата.

10. Условия хранения и транспортировки продукции к потребителю (фактор Ф10).

Если существуют какие-либо особые требования к хранению и транспортировке продукции к потребителю, то для того, чтобы отследить возможность нарушения качества продукции, возникающие при хранении и транспортировке, целесообразно использовать схему 2 или схему 4.

11. Форма организации производства и реализации продукции (фактор Ф11).

Применительно к решению проблемы выбора схемы сертификации можно выделить следующие формы организации, которые требуют различных схем сертификации:

- 1) традиционная форма производства продукции на промышленном предприятии;
- 2) производство одной и той же продукции сетью мелких производителей, имеющих разных поставщиков сырья и самостоятельно реализующих продукцию;
- 3) производство сетью мелких производителей, имеющих единого поставщика сырья и централизованно реализующих продукцию.

В первом из перечисленных случаев выбор схемы осуществляется по некоторой совокупности факторов из числа предыдущих десяти.

Второй случай наиболее сложен, т.к. вопрос должен и может стоять не о сертификации продукции данного вида, а именно продукции, изготавливаемой конкретным производителем. В этом случае перечень возможных схем сертификации следующий: 1, 3, 5, 7, 8.

В третьем случае наиболее предпочтительны схемы 2 и 4, но могут использоваться и схемы 1, 3, 5, 7, 8.

12. Вид сертификата с точки зрения его распространения на сертифицируемые изделия (фактор Ф12).

С этих позиций следует различать три вида сертификата:

А – на каждое отдельно взятое изделие;

Б – на партию единовременно изготовленных изделий (единую партию запуска);

В – на весь объем продукции, выпущенный за некоторый период времени, который определяется сроком действия сертификата.

13. Наличие аккредитованных испытательных лабораторий и органов по сертификации для проведения испытаний и сертификации продукции конкретного вида (фактор Ф13).

В этом случае как временная мера до момента начала функционирования рабочей системы сертификации конкретного вида продукции возможно применение схемы 9 или 10.

22 СИСТЕМА АККРЕДИТАЦИИ ОРГАНОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

22.1 Основные определения

Успешная сертификация возможна только при высокой компетенции участников сертификации в проведении испытаний и проверок, их взаимном доверии друг к другу. Заявитель должен доверять органу по сертификации и испытательной лаборатории, которые дают заключение по его продукции, испытательная лаборатория – органу по сертификации и наоборот, таким образом для определения беспристрастности, независимости и компетенции участников сертификации необходим соответствующий механизм – аккредитация.

Аккредитация (органа по сертификации) - официальное признание полномочным (авторитетным) органом компетентности (способности) организации выполнять конкретные работы по сертификации в определенной области.

Аккредитующий орган – орган, который управляет системой аккредитации и проводит аккредитацию организаций (являющихся объектами аккредитации в управляемой им системе аккредитации).

Область аккредитации – одна работа или несколько работ, на выполнение которых аккредитована конкретная организация (орган по сертификации).

Инспекционный контроль над органом по сертификации – проверка, проводимая аккредитующим органом с целью установления, что деятельность органа по сертификации продолжает соответствовать установленным требованиям.

Заявитель – организация, претендующая на аккредитацию и представившая письменную заявку об этом в аккредитующий орган.

22.2 Порядок аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий

Порядок (процедура) аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий в РФ в общем случае включает шесть этапов.

Этап 1. Представление организацией-заявителем заявки на аккредитацию.

Заявитель, претендующий на аккредитацию в качестве органа по сертификации или испытательной лаборатории, подает заявку в аккредитующий орган. Заявка содержит следующие сведения: заявленная область аккредитации, осведомленность о способе действия системы аккредитации, подготовленность к выполнению своих обязанностей по процедуре аккредитации (принять комиссию по аттестации и оплатить расходы независимо от результата аккредитации) и готовность к последующему инспекционному контролю. К заявке прилагается комплекс документов, перечень которых определяет ГОСТ Р 51000.6 – 96 – для ОС и ГОСТ Р 51000.4 – 96 – для ИЛ.

Этап 2. Экспертиза документов и назначение экспертов по аккредитации.

Для проведения экспертизы документов, представленных заявлением на аккредитацию ОС или ИЛ, аккредитующий орган назначает одного или нескольких экспертов и определяет ведущего эксперта.

Результаты экспертизы должны быть отражены в экспертном заключении,

содержащем оценку соответствия предъявленной вместе с заявкой информации критериям аккредитации. Экспертное заключение подписывают эксперты.

Представленную заявителем информацию используют для подготовки и проведения аттестации. При этом должна быть обеспечена соответствующая степень конфиденциальности информации.

При отрицательных результатах экспертизы аккредитуемый орган принимает решение об отказе в аккредитации и доводит его до сведения заявителя. Заявитель может доработать документы и представить их в аккредитуемый орган на повторную экспертизу.

При положительном результате экспертизы аккредитуемый орган разрабатывает и утверждает программу проведения аккредитации, которая должна содержать задания по проверке соответствия заявления критериям аккредитации и методы проведения этих проверок.

Аккредитуемый орган для проведения аттестации официально назначает комиссию, в состав которой входят эксперты по аккредитации, сертифицированные в установленном порядке. При необходимости в комиссию включают квалифицированных специалистов по вопросам, рассматриваемым при аттестации. Эти специалисты не обязаны быть экспертами, однако они должны обладать необходимыми для экспертизы знаниями и навыками. В состав комиссии включают, как правило, экспертов, проводивших экспертизу документов.

Дата проведения аккредитации должна быть согласована с заявителем. Заявителю заблаговременно должны быть сообщены фамилии членов комиссии, чтобы он имел возможность опротестовать назначение какого-либо конкретного эксперта или специалиста.

Этап 3. Аттестация органа на сертификации или испытательной лаборатории.

Аттестацию проводят непосредственно в организации – заявителе в соответствии с утвержденной программой.

Комиссия оценивает все подразделения организации – заявителя по критериям аккредитации, проверяет соответствие фактического состояния заявителя представленным документам, его способность выполнять заявленные функции, рассматривает результаты опытной сертификации. По результатам аттестации комиссия составляет акт и передает его в аккредитуемый орган. Копия акта направляется заявителю, который может представить свои возражения, и, в необходимых случаях, сообщить о проведенных им мероприятиях по устранению выявленных недостатков или о планировании таких мероприятий в течение определенного срока.

Заявителю должно быть предложено разработать конкретные меры для устранения выявленных несоответствий. В зависимости от значимости и трудоемкости этих мер комиссия принимает решение о способе проверки их выполнения, о чем дополнительно указывает в акте.

Подразделения заявителя, находящиеся на другой территории, также должны пройти аттестацию в полном объеме.

Этап 4. Анализ материалов и принятие решения об аккредитации.

Аккредитующий орган должен рассмотреть и проанализировать заявку, информацию, полученную от заявителя, сведения, собранные при экспертизе и аттестации, акт аттестации, замечания заявителя по акту, документы, подтверждающие устранение выявленных несоответствий (при их наличии), и другую информацию, полученную в процессе аккредитации, представленную ведущим экспертом.

Целью этой проверки является оценка соответствия заявителя критериям аккредитации и возможным дополнительным критериям.

На основе проведенного анализа аккредитующий орган принимает решение об аккредитации организации – заявителя в качестве ОС или ИЛ, или об отказе в ней. Общая политика и процесс принятия решения должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51000.2 – 95.

Аккредитация может быть ограничена по времени и связана с определенными условиями. В необходимых случаях решение, связанное с отказом в аккредитации или с ограничением области ее действия, может быть принято по результатам заслушивания полномочного представителя организации – заявителя.

Этап 5. Оформление и выдача аттестата аккредитации.

При положительном решении аккредитующий орган:

оформляет, регистрирует и выдает заявителю аттестат с указанием области аккредитации и срока действия (не более 5 лет);

подписывает договор с аккредитованным органом по сертификации или испытательной лабораторией, определяющей взаимоотношения с ними, а также другие документы, установленные в системе аккредитации.

Этап 6. Контроль за аккредитованным органом по сертификации или испытательной лабораторией.

После аккредитации органа по сертификации (испытательной лаборатории) необходимо обеспечить регулярное проведение мер, ограничивающих в дальнейшем его соответствие критериям аккредитации.

Аккредитующий орган и орган по сертификации (испытательная лаборатория) должны сообщать друг другу обо всех изменениях, которые могут вызвать несоответствие органа по сертификации (испытательной лаборатории) действующим в данное время требованиям.

Контроль за соответствием ОС (ИЛ) критериям аккредитации предусматривает внутренние проверки, проводимые аккредитованной организацией, и инспекционный контроль, проводимый аккредитующим органом.

Инспекционный контроль в течение всего срока действия аттестата аккредитации в форме систематического анализа информации о деятельности ОС (ИЛ), периодических и, при необходимости, внеплановых инспекционных проверок на месте.

Периодичность инспекционных проверок устанавливает аккредитующий орган, как правило, не реже одного раза в год.

Внеплановые инспекционные проверки проводят по решению аккредитующего органа в случаях поступления неблагоприятных сведений о деятельности ОС (ИЛ).

Инспекционные проверки проводят в соответствии с утвержденной программой.

При нарушении условий аккредитации аккредитуемый орган принимает решение о приостановлении действия или досрочной отмене аттестата аккредитации.

Регламентация всех составляющих процедуры аккредитации установлена в ГОСТ Р 51000.1 – 95, который предназначен для применения аккредитуемыми органами и организациями, подлежащими аккредитации.

Система аккредитации предусматривает повторную аккредитацию и доаккредитацию.

Повторная аккредитация проводится не реже чем раз в пять лет. Продление действия аттестата аккредитации возможно и без повторной аккредитации. Решение об этом принимает аккредитуемый орган по результатам инспекционного контроля.

Доаккредитация – это аккредитация в дополнительной области деятельности. Этой процедуре подвергается аккредитованная организация, которая претендует на расширение своей области деятельности. Программа и процедура доаккредитации определяются аккредитуемым органом.

22.3 Органы по сертификации.

22.3.1 Требования к органу сертификации

Органы по сертификации создаются на базе организаций, имеющих статус юридического лица и являющихся третьей стороной.

В качестве органов по сертификации могут быть аккредитованы организации и предприятия, обладающие необходимой компетентностью и отвечающие требованиям, установленные документами, в том числе государственные организации, включая НИИ и территориальные органы Госстандарта, акционерные общества, ассоциации и др.

Организация должна располагать необходимыми средствами и документированными процедурами, позволяющими проводить сертификацию, включая:

- квалифицированный и прошедший специальную подготовку персонал;
- актуализированный фонд нормативных документов на эту продукцию и методы испытаний;
- административную структуру, юридические и экономические возможности (условия) для управления данной системой сертификации, в том числе для организации испытаний и инспекционного контроля за сертифицированной продукцией;
- организационно-методические документы, устанавливающие правила и порядок сертификации однородной продукции, в том числе правила рассмотрения апелляции и отмены (временного приостановления) действия сертификатов, знаков соответствия;
- реестр сертификационной продукции.

Орган по сертификации должен обеспечивать конфиденциальность

информации, составляющей коммерческую тайну.

Орган по сертификации должен осуществлять внутренний аудит и периодические ревизии для проверки своего соответствия требованиям настоящего документа.

22.3.2 Функции органа по сертификации

К основным функциям органа по сертификации относятся:

- формирование (комплектация) и актуализация фонда нормативных документов, используемых при сертификации однородной продукции;
- разработка и ведение организационно-методических документов данной системы сертификации;
- приём и рассмотрение заявок на сертификацию, а также апелляций, подготовка решений по ним и взаимодействие с заявителями при проведении сертификации;
- определение по каждой конкретной заявке испытательной лаборатории и органа по проверке производств;
- оформление и выдача сертификата соответствия, его регистрация в Государственном Реестре Системы;
- признание зарубежных сертификатов и иных свидетельств соответствия и доведение принятых решений до сведения заявителей;
- организация с привлечением территориальных органов Госстандарта России инспекционного контроля за стабильностью характеристик продукции;
- отмена или приостановление действия выданных сертификатов и знаков соответствия;
- участие в разработке корректирующих мероприятий для продукции.
- ведение реестра сертификационной продукции и подготовка для публикации информации о результатах сертификации;
- ведение текущей финансовой деятельности и делопроизводства;
- организация повышения квалификации и аттестации персонала;
- взаимодействие с изготовителем по своевременной сертификации продукции при изменении требований стандартов.

22.3.3 Требование к персоналу органа по сертификации

Орган по сертификации должен иметь постоянный персонал, свободный от контроля теми лицами, которые имеют непосредственную коммерческую заинтересованность в результатах сертификации.

Персонал органа по сертификации должен обладать необходимой компетентностью для выполнения своих обязанностей.

Руководитель органа по сертификации и специалисты, осуществляющие руководство работами по испытаниям и инспекционному контролю, должны быть аттестованными экспертами-аудиторами Системы.

Все сотрудники должны осуществлять свою деятельность в соответствии с должностными инструкциями.

Если какая-либо работа на основе субподряда поручается другой

организации, то орган по сертификации должен быть уверен, что персонал и используемые технические средства этой организации. Занятой на субподрядных работах, соответствуют установленным требованиям.

22.3.4 Требования к документации органа по сертификации

Орган по сертификации должен иметь комплект организационно-методических документов, называемый в соответствии с Руководством ИСО/МЭК 40 и европейским стандартом EN 45011 "Руководством по качеству", которое содержит:

- заявление о политике в области качества;
- краткое описание юридического статуса органа по сертификации;
- сведения об организации деятельности органа по сертификации, включая подробные данные о его уставе, полномочиях и правилах процедуры;
- фамилии, квалификацию, практический опыт работы и полномочия персонала органа по сертификации как штатного, так и нештатного;
- подробные сведения, об обеспечении и повышении квалификации персонала, занятого в области сертификации;
- организационную схему, отражающую подчиненность, ответственность и распределение обязанностей персонала;
- сведения о процедуре оценки результатов первичных и последующих испытаний продукции;
- сведения об используемых средствах испытаний;
- сведения о порядке инспекционного контроля;
- перечень субподрядчиков и подробные сведения о процедурах оценки и проверки их компетентности;
- должностные инструкции персонала, указывающие его служебные обязанности и ответственность;
- подробные сведения о порядке подачи рассмотрения апелляций.

Протоколы и регистрационные записи должны показывать, каким образом была выполнена каждая процедура сертификации, включая отчёты об испытаниях и инспекционном контроле. Все протоколы и регистрационные записи должны надежно храниться в течение установленного срока при соблюдении секретности и конфиденциальности, по отношению к интересам заказчика, если это не противоречит действующему законодательству.

Орган по сертификации должен располагать системой контроля за документацией, используемой в системе сертификации, и обеспечить:

- наличие на рабочих местах действующих в настоящее время документов;
- внесение изменений или поправок в документы на основе соответствующего разрешения;
- изъятие устаревшей документации как в самом органе по сертификации, так и в организациях, работающих под его руководством;
- заблаговременное оповещение изготовителей и других пользователей системы о внесении изменений и поправок в документацию.

2.3.5 Аттестация (проверка) органа по сертификации

Аттестация органа по сертификации осуществляется комиссией, формируемой из представителей изготовителей, обществ потребителей, союза независимых испытательных центров, научно-исследовательских организаций и территориальных органов Госстандарта, с привлечением экспертов-аудиторов Системы.

При аттестации проверяется соответствие фактического состояния органа по сертификации представленным документам и его способность выполнять заявленные функции. С этой целью органу поручается выполнение опытной сертификации конкретной продукции.

По результатам аттестации составляется акт, который доводится до сведения заявителя.

На основании рассмотрения результатов экспертизы и аттестации проводится:

- утверждение Положения, Порядка;
- подписание лицензионного договора между органом по сертификации и Госстандартом России;
- оформление и выдача заявителю аттестата аккредитации.

Орган по сертификации регистрируется в Государственном Реестре Системы.

В период действия аттестата аккредитации и лицензионного договора Госстандарт России осуществляет инспекционный контроль за деятельностью органа по сертификации.

При нарушении условия аккредитации и лицензионного договора Госстандарт России принимает решение о приостановлении или аннулировании аттестата аккредитации и расторжении лицензионного договора.

Заявитель извещается об этом не позднее 10 дней после принятия решения. Он может подать в связи с этим апелляцию в комиссию по апелляциям при Госстандарте России.

Продление срока действия аттестата аккредитации и лицензионного договора зависит от результатов инспекционного контроля и может включать:

- проведение аккредитации;
- продление действия аттестата аккредитации.

22.5 Испытательные лаборатории

22.4.1 Требования к испытательным лабораториям и порядок их аккредитации

Аккредитация испытательной лаборатории (ИЛ) является официальным признанием технической компетентности, независимости лаборатории от разработчиков, изготовителей (поставщиков) и потребителей или только ее технической компетенции в проведении испытаний конкретной продукции.

Аккредитована может быть любая лаборатория, изъявившая желание пройти аккредитацию, независимо от ее отраслевой принадлежности и форм собственности.

При аккредитации ИЛ ей выдается аттестат аккредитации, срок действия которого не должен превышать пять лет.

При аккредитации устанавливается область аккредитации ИЛ путем указания наименования испытываемой продукции и нормативных документов, регламентирующих требования к продукции и методам ее испытания.

Аккредитацию и инспекционный контроль организует Госстандарт России

22.4.2 Требования к аккредитуемым испытательным лабораториям. Права и обязанности

Статус, организационная структура, административная подчиненность, система оплаты должны исключать возможность оказания коммерческого, финансового, административного или какого-либо другого давления на лабораторию или ее персонал.

В ИЛ должна быть предусмотрена система проверки компетентными ответственными лицами хода и результатов испытаний.

Состав персонала должен включать специалистов, имеющих профессиональную подготовку, квалификацию и опыт в проведении испытаний.

Сотрудники, непосредственно участвующие в проведении испытаний должны быть аттестованы установленным порядком.

Для каждого специалиста должна иметься должностная инструкция, устанавливающая функции, права, обязанности и ответственность.

Помещения для проведения испытаний должны соответствовать требованиям применяемых методик испытаний, санитарным нормам и правилам, требованиям безопасности труда и охраны окружающей среды.

ИЛ должна иметь оборудование, необходимое для проведения испытаний и средства измерений всех параметров, определенных областью аккредитации, которое должно быть зарегистрировано.

ИЛ должна располагать документацией, включающей:

- документы, устанавливающие технические требования к испытываемой продукции и методы ее испытаний;
- документы, касающиеся обеспечения, поддержания в надлежащем состоянии испытательного оборудования и средств измерений;
- документы, определяющие систему хранения информации и результатов испытаний.

Аккредитованная ИЛ имеет право:

- указывать в рекламных материалах, что она аккредитована в Системе;
- заключать с другими лабораториями субподрядные договоры.

Лаборатория обязана:

- постоянно поддерживать соответствие требованиям аккредитации;
- обеспечивать достоверность, объективность и требуемую точность результатов испытаний;
- заявлять об аккредитации только по тем испытаниям, которые входят в область аккредитации;
- обеспечивать доступ в соответствующие помещения для проверки соответствия

лаборатории требованиям аккредитации;

- проводить контрольные испытания для проверки своей технической компетентности;
- уведомлять Госстандарт России об изменениях в статусе, структуре, технической оснащённости и т.д.;
- предоставлять заказчику возможность наблюдения за проводимыми для него испытаниями и соблюдать установленные сроки и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Зайцев Г.Н. Нормирование точности геометрических параметров машин : учеб. пособие для вузов / Г.Н. Зайцев, С.А. Любомудров, В.К. Федюкин ; под ред. В.К. Федюкина. — М.: Академия, 2008. — 364 с.
2. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. — 11-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 496 с.
3. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник для бакалавров / И. М. Лифиц. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2013. — 412 с.
4. фанасьев, А. А. Взаимозаменяемость : учебник для вузов / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. — Москва : Академия, 2010. — 352 с.
5. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для бакалавров / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2013. — 814 с.
6. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учебник для вузов / Г.Д. Крылова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. — 671с.
7. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / А.И. Аристов [и др.] — 4-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 384 с.
8. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / Ю.В. Димов. — 2-е изд. — М. [и др.]: Питер, 2006. — 432 с.

Дополнительная литература

1. Марков, Н.Н. Нормирование точности в машиностроении : Учебник для вузов / Н.Н.Марков, В.В.Осипов, М.Б.Шабалина; Под ред. Ю.М. Соломенцева. — / 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 2001. — 335с.
2. Палей М.А. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. Ч.1 / М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. — 7-е изд., перераб. и доп. — Л.: Политехника, 1991. — 576 с
3. Палей М.А. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. Ч.2 / М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. — 7-е изд., перераб. и доп. — Л.: Политехника, 1991. — 607 с.
4. Покровский, Б. С. Технические измерения в машиностроении : учеб. пособие / Б. С. Покровский, Н. А. Евстигнеев. — М. : Академия, 2007. — 80 с.
5. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для бакалавров / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2013. — 839 с.
6. ГОСТ Р ИСО 9000-2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. — 30 с.
7. ГОСТ 2.308-79. Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей
8. ГОСТ 24642-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения
9. ГОСТ 25142-82 «Шероховатость. Термины и определения».

10. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

11. ГОСТ 24705-2004. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры.

12. ГОСТ 16093-2004 (ИСО 965-1:1998, ИСО 965 -3:1998). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором.

13. ГОСТ 9150-2002 (ИСО 68-1-98). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль.

14. ГОСТ 11708-82. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба. Термины и определения.

15. ГОСТ Р 40.003-2000. Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации систем качества и сертификации производств. М.: Издательство стандартов, 2001.-43 с.

16. Порядок проведения сертификации в РФ. Утвержден постановлением Госстандарта России от 21.09.1994 г. № 15. С изменением № 1 утвержден постановлением Госстандарта России от 25.07.1996 г. № 5. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.

17. Р 50.1.046-2003 Рекомендации по выбору форм и схем обязательного подтверждения соответствия продукции при разработке технических регламентов // Сертификация. – 2003. - № 3.

Периодические издания

1. Стандарты и качество: ежемесячный научно-технический журнал / Госстандарт России; Всероссийская организация качества.— М.: РИА "Стандарты и качество".

2. Главный метролог: практический журнал / ФГУП "Всерос. науч.-исслед. ин-т метрологич. службы". — 2001 -2010. — М.

3. Вестник Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии: ежемесячный официальный журнал / Учред. Гос. комитет РФ по стандартизации и метрологии — М. : КВФ"Интерстандарт".

4. Измерительная техника: науч.-технич. журнал. — М.: Издательство Стандартов.

5. Метрология: ежемесячное прил. к науч.-тех. журн."Измерительная техника". — М.: Издательство Стандартов, Прилагается к: [Измерительная техника: Науч.-технич. журнал. — М.: Издательство Стандартов.](#)