

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра “Техническая физика и теоретическая механика”

А. К. НОВИКОВ, М. И. ПАСТУХОВ, О. И. ЯКУБОВИЧ

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ,  
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ  
И СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебно-методическое пособие  
для студентов технических специальностей

*Одобрено методической комиссией механического факультета*

Гомель 2009

УДК 006.91 (075.8)  
ББК 30.10  
Н73

Рецензент – доктор технических наук, профессор кафедры “Детали машин, путевые и строительные машины” **В. И. Врублевская** (УО «БелГУТ»).

**Новиков, А. К.**

Н73      Метрология, стандартизация, управление качеством и сертификация : учеб.-метод. пособие для студентов технических специальностей / А. К. Новиков, М. И. Пастухов, О. И. Якубович ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 106 с.

ISBN 978-985-468-554-0

Приведены основные сведения, соответствующие программе курса для инженеров-механиков «Метрология, стандартизация, управление качеством и сертификация». Для углубления и расширения знаний каждая тема содержит список нормативных документов и литературы.

Предназначено для студентов технических специальностей.

**УДК 006.91 (075.8)**  
**ББК 30.10**

**ISBN 978-985-468-554-0**

© Новиков А. К., Пастухов М. И.,  
Якубович О. И., 2009  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Предмет метрологии, стандартизации, управления качеством. Основные понятия метрологии	5
2 Виды и системы стандартов. Комплексная и межотраслевая стандартизация. Государственная и международная стандартизация	11
3 Стандартизация и качество продукции. Метрологическое обеспечение качества	14
3.1 Качество продукции	14
3.2 Контроль качества	16
3.1 Метрологическое обеспечение качества	16
4 Управление качеством продукции	17
5 Сертификация	21
6 Основы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры	26
7 Номинальный, действительный, предельный размеры. Допуски размеров, поля допусков	30
8 Виды сопряжений в машиностроении. Системы образования посадок	32
9 Единая система допусков и посадок (ЕСДП)	36
9.1 Значение ЕСДП	36
9.2 Общие сведения о стандартах ЕСДП	37
9.3 Основные построения ЕСДП	38
10 Отклонения формы и расположения осей и поверхностей	43
10.1 Отклонения формы	44
10.2 Отклонения расположения	46
10.3 Отклонения формы и расположения	47
10.4 Обозначение на чертежах допусков формы и расположения	48
11 Шероховатость и волнистость поверхностей	50
11.1 Шероховатость поверхностей	50
11.2 Волнистость поверхностей	54
12 Калибры	55
12.1 Классификация калибров	55
12.2 Калибры для контроля гладких валов и отверстий	56
12.3 Контроль калибров	58
13 Размерные цепи	58
13.1 Основные понятия	58
13.2 Методы расчета размерных цепей	59
14 Допуски и посадки подшипников качения	66
14.1 Классы точности ПК	67
14.2 Допуски и посадки ПК	67
14.3 Выбор посадок ПК на валы и в корпуса	68
14.4 Классификация и обозначение ПК	72
15 Взаимозаменяемость резьбовых соединений	73
16 Взаимозаменяемость зубчатых и червячных передач	77
16.1 Классификация	77
16.2 Система допусков для цилиндрических зубчатых передач	78
16.3 Обозначения точности колес и передач	81
16.4 Выбор степени точности и контролируемых параметров зубчатых передач	82
17 Шлицевые соединения	82
18 Шпоночные соединения	87
Список используемой и рекомендуемой литературы	89

## ВВЕДЕНИЕ

Выполнение объектами техники своего функционального назначения требует определенного с необходимой точностью перемещения деталей машин и рабочих поверхностей. Но, как показывает эксперимент и практика, это достигается только при определенной точности их размеров, формы и взаимного расположения сопрягаемых поверхностей, шероховатости, твердости и т. д. Метрология решает проблемы определения количественных действительных характеристик в результате выполнения измерений с определенной точностью.

В силу взаимосвязи различных областей науки и техники существуют задачи различной степени общности (разработка и оформление различной документации, выбор материалов для деталей, назначение числовых значений размеров и их точности, разработка передач для преобразования движения и т. д.), которые эффективно выполняются путем стандартизации – целесообразного решения повторяющейся задачи с назначением обязательных норм и требований для повышения экономичности производства, уровня взаимозаменяемости и повышения качества продукции. Разработаны и стандартизированы много видов сопряжений и передач (гладкие цилиндрические, конические, резьбовые, зубчатые, шлицевые, шпоночные, с подшипниками качения и др.), которые широко применяются в различных отраслях техники. Они имеют определенные сопрягаемые размеры, поля допусков, методы контроля их действительных размеров. Выбранный характер сопряжения должен соответствовать условиям работы при эксплуатации, обеспечить взаимозаменяемость, исключить необходимость пригонки при сборке.

Подтверждение соответствия объектов требованиям стандартов и других нормативных документов – сертификация – является одним из путей повышения качества продукции. В условиях рыночной экономики конкурентоспособность продукции в значительной мере определяется системой управления качеством продукции, создаваемой в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня ее качества.

## **1 ПРЕДМЕТ МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (МСУК). ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕТРОЛОГИИ**

В современной рыночной экономике конкурентоспособность выпускаемой предприятием продукции определяет жизнеспособность данного предприятия. Одним из главных факторов, влияющих на конкурентоспособность продукции, работ и услуг, является их качество. Стандартизация [280, 235, 243], взаимозаменяемость, метрология [135, 239], технические измерения [2, 3, 15–18, 21, 28, 31, 32, 53–58, 60–66, 218–223, 227, 229, 240, 248–453, 260–265] и сертификация продукции, работ и услуг являются инструментами обеспечения качества продукции.

**Стандартизация** – плановая деятельность по установлению обязательных правил, норм и требований, выполнение которых обеспечивает экономически оптимальное качество продукции, повышение производительности труда и эффективности использования материальных ценностей при соблюдении требований безопасности. Стандарт – нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс норм, правил и требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом. Иными словами, стандарт – это целесообразное решение повторяющейся задачи для достижения определенной цели – повышения качества продукции, экономичности ее производства, а также уровня ее взаимозаменяемости.

**Метрология** – наука об измерениях физических величин, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [135, 279]. К основным задачам метрологии следует отнести:

- развитие общей теории измерений [220, 248, 2, 32];
- установление единиц физических величин [64];
- разработка методов и средств измерений [221, 53, 54, 62, 3, 15, 16, 18, 21, 31, 32], способов определения точности измерений [260–265, 55, 66, 58, 52, 57, 60, 222, 250, 251, 229, 63, 240, 218, 219, 223];
- обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений [248, 252];
- установление эталонов и образцовых средств измерений, методов передачи размеров единиц от эталонов и образцовых средств рабочим средствам измерений [65, 61, 249, 56].

Измерения основаны на сравнении одинаковых свойств материальных объектов. Для свойств, при количественном сравнении которых применяются физические методы, в метрологии установлено единое обобщенное понятие – физическая величина. Физическая величина – свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта (например, длина, масса, давление, теплоемкость). Мерой для количественного сравнения

65, 61, 249, 56] – физическая величина, которой по определению присвоено числовое значение, равное 1 [например: масса – килограмм (кг), время – секунда (с), длина – метр (м)]. Значение физической величины – оценка физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц – характеризует количественную индивидуальность объектов.

В соответствии с рекомендациями XI Генеральной конференции по мерам и весам в 1960 г. принята Международная система единиц (СИ), которая содержит основные и производные единицы [64].

*Основные единицы:* длина –  $L$ , метр (м, m); масса –  $M$ , килограмм (кг, kg); время –  $T$ , секунда (с, s); сила электрического тока –  $I$ , ампер (А); термодинамическая температура –  $\theta$ , кельвин (К); количество вещества –  $N$ , моль (моль); сила света –  $J$ , кандела (кд, cd).

Все остальные физические величины являются *производными*. Образуются они, как правило, на основании определяющих уравнений или законов, устанавливающих связь между ними (например: скорость – м/с, ускорение – м/с<sup>2</sup>). К числу безразмерных производных единиц СИ относятся, в частности: для измерения плоского угла – радиан (рад, rad); телесного угла – стерadian (ср, sr).

В СИ существуют также *кратные и дольные* единицы для выражения больших или меньших значений физических величин, в частности: кратные – гига (Г, G, 10<sup>9</sup>), мега (М, 10<sup>6</sup>), кило (к, 10<sup>3</sup>), гекто (г, h, 10<sup>2</sup>), дека (да, da, 10<sup>1</sup>); дольные – деци (д, d, 10<sup>-1</sup>), санти (с, 10<sup>-2</sup>), милли (м, m, 10<sup>-3</sup>), микро (мк,  $\mu$ , 10<sup>-6</sup>), нано (н, n, 10<sup>-9</sup>). В машиностроении используют дольные единицы длины: 1 мм = 10<sup>-3</sup> м, 1 мкм = 10<sup>-6</sup> м.

**Измерение** – нахождение значения физической величины с помощью специальных технических средств, выполняемое опытным путем (например, измерение диаметра вала штангенциркулем или микрометром). В результате измерения получают значение физической величины:

$$Q = qU,$$

где  $q$  – числовое значение физической величины в принятых единицах;

$U$  – единица физической величины.

Значение физической величины  $Q$ , найденное при измерении, называют *действительным*. В ряде случаев, например, при оценке соответствия физической величины установленным границам, достаточно определить принадлежность физической величины некоторой области  $T$ :  $Q \subset T$  или  $Q \notin T$ .

Метод измерений – совокупность приемов использования принципов и средств измерений. По способу получения результатов измерений методы измерений разделяют на прямые, косвенные, совместные и совокупные. При *прямом* измерении искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных, например, измерение угла угломером или

диаметра штангенциркулем. При *косвенном* измерении искомое значение физической величины определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, поддающимися прямым измерениям, например, определение среднего диаметра резьбы с помощью трех проволочек или угла с помощью синусной линейки. *Совместными* называют измерения, производимые одновременно (прямые или косвенные) двух или нескольких одноименных величин. Целью совместных измерений является нахождение функциональной зависимости между величинами, например, зависимости длины тела от температуры. *Совокупные* – это такие измерения, в которых значения измеряемых величин находят по данным повторных измерений одной или нескольких одноименных величин при различных сочетаниях этих величин. Результаты совокупных измерений находят путем решения системы уравнений, составляемых по результатам нескольких прямых измерений. Например, совокупными являются измерения, при которых массы отдельных гирь набора находятся по известной массе одной из них и по результатам прямых измерений масс различных сочетаний гирь.

По способу выражения результатов измерений различают абсолютные и относительные измерения. Абсолютное измерение основано на прямых измерениях величины и (или) использовании значений физических констант, например, измерение размеров детали штангенциркулем. При относительных измерениях величину сравнивают с одноименной, играющей роль единицы или принятой за исходную, например, измерение диаметра вращающейся детали по числу оборотов соприкасающегося с ней аттестованного ролика.

По способу получения значений измеряемых величин различают два основных метода измерений: метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой. Метод непосредственной оценки – метод измерения, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия (например, измерение длины с помощью линейки). Метод сравнения с мерой – метод измерения, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Например, уравнивают на рычажных весах массу детали с помощью гирь.

При измерении линейных величин, независимо от рассмотренных методов, различают контактный и бесконтактный методы измерений.

Средства измерений – технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические характеристики. К средствам измерения относят: меры, измерительные преобразователи, измерительные установки, измерительные системы. По метрологическому назначению средства измерений делятся на образцовые и рабочие. *Образцовые* средства измерений – меры, измерительные приборы или преобразователи, утвержденные в качестве образцовых для проверки по ним других средств измерений. *Рабочие* средства измерений применяют для измерений, не связанных с передачей разме-

ра единиц, они предназначены для измерения размеров величин, необходимых в разнообразной деятельности человека.

Выделяют следующие общие для средств измерений структурные элементы: преобразовательный и чувствительный элементы, измерительная цепь, измерительный механизм, отсчетное устройство со шкалой и указателем, регистрирующее устройство, наконечники (для контактных приборов), система управления [135].

*Меры* – средства измерений, предназначенные для воспроизведения заданного размера физической величины (в технике часто используют наборы мер). Плоскопараллельные концевые меры (КМ) длины [110] имеют форму параллелепипеда (плитки) с двумя параллельными измерительными поверхностями, расстояние между которыми равно номинальному размеру длины меры  $L$ . Длина мер изменяется в пределах  $L = 0,1 \dots 1000$  мм через определенные интервалы – градации, равные 0,001; 0,005; 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 10; 25; 50; 100 мм.

Рабочие КМ длины предназначены для настройки на размер показывающих измерительных приборов, для непосредственных измерений размеров деталей, а также для выполнения особо точных разметочных работ и наладки станков. Образцовые меры применяют для передачи размера единицы длины от первичного эталона концевым мерам меньшей точности и для проверки и градуировки измерительных приборов длины.

Нормируются следующие параметры КМ: *длина* КМ – в любой точке измерительной поверхности равна длине перпендикуляра, опущенного из данной точки на противоположную поверхность; *отклонение длины* КМ – максимальная по абсолютному значению разность между длиной меры в любой точке и номинальной длиной; *отклонение от плоскопараллельности* – разность между наибольшей и наименьшей длинами.

Притираемость КМ – свойство измерительных поверхностей мер прочно сцепляться между собой или с плоскими стеклянными пластинами при наложении одной меры на другую или меры на пластину. Это свойство позволяет составлять блоки концевых мер. Размер блока мер  $L_c$  равен сумме длин входящих в него мер.

КМ длины выпускают шести классов точности: 00, 01, 0, 1, 2, 3, а для мер, находящихся в эксплуатации, также 4-й и 5-й классы точности. Для уменьшения износа КМ изготавливают из высококачественной стали и подвергают закалке, а также из твердых сплавов.

Выбор мер блока выполняют в следующем порядке: отбирают меру, которая содержит наименьшую долю размера; размер выбранной меры вычитают из размера блока и определяют остаток; подбирают меру, которая содержит наименьшую долю остатка, и определяют новый остаток и т. д. С целью повышения точности, из всех возможных вариантов состава блока выбирают тот, который содержит минимальное число мер.

*Эталоны* – средства измерений, официально утвержденные и обеспечивающие воспроизведение и (или) хранение единицы физической величины с



целью передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений [61, 249, 56].

Измерительные приборы по назначению делят на *универсальные*, предназначенные для измерения одинаковых физических величин различных объектов, и *специализированные*, предназначенные для измерения параметров однотипных изделий (например, размеров резьб или зубчатых колес) или одного параметра различных изделий (например, шероховатость или твердость) [2, 3, 15–18, 21, 28, 31, 32]. По принципу действия различают приборы: механические, оптические, оптикомеханические, пневматические, электрические, рентгеновские, лазерные и т. д.

На производстве наиболее производительной операцией измерения является контроль [28, 32]. Контроль качества – проверка соответствия качества продукции установленным требованиям. Применяют два метода контроля: *дифференцированный* (поэлементный) – независимая проверка каждого параметра изделия в отдельности, *комплексный* – одновременная проверка нескольких параметров. Первый метод позволяет установить причину брака изделий, второй обеспечивает проверку их годности.

Все средства измерений независимо от их исполнения имеют ряд общих свойств, необходимых для выполнения ими функционального назначения. Технические характеристики, описывающие эти свойства и оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений, называются метрологическими характеристиками измерений. Предусмотрена следующая номенклатура метрологических характеристик: характеристики для определения результатов измерений; характеристики погрешности; характеристики чувствительности средств измерений; динамические характеристики [52]. Нормы на отдельные метрологические характеристики приводятся в эксплуатационной документации (паспорте, техническом описании, инструкции и т. д.) в виде номинальных значений функций.

Погрешность измерений – отклонение результата измерений от истинного значения измеряемой величины. Различают следующие виды погрешности:

- *абсолютная* – разность между значением величины, полученным при измерении, и ее истинным значением;

- *относительная* – отношение абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины;

- *систематическая* – составляющая погрешности измерений, остающаяся постоянной или изменяющаяся по определенному закону при повторных измерениях одной и той же величины;

- *случайная* – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся при данных условиях случайным образом;

- *грубая* – существенно превышающая ожидаемую погрешность;

- *инструментальная* – составляющая погрешности измерения, зависящая от погрешностей применяемых средств (качества их изготовления);

- *погрешность метода измерений* – составляющая погрешности измерения, вызванная несовершенством метода измерений;
- *погрешность поверки* – погрешность измерения при поверке средств измерений.

Обобщенной характеристикой средства измерения, определяемой пределами основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами, влияющими на точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды средств измерений, является *класс точности средства измерения* [63]. Он присваивается средствам измерений с учетом результатов государственных приемочных испытаний и характеризует свойства средства измерений, но не является показателем точности измерений, т. к. необходимо учитывать все составляющие погрешности.

**Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)** – комплекс установленных стандартами взаимоувязанных правил, положений, требований и норм, определяющих организацию и методику проведения работ по оценке и обеспечению точности измерений [279, 218–223, 248–253, 260–265, 52–58, 60–66, 229, 240, 227, 2, 3, 15–18, 21, 28, 31, 32]. Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью. Единство измерений обеспечивает взаимозаменяемость изделий, например, деталей, изготавливаемых по одному чертежу на разных предприятиях. Предусмотрен комплекс мер – правовых, организационных и технических, направленных на обеспечение единства измерений.

1 *Правовые* (законодательная метрология) – свод государственных актов и нормативно-технических документов различного уровня, регламентирующих метрологические правила, требования и нормы.

2 *Организационные* – соответствующее нормативным документам своевременное выполнение мероприятий с учетом специфики данного учреждения, предприятия. Обеспечиваются метрологической службой, состоящей из государственной и ведомственной служб.

3 *Технические* – система воспроизведения единиц физических величин и передачи информации об их размерах всем без исключения средствам измерений.

Чем ближе используемый для сравнения размер единицы к ее эталонному значению, тем точнее в этих единицах будет выражено значение измеряемой физической величины. Этим объясняются высокие требования к точности воспроизведения единиц, удовлетворение которых составляет одно из важнейших направлений постоянных метрологических работ. Размеры единиц могут воспроизводиться там же, где выполняются измерения, либо передаются с места централизованного хранения. В зависимости от этого различают децентрализованное и централизованное воспроизведение единиц. По

первому методу воспроизводят единицы многих производных физических величин, при этом информация о размерах основных единиц передается с места централизованного хранения. Второй метод осуществляется при помощи эталонов.

## **2 ВИДЫ И СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ. КОМПЛЕКСНАЯ И МЕЖОТРАСЛЕВАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ. ГОСУДАРСТВЕННАЯ И МЕЖДУНАРОДНАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

Развитие общественного производства связано с развитием новой техники и технологии, выпуском более разнообразных и сложных изделий, материалов и товаров.

**Стандартизация** – плановая деятельность по установлению обязательных правил, норм и требований, выполнение которых обеспечивает экономически оптимальное качество продукции, повышение производительности труда и эффективности использования материальных ценностей при соблюдении требований безопасности, развитие международного сотрудничества, совершенствование управления производством и т. д. [235, 241–243, 280–282, 246, 34–37, 277, 38, 47–50, 72, 73, 68–70, 162, 266].

Основные задачи стандартизации:

- 1) установление требований к качеству продукции [50, 49];
- 2) определение единой системы показателей качества [266, 282];
- 3) установление норм, требований и методов в области проектирования и производства продукции;
- 4) обеспечение единства и достоверности измерений;
- 5) установление единых терминов и обозначений в важнейших отраслях науки, техники и другие.

Стандартом называется нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс норм, правил и требований к объекту стандартизации, утвержденный компетентным органом и обязательный для исполнения. Применяются следующие *нормативные документы по стандартизации*: стандарты (государственные, региональные, межгосударственные, международные, отрасли, предприятия, научно-технических и инженерных обществ), классификатор технико-экономической информации, технические условия [281], правила, рекомендации, технические регламенты. В зависимости от объекта и требований к нему существуют следующие *виды стандартов*: основополагающие (общие проблемы, термины, определения и т. д., охрана здоровья и окружающей среды, безопасность и др.); на продукцию (услуги); на работы (процессы); методы контроля и др. Разновидности стандартов на продукцию и технологические процессы: технические условия [281], технические описания [246], рецептуры [242], технические требования, стандарты типов и основных параметров, параметров кон-

струкции и размеров, сортамента, марок, правил приемки, методов испытаний; правил маркировки, упаковки, хранения и транспортирования; правил эксплуатации и ремонта; типовых технологических процессов, методы и средства поверки мер и измерительных приборов.

Комплексная стандартизация обеспечивает целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимоувязанных требований как к самому объекту комплексной стандартизации в целом и его основным элементам, так и к материальным и нематериальным факторам, влияющим на объект при его создании, эксплуатации, потреблении, в целях обеспечения оптимального решения конкретной проблемы. В настоящее время существуют следующие межотраслевые **комплексные системы стандартов** [235, 241–243, 280–282, 246, 34–37, 277, 38, 47–50, 72, 73, 68]: 1 – Государственная система стандартизации (ГСС), 2 – Единая система конструкторской документации (ЕСКД), 3 – Единая система технологической документации (ЕСТД), 4 – Система показателей качества продукции (СПКП), 6 – Унифицированная система документации (УСД), 7 – Система информационно-библиографической документации (СИБИД), 8 – Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ); 9 – Единая система защиты от коррозии и старения материалов и изделий (ЕСЗКС), 10 – Стандарты на товары, поставляемые на экспорт, 12 – Система стандартов безопасности труда (ССБТ), 13 – Репрография; 14 – Технологической подготовки производства, 15 – Система разработки и постановки продукции на производство (СПП), 17 – Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов (ССОП), 19 – Единая система программных документов (ЕСПД), 21 – Система проектной документации для строительства (СПДС), 22 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях (БЧС), 23 – Обеспечения износостойкости изделий, 24 – Система технической документации на АСУ, 25 – Расчеты и испытания на прочность, 26 – Средств измерений и автоматизации, 27 – Надежность в технике, 29 – Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения, 31 – Технологическая, 34 – Информационная технология, 40 – Система сертификации ГОСТ.

В стандартах, входящих в комплекс, первые одна или две цифры с точкой условного обозначения относятся к шифру комплекса. Процесс комплектования уже существующих комплексов до сих пор еще продолжается. Возможно и создание новых комплексов. Некоторые комплексы уже почти сформированы (например, Система автоматического проектирования – САПР), но им пока не присвоен шифр комплекса, другие только формируются.

В машиностроении разработаны системы стандартов для различных стадий жизненного цикла объектов стандартизации.

*Единая система конструкторской документации* (ЕСКД, свыше 160 стандартов) – комплекс стандартов, устанавливающих правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации.

ЕСКД устанавливает для всех организаций единый порядок организации проектирования, единые правила оформления и выполнения чертежей, что упрощает проектно-конструкторские работы, способствует повышению качества и уровню взаимозаменяемости [38]. В ЕСКД обеспечена согласованность правил оформления и чтения чертежей и схем с рекомендациями ИСО и МЭК. Введение стандартов ЕСКД позволяет обмениваться конструкторской документацией без ее переоформления.

*Единая система технологической документации* (ЕСТД, более 40 стандартов) – устанавливает единые правила по разработке, оформлению, комплектации, обращению, унификации и стандартизации документации, применяемой при изготовлении и ремонте изделий [47, 48, 242, 68–70].

*Система технологической подготовки производства* (СТПП) – устанавливает широкое применение прогрессивных типовых технологических процессов, стандартной технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации [281, 246, 242, 68–70]. Функционирование ЕСТПП в соответствии с ее назначением обеспечивается комплексным применением государственных стандартов ЕСТПП, отраслевых стандартов и стандартов предприятий, конкретизирующих и развивающих отдельные правила и положения ЕСТПП применительно к специфике отрасли или предприятия.

*Система стандартов приборостроения* (ССП) – призвана унифицировать и согласовывать по принципу агрегатирования параметры и характеристики приборов и устройств, входящих в системы автоматического контроля, регулирования и управления сложными технологическими производственными процессами. При этом обеспечивается информационная, конструктивная, эксплуатационная и другая совместимость указанных приборов и других средств [162].

*Государственная система стандартизации* (ГСС) – представляет собой 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, порядок разработки, оформления, согласования, утверждения, издания, внедрения стандартов и другой нормативно-технической документации, а также контроля за их внедрением и соблюдением. Таким образом, ГСС определяет организационные, методические и практические основы стандартизации во всех звеньях народного хозяйства. Руководство всеми работами по стандартизации и метрологии в нашей стране возложено на Государственный комитет по стандартам (Госстандарт Беларуси).

Крупнейшей международной организацией по стандартизации является *ИСО*, которая начала работать с 1947 г. Одновременно с рекомендациями ИСО выпускает международные стандарты, на которых должны основываться национальные стандарты; их используют также для международных экономических связей [35–37, 277]. Основная цель ИСО: содействовать бла-

гоприятному развитию стандартизации во всем мире для того, чтобы облегчить международный обмен товарами и развивать взаимное сотрудничество в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности. Высший орган ИСО – Генеральная Ассамблея, которая собирается раз в 3 года с целью принятия решений по наиболее важным вопросам и выбору президента.

В ИСО входят различные организации и комиссии, обеспечивающие взаимодействие по отдельным направлениям: Международная электротехническая комиссия (МЭК), содействующая унификации стандартов в области электротехники, радиотехники и электроники; Международная организация мер и весов, комитетам которой разработана единая Международная система единиц (СИ), применяемая для всех стран, присоединившихся к метрической конвенции; Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ), обеспечивающая работу по общим вопросам метрологии, системе единиц измерений, унификации законов, правил и инструкций в сфере деятельности метрологических служб государств. МОЗМ разрабатывает международные рекомендации по терминологии, методам измерений, правилам испытаний и поверки средств измерений, всем видам нормативно-технических документов, регламентирующих передачу информации о раз- мере единиц физических величин от их эталонов к средствам измерений.

## **3 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА**

### **3.1 Качество продукции**

Одной из главных задач стандартизации является повышение качества продукции. Стандартами установлены основные понятия, термины и определения, номенклатура показателей качества и методы их определения, методы оценки качества и организации управления качеством [130]. **Качеством продукции** называется совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Квалиметрия – область науки, предметом которой являются количественные методы оценки качества продукции. Показателем качества является количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления. *Единичный* показатель качества характеризует одно из свойств продукции, *комплексный* показатель – несколько свойств. Определяющий показатель качества – комплексный показатель, по которому принимается решение об оценке качества. *Интегральный* показатель качества продукции – отношение

суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление. Уровень качества относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями показателей. Показатели качества продукции группируются по характеризующим ими свойствам. Показатели назначения устанавливают область применения и основные параметры изделий (например: мощность и угловую скорость двигателей, производительность машин и аппаратов, цену деления и диапазон показаний приборов).

Одним из основных требований к продукции машиностроения является надежность [130, 74–81, 161] – свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в требуемых пределах. Применяются следующие показатели надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

1 *Безотказность* – вероятность безотказной работы, средняя наработка без отказа и др., т. е. свойство изделий сохранять работоспособность в течение определенного времени или до заданной наработки.

2 *Долговечность* – средний ресурс, средний срок службы и другие показатели, характеризующие свойства продукции сохранять работоспособность до наступления предельных состояний, установленных системой технического обслуживания и ремонта.

3 *Ремонтпригодность и сохраняемость* определяют способность изделий восстанавливать свои свойства при ремонте и сохранять их при хранении без эксплуатации.

Качество продукции характеризуют также следующие группы показателей: эргономические, технологические, эстетические, стандартизации и унификации, патентно-правовые, экологические, безопасности. **Методы определения показателей качества** [130]:

1) измерительный – осуществляется с помощью технических средств измерения;

2) регистрационный – заключается в наблюдении и подсчете числа определенных событий, предметов и затрат;

3) расчетный – основан на использовании теоретических и эмпирических зависимостей показателей качества от параметров продукции;

4) органолептический – заключается в анализе восприятия продукции органами чувств;

5) экспертный – осуществляется на основании решения, принимаемого экспертами;

6) социологический – основан на сборе и анализе мнений фактических или возможных потребителей продукции.

Оценка уровня качества дает возможность определить годную продукцию, дефектные изделия и брак, а также установить сорт и категорию каче-

ства продукции. Существуют следующие **методы оценки качества** [130]: дифференциальный – используются единичные показатели; комплексный – комплексные показатели; смешанный – единичные и комплексные показатели одновременно; статистический – заключается в использовании правил математической статистики при определении показателей качества.

### 3.2 Контроль качества

Одним из основных элементов управления качеством является испытание и контроль качества продукции [136].

**Технический контроль** – проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит ее качество, установленным техническим требованиям. Применяются следующие виды технического контроля:

- 1) *контроль качества продукции*, который устанавливает количественные и (или) качественные характеристики свойств продукции;
- 2) *контроль технологического процесса*;
- 3) *контроль проектирования*, охватывающий процесс разработки конструкторской или технологической документации;
- 4) *производственный*, при котором проверяются результаты процесса на стадии изготовления;
- 5) *эксплуатационный*, связанный с проверкой продукции поставщика, поступившей к потребителю, на стадии эксплуатации продукции;
- 6) *входной контроль* продукции поставщика.

Контроль осуществляется следующими исполнителями:

- 1) *инспекционный* – уполномоченными представителями в целях проверки эффективности ранее выполнявшегося контроля;
- 2) *ведомственный* – министерством или ведомством;
- 3) *государственный* – специальными государственными органами.

Для осуществления постоянного контроля на предприятиях созданы **отделы технического контроля (ОТК)**.

### 3.3 Метрологическое обеспечение качества

Качество продукции напрямую зависит от качества измерений. **Метрологическое обеспечение (МО)** – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений (научной основой МО является метрология). Правила и нормы МО устанавливает **государственная система обеспечения единства измерений ГСИ** [279, 248, 252, 250]. Стандарты ГСИ устанавливают: единицы физических величин; государственные эталоны и общие поверочные системы; методы и нормы точно-



сти измерений; номенклатуру нормируемых метрологических показателей средств измерений; методы и средства поверки средств измерений и т. д.

Организацией МО занимается метрологическая служба (МС РБ), возглавляемая Госстандартом Беларуси. Она состоит из государственных и ведомственных МС. *МС предприятия* – основное звено ведомственной службы, и создается как самостоятельное подразделение (отдел), возглавляемое главным метрологом. МС предприятия может включать комплексные и специализированные лаборатории; лаборатории по внедрению новой техники; контрольно-поверочные пункты в цехах; мастерские по ремонту приборов и др.

На предприятиях создаются центральные лаборатории измерительной техники. Их основные задачи:

- 1) анализ состояния измерений на предприятии и разработка мероприятий по совершенствованию МО;
- 2) совершенствование и внедрение современных методов и средств измерений, механизированных и автоматических средств контроля;
- 3) установление оптимальных норм точности измерений;
- 4) поверка и метрологическая аттестация средств измерений;
- 5) аттестация методик выполнения измерений;
- 6) контроль за состоянием, условиями применения и ремонтом средств измерений и соблюдением требований, норм и правил ГСИ.

Рабочие и выходящие из ремонта меры и приборы подлежат поверке на предприятии или в ведомственных базовых лабораториях либо органах комитета по стандартам [250]. Результаты поверки оформляются свидетельствами, аттестатами или отметками в паспорте. **Паспорт** – постоянный документ, служащий для учета и наблюдений состояния средств измерений в эксплуатации. **Аттестат** – разовый документ, подтверждающий пригодность средства измерений для эксплуатации на определенный срок, в котором указаны погрешности или поправки, подлежащие учету при точных измерениях.

#### 4 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

Конкурентоспособность в рыночных условиях определяют множество факторов: качество и новизна, цена, уровень гарантийного и технического обслуживания, эксплуатационные расходы, существование на рынке подобных объектов и преимущества перед ними для потребителей, платежеспособность населения и условия платежа, реклама, мода, образ жизни и т. п. Среди них основными являются качество и полезная новизна для потребителя. Повышение качества выгодно: для потребителя – повышение качества и рост производительности труда, экономия времени и средств, улучшение условий труда и отдыха, открытие и удовлетворение новых полезных потребностей и т. д.; изготовителя – минимальные расходы на производство,

ускоренная реализация и рост доходов от нее, возможность дальнейшего повышения качества и т. д.; страны – экономия общественных затрат для удовлетворения определенной потребности, ускорение научно-технического прогресса, расширение экспорта и т. д. Однако понятие качества является относительным. Вследствие развития человека, общества и той его подсистемы, к которой относится определенная потребность, создается новое и более качественное изделие, а предыдущее морально стареет. Поэтому необходимо оптимизировать соотношение между уровнем качества, общими затратами ресурсов и полезным эффектом [136, 171, 130, 41, 266–273, 244, 254, 245, 286–288, 5, 12, 14, 29, 30].

Для достижения указанных целей создается **система управления качеством**, которая представляет собой качественную рабочую структуру, действующую на предприятии и включающую эффективные технические и управленческие методы, обеспечивающие наилучшие и наиболее практические способы взаимодействия людей, машин и информации с целью удовлетворения требований потребителя, предъявленных к качеству и цене продукции, а также экономию расходов на качество [130, 5, 12, 29, 30].

Наличие у предприятия сертификата на систему качества [286] – это одно из основных условий допуска к тендеру по участию в проектах, заключения контрактов на поставку продукции; банки охотнее предоставляют кредиты организациям с сертифицированной системой качества. Система качества охватывает все этапы цикла продукции: маркетинг, поиск и изучение рынка; проектирование и разработка технических требований, разработка продукции; материально-техническое и информационное снабжение; разработка и подготовка технологических процессов; производство; контроль, проведение испытаний; упаковка и хранение; реализация; монтаж и эксплуатация; техническое обслуживание; утилизация после использования. По характеру воздействия на указанные этапы существуют три направления: обеспечение качества, улучшение качества, оперативная деятельность по качеству. *Обеспечение качества* – это совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий для выполнения каждого этапа цикла продукции с требуемым качеством. Проблемы с качеством предупреждаются, если планировать целевые научно-технические программы по его обеспечению. *Улучшение качества* – постоянная деятельность, направленная на повышение технического уровня продукции, качества ее изготовления, совершенствование элементов производства и системы качества, улучшение параметров продукции, повышение стабильности качества изготовления, снижение затрат. *Оперативная деятельность по качеству* («замкнутый управленческий цикл») состоит из контроля, учета, анализа, принятия и реализации решений.

Важность проблемы качества проявляется при взаимодействии между производителем и потребителем, когда в контракт на поставку продукции

или оказание услуг вносят требования к системе качества на предприятии у поставщика. Вследствие большого значения систем качества в 1986 г. приняты и уточняются в дальнейшем **международные стандарты ИСО серии 9000** по разработке систем качества: ИСО 9001 : 94 «Система качества. Модель для обеспечения качества при проектировании и (или) разработке, производстве, монтаже и обслуживании» – наиболее общий из стандартов; ИСО 9002 : 94 «Система качества. Модель для обеспечения качества при производстве и монтаже»; ИСО 9003: 94 «Система качества. Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях» и т. д. [266, 273]. Система качества должна быть выгодна потребителю и поставщику, должна соответствовать конкретному объекту.

С вышеуказанными стандартами согласованы ИСО 14001-98 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению», ИСО 19011 «Руководящие указания по проверкам систем менеджмента качества и (или) охраны окружающей среды» [275]. Весь комплекс стандартов облегчает взаимодействие в национальной и международной областях рыночной экономики.

Определены восемь принципов управления качеством: ориентация на потребителя, лидерство руководителя, вовлечение работников, системный подход к менеджменту, постоянное улучшение, принятие решений после анализа фактов и информации, взаимовыгодные отношения с поставщиками [266]. Еще одним принципом является процессный подход, при котором ресурсы концентрируются на процессах, определяющих экономическую результативность. Процессный подход должен обеспечить непрерывность управления отдельных процессов, стыков отдельных процессов и в целом их системы, направленной на реализацию потребителю конкурентоспособной продукции. Потребитель выдвигает требования к продукции, оплачивает ее стоимость, дает оценку приобретенной им продукции, что является существенным элементом системы управления качеством.

По стандарту ИСО 9001-2001 система управления качеством содержит следующие разделы [267].

1 *Общие требования к системе.* Организация должна разработать, задокументировать, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии систему, постоянно улучшать ее результативность.

2 *Требования к документации.* Она должна быть системной, комплексной, полной, понятной, содержать практически выполнимые требования, быть адекватной международным стандартам, легко идентифицируемой (иметь наименование, обозначение и код), адресной (конкретная область применения и исполнитель), актуализированной (отображать текущие изменения), иметь санкционированный статус (утверждена должностными лицами). Один из ведущих документов системы качества – это политика в области качества, т. е. заявление руководства организации об основных направле-

ниях, целях и задачах предприятия в области качества. Основным документом системы качества является «Руководство по качеству» – обобщающий документ системы качества. В стандартах предприятия регламентируются процедуры по обеспечению качества.

3 *Ответственность руководства.* Обязательства руководства, ориентация на потребителя, политика в области качества, планирование, полномочия и обмен информацией, анализ со стороны руководства.

4 *Управление ресурсами.* Обеспечение ресурсами на реализацию системы, квалифицированные кадры, инфраструктура для обеспечения качества.

5 *Процессы цикла продукции.* Планирование цикла продукции, взаимодействие с потребителями, проектирование и разработка, закупки, производство и обслуживание, управление устройствами для монтажа и измерений.

6 *Измерение, анализ и улучшение.* Мониторинг и измерение процессов, продукции и использование результатов для управления и внутреннего аудита (проверки); управление несоответствующей продукцией с целью предотвращения ее использования и поставки; анализ данных, полученных в результате мониторинга и измерений; улучшение системы и повышение ее результативности.

При создании системы качества необходимо исходить из *требований к основным этапам цикла продукции.*

1 Мониторинг, поиск и изучение рынка. Определение потребности в продукции; определение рыночного спроса – сорт, количество, стоимость, срок производства, требования потребителя; информирование управленческих структур; краткое предварительное описание продукции; осуществление обратной связи с потребителем; мероприятия, предотвращающие ошибки в маркетинге.

2 Проектирование и (или) разработка технических требований, разработка продукции. Создание проекта, соответствующего мировому уровню и требованиям потребителя; планирование проектирования (определение этапов разработки продукции и их трудоемкости); предотвращение ошибок; испытание и измерение параметров продукции на этапах проектирования; периодический анализ всего проекта; проверка соответствия исходным требованиям; анализ готовности потребителя к использованию продукции; контроль за изменением продукции; повторные оценки проекта.

3 Материально-техническое снабжение. Предотвращение поступления некачественных материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий в производство.

4 Подготовка и разработка производственных процессов. Контролируемость и управляемость всех элементов производства; контроль и испытание готовой продукции.

5 Последующие этапы. Качество продукции при изготовлении, погрузочно-разгрузочных работах, хранении, транспортировании, монтаже, техобслуживании и ремонте и т. д.

Особенность системы стандартов ИСО состоит в обязательном определении расходов на качество. Анализ затрат на качество – это оценка эффективности системы. Внедрение эффективной системы управления качеством, работающей по принципу предупреждения дефектов, позволяет снизить затраты на выпуск продукции, обеспечить ускоренную реализацию и рост доходов от нее.

Международные стандарты ИСО являются общей методической инструкцией, в каждом же конкретном случае необходима разработка системы управления качеством. Например, основываясь на указаниях ИСО 9000, компании «Крайслер», «Форд», «Дженерал моторс» и ряд других автомобилестроительных фирм разработали стандарт *QS 9000 (Quality system 9000)*, состоящий из трех разделов: 1) требования, основанные на ИСО 9000; 2) отраслевые требования; 3) специфические требования потребителей. Документация системы *QS 9000* включает: промышленный стандарт *QS 9000* «Требования к системам качества»; процедуру *PPAP* «Процесс согласования производства части» (часть – комплектующие, узлы, материалы и т.д.); *QSA* «Оценка систем качества»; руководства: *SPS* «Статистическое управление процессами», *MSA* «Анализ измерительных систем», *APQP* «Планирование качества перспективной продукции», *FMEA* «Анализ видов и последствий отказов»; перечень документов, руководств и процедур и отдельных компаний – потребителей, не ставших согласованными руководствами и документами. Система *QS-9000* объединила поставщиков, потребителей-сборщиков и конечных потребителей автомобилей. Система *TQM (Total quality management)* направлена на достижение полного соответствия подходов к обеспечению качества функциональных служб и подразделений компаний и ее поставщиков. Она является комплексной системой, ориентированной на постоянное улучшение качества, минимизацию производственных затрат и поставки точно в срок.

Действие сертифицированной системы качества на предприятии доказывает, что оно надежно выпускает высококачественную продукцию, и это усиливает его конкурентоспособность в условиях рыночной экономики. Для отечественных предприятий это также создает возможность успешно экспортировать товары и продавать их по мировым ценам, а также расширить их реализацию на внутреннем рынке.

## 5 СЕРТИФИКАЦИЯ

**Сертификация** – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям стандартов и других нормативных документов [230–234, 282–285, 20, 22–25]. Она необходима

изготовителю (продавцу) для повышения конкурентоспособности товара на рынке, потребителю (покупателю) как гарантия качества товара. В ней заинтересованы как отечественные, так и международные организации. В международных товарно-экономических отношениях она способствует: предотвращению импорта или экспорта некачественных изделий; упрощению выбора продукции потребителем; защите изготовителя от конкуренции с поставщиками несертифицированной продукции и обеспечения ему рекламы и рынка сбыта. Сертификация имеет широкую область применения: удостоверение соответствия продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, условиям договоров [283–285, 294, 295, 275]. Она используется, например, на железнодорожном транспорте [236, 238, 224–226, 228], в строительстве [278, 237], водоподготовке [291–293] и др.

Объектами сертификации могут быть продукты, процессы, услуги, системы качества, персонал и т. д. В ней участвуют три стороны: «продавец», «покупатель», и «независимая» (от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе). Под сертификацией соответствия понимается действие третьей стороны, доказывающее, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс, услуга соответствуют стандарту или другому нормативному документу. Идентификация – процесс, в котором устанавливается соответствие представленного на сертификацию объекта требованиям нормативных, информационных документов.

Процесс сертификации проходит *пять основных этапов*. На этапе заявки необходимо выбрать организацию по сертификации, которая правомочна провести оценку соответствия данного объекта и направить заявку по установленной форме. Следующий этап оценки соответствия зависит от сертифицируемого объекта. Для продукции он включает отбор и идентификацию образцов изделий, их испытания в испытательной лаборатории, оформление протокола испытаний. Этап анализа результатов испытаний в органе по сертификации включает проверку экспертами соответствия результатов испытаний требованиям нормативной документации и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия. Далее следует регистрация в реестре системы сертификации [290] и выдача сертификата соответствия. Инспекционный контроль проводится для определения правильности использования сертификата и знака соответствия.

Рассмотрим далее некоторые **основные понятия, термины и определения по сертификации**.

Аккредитация – официальное подтверждение того, что организация (например, испытательная лаборатория) правомочна осуществлять конкретные виды испытаний продукции [231, 233, 239, 294, 295, 276].

Область аккредитации – один или несколько видов работ, на выполнение которых аккредитована организация.

Заявитель – предприятие, организация, лицо, зарегистрированное в установленном порядке, обратившееся с заявкой на проведение аккредитации или сертификации.

Знак соответствия – зарегистрированный в установленном порядке знак, которым подтверждается соответствие продукции требованиям нормативных документов [289].

Инспекционный контроль – проверка возможности сохранения действия сертификатов соответствия [256].

Сертификат соответствия – документ, выданный по правилам системы сертификации, указывающий, что данный объект сертификации соответствует конкретным нормативным документам.

Сертификационный центр – юридическое лицо, правомочное одновременно выполнять функции органа по сертификации и испытательной лаборатории.

Система сертификации – система, располагающая собственными правилами и процедурами для проведения сертификации. Существуют национальные, региональные и международные системы сертификации.

Эксперт – аудитор – специалист, аттестованный на проведение одного или нескольких видов работ в области сертификации [295].

Подтверждение соответствия может носить *обязательный* или *добровольный* характер. Продукция, на которую установлены требования безопасности для жизни, здоровья и имущества граждан, охраны окружающей среды, подлежит обязательной сертификации в **Национальной системе сертификации** в соответствии с действующим в стране законодательством и требованиями нормативных документов. Добровольная сертификация проводится в соответствии с Законом о сертификации по инициативе изготовителей, поставщиков на условиях договора с Национальной либо с добровольной системой, зарегистрированной в ней. Добровольная сертификация не заменяет обязательную, но производится по другим параметрам.

Национальная система сертификации включает законодательную и нормативную базы, определяющие правила, процедуры и участников проведения сертификации соответствия. В нее входят: Республиканский орган по сертификации, Совет и апелляционный Совет, подсистемы сертификации по объектам [282].

Форма сертификации, определяющая совокупность действий, результат которых рассматривается в качестве доказательств соответствия объекта установленным требованиям, называется **схемой сертификации**. В таблице 5.1 приведены схемы сертификации продукции, а в таблице 5.2 – схемы сертификации работ и услуг. Особенности продукции, технология производства, испытаний, серийность, изготовитель и поставщик и т. д. должны учитываться при выборе схемы сертификации. Способами доказательства соответствия являются (см. таблицу 5.1): испытание типовых представителей (1–5), партий (7), каждого изделия (8); проверка производства для повышения объективности оценки – анализ состояния производства (1а, 2а, 3а, 4а, 9а, 10а), серти-

фикация производства (5), сертификация системы качества (5, 6); инспекционный контроль после выдачи сертификата – испытание образцов (2, 2а, 3, 3а, 4, 4а, 10, 10а), анализ состояния производства (2а, 3а, 4а), контроль сертифицированной системы качества (5, 6); декларация о соответствии (схемы 6, 9, 9а, 10, 10а) – руководитель представляет в орган сертификации заявление-декларацию с протоколами испытаний и информацией о контроле качества продукции.

Таблица 5.1 – Схемы сертификации продукции

Номер схемы	Испытания	Проверка производства (системы качества)	Инспекционный контроль сертифицированной продукции)
1	Испытание типовых представителей	–	–
1а		Анализ состояния производства	–
2		–	Испытания образцов, взятых у продавца
2а		Анализ состояния производства	
3		–	Испытания образцов, взятых у изготовителя
3а		Анализ состояния производства	
4			Испытания образцов, взятых у продавца
4а			Испытания образцов, взятых у изготовителя
5		Сертификация производства или сертификация системы качества	Контроль стабильности условий производства или функционирования системы качества
6		Рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам	Сертификация системы качества
7	Испытания партии	–	–
8	Испытания каждого образца	–	–
9	Рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам	–	–
9а		Анализ состояния производства	–
10		–	Испытания образцов, взятых у продавца и у изготовителя
10а		Анализ состояния производства	



Таблица 5.2 – Схемы сертификации работ и услуг

Номер схемы	Оценка выполнения работ и оказания услуг	Проверка (испытание) результатов работ и услуг	Инспекционный контроль сертифицированных работ и услуг
1	Оценка мастерства исполнителя работ и услуг	Проверка (испытание) результатов работ и услуг	Контроль мастерства исполнителя работ и услуг
2	Оценка процесса выполнения работ и оказания услуг		Контроль процесса выполнения работ и оказания услуг
3	Анализ состояния производства		Контроль состояния производства
4	Оценка организации (предприятия)		Контроль соответствия установленным требованиям
5	Оценка системы качества		Контроль системы качества
6		Рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам	Контроль качества выполнения работ и оказания услуг
7	Оценка системы качества		Контроль системы качества

Сертификация систем качества [234, 294, 259, 275] проходит в три этапа. На первом этапе предварительной оценки заявитель направляет в орган по сертификации систем качества заявление, документ о политике по качеству, руководство по качеству, анкету с ответами. При положительном исходе заключается договор о проведении окончательной проверки деятельности предприятия по управлению качеством, состояния производственной системы, качества выпускаемой продукции, соответствия стандартам ИСО и ответственным документам. При положительном исходе орган по сертификации выдает предприятию сертификат на систему качества после регистрации в реестре. Далее осуществляется плановый и неплановый инспекционный контроль за сертифицированной системой качества.

При сертификации производства составляется методика сертификации для каждого производства: однозначные требования, обоснованные методы оценки, воспроизводимость результатов, доступность методов проверок. Оцениваются четыре блока объектов: готовая продукция (ее качество в сфере реализации и потребления, анализ дефектов), технологическая система, техническое обслуживание и ремонт, система технического контроля и испытаний.

Схемы сертификации работ и услуг [285] имеют свою специфику (см. таблицу 5.2). Для оценки работ и услуг наиболее широко используются со-

циологические и экспертные методы. Инспекционный контроль осуществляется путем контроля стабильности процесса оказания услуги.

Сертификация должна выполняться в органе, не зависимом от сторон, заинтересованных в ее результатах, который в Национальной системе сертификации может создаваться при организации, имеющей статус юридического лица.

Орган сертификации должен иметь необходимые средства, документацию, квалифицированный персонал и контролироваться Республиканским центром по сертификации [282, 294, 295, 257–259]. Аккредитованные исследовательские лаборатории проводят конкретные виды испытаний и представляют протоколы испытаний для сертификации [231, 233, 276].

Сертификация развивается на международном, региональном и национальном уровнях. На международном уровне ею занимаются: Международная организация по стандартизации (ИСО), где есть соответствующие комитеты [230–234, 275, 276]; Всемирная торговая организация (ВТО); Европейская экономическая комиссия ООН; Международная конференция по аккредитации испытательных лабораторий и т. д. На региональном уровне можно выделить: сертификацию в ЕС – учреждена Европейская организация по испытаниям и сертификации; сертификацию в СНГ – основана на Соглашении о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации. Национальные органы государств участвуют в работе международных и региональных организаций, что приводит к повышению качества объектов сертификации.

## **6 ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ. НОРМАЛЬНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ**

**Принцип взаимозаменяемости** – это комплекс научно-технических исходных положений, выполнение которых при конструировании, производстве и эксплуатации обеспечивает взаимозаменяемость деталей, сборочных единиц и изделий [104, 107, 106, 34].

**Взаимозаменяемостью** изделий (машин, приборов, механизмов и т. д.), их частей или других видов продукции (сырья, материалов, полуфабрикатов и т. д.) называют их свойство равноценно заменять при использовании любого из множества экземпляров изделий, их частей или иной продукции другим однотипным экземпляром. Различают полную, неполную (ограниченную), внешнюю и внутреннюю взаимозаменяемость.

Наиболее широко применяют полную взаимозаменяемость. Она обеспечивает возможность беспригоночной сборки (или замены при ремонте) любых независимо изготовленных с заданной точностью однотипных деталей в сборочные единицы, а последних – в изделия при соблюдении предъявляемых к ним технических требований по всем параметрам качества. При

полной взаимозаменяемости сборку производят без доработки деталей и сборочных единиц. Подобное производство называют взаимозаменяемым. Полная взаимозаменяемость возможна только тогда, когда все характеристики деталей и сборочных единиц после изготовления находятся в заданных пределах и собранные изделия удовлетворяют техническим требованиям.

В ряде случаев (например, технологически и экономически неприемлемые допуски) для получения требуемой точности сборки применяют групповой подбор деталей (селективную сборку), компенсаторы, регулирование, пригонку и другие дополнительные технологические мероприятия, при обязательном выполнении требований к качеству сборочных единиц и изделий. Такая взаимозаменяемость называется неполной. Осуществляется не по всем, а только по отдельным параметрам.

Внешняя взаимозаменяемость – это взаимозаменяемость покупных и кооперируемых изделий (монтируемых в другие более сложные изделия) и сборочных единиц по эксплуатационным показателям, а также по размерам и форме присоединительных поверхностей. Например, в электродвигателе внешнюю взаимозаменяемость обеспечивают по частоте вращения вала, мощности и по размерам присоединительных поверхностей; в подшипниках качения – по наружному диаметру наружного кольца и внутреннему диаметру внутреннего кольца.

Внутренняя взаимозаменяемость распространяется на детали, сборочные единицы и механизмы, входящие в изделие. Например, в подшипнике качения внутреннюю групповую взаимозаменяемость имеют тела качения и кольца.

Уровень взаимозаменяемости производства характеризуется коэффициентом взаимозаменяемости  $K_v$ , который равен отношению трудоемкости изготовления взаимозаменяемых деталей и сборочных единиц к общей трудоемкости изготовления изделия. Значение этого коэффициента может быть различным, однако степень его приближения к единице является объективным показателем технического уровня производства.

**Совместимость** – свойство объектов (отдельные блоки, приборы, входящие в сложное изделие) занимать свое место в сложном готовом изделии и выполнять требуемые функции при совместной или последовательной работе этих объектов и сложного изделия в заданных эксплуатационных условиях.

**Функциональная взаимозаменяемость** стандартных изделий – это свойство независимо изготавливаемых деталей занимать свое место в изделии без дополнительной обработки. Функциональная взаимозаменяемость предполагает не только возможность нормальной сборки, но и нормальную работу изделия после установки в нем новой детали или другой составной части взамен вышедшей из строя.

Обычно типоразмеры деталей и типовых соединений, ряды допусков, посадок и другие параметры стандартизируют одновременно для многих отрас-

лей промышленности, поэтому такие стандарты охватывают большой диапазон значений параметров. Чтобы повысить уровень взаимозаменяемости, уменьшить номенклатуру изделий, создать условия для эффективной специализации предприятий, удешевления продукции при унификации и разработке стандартов применяют **принцип предпочтительности**. Согласно этому принципу устанавливают несколько рядов значений стандартизуемых параметров с тем, чтобы при их выборе первый ряд предпочитать второму и т. д. Важное значение принцип предпочтительности имеет как принцип систематизации параметров и размеров машин, их частей и деталей, проводимой при стандартизации. Он основан на применении рядов предпочтительных чисел. Примеры использования предпочтительных чисел: размеры одежды и обуви, длина гвоздей, диаметры болтов, номинальные значения массы гирь. Использование предпочтительных чисел обеспечивает взаимозаменяемость деталей, автоматизацию производства, повышение качества продукции в силу согласования параметров и размеров деталей.

Простейшие ряды предпочтительных чисел строятся *на основе арифметической прогрессии*. Любой член арифметической прогрессии можно вычислить по формуле

$$a_n = a_1 + d(n-1),$$

где  $a_1$  – первый член прогрессии;

$d$  – разность прогрессии;

$n$  – номер взятого члена.

Ряды предпочтительных чисел, основанные на арифметической прогрессии, в параметрических стандартах используются редко. Например, стандарты на диаметры подшипников качения. Их достоинство – простота, недостаток – относительная неравномерность. Например, в возрастающей арифметической прогрессии с разностью 1 второй член превышает первый на 100 %, десятый превышает девятый на 11 %, а сотый – девяносто девятый на 1 %.

В связи с этим наибольшее распространение получили ряды предпочтительных чисел, построенные *на основе геометрической прогрессии*. Любой член такой прогрессии можно вычислить по формуле

$$a_n = a_1 q^{n-1},$$

где  $a_1$  – первый член прогрессии,

$q$  – знаменатель прогрессии,

$n$  – номер взятого члена.

Свойства геометрической прогрессии:

1) любой член прогрессии больше предыдущего на 100 %;

2) произведение или частное любых членов прогрессии является членом той же прогрессии.

*Ряды предпочтительных чисел должны удовлетворять следующим требованиям:*

1) представлять рациональную систему градаций, отвечающую потребностям производства и эксплуатации;

2) быть бесконечными как в сторону малых, так и в сторону больших значений, т. е. допускать неограниченное развитие параметров или размеров в сторону их увеличения или уменьшения;

3) включать все десятикратные значения любого члена и единицу.

4) быть простыми и легкозапоминающимися.

В технике широко применяются ряды предпочтительных чисел, на основе которых выбирают предпочтительные размеры. Ряды предпочтительных чисел стандартизованы [106] на основе рекомендаций ИСО. Установлено четыре основных десятичных ряда предпочтительных чисел (R5, R10, R20, R40) и два дополнительных (R80, R160), применение которых допускается только в отдельных, технически обоснованных случаях. Эти ряды построены в геометрической прогрессии со знаменателем  $\varphi$

$$\text{Для ряда R5} \quad \varphi_5 = \sqrt[5]{10} = 1,6 ;$$

$$\text{” “ R10} \quad \varphi_{10} = \sqrt[10]{10} = 1,25 ;$$

$$\text{” “ R20} \quad \varphi_{20} = \sqrt[20]{10} = 1,12 ;$$

$$\text{” “ R40} \quad \varphi_{40} = \sqrt[40]{10} = 1,06 ;$$

$$\text{” “ R80} \quad \varphi_{80} = \sqrt[80]{10} = 1,03 ;$$

$$\text{” “ R160} \quad \varphi_{160} = \sqrt[160]{10} = 1,015 .$$

Они являются бесконечными как в сторону малых, так и в сторону больших значений, допускают неограниченное развитие параметров или размеров в направлении увеличения или уменьшения. Номер ряда предпочтительных чисел указывает на количество членов ряда в десятичном интервале. Допускается образование специальных рядов путем отбора каждого второго, третьего или  $n$ -го числа существующего ряда.

Для выбора номинальных линейных размеров изделий (диаметров, длин, высот и т. п.) на основе рядов предпочтительных чисел разработан стандарт [104] для размеров от 0,001 до 100000 мм. Ряды в этом стандарте обозначены как Ra5, Ra10, Ra20, Ra40, и Ra80. При выборе ряда предпочтительных чисел для типоразмеров изделий предпочтение отдается рядам с более крупной градацией, т. е. с большим знаменателем геометрической

прогрессии. Использование предпочтительных чисел способствует ускорению процесса разработки новых изделий, т. к. упрощает расчеты и облегчает выбор рациональных параметров и числовых характеристик в процессе проектирования.

## **7 НОМИНАЛЬНЫЙ, ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЙ, ПРЕДЕЛЬНЫЙ РАЗМЕРЫ. ДОПУСКИ РАЗМЕРОВ, ПОЛЯ ДОПУСКОВ**

При конструировании определяются линейные и угловые размеры детали, характеризующие ее величину и форму. Они назначаются на основании результатов расчета деталей на прочность и жесткость, а также исходя из обеспечения технологичности конструкции и других показателей в соответствии с функциональным назначением детали. На чертеже должны быть проставлены все размеры, необходимые для изготовления детали и ее контроля [201, 7, 8, 34]. Основные термины и определения установлены стандартом [201].

**Размер** – это числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. д.) в выбранных единицах измерения. Размеры подразделяют на номинальные, действительные и предельные. Номинальный – это размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит также началом отсчета отклонений. Это основной размер, полученный путем кинематических, динамических и прочностных расчетов или выбранный из конструктивных, технологических, эксплуатационных, эстетических и других соображений и указанный на чертеже. Для деталей, составляющих соединение, номинальный размер является общим. Для облегчения технологических процессов значения размеров, полученные путем расчета, следует округлять (как правило, в большую сторону) в соответствии со значениями, указанными в рядах нормальных линейных размеров. Существуют также *межоперационные размеры* – это размеры, зависящие от других размеров, а также регламентированные в стандартах на конкретные изделия (например, средний диаметр резьбы), которые могут не совпадать со значениями, рекомендуемыми рядами.

Действительный – это размер, установленный измерением с допустимой погрешностью. Термин введен по причине невозможности изготовить детали с абсолютно точными размерами и измерить их без внесения погрешности. Действительный размер детали в работающей машине или в статическом состоянии, а также при сборке отличаются друг от друга вследствие износа, различного рода деформаций (упругой, пластической, тепловой и т. д.) и других причин. Это необходимо учитывать при точностном анализе механизма в целом.

Предельные размеры детали – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали (рисунок 7.1). *Наибольший* предельный размер – больший из двух предельных размеров. *Наименьший* предельный размер – меньший из двух предельных размеров. Для обозначения наибольшего и наименьшего размеров рядом с обозначением номинала ставят индексы max и min ( $D_{\max}$  и  $D_{\min}$  – для отверстия и  $d_{\max}$  и  $d_{\min}$  – для вала). Сравнение действительного размера с предельным дает возможность судить о годности детали.

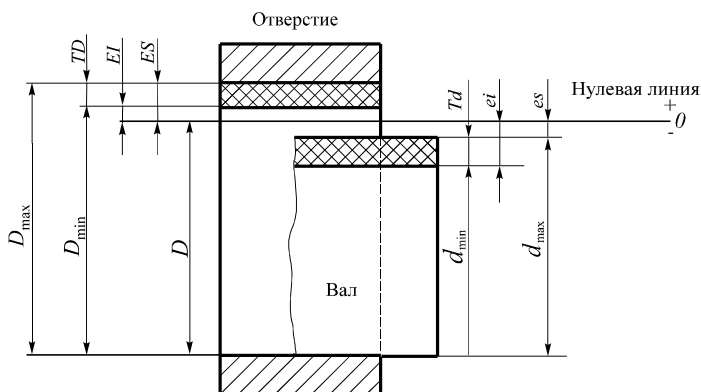


Рисунок 7.1 – Поля допусков отверстия и вала

ГОСТ 25346 устанавливает понятия проходного и непроходного пределов размера [201]. *Проходной предел* – термин, применяемый к тому из двух предельных размеров, который соответствует максимальному количеству материала, а именно верхнему пределу для вала и нижнему – для отверстия. *Непроходной предел* – термин, применяемый к тому из двух предельных размеров, который соответствует минимальному количеству материала, а именно нижнему пределу для вала и верхнему – для отверстия.

Для упрощения чертежей введены предельные отклонения от номинального размера. Отклонение – алгебраическая разность между размером действительным, предельным и т. д. размером и соответствующим номинальным размером. Предельные отклонения – это допустимые верхнее и нижнее отклонения. *Верхнее отклонение* ( $ES$  и  $es$ ,  $\Delta_v$ ) – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами:

$$ES = D_{\max} - D \text{ (отверстие);}$$

$$es = d_{\max} - D \text{ (вал).}$$

*Нижнее отклонение* ( $EI$  и  $ei$ ,  $\Delta_n$ ) – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

$$EI = D_{\min} - D \text{ (отверстие);}$$

$$ei = d_{\min} - D \text{ (вал).}$$

Отклонение является положительным, если предельный размер больше номинального, и отрицательным, если предельный размер меньше номинального.

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями. Допуск всегда положителен и характеризует требуемую точность изготовления детали:

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI.$$

Совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров, называется *качеством*.

Для упрощения допуски можно изображать графически в виде полей допусков (прямоугольников), при этом ось изделия располагают под схемой (например, рисунок 7.2). *Поле допуска* – поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Высота прямоугольника графически изображает величину допуска. Величины отклонений (в мкм) с учетом знаков проставляют около вершин двух правых углов прямоугольника. Отрицательные отклонения откладывают вниз от нулевой линии, положительные – вверх. Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру (в мм), от которой откладывают отклонения размеров. Вторая образующая детали находится за нижней границей чертежа, т. к. номинальный размер не может быть изображен полностью в одном масштабе с допуском размера.

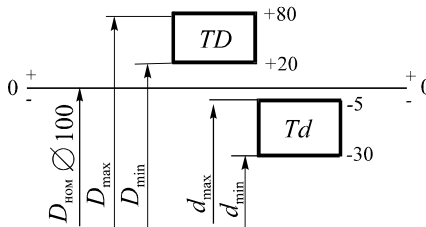


Рисунок 7.2 – Графическое изображение полей допусков

## 8 ВИДЫ СОПРЯЖЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ. СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОСАДОК

Машины и механизмы состоят из деталей, которые в процессе работы должны совершать точные относительные движения или находиться в точном относительном покое, чему способствует стандартизация размеров [201–204, 216, 198, 7, 8, 34]. В большинстве случаев машины представляют собой определенные комбинации геометрических тел, ограниченных поверхностями простейших форм: плоскими, цилиндрическими, коническими и т. д. Это объясняется широким использованием в механизмах низших ки-



нематических пар и технологическими соображениями, т. к. существующие станки приспособлены в основном для обработки простейших поверхностей и их комбинаций. Простейшие геометрические тела, составляющие детали, будем называть элементами.

Две детали, элементы которых входят друг в друга, образуют **соединение**. Такие детали называются сопрягаемыми деталями, а поверхности соединяемых элементов – сопрягаемыми поверхностями (рисунок 8.1).

Поверхности элементов деталей, которые не входят в соединение с поверхностями других деталей, называются несопрягаемыми поверхностями.

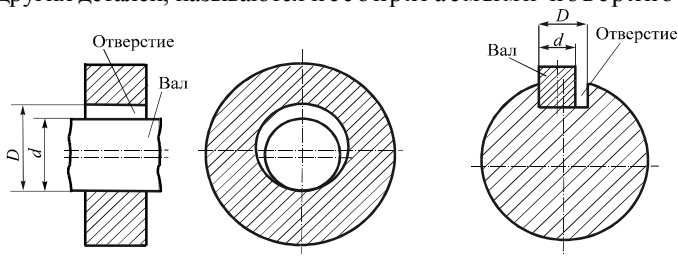


Рисунок 8.1 – Сопрягаемые детали

Соединение деталей, имеющих сопряженные цилиндрические поверхности с круглым поперечным сечением, называется гладким цилиндрическим.

Если сопрягаемыми поверхностями каждого элемента соединения являются две параллельные плоскости, то соединение называется плоским соединением.

Существуют также другие виды соединений: гладкие конические, резьбовые, шпоночные, шлицевые, с подшипниками качения и др.

В соединении элементов двух деталей один из них является внутренним (охватывающим), другой – наружным (охватываемым). В системе допусков и посадок гладких соединений всякий наружный элемент условно называется **валом**, всякий внутренний – **отверстием**. Термины «отверстие» и «вал» применяются и к несопрягаемым поверхностям.

Разность размеров отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей, или **посадку**, т. е. большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

Разность размеров отверстия и вала, если отверстие больше вала, называется **зазором** (рисунок 8.2, а):  $S = D - d$ ,  $D > d$ . Зазор характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей соединения.

Разность размеров вала и отверстия до сборки, если вал больше отверстия, называется **натягом** (рисунок 8.2, б):  $N = d - D$ ,  $d > D$ . Натяг характеризует степень сопротивления взаимному смещению деталей в соединении.

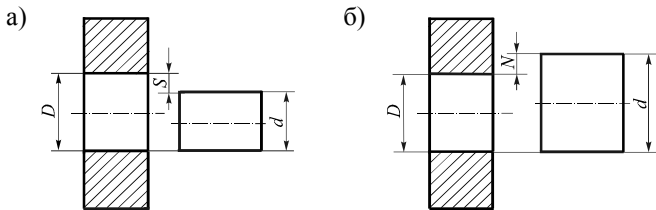
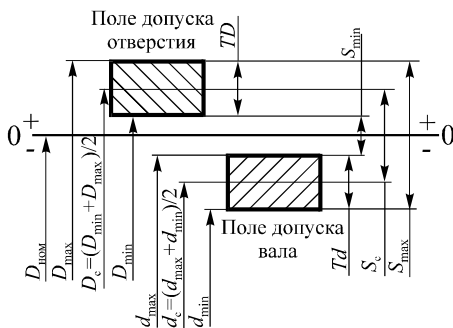


Рисунок 8.2 – Виды соединений:  
а – с зазором, б – с натягом

Вследствие колебания размеров деталей при изготовлении значения зазоров и натягов могут колебаться. Действительный зазор (натяг) определяется разностью действительных размеров отверстия и вала. В соединениях, где необходим зазор, действительный зазор должен находиться между двумя предельными значениями, называемыми *наименьшим* и *наибольшим зазорами* ( $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$ ). В соединениях, где необходим натяг, действительный натяг должен находиться между двумя предельными *натягами* – *наименьшим* и *наибольшим* ( $N_{\min}$ ,  $N_{\max}$ ).

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала различают посадки трех типов: с зазором, с натягом и переходные. Посадкой с зазором называется посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (рисунок 8.3). В посадке с зазором поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала. К посадкам с зазором относятся также скользящие посадки, в которых  $S_{\min} = 0$ .



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

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

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2};$$

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = TD + Td$$

Рисунок 8.3 – Схема расположения полей допусков посадки с зазором

Посадкой с натягом называется посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (рисунок 8.4). В такой посадке поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала.

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

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

$$N_c = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2};$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min} =$$

$$= TD + Td$$

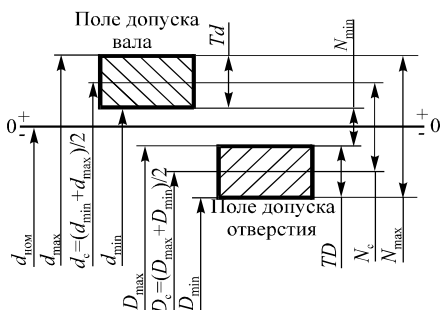
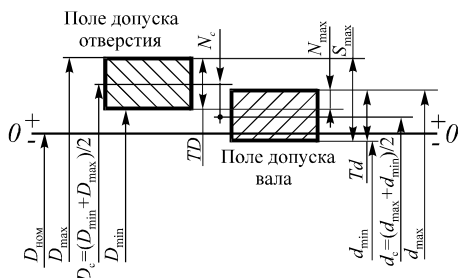


Рисунок 8.4 – Схема расположения полей допусков посадки с натягом

Переходной посадкой называется посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (рисунок 8.5). В такой посадке поля допусков отверстия и вала частично или полностью перекрываются. Переходные посадки характеризуются наибольшими значениями зазора и натяга.



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

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

$$N_c = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2};$$

$$T(N, S) = S_{\max} + N_{\max} =$$

$$= TD + Td$$

Рисунок 8.5 – Схема расположения полей допусков переходной посадки

Вероятность получения натягов и зазоров для переходной посадки при нормальном законе распределения размеров деталей определяется с помощью интегральной функции вероятности  $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{z^2}{2}}$  [7, с.12, таблица 1.1; с. 320–321]. Параметр  $z = N_c / \sigma_N$ , а среднее квадратичное отклонение  $\sigma_N = \frac{1}{6} \sqrt{TD^2 + Td^2}$ . Определив величину  $z$ , находим по таблице значение  $\Phi(z)$ . Если  $N_c < 0$ , то также  $Z < 0$  и  $\Phi(-z) = -\Phi(z)$ .

Вероятность получения натяга (процент натягов 100  $P'_N$ )

$$P'_N = 0,5 + \Phi(z).$$

Вероятность получения зазора (процент зазоров 100  $P'_S$ )

$$P'_S = 0,5 - \Phi(z).$$

В этих формулах, как отмечено выше,  $\Phi(z) > 0$  при  $z > 0$ , и  $\Phi(z) < 0$  при  $z < 0$ .

Таким образом, для любой посадки, независимо от ее типа, допуск посадки есть сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Посадки устанавливают сочетанием полей допусков отверстия и вала. Для унификации деталей и инструмента наиболее рациональным является такой способ образования посадок, когда одна деталь (отверстие или вал) в различных посадках имеет постоянное расположение поля допуска, а требуемый характер соединения обеспечивается подбором расположения поля допуска другой детали соединения (соответственно вала или отверстия). Деталь, имеющая в посадках постоянное расположение поля допуска, является как бы основанием системы посадок и носит название «основное отверстие» и «основной вал» (рисунок 8.6).

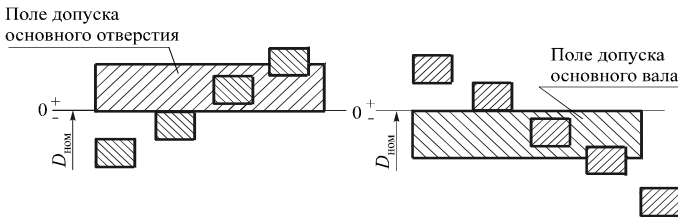


Рисунок 8.6 – Схемы посадок в системе отверстия и системе вала

В системе допусков и посадок основным отверстием называется отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю:  $EI = 0$ . Основным валом называется вал, верхнее отклонение которого равно нулю:  $es = 0$ . По виду основной детали различают посадки в системе отверстия и системе вала. Посадки в системе отверстия – посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием. Посадки в системе вала – посадки, в которых различные зазоры и натяги получают соединением различных отверстий с основным валом. Существуют также внесистемные посадки, в которых ни одна из деталей не является основной.

## 9 ЕДИНАЯ СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК (ЕСДП)

### 9.1 Значение ЕСДП

Система допусков и посадок для гладких цилиндрических деталей и соединений разработана в 1971 г. ЕСДП является частью комплекса нормативно-технических документов, называемого «Основные нормы взаи-

мозаменяемости». Этот комплекс охватывает общетехнические нормы, определяющие взаимозаменяемость типовых соединений в машиностроении: гладких цилиндрических и плоских, конических, резьбовых, шпоночных, шлицевых, зубчатых передач, а также включает допуски формы, расположения и шероховатости поверхностей. В систему входят стандарты на номинальные геометрические параметры соединений и деталей (линейные размеры, конусности, профили, диаметры, шаги резьб и т. д.) и на допуски и посадки [200–203, 216, 205, 4, 7, 8, 34]. Они разработаны на основе и в тесной увязке со стандартами и рекомендациями Международной организации по стандартизации (ИСО), Международной электротехнической комиссии (МЭК) и другими международными нормами. Система ЕСДП и основные нормы взаимозаменяемости создают предпосылки для обеспечения в международном масштабе:

- 1) взаимозаменяемости деталей, узлов и машин;
- 2) единого оформления технической документации;
- 3) единого парка инструментов, калибров и другой технологической оснастки.

Благодаря этому достигается:

- 1) повышение эффективности совместных проектно-конструкторских работ и работ по международной стандартизации;
- 2) повышение эффективности международной специализации и кооперирования при производстве машин, отдельных агрегатов и деталей;
- 3) обеспечение широкого кооперирования между странами в области технологической оснастки, инструментов, калибров, стандартных деталей и т. д.;
- 4) сокращение сроков подготовки и удешевление производства изделий по технической документации, полученной из других стран;
- 5) повышение конкурентоспособности изделий отечественного производства на мировом рынке (за счет соответствия их требованиям международных стандартов);
- 6) облегчение условий продажи за границу технической документации на машины и приборы;
- 7) снижение затрат на эксплуатацию импортного оборудования;
- 8) повышение эффективности научно-технического обмена между странами.

## **9.2 Общие сведения о стандартах ЕСДП**

Стандарты на единую систему допусков и посадок ЕСДП для гладких цилиндрических поверхностей приведены в списке нормативных документов [200–203, 216, 205]. Область распространения стандартов не ограничивается какими-либо определенными видами материалов, деталями или способами обработки, за исключением тех случаев, которые охвачены специаль-

ными стандартами (на допуски и посадки деталей из пластмасс [203, 7], дерева [7], допуски отливок и т. д.). При необходимости в специальные стандарты включают отдельные дополнения к ЕСДП в виде дополнительных рядов точности, полей допусков и посадок.

Использование ЕСДП для различных материалов и способов обработки дает следующие *преимущества*:

- 1) применение единых критериев конструктивных требований для изделий и соединений, независимо от материала и способа обработки;
- 2) закономерную взаимную увязку допусков и предельных отклонений деталей соединения в тех случаях, когда они изготовлены из разных материалов или разными способами;
- 3) сопоставимость точности различных способов изготовления изделий из различных материалов;
- 4) единство условных обозначений допусков и посадок и оформления технической документации;
- 5) унификацию размерной технологической оснастки;
- 6) упрощение изучения системы допусков и посадок и пользование ею и др.

### 9.3 Основы построения ЕСДП

Основы построения ЕСДП изложены в ГОСТ 25346 (для размеров до 3150 мм), ГОСТ 25348 (для размеров свыше 3150 до 10000 мм), ГОСТ 26179 (для размеров свыше 10000 до 40000 мм), ГОСТ 25347, ГОСТ 24349, ГОСТ 30893.1 [200–203, 205, 216] и включают: термины и определения, интервалы промежуточных размеров, формулы и числовые значения допусков и отклонений, правила образования и условные обозначения полей допусков и посадок.

#### 9.3.1 Интервалы промежуточных размеров

Интервалы подразделяются на основные и промежуточные [200, с. 23, 24]. Основные используются для определения всех допусков системы и тех предельных отклонений, которые более плавно изменяются в зависимости от номинального размера. Начиная с 250 мм, границы основных интервалов приняты по нормальным размерам ряда  $R10$ . Промежуточные введены для размеров свыше 10 мм и делят каждый основной на 2-3 интервала. Начиная с 250 мм, их границы приняты по номинальным линейным размерам ряда  $R20$ . Расчет допусков и предельных отклонений для каждого интервала номинальных размеров производится по среднему геометрическому ( $D$ ) его граничных размеров ( $D_{\min}$  и  $D_{\max}$ ):

$$D = \sqrt{D_{\min} D_{\max}}.$$

Для размеров до 3 мм принято  $D = \sqrt{3}$ . Из двух границ интервала номинальных размеров только верхняя ( $D_{\max}$ ) включена в данный интервал, нижняя ( $D_{\min}$ ) относится к предыдущему интервалу.

### 9.3.2 Допуски

Классы точности в ЕСДП называются **квалитетами** [200–203, 205, 216]. Всего установлен 21 квалитет (01, 0, 1, ..., 19), возрастающих по величине допуска с увеличением номера. Обозначается допуск  $IT$  и номером квалитета, например,  $IT7$  означает допуск по 7-му квалитету. Допуски рассчитаны на основе единицы допуска [200, с. 23–26]:

для размеров до 500 мм, начиная со 2-го квалитета:

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D ; \quad (9.1)$$

для размеров до 10000 мм :  $I = 0,004D + 2,1$ .

Размерность:  $D$  – в мм;  $i$  ( $I$ ) – в мкм.

*Особенности допусков:*

1 Допуск выражается определенным, постоянным для данного квалитета числом единиц допуска  $k$  :

$$T = ki . \quad (9.2)$$

Значение  $k$ , начиная с квалитета 5, приблизительно соответствуют геометрической прогрессии с коэффициентом 1,6 [200, с. 25, таблица 5].

2 Начиная с 5-го квалитета, допуски при переходе к следующему, более грубому, увеличиваются на 60 %.

3 Начиная с 6-го квалитета, через каждые 5 квалитетов допуски увеличиваются в 10 раз ( $IT18 = 10 IT13$ ). Это позволяет развить систему в сторону более грубых квалитетов (например, для изделий не из металла или полученных особыми способами обработки).

Определение допусков для размеров до 500 мм в квалитетах до 2-го:

$$IT01 = 0,3 + 0,008D; \quad IT0 = 0,5 + 0,012D; \quad IT1 = 0,8 + 0,020D .$$

Для несопрягаемых элементов низкой точности назначают общий допуск размера: предельные отклонения (допуски) линейных или угловых размеров, указываемые на чертеже или в других технических документах общей записью и применяемые в тех случаях, когда предельные отклонения (допуски) не указаны индивидуально у соответствующих номинальных размеров [216, с.1]). По ГОСТ 30893.1 [216] установлены классы точности: точный –  $f$ , средний –  $m$ , грубый –  $c$ , очень грубый –  $v$  [216, с. 2–3].

### 9.3.3 Основные отклонения

Характеристикой расположения поля допуска в ЕСДП является числовое значение основного отклонения – того из двух предельных отклонений размера (верхнего или нижнего), которое находится ближе к нулевой линии [200, с. 26–29; 2–6]. Для полей допусков, находящихся выше нулевой линии, основным является нижнее ( $ei$  и  $EL$ ) отклонение, для полей допусков, находящихся ниже нулевой линии, основным является верхнее ( $es$  и  $ES$ ) отклонение (рисунок 9.1).

Для обеспечения равных возможностей образования полей допусков валов и отверстий в ЕСДП предусмотрены одинаковые наборы основных отклонений валов и отверстий, они стандартизованы, в основном, независимо от допусков (рисунок 9.2). Но в некоторых случаях одно основное отклонение в разных качествах различается. Каждое расположение основного отклонения обозначается одной либо двумя латинскими буквами (дополнительно введенные  $cd$ ,  $za$ ,  $zb$ ,  $zc$ ). Буквой  $H(h)$  обозначается основное отклонение основных отверстий (валов).

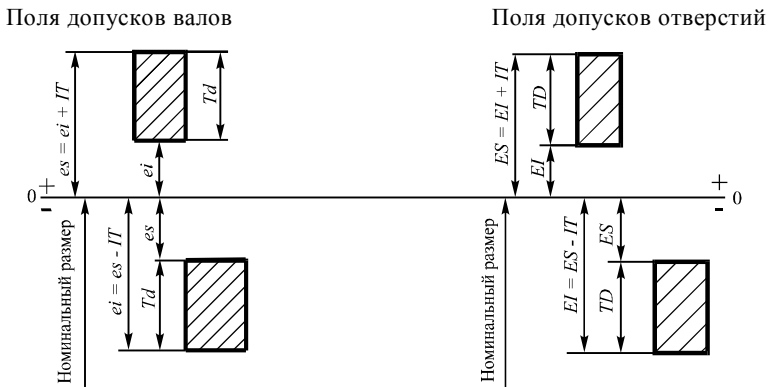


Рисунок 9.1 – Графическое изображение полей допусков

Как в системе отверстия, так и в системе вала основные отклонения от  $a$  до  $h(A - H)$  предназначены для образования посадок: с зазором от  $j_s$  до  $zc$  ( $J_s - ZC$ ), переходных и с натягом. Как правило, переходные посадки образуются при основных отклонениях от  $j_s$  до  $n$  ( $J_s - N$ ).

При построении системы (см. рисунок 9.2) исходными были основные отклонения валов; основные отклонения отверстий равны им по числовому значению и противоположны по знаку, за исключением  $J$ ,  $K$ ,  $M$ ,  $N$  до  $IT8$  включительно и  $P - ZC$  до  $IT7$  включительно для отверстий от 3 до 500 мм, для которых применяется правило  $ES = -ei + \Delta$ , где



$\Delta = IT_n - IT_{n-1}$  ( $\Delta = IT_6 \dots IT_5$  для 6-го качества). Это правило основано на принципе [201, с. 29], что основное отклонение отверстия должно быть таким, чтобы две соответствующие друг другу посадки в системе отверстия и в системе вала, в которых отверстие данного качества соединяется с валом ближайшего более точного качества, например, H7/p6 и P7/h6, обеспечивали идентичные зазоры или натяги.

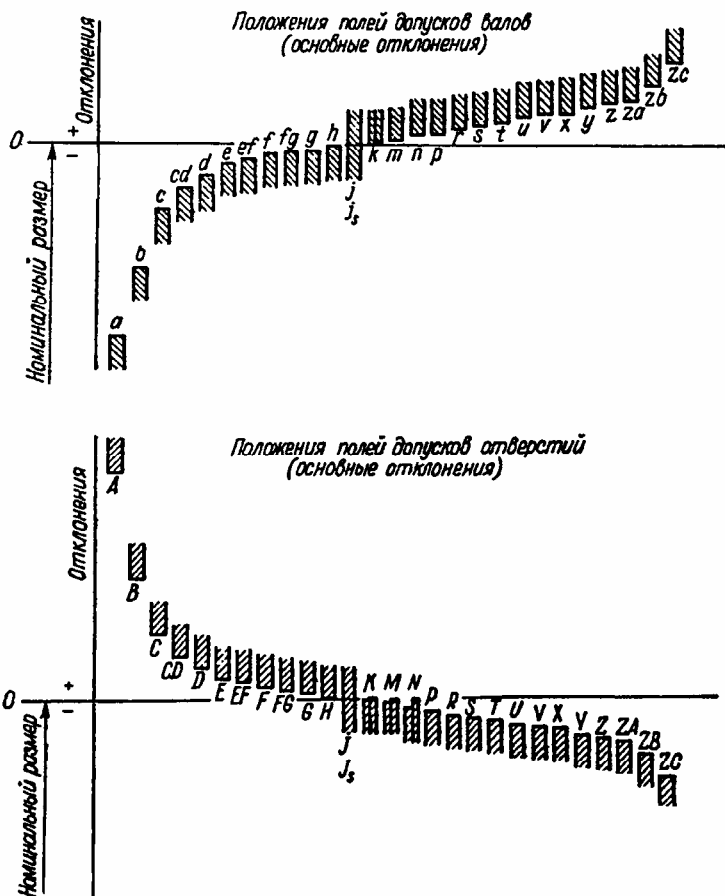


Рисунок 9.2 Схема расположения основных отклонений валов и отверстий в ЕСДП

### 9.3.4 Образование и обозначение полей допусков

Поле допуска в ЕСДП образуется сочетанием основного отклонения (характеристика расположения) и качества (характеристика допуска) [201–

203]. Соответствующее поле допуска состоит из буквы основного отклонения и числа – номера качества ( $h6$ ,  $H6$ ). По основному отклонению и допуску определяется второе предельное отклонение, которое ограничивает данное поле допуска (см. рисунок 9.1):

для вала:  $ei = es - IT$ ;  $es = ei + IT$ ; для отверстия:  $EI = ES - IT$ ;  $ES = EI + IT$ .

### 9.3.5 Образование и обозначение посадок

Посадка в ЕСДП и в системе ИСО образуется, согласно общему правилу, сочетанием полей допусков отверстия и вала ( $\frac{H8}{f7}$ ;  $H8/f7$ ). Принципи-

ально возможны любые сочетания стандартных полей допусков отверстия и вала, но по экономическим соображениям рекомендуется применять предпочтительно посадки в системе отверстия или системе вала ( $H7/p6$ ;  $P7/h6$ ). В ЕСДП рекомендуемые посадки установлены ГОСТ 25347, ГОСТ 25348, ГОСТ 25179 [201, 202, 198]. Посадки в системе ИСО и ЕСДП не имеют наименований. При размерах до 500 мм существуют предпочтительные посадки, которые рекомендуется назначать в первую очередь. Как правило, допуск отверстия в посадке превышает допуск вала, но не более чем на два качества. При практическом назначении допусков и посадок необходимо применять знания из соответствующих областей науки и техники, учитывать физические, химические, конструкторские, технологические и экономические факторы, использовать экспериментальные и теоретические методы, опираться на опыт эксплуатации подобных сопряжений [4, с. 224, таблица 11.4; 7; 8].

На чертежах посадки и предельные отклонения изображают в виде дроби: в числителе для отверстия – буквенное обозначение и числовые значения предельных отклонений в скобках либо буквенное обозначение или числовые значения, в знаменателе – для вала (рисунок 9.3).

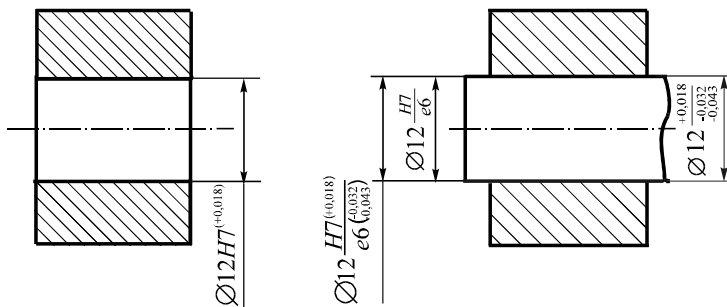


Рисунок 9.3 – Указание на чертеже посадок и предельных отклонений

## 10 ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ОСЕЙ И ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Точность геометрических параметров деталей** характеризуется точностью не только размеров и элементов, но и формы и взаимного расположения поверхностей. Отклонения (погрешности) формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей. Это приводит к снижению эксплуатационных и технологических показателей изделия. Правильное нормирование точности формы и расположения поверхностей способствует повышению точности геометрии деталей при их изготовлении и является одним из основных факторов повышения качества машин и приборов [42, 172, 173, 126, 217, 212, 131, 143, 274, 7, 8, 34].

**Допуски формы и расположения поверхностей** (таблица 10.1) назначаются на основе государственных стандартов, приведенных в списке нормативных документов. По характеру соединения сопрягаемых деталей допуски расположения могут быть зависимыми и независимыми. Если детали соединяются по нескольким поверхностям, то их беспригоночная сборка обеспечивается компенсацией отклонений зазорами. Зависимым (обозначается на чертеже  $\textcircled{M}$ ) называется допуск формы или расположения, заданный минимальным значением, которое допускается превышать на величину, соответствующую отклонению действительного размера детали от проходного предела (наибольший вал и наименьшее отверстие). Зависимые допуски расположения контролируются комплексными калибрами по ГОСТ 16085 [131]. Независимый допуск – постоянный для всех деталей, изготавливаемых по данному чертежу.

По ГОСТ 24643 [173] установлено *16 степеней точности для каждого вида допуска и расположения* и в зависимости от их соотношения с допуском размера определены уровни относительной геометрической точности – нормальная А, повышенная В, высокая С (60, 40, 25 % от допуска размера, соответственно; для цилиндрических поверхностей указанные величины равны 30, 20 и 12 %, т. к. допуск формы ограничивает радиус [173, с. 9]).

Относительно обозначения на чертежах допуски подразделяются на указанные и неуказанные, которые по ГОСТ 30893.2 [217] установлены по трем классам точности – *H, K, L* и составляют три группы: плоскостность, прямолинейность, цилиндричность, круглость, профиль продольного сечения, параллельность – отклонения в пределах допуска размера; перпендикулярность, симметричность, пересечение осей, радиальное (соосность) и торцовое и в заданном направлении биение – установлены числовые значения неуказанных допусков; наклон, перекося осей, позиционный допуск, полное радиальное и полное торцовое биение, форма заданного профиля, форма заданной поверхности – неуказанные допуски не установлены.

Таблица 10.1 – Классификация и обозначение отклонений и допусков формы и расположения поверхностей по ГОСТ 2.308-79

Группа допусков	Вид допуска	Знак	Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуски формы	Прямолинейности		Суммарные допуски формы и расположения	Радиального биения	
	Плоскостности			Торцового биения	
	Круглости			Биения в заданном направлении	
	Профиля продольного сечения			Полного радиального биения	
	Цилиндричности			Полного торцового биения	
Допуски расположения	Параллельности			Формы заданного профиля	
	Перпендикулярности				
	Наклона				
	Соосности				
	Симметричности				
	Позиционный		Формы заданной поверхности		
	Пересечения осей				

### 10.1 Отклонения формы

Отклонением формы изделия называется отклонение формы реальной поверхности (ограничивающей тело и отделяющей его от окружающей среды) от формы номинальной поверхности (см. таблицу 10.1). Под номинальной понимается идеальная поверхность, форма которой задана чертежом или другой технической документацией. Отклонения формы могут

рассматриваться и применительно к профилю-линии пересечения поверхности с плоскостью или с заданной поверхностью [172]. *Шероховатость поверхности в отклонение формы поверхности не включается*. Волнистость в отклонение формы включается, за исключением тех случаев, когда на волнистость техническими условиями устанавливаются самостоятельные нормы. Отклонение формы оценивается по всей поверхности (по всему профилю) или на нормируемом участке, если заданы его площадь, длина или угол сектора, а в необходимых случаях и расположение его на поверхности. В основу определения отклонений как формы, так и расположения положен принцип прилегающих профилей. Например, прилегающая прямая касается профиля, но отличается от других касательных тем, что наиболее удаленная точка профиля расположена ближе к ней (рисунок 10.1). Отклонение формы поверхности (профиля) определяется как минимальное расстояние (перпендикуляр) до прилегающей поверхности (линии) от наиболее удаленной точки реальной поверхности (профиля).

Параметром для количественной оценки отклонения формы по ГОСТ 24642 [172] является максимальное расстояние  $\Delta$  от точек реальной поверхности (профиля) до прилегающей поверхности по нормали к последней в пределах нормируемого участка. *Допуском формы* называется наибольшее допустимое значение отклонения формы. Требования, определяемые допуском формы, геометрически поясняются понятием о поле допуска формы. Поле допуска формы – это область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности или реального профиля в пределах нормируемого участка.

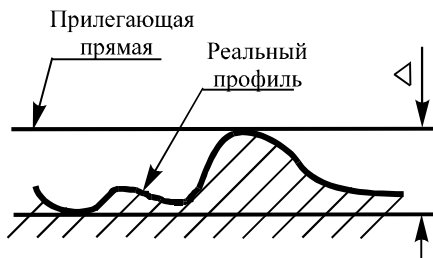


Рисунок 10.1 – Реальный профиль и прилегающая прямая

1 Рассмотрим отклонения и допуски формы *плоских поверхностей* (рисунок 10.2). Плоскостность нормируется при необходимости ограничить отклонение формы всей поверхности или ее участка, прямолинейность – если достаточно ограничить отклонение в сечении поверхности заданного или любого направления. В обоснованных случаях при нормировании плоскостности и прямолинейности применяются понятия о частных видах отклонений формы – выпуклость и вогнутость.

2 *Отклонение от круглости* –  $\Delta = (d_{\max} - d_{\min}) / 2$ :

а) овальность – отклонение, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную форму, наибольший и наименьший диаметры которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях;

б) огранка – отклонение, при котором реальный профиль представляет собой многогранную структуру (с нечетным или четным числом граней).

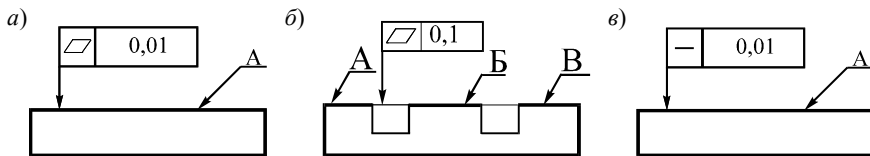


Рисунок 10.2 – Примеры обозначения плоскостности и прямолинейности:  
 а – допуск плоскостности поверхности А 0,01мм; б – допуск плоскостности поверхностей А, Б, В относительно общей прилегающей плоскости 0,1 мм;  
 в – допуск прямолинейности поверхности А 0,01 мм

### 3 Отклонение профиля продольного сечения:

а) конусообразность – отклонение профиля, при котором образующие прямолинейны, но не параллельны;

б) бочкообразность – отклонение профиля, при котором образующие непрямолинейны и диаметры увеличены от краев к середине сечения;

в) седлообразность – отклонение, при котором образующие непрямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к центру сечения.

При отсутствии указаний о допусках формы для сопрягаемых поверхностей отклонения от цилиндричности ограничиваются полем допуска диаметра на длине, равной длине соединения.

Профили и поверхности сложной формы (криволинейные, состоящие из нескольких простых элементов) задаются либо координатами отдельных точек профиля, либо размерами и взаимным расположением отдельных составляющих элементов. Нормирование геометрической точности профилей и поверхностей сложной формы производится двумя способами:

а) допуском формы заданного профиля или заданной поверхности;

б) предельными отклонениями координат отдельных точек профиля или раздельными допусками размеров, формы и расположения отдельных элементов, составляющих профиль (поверхность).

## 10.2 Отклонения расположения

*Отклонением расположения называется отклонение реального профиля расположения рассматриваемого элемента (поверхности, оси, плоскости симметрии) от номинального расположения (см. таблицу 10.1). Под номинальным понимается расположение, определяемое номинальными линейными и угловыми размерами между рассматриваемым элементом и базами. При определении номинального расположения плоских поверхностей координирующие размеры задают непосредственно от них. Для цилиндриче-*

ских, конических и т. д. поверхностей вращения координирующие размеры задают от их осей или плоскостей симметрии.

Таким образом задаются:

а) требования соосности, симметричности и совмещения элементов в одной плоскости (номинальный, линейный, координирующий размеры равны 0);

б) требования параллельности (номинальный угол между элементами равен 0 или  $180^{\circ}$ );

в) требования перпендикулярности (номинальный угол равен  $90^{\circ}$ ).

*Для оценки точности расположения поверхностей назначают базы.* Базой может быть поверхность (плоскость), ее образующая или точка (вершина конуса, центр сферы и т. д.), ось симметрии, плоскость симметрии. *Относительно базы задаются допуски расположения нормируемого элемента.* Допуск расположения – это предел, ограничивающий допустимое значение отклонения расположения поверхностей. Поле допуска расположения – область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться прилегающая поверхность нормируемого элемента или ось, центр симметрии нормируемого элемента. Для параллельного, перпендикулярного и наклонного расположения допуск – максимально допустимое значение отклонения расположения поверхностей в пределах нормируемого участка. Для соосности, симметричности, пересечения осей и позиционного допуска по рекомендации ИСО допуск расположения может быть задан в радиусном ( $T/2$ ) и диаметральной ( $T$ ) выражении ( $T/2$  или  $T$  перед числовым значением допуска).

*Позиционное отклонение* – наибольшее отклонение реального расположения элемента (его центра, оси или плоскости симметрии) от его номинального расположения в пределах нормируемого участка.

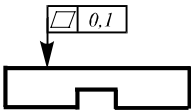
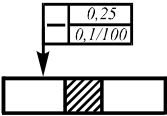
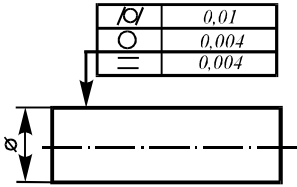
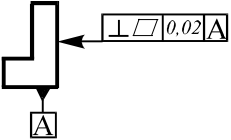
### 10.3 Отклонения формы и расположения

Суммарное отклонение формы и расположения является результатом совместного проявления отклонения формы и расположения рассматриваемого элемента относительно заданных баз (см. таблицу 10.1). **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. Например, радиальное биение происходит из-за отклонения формы (некруглости) и расположения (несоосности оси проверяемой поверхности вращения относительно базовой оси); торцовое биение – из-за отклонения от формы (неплоскостность торцовой поверхности) и расположения (неперпендикулярность торцовой поверхности относительно базовой оси) и т. д.

## 10.4 Обозначение на чертежах допусков формы и расположения

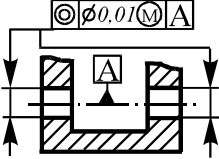
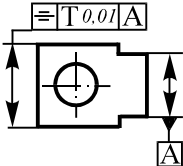
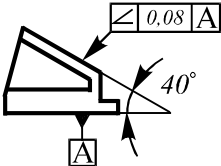
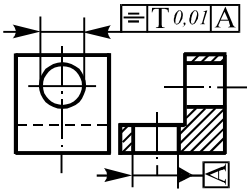
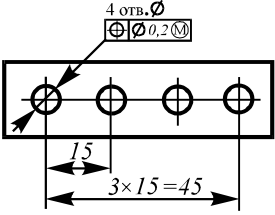
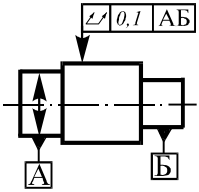
Рассматриваемые допуски подразделяются на общие [217] и указываемые индивидуально [42, 172]. На чертежах обозначают индивидуально наиболее ответственные по функциональным и технологическим причинам допуски формы и расположения. В рамке на первом месте указывают знак вида допуска формы и расположения (таблица 10.1 и ГОСТ 2.308), на втором месте – числовое значение допуска, на третьем – буквенное обозначение базы. Перед числовым значением допуска указывают: слово «сфера», если сферическое поле допуска; знаки  $\varnothing$ ,  $R$ , если круговое или цилиндрическое поле допуска задано в диаметральном или радиусном выражении соответственно; знаки  $T$  (диаметральное),  $T/2$  (радиусное) поле допуска не круговое и не цилиндрическое (например, симметричность). Зависимый допуск обозначают знаком  $\textcircled{M}$  после числового значения или в третьей части рамки, если он связан с действительными размерами элемента, базового элемента или их обоих [42, с. 10]. Примеры обозначения допусков приведены в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Примеры обозначения допусков формы и расположения

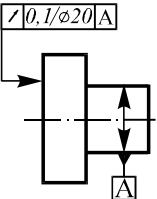
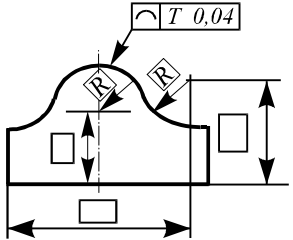
Вид допуска	Условное обозначение	Указание в чертеже текстовой записью
Плоскостность		Допуск плоскостности поверхности не более 0,1 мм
Прямолинейность		Допуск прямолинейности поверхности не более 0,25 мм на всей длине и 0,1 мм на длине 100 мм
Цилиндричность, круглость и профиль продольного сечения		Допуск цилиндричности поверхности А не более 0,01 мм, круглости – не более 0,004 мм, профиля продольного сечения – не более 0,004 мм
Перпендикулярность и плоскостность		Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности поверхности относительно основания А 0,02 мм



Продолжение таблицы 10.2

Вид допуска	Условное обозначение	Указание в чертеже текстовой записью
Соосность		<p>Допуск соосности двух отверстий относительно их общей оси <math>\varnothing 0,01</math> мм (допуск зависимый)</p>
Симметричность (в диаметральной выражении)		<p>Допуск симметричности отверстия <math>T 0,01</math> мм (допуск зависимый). База – плоскость симметрии поверхности А</p>
Наклон		<p>Допуск наклона поверхности относительно поверхности А <math>0,08</math> мм</p>
Пересечения осей (в радиусном выражении)		<p>Допуск симметричности отверстия <math>T 0,01</math> мм. База – ось отверстия А</p>
Позиционный (в диаметральной выражении)		<p>Позиционный допуск осей отверстий <math>\varnothing 0,2</math> мм (допуск зависимый)</p>
Полного радиального биения		<p>Допуск полного радиального биения относительно общей оси поверхностей А и Б <math>0,1</math> мм</p>

Окончание таблицы 10.2

Вид допуска	Условное обозначение	Указание в чертеже текстовой записью
Торцовое биение		Допуск торцового биения на диаметре 20 мм относительно оси поверхности А 0,1 мм
Допуск формы заданного профиля		Допуск формы заданного профиля $T$ 0,04 мм

## 11 ШЕРОХОВАТОСТЬ И ВОЛНИСТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

По величине отношения шага  $S_w$  к высоте неровностей  $W_z$  условно определены следующие виды отклонений поверхности:  $S_w/W_z < 40$  – шероховатость поверхности;  $1000 \geq S_w/W_z \geq 40$  – волнистость поверхности;  $S_w/W_z > 1000$  – отклонения формы [34, с. 192].

### 11.1 Шероховатость поверхностей

Согласно ГОСТ 25142 [197] *шероховатостью поверхности называется совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная с помощью базовой длины*. Шероховатость возникает вследствие пластической деформации поверхностного слоя детали в процессе обработки. Числовые значения шероховатости определяют от средней линии профиля  $m$ . Шероховатость оценивается следующими параметрами: средним арифметическим отклонением профиля  $R_a$  (характеризует среднюю высоту всех неровностей профиля); высотой неровности профиля по десяти точкам  $R_z$  (характеризует среднюю высоту наибольших неровностей); наибольшей высотой неровностей профиля  $R_{max}$ ; средним шагом неровностей  $S_m$ ; средним шагом местных выступов профиля  $S$ ; относительной опорной длиной профиля  $t_p$  ( $p$  – значение уровня сечения профиля).

1 *Параметры связанные с высотными свойствами неровностей:*

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx; \quad R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

где  $l$  – базовая длина;

$n$  – число точек профиля на базовой длине;

$y$  – расстояние между любой точкой профиля и средней линией;

$$R_z = \frac{1}{5} \left[ \sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}| \right],$$

где  $y_{pi}$  – высота  $i$ -го максимального выступа профиля;

$y_{vi}$  – глубина  $i$ -й максимальной впадины;

$$R_{\max} = y_{p \max} + y_{v \max}$$

где  $R_{\max}$  – расстояние между линией выступов и линией впадин профиля в пределах базовой длины  $l$ ;

$y_{p \max}$  – высота наибольшего выступа профиля;

$y_{v \max}$  – глубина наибольшей впадины профиля.

Параметр  $R_a$  является предпочтительным.

2 *Параметры, связанные со свойствами неровностей в направлении длины неровностей профиля:*

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi},$$

где  $n$  – число шагов в пределах базовой длины  $l$ ;

$S_{mi}$  – шаг неровностей профиля, равный длине отрезка средней линии, пересекающей профиль в трех соседних точках и ограниченной двумя крайними точками;

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i,$$

где  $n$  – число шагов неровностей по вершинам в пределах базовой длины  $l$ ;

$S_i$  – шаг неровностей профиля по вершинам, равный длине отрезка средней линии между проекциями на нее наивысших точек двух соседних выступов профиля;

$$t_p = \frac{b_p}{l}; \quad b_p = \sum_{i=1}^n b_i,$$

где  $b_p$  – опорная длина профиля (рисунок 11.1);

$b_i$  – отрезки, отсекаемые на заданном уровне  $p$  в пределах базовой длины  $l$ .

Уровень сечения профиля  $p$  варьируется в % от  $R_{\max}$ .

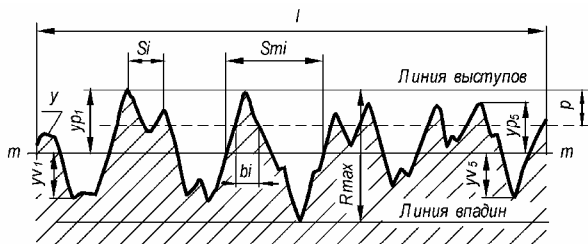


Рисунок 11.1 – Профилограмма поверхности

### 3 Выбор параметров шероховатости:

а) для трущихся поверхностей ответственных деталей параметры подбирают согласно техническим и эксплуатационным требованиям;

б) для неотвественных поверхностей – согласно требованиям технической эстетики, коррозионной стойкости, технологии изготовления.

Требования к шероховатости поверхности устанавливают без учета дефектности (царапин, раковин и т. д.).

### 4 Обозначение шероховатости:

Направление шероховатости	Схематическое обозначение	Обозначение на чертеже
Параллельное		
Перпендикулярное		
Перекрещивающееся		
Кругообразное		
Произвольное		
Радиальное		
Неопределенное		

Согласно ГОСТ 2.309 [43] шероховатость поверхности на чертеже обозначают для всех поверхностей детали, выполненных по данному чертежу, независимо от методов обработки, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции (рисунок 11.2).

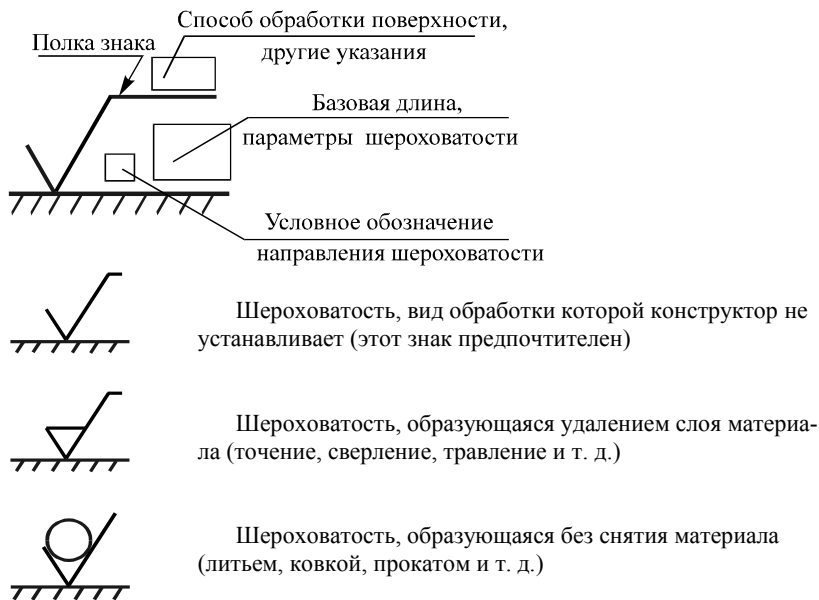


Рисунок 11.2 – Структура обозначения шероховатости поверхности

Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789 [92] указывают в обозначении шероховатости:

- для параметра  $R_a$  – без символа, например 0,5;
- для остальных параметров – после соответствующего символа, например:  $R_{\max}$  6,3;  $S_m$  0,63;  $t_{50}$  70;  $S_{0.032}$ ;  $R_z$  32. В примере  $t_{50}$  70 указана относительная опорная длина профиля  $t_p = 70\%$  при уровне сечения профиля  $p = 50\%$ .

Шероховатость определяется качественным и количественным методами. Качественный контроль выполняется сравнением с образцами, на которых указаны параметры шероховатости [112]. Количественный контроль выполняется контактными (профилометры, профилографы) и бесконтактными (микроскопы, микроинтерферометры и др.) методами [43, 59, 211, 152, 7, 34].

## 11.2 Волнистость поверхностей

Волнистость – это совокупность периодически повторяющихся неровностей, у которой расстояние между смежными вершинами или впадинами больше, чем базовая длина  $l$  для шероховатости. Причиной ее образования могут быть, например, вибрации в системе станок – инструмент – деталь. Установлены следующие параметры волнистости [34, с. 192–193] (рисунок 11.3).

Высота волнистости  $W_z$  – среднее арифметическое из пяти ее значений, определенных на длине участка измерения  $L_w$ , равной сумме не менее пяти действительных наибольших шагов  $S_{wi}$  волнистости.

$$W_z = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5}{5}.$$

Предельные значения  $W_z$  должны выбираться из ряда: 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100; 200 мкм.

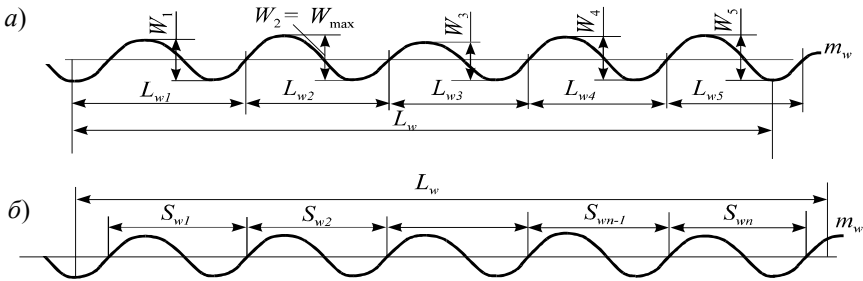


Рисунок 11.3 – Параметры волнистости  
Схема определения высоты  $W_z$ ,  $W_{\max}$  (а) и шага волнистости  $S_w$  (б)

Наибольшая высота волнистости  $W_{\max}$  – расстояния между наивысшей и наиминимней точками одной волны в пределах длины  $L_w$ .

Средний шаг волнистости  $S_w$  – среднее арифметическое значение длин волн  $S_{wi}$ , измеренных по средней линии  $m_w$  (линия имеет форму номинального профиля, и среднее квадратическое отклонение точек профиля от нее имеет минимальное значение на длине  $L_w$ ).

$$S_w = \frac{l}{n} \sum_{i=1}^n S_{wi}.$$

Контроль волнистости осуществляется универсальными приборами (индикаторы, оптиметры и др.), приборами для измерения отклонений формы и шероховатости, специальными приборами (волномеры, волнографы).

## 12 КАЛИБРЫ

### 12.1 Классификация калибров

По методу контроля различают калибры [209, 179, 160, 181, 180, 101, 86, 90, 140, 141, 91, 131, 182, 93, 183, 87, 174, 185, 103, 105, 186, 168, 34]:

*нормальные* – соответствующие номинальному размеру детали и контролируют только один размер; годность детали определяется субъективно, т. к. не может быть обеспечена необходимая точность соединения деталей без дополнительной пригонки при сборке;

*предельные* – контролируют размеры (предельные) детали, которые соответствуют верхней и нижней границам допуска; при контроле используют проходной (ПР) и непроходной (НЕ) предельные калибры;

*комплексные* – предназначены для проверки нескольких размеров;

*дифференциальные* (простые) – для контроля одного размера.

По конструкции калибры подразделяются на группы:

- *нерегулируемые (жесткие)* и *регулируемые*, которые позволяют компенсировать износ калибра или установить его на другой размер;

- *однопредельные* или *двухпредельные*, объединяющие проходной и непроходной калибры;

- *односторонние*, у которых оба предельных калибра расположены с одной стороны, и *двухсторонние*.

По назначению применяют калибры:

- *рабочие* – для контроля изделий при изготовлении;

- *контролера* – для контроля изделий работниками ОТК;

- *приемные* – для контроля изделий заказчиком;

- *контрольные* – для проверки размеров рабочих и приемных калибров.

По виду объекта применяются *калибры для контроля*: гладких цилиндрических валов и отверстий [179, 160, 181, 180, 101, 86, 90, 140, 141, ]; глубин, высот и уступов [91]; формы и расположения поверхностей [131]; конусные [182, 93, 174]; для резьбовых поверхностей – гладкие и резьбовые, проходные и непроходные [183, 87, 174]; элементов шпоночного соединения [168] – пластины с проходной и непроходной сторонами для контроля ширины пазов вала и втулки, пробка со ступенчатым выступом для контроля размера от образующей цилиндрической поверхности втулки до паза дна; для контроля симметричности расположения паза относительно осевой плоскости у втулки применяется пробка со шпонкой, а у вала – накладная призма или кольцо с контрольным стержнем; шлицевых соединений – комплексные проходные калибры (шлицевые вал или втулка) и непроходные калибры для поэлементного контроля и другие калибры [185, 103, 105, 186].

*Преимущество калибров – экономичность и высокая производительность измерений при массовом и серийном производстве.*

Основные требования к калибрам – высокая точность изготовления, большая жесткость при малой массе, износоустойчивость, коррозионная стойкость, стабильность рабочих размеров, удобство в работе.

## 12.2 Калибры для контроля гладких валов и отверстий

Для контроля размеров валов применяют предельные калибры – скобы, а размеров отверстий – предельные калибры – пробки (рисунок 12.1).

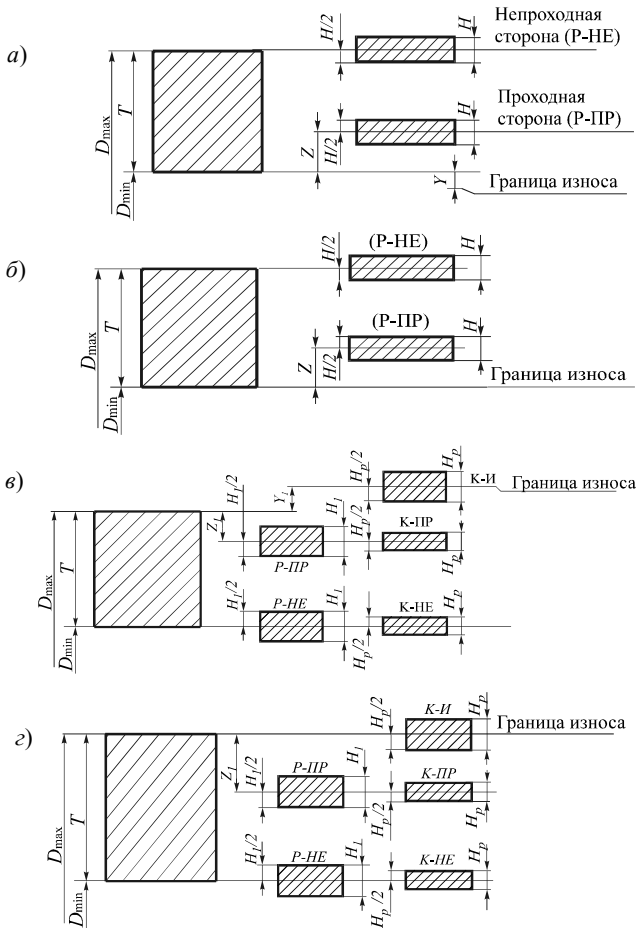


Рисунок 12.1 – Схемы расположения полей допусков калибров для номинальных размеров до 180 мм по ГОСТ 24853 для контроля:

а – отверстий квалитетов 6–8; б – отверстий квалитетов 9–17;  
в – валов квалитетов 6–8; г – валов квалитетов 9–17



Условные обозначения гладких калибров на схеме:

Р-ПР (Р – НЕ) – рабочий проходной (непроходной);

К-ПР (К – НЕ) – контрольный для проверки рабочих новых скоб проходной (непроходной);

К-И – контрольный для проверки износа рабочих проходных скоб.

При контроле ПР калибры должны проходить в изделие под собственным весом, НЕ – не должны проходить в изделие более чем на глубину фасок (иначе неизбежны деформации).

По ГОСТ 24853 [181] приняты следующие обозначения размеров и допусков:  $D$  – номинальный размер изделия;  $D_{\min}$  – наименьший предельный размер изделия;  $D_{\max}$  – наибольший предельный размер изделия;  $T$  – допуск изделия;  $H$  – допуск на изготовление калибров (за исключением калибров со сферическими измерительными поверхностями) для отверстия;  $H_s$  – допуск на изготовление калибров со сферическими измерительными поверхностями для отверстия;  $H_l$  – допуск на изготовление калибра для вала;  $H_p$  – допуск на изготовление контрольного калибра для скобы;  $z$  – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наибольшего предельного размера изделия;  $z_l$  – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера изделия;  $y$  – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия.

Исполнительные размеры калибров должны определяться по формулам, приведенным в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Формулы для определения исполнительных размеров калибров по ГОСТ 24853

Калибр		Номинальный размер изделия – до 180 мм			
		Рабочий калибр		Контрольный калибр	
		размер	допуск	размер	допуск
Для отверстия	Проходная сторона новая	$D_{\min} + Z$	$\pm \frac{H}{2}$	–	–
	Проходная сторона изношенная	$D_{\min} - Y$	–	–	–
	Непроходная сторона	$D_{\max}$	$\pm \frac{H}{2}$ или $\pm \frac{H_s}{2}$	–	–
Для вала	Проходная сторона новая	$D_{\max} - Z_1$	$\pm \frac{H_l}{2}$	$D_{\max} - Z_1$	$\pm \frac{H_p}{2}$
	Проходная сторона изношенная	$D_{\max} + Y_1$	–	$D_{\max} + Y_1$	$\pm \frac{H_p}{2}$
	Непроходная сторона	$D_{\min}$	$\pm \frac{H_l}{2}$	$D_{\min}$	$\pm \frac{H_p}{2}$

## 12.3 Контроль калибров

У калибров проверяют внешний вид, чистоту и шероховатость поверхностей и рабочие размеры.

Размеры контрольных скоб проверяют концевыми мерами длины и контрольными калибрами. Размеры контрольных пробок измеряют универсальными приборами, например, оптиметрами. Измерения осуществляют в трех равномерно распределенных вдоль оси калибра сечениях. В каждом сечении выполняют два измерения в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Допуски на измерительные поверхности гладких калибров установлены: для размеров до 500 мм и для контроля деталей 6–8 квалитетов – ГОСТ 24853 [181]; для размеров 500–3150 мм и контроля деталей 9–17 квалитетов – ГОСТ 24852 [180].

## 13 РАЗМЕРНЫЕ ЦЕПИ

При конструировании механизмов, машин, приборов и других изделий, проектировании технологических процессов, выборе средств и методов измерений возникает необходимость в проведении размерного анализа, с помощью которого достигается правильное соотношение взаимосвязанных размеров и определяются допуски. Подобные геометрические расчеты выполняются с использованием теории размерных цепей [1, 6, 8, 9, 11, 26, 34].

### 13.1 Основные понятия

**Размерной цепью** называется совокупность взаимосвязанных размеров, которые образуют замкнутый контур, определяют взаимное положение поверхностей (или осей) одной или нескольких деталей и непосредственно участвуют в решении поставленной задачи. Она состоит из отдельных звеньев. Звеном называется каждый из размеров, составляющих размерную цепь. Звеньями размерной цепи могут быть любые линейные или угловые параметры: диаметральные размеры, расстояния между поверхностями (рисунок 13.1) или осями, зазоры, натяги, перекрытия, мертвые ходы, отклонения формы и расположения поверхностей (осей) и т. д. Любая размерная цепь имеет одно исходное (замыкающее) звено и два или более составляющих звеньев. *Исходным* называется звено, к которому предъявляется основное требование точности, определяющее качество изделия в соответствии с техническими условиями. В процессе обработки или при сборке изделия исходное звено получается обычно последним, замыкая размерную цепь. В этом случае такое звено называется замыкающим. *Составляющими* называются все остальные звенья, с изменением которых изменяется и замыкающее звено.

Составляющие звенья размерных цепей разделяются на две группы: увеличивающие и уменьшающие. К первой группе относятся звенья, с увеличением которых (при прочих постоянных) увеличивается замыкающее звено. Ко второй группе относятся звенья, с увеличением которых замыкающее звено уменьшается. Если обойти замкнутый контур размерной цепи (рисунок 13.1, б, стрелки над обозначением звеньев), то уменьшающие размеры имеют направление замыкающего, а остальные размеры – увеличивающие.

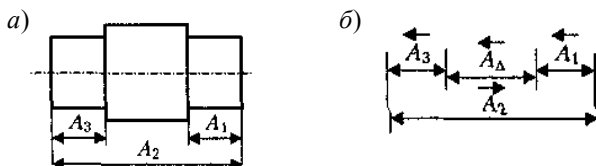


Рисунок 13.1 – Размерные цепи:

*а* – деталь – ступенчатый вал; *б* – размерная цепь,  $A_2$  – увеличивающий размер,  $A_1, A_3$  – уменьшающие размеры,  $A_4$  – замыкающий размер

Размерные цепи можно классифицировать по различным признакам: область применения – конструкторские, технологические, измерительные; место детали в изделии – сборочные; расположение звеньев – линейные, угловые, плоские, пространственные; характер звеньев – скалярные, векторные, комбинированные; характер взаимных связей – параллельно связанные (имеющие хотя бы одно общее звено), независимые (не имеющие общих звеньев).

Расчет размерных цепей и их анализ – отдельный этап конструирования машин, который способствует повышению качества, обеспечению взаимозаменяемости и снижению трудоемкости их изготовления. Сущность расчета размерных цепей заключается в установлении допусков и предельных отклонений всех ее звеньев, исходя из требований конструкции, технологии, экономики. Назначаемые допуски должны быть технологически выполнимы. Исходя из этого различают **два типа задач**:

- 1) прямая, которая выполняется при проектном расчете: по заданным номинальному размеру, допуску и предельным отклонениям исходного звена определить эти же величины для составляющих звеньев;
- 2) обратная, выполняемая при поверочном расчете: по установленным номинальным размерам, допускам и предельным отклонениям составляющих звеньев определить эти же величины для замыкающего звена.

### 13.2 Методы расчета размерных цепей

При расчете размерных цепей применяют следующие методы [1, 6, 8, 9, 11, 26, 34]:

- 1) полной взаимозаменяемости (метод расчета на максимум и минимум);
- 2) теоретико-вероятностный;
- 3) групповой взаимозаменяемости (при селективной сборке);
- 4) регулирования;
- 5) пригонки.

### 13.2.1 Метод полной взаимозаменяемости (максимум и минимум)

При применении этого метода размеры замыкающего звена должны находиться в установленных при конструировании или рассчитанных пределах даже в случаях, когда все составляющие имеют предельно допустимые размеры.

Номинальные размеры в линейных размерных цепях связаны уравнением

$$A_{\Delta} = \sum_1^m A_{i \text{ ув}} - \sum_{m+1}^{h-1} A_{i \text{ ум}}, \quad (13.1)$$

где  $A_{\Delta}$  – замыкающий размер;

$A_{i \text{ ув}}$  – увеличивающие составляющие размеры;

$A_{i \text{ ум}}$  – уменьшающие составляющие размеры.

В общем случае (линейные, плоские и пространственные цепи) уравнение (13.1) имеет вид

$$A_{\Delta} = \sum_1^{h-1} \xi_i A_i,$$

$$\xi_i = \frac{\partial A_{\Delta}}{\partial A_i}$$

где  $\xi_i$  – частная производная функция (передаточное отношение) замыкающего размера  $A_{\Delta}$  по составляющему размеру  $A_i$ .

Ниже приведен расчет линейных размерных цепей, для которых  $\xi_i = +1$  (увеличивающий размер),  $\xi_i = -1$  (уменьшающий размер).

Учитывая уравнение (13.1), для предельных (max и min) и средних (0) размеров цепи получаем соотношения:

$$A_{\Delta_{\max}} = \sum_1^m A_{i \text{ ув}_{\max}} - \sum_{m+1}^{h-1} A_{i \text{ ум}_{\min}}; \quad (13.2)$$

$$A_{\Delta_{\min}} = \sum_1^m A_{i \text{ ув}_{\min}} - \sum_{m+1}^{h-1} A_{i \text{ ум}_{\max}}; \quad (13.3)$$

$$A_{\Delta_0} = \sum_1^m A_{i_{yв0}} - \sum_{m+1}^{h-1} A_{i_{yм0}} . \quad (13.4)$$

Вычитая почленно из уравнений (13.2) и (13.3) уравнение (13.1), получаем уравнения, которые связывают предельные отклонения ( $\Delta_B$  – верхнее,  $\Delta_H$  – нижнее):

$$\Delta_B A_{\Delta} = \sum_1^m \Delta_B A_{i_{yв}} - \sum_{m+1}^{h-1} \Delta_H A_{i_{yм}} ; \quad (13.5)$$

$$\Delta_H A_{\Delta} = \sum_1^m \Delta_H A_{i_{yв}} - \sum_{m+1}^{h-1} \Delta_B A_{i_{yм}} . \quad (13.6)$$

Данные уравнения более удобны для расчетов. Для определения предельных отклонений в расчет вводят среднее отклонение, т. е. координату середины поля допуска:

$$\Delta_0 A_i = \frac{\Delta_B A_i + \Delta_H A_i}{2} . \quad (13.7)$$

Отсюда получаем:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_B A_i &= \Delta_0 A_i + \frac{TA_i}{2} ; \\ \Delta_H A_i &= \Delta_0 A_i - \frac{TA_i}{2} . \end{aligned} \right\} \quad (13.8)$$

Заменяв индекс  $i$  в (13.8) на  $\Delta$ , получим аналогичные формулы для замыкающего звена:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_B A_{\Delta} &= \Delta_0 A_{\Delta} + \frac{TA_{\Delta}}{2} ; \\ \Delta_H A_{\Delta} &= \Delta_0 A_{\Delta} - \frac{TA_{\Delta}}{2} . \end{aligned} \right\} \quad (13.9)$$

Соотношение между средними отклонениями замыкающего и составляющих звеньев имеет вид

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \sum_1^m \Delta_0 A_{i_{yв}} - \sum_{m+1}^{h-1} \Delta_0 A_{i_{yм}} . \quad (13.10)$$

Вычитая почленно нижнее уравнение из верхних в соотношениях (13.2) и (13.3), получим уравнение, которое связывает допуски в размерной цепи:

$$TA_{\Delta} = \sum_1^{h-1} TA_i . \quad (13.11)$$

Здесь в сумму входят все составляющие, как увеличивающие, так и уменьшающие размеры. Зависимости (13.1)–(13.11) позволяют решить обратную задачу данного метода.

### 13.2.2 Вероятностный метод

Практически установлено, что отклонения размеров находятся, как правило, около середины поля допуска, а крайние значения (учитываемые в методе максимум-минимум) маловероятны. Вероятностный метод позволяет расширить допуски и снизить стоимость изготовления деталей при незначительном заданном риске брака. В основу метода положены теоремы теории вероятностей и математической статистики. В этом случае замыкающее звено размерной цепи принимают за случайную величину, которая является суммой независимых случайных переменных, т. е. суммой независимых (по величине отклонений) составляющих звеньев. При расчете вероятностным методом алгебраическое суммирование допусков заменяют квадратичным суммированием и используют теорему о дисперсии суммы независимых случайных величин:

$$\sigma_{\Delta}^2 = \sum_1^{h-1} \sigma_i^2 . \quad (13.12)$$

Уравнения метода полной взаимозаменяемости при расчете размерных цепей вероятностным методом в общем случае удовлетворяться не будут, т. к. центр группирования размеров деталей в партии может не совпадать с серединой поля допуска, а зона рассеяния – с допуском. Зависимость (13.4) между размерами, соответствующими серединам полей допусков, имеет вид

$$A_{\Delta_0} + \alpha_{\Delta} \frac{TA_{\Delta}}{2} = \sum_1^m \left( A_{i_{ув0}} + \alpha_{ув} \frac{TA_{ув}}{2} \right) - \sum_{m+1}^{h-1} \left( A_{i_{ум0}} + \alpha_{ум} \frac{TA_{ум}}{2} \right) . \quad (13.13)$$

Зависимость (13.10) между средними отклонениями замыкающего и составляющих звеньев в данном случае

$$\Delta_0 A_{\Delta} + \alpha_{\Delta} \frac{TA_{\Delta}}{2} = \sum_1^m \left( \Delta_0 A_{i_{ув}} + \alpha_{ув} \frac{TA_{ув}}{2} \right) - \sum_{m+1}^{h-1} \left( \Delta_0 A_{i_{ум}} + \alpha_{ум} \frac{TA_{ум}}{2} \right) . \quad (13.14)$$

Коэффициент относительной асимметрии  $\alpha$  учитывает указанное несоответствие:

$$\alpha_i = \frac{M(A_i) - A_{i0}}{T_i/2} = \frac{M(\Delta_i) - \Delta_{i0}}{T_i/2}, \quad (13.15)$$

где  $M(A_i)$  – математическое ожидание, средний арифметический размер звена  $A_i$ ;

$A_{i0}$  – размер, соответствующий середине поля допуска;

$M(\Delta_i)$  – коэффициент математического ожидания;

$\Delta_{i0}$  – коэффициент середины поля допуска.

При  $\alpha = 0$  зависимость (13.13) преобразуется в (13.4), а зависимость (13.14) – в (13.10).

Для перехода в формуле (13.12) от средних квадратичных отклонений к допускам используют относительное среднее квадратичное отклонение, коэффициент относительного рассеяния  $\lambda$ , который при  $\omega_i = T_i$  будет:

$$\lambda_i = 2\sigma_i / T_i. \quad (13.16)$$

Значения коэффициента  $\lambda$  для некоторых частных случаев: нормальный закон ( $T_i = 6\sigma_i$ ) –  $\lambda_i = 1/3$ ; закон равной вероятности ( $T_i = 2\sqrt{3}\sigma_i$ ) –  $\lambda_i = 1/\sqrt{3}$ ; закон треугольника ( $T_i = 2\sqrt{6}\sigma_i$ ) –  $\lambda_i = 1/\sqrt{6}$ .

Подставив значения  $\sigma$  из уравнения (13.16) в (13.12), получим:

$$TA_{\Delta} = \frac{1}{\lambda_{\Delta}} \sqrt{\sum_1^{h-1} \lambda_i^2 TA_i^2}; \quad (13.17)$$

$$TA_{\Delta} = t \sqrt{\sum_1^{h-1} \lambda_i^2 TA_i^2}, \quad (13.18)$$

где  $t$  – коэффициент, зависящий от процента риска, значения которого при нормальном распределении размеров замыкающего звена приведены в таблице 13.1.

Таблица 13.1 – Значение коэффициента  $t$  для различных процентов риска  $P$

$P, \%$	0,01	0,05	0,1	0,27	0,5	1	2	3	5	10	32
$t$	3,89	3,48	3,29	3	2,81	2,57	2,32	2,17	1,96	1,65	1

Завершая решение обратной задачи, определяем  $TA_{\Delta}$  по формуле (13.18), вычисляем среднее отклонение замыкающего звена  $\Delta_0 A_{\Delta}$  по формуле (13.14) и его предельные отклонения по формулам (13.9).

Последовательность действий при решении прямой задачи методами вероятностным и полной взаимозаменяемости (номера формул с индексами «а» и «б», соответственно) может быть представлена в виде следующих этапов: формулировка задачи, выявление исходного звена и его параметров, построение схемы размерной цепи и ее увеличивающих и уменьшающих звеньев, составление основного уравнения размерной цепи (13.1) и расчет номинальных размеров составляющих звеньев.

Затем следует этап определения допусков составляющих звеньев при заданном допуске исходного звена, который может выполняться различными методами. При методе равных допусков ( $T_c A_i = T_c$ ) постоянная величина допуска

$$T_c = \frac{TA_{\Delta}}{t\lambda_c\sqrt{h-1}}; \quad (13.19a)$$

$$T_c = \frac{TA_{\Delta}}{h-1}, \quad (13.19б)$$

где  $\lambda_c$  – среднее значение  $\lambda_i$  составляющих звеньев.

При методе одного качества среднее количество единиц допуска ( $k_i = k_c$ ) определяется по формулам [с учетом формул (9.1) и (9.2) и формул (13.11) и (13.18)]

$$k_c = \frac{TA_{\Delta}}{t \cdot \sqrt{\sum_1^{h-1} \lambda_i^2 i_i^2}}; \quad (13.20a)$$

$$k_c = \frac{TA_{\Delta}}{\sum_1^{h-1} i_i}, \quad (13.20б)$$

где  $i_i$  – единица допуска для того диапазона размеров, в котором находится  $i$ -й размер (таблица 13.2);

$k$  – число единиц допуска в соответствующем качестве [201, с. 25, таблица 5] (таблица 13.3).

Таблица 13.2 – Взаимосвязь интервал номинальных размеров  $A_{\Delta}$  – единица допуска  $i$  по ГОСТ 25346 ( $i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D$ )

$A_{\Delta}$ , мм	>	0	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
	≤	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
$i$ , МКМ		0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86	2,17	2,52	2,89	3,22	3,54	3,89



Таблица 13.3 – **Взаимосвязь число единиц допуска ( $k$ ) – квалитет (№) по ГОСТ 25346**

№	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$k$	2,7	3,7	5	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

По способу пробных расчетов назначают экономически целесообразные допуски с учетом особенностей конструкции, опыта эксплуатации, опытных значений  $\lambda$ ,  $\alpha$ ,  $t$ .

На следующем этапе решения, исходя из уравнений (13.19) – (13.20), назначают стандартные допуски и предельные отклонения, корректируют их по технико-экономическим особенностям; по формуле (13.18) и таблице 13.1 для вероятностного метода определяют фактическое значение и оценивают приемлемость процента риска  $P$ . Если применение стандартных допусков и отклонений не обеспечивает соблюдение уравнений (13.1), (13.4), (13.5), (13.6), (13.10), (13.11), (13.13), (13.14), (13.17), (13.18) то из этих уравнений нестандартный параметр определяют для так называемых зависимых звеньев [8, с. 25, 26, 40, 41]. Зависимое звено должно быть простым в изготовлении и контроле.

### 13.2.3 Метод групповой взаимозаменяемости при селективной сборке

Когда средняя точность размеров цепи высокая и экономически неприемлема, применяют метод групповой взаимозаменяемости, при котором назначают широкие допуски, но производят сортировку на группы с узкими допусками и сборку из соответствующих групп (селективная сборка). Селективная сборка повышает точность и применяется не только для гладких цилиндрических соединений, но и более сложных, например, резьбовых. Но повышается трудоемкость сборки, усложняется контроль и методика распределения по взаимозаменяемым группам.

Число групп сортировки определяют с учетом фактического распределения размеров деталей, обеспечения долговечности соединения, экономической точности сборки и сортировки деталей, погрешности их формы. Селективную сборку применяют в посадках, для которых  $TD = Td$  и групповая посадка остается постоянной.

### 13.2.4 Методы регулирования и пригонки

Методом регулирования называется расчет размерных цепей, когда точность замыкающего звена обеспечивается регулированием компенсирующего размера (на схеме размерной цепи его заключают в прямоугольник). Компенсаторы могут быть неподвижными (промежуточные кольца, наборы прокладок и т. д.) и подвижными (регулируемый клин, упор, винт и т. д.).

Остальные размеры цепи обрабатывают с широкими, экономически приемлемыми допусками. Метод обеспечивает высокую точность и ее поддержание при меняющихся во время эксплуатации размерах, но увеличивается число деталей, усложняются конструкция, сборка и эксплуатация.

Номинальный размер  $A_k$  компенсирующего звена входит в уравнение (13.1) со знаками «+» (увеличивающий) и «-» (уменьшающий):

$$A_{\Delta} = \sum_1^m A_{i_{ув}} - \sum_{m+1}^{h-2} A_{i_{ум}} \pm A_k.$$

Уравнение допусков (13.11) для данного случая:

$$TA_{\Delta} = \sum_1^{h-1} TA_i - V_k,$$

где  $V_k$  – наибольшее возможное расчетное отклонение, выходящее за пределы поля допуска замыкающего звена, подлежащее компенсации.

При компенсации набором сменных прокладок их количество

$$N = \frac{V_k}{TA_{\Delta} - T_k} + 1,$$

где  $T_k$  – допуск на изготовление прокладки, а толщину прокладки  $S$  – из выражения  $S = (V_k / N) < TA_{\Delta}$  округляют до ближайшего меньшего нормального размера  $S$ , и окончательное число сменных прокладок  $N = V_k / S$ .

По методу пригонки точность замыкающего звена обеспечивается дополнительной обработкой при сборке деталей по одному из составляющих размеров цепи. Остальные размеры цепи обрабатывают с экономически приемлемыми для данного производства допусками. Припуск на дополнительную обработку должен быть наименьшим, достаточным для компенсации замыкающего размера. Применяется в единичном и мелкосерийном производствах.

## 14 ДОПУСКИ И ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Подшипники качения (ПК) – наиболее распространенные стандартизованные сборочные единицы [82, 184, 96, 97, 199, 177, 95, 94, 255, 145, 51, 149, 150, 158, 147, 4, 13, 33, 34, 8], изготавливаемые на специализированных заводах [255, 145, 51].

ПК обладают полной внешней взаимозаменяемостью по присоединительным поверхностям, которые определяются наружным диаметром  $D$  наружного кольца и внутренним диаметром  $d$  внутреннего кольца, и неполной внутренней взаимозаменяемостью между кольцами и телами качения. Кольца подшипников и тела качения подбирают селективным методом.

Полная взаимозаменяемость присоединительных поверхностей позволяет быстро монтировать и заменять при ремонте изношенные ПК, при этом сохранять их хорошее качество.

Номенклатура показателей качества ПК по ГОСТ 4.479 [51] включает их группы: назначения [основные – динамическая грузоподъемность  $C$  ( $H$ ), уровень вибрации  $N$  (дБ)]; надежности [установленная безотказная наработка  $T_y$  (ч)]; экономного использования материалов и энергии [удельная материалоемкость  $M$  (г/Н), удельное энергопотребление при трогании  $\mathcal{E}_t$  и вращении  $\mathcal{E}_в$  (мН·м/Н)]; эргономические [уровень шума  $L$  (дБ)]; технологичности; стандартизации и унификации; патентно-правовые. При проектировании машин ПК выбирают из числа стандартных, методика подбора разработана [149, 150, 158, 4, 8].

### 14.1 Классы точности ПК

Качество ПК при прочих равных условиях определяется точностью:

- присоединительных размеров  $D$ ,  $d$ , ширины колец  $B$  (для радиально-упорных роликовых ПК – точностью монтажной высоты  $T$ );
- формы и взаимного расположения поверхностей колец ПК и их шероховатостью;
- формы и размеров тел качения в одном ПК и шероховатостью их поверхностей;
- вращения, которая характеризуется радиальным и осевым биениями дорожек качения и торцов колец.

Для шариковых и роликовых радиальных и шариковых радиально-упорных подшипников установлены следующие **классы точности** в порядке ее повышения: 8, 7, нормальный, 6, 5, 4, Т, 2, а для роликовых конических подшипников – 8, 7, 0, нормальный, 6Х, 6, 5, 4, 2. В зависимости от наличия требований по уровню вибрации или уровню других дополнительных технических требований установлены три категории подшипников: А (подшипники классов точности 5, 4, Т, 2), В (0, нормального, 6Х, 6, 5), С (8, 7, 0, нормального, 6). Подшипники подвергают контролю и испытаниям на основе нормативной документации, методы контроля указаны в стандарте [82, 255, 145].

### 14.2 Допуски и посадки ПК

С целью сокращения номенклатуры ПК изготавливают с отклонениями размеров внутреннего и наружного диаметров, не зависящих от посадки, по которой их будут монтировать [95]. Таким образом, независимо от класса точности, верхнее отклонение ( $ES$ ) присоединительных диаметров принято равным 0. Диаметр наружного кольца  $D_m$  принят за диаметр основного вала

(обозначение поля допуска:  $I0, I6, I5, I4, I2$ , где цифры – класс точности), а диаметр внутреннего кольца  $d_m$  – за диаметр основного отверстия (обозначение поля допуска:  $L0, L6, L5, L4, L2$ , где цифры – класс точности). Иначе говоря, посадку соединения наружного кольца с корпусом назначают в системе вала, а посадку соединения внутреннего кольца с валом – в системе отверстия. (В отличие от обычной системы поле допуска основного отверстия расположено вниз от нулевой линии, т. е. не в «+», а в «-» от номинального размера). Это условие позволяет применять при соединении ПК стандартные поля допусков, не прибегая к специальным посадкам.

В зависимости от характера требуемого соединения поля допусков валов выбирают по системе отверстия. Например [95, с.19, таблица 10]:

класс точности	ПК 0; 6- $f6, g6, h7, h6, js6, k6, m6, n6, p6, r6$ ;
”	” ПК 5; 4- $g5, h5, js5, k5, m5, n5$ ;
”	” ПК 2- $g4, h4, h3, js3, js4, k4, m4, n4$ ,

Поля допусков отверстия корпусов – по системе вала. Например [95, с. 19, таблица 10]:

класс точности	ПК 0; 6- $E8, G7, H8, H7, Js7, K7, M7, N7, P7$ ;
”	” ПК 5; 4- $G6, H6, Js6, K6, M6, N6, P6$ ;
”	” ПК 2- $H5, H4, Js5, Js4, K5, M5$ .

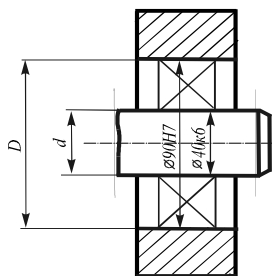


Рисунок 14.1 – Обозначение посадок колец ПК

Наряду с обычным обозначением допускаются на сборочных чертежах подшипниковых узлов указывать размер, поле допуска или предельные отклонения на диаметр, сопряженной с подшипником детали, например,  $\varnothing 90H7, \varnothing 40k6$  (рисунок 14.1).

Для обеспечения высокого качества ПК отклонения формы отверстия и наружной цилиндрической поверхности колец ПК, например классов точности 5–2, должны превышать 50 % допуска на средние диаметры наружного и внутреннего колец  $D_m$  и  $d_m$ .

Особые требования предъявляются к шероховатости посадочных и торцевых поверхностей колец, поверхности дорожек и тел качения, а также валов и корпусов. Уменьшение параметра шероховатости  $R_a$  повышает ресурс подшипников.

### 14.3 Выбор посадок ПК на валы и в корпуса

Посадку подшипника на вал и в корпус выбирают в зависимости от типа и размера подшипника, условий его эксплуатации, значения и характера действующих на него нагрузок и вида нагружения колец [95, с. 19, таблица 10].

По ГОСТ 3325 [95] различают **три основных вида нагружения колец**: *местное* (МН), *циркуляционное* (ЦН) и *колебательное* (КН) (рисунок 14.2). МН-кольцо воспринимает постоянную по направлению результирующую радиальную нагрузку  $\bar{F}_r$  ограниченным участком окружности дорожки качения и передает ее ограниченному участку посадочной поверхности вала или корпуса (кольцо не вращается относительно нагрузки). МН-кольца должны иметь соединения с зазором или с натягом. ЦН-кольцо воспринимает результирующую радиальную нагрузку  $\bar{F}_r$  последовательно всей окружностью дорожки качения и передает ее всей посадочной поверхности вала или корпуса (либо кольцо вращается вокруг постоянно направленной нагрузки  $\bar{F}_r$ , либо радиальная нагрузка  $\bar{F}_c$  вращается относительно кольца). ЦН-кольца должны иметь неподвижное соединение, КН – на неподвижное кольцо одновременно действуют две радиальные нагрузки (одна  $\bar{F}_r$  постоянна по направлению, а другая  $\bar{F}_c$ , меньшая по величине, вращается). Равнодействующая сила  $\bar{F}_{r+c}$  за один оборот вала колеблется между точками А и В. В случае, если  $\bar{F}_c$  (вращающаяся нагрузка)  $>$   $\bar{F}_r$ , то кольцо является либо МН, либо ЦН. КН-кольца должны иметь плотноподвижные соединения.

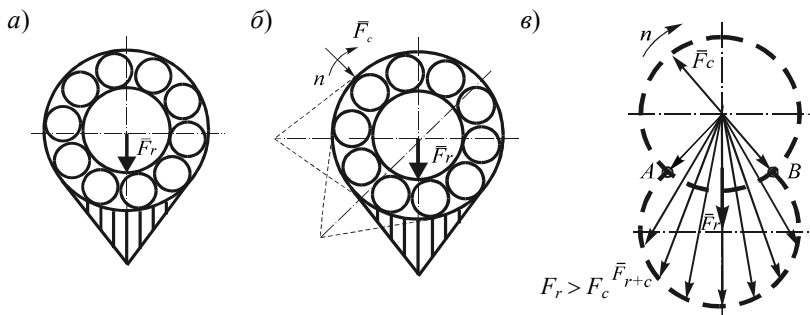


Рисунок 14.2 – Схемы нагружения колец ПК:  
*а* – местное (МН); *б* – циркуляционное (ЦН); *в* – колебательное (КН)

Помимо этого в ПК различают радиальный и осевой исходный – ГОСТ 24810 [177], монтажный (после сборки в узел) и рабочий (РЗ) зазор  $g$  – зазор между телами качения и дорожками качения при установившемся рабочем режиме и температуре. Чем ближе РЗ к нулю ( $g = 0$ ), тем равномернее распределяется нагрузка на тела качения (рисунок 14.3). ПК в этом случае имеет большую долговечность.

При значительном РЗ возникает большое радиальное биение, нагрузка воспринимается меньшим числом тел качения, увеличивается износ и уменьшается ресурс ПК.

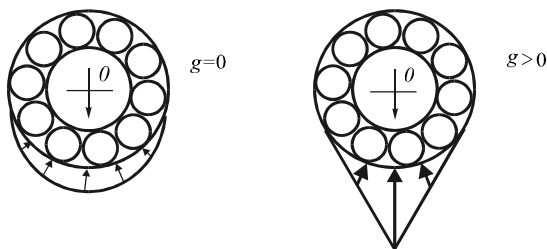


Рисунок 14.3 – Эпюры сжимающих напряжений в шариках ПК при различных рабочих зазорах

Выбор посадок ПК на вал и в отверстие корпуса по ГОСТ 3325 [95] производят в зависимости от того, вращается или не вращается данное кольцо относительно нагрузки [95, таблица 8, с. 17–18], вида нагружения и динамики действующих нагрузок, перепада температур между валом и корпусом, монтажных и контактных деформаций колец ПК (влияют на РЗ в ПК), температурных перепадов и деформаций, материала и состояния посадочных поверхностей вала и корпуса. При назначении посадок ПК, работающих в условиях повышенных температур, необходимо учитывать неравномерный нагрев внутреннего кольца и вала и выбирать посадку с натягом тем большим, чем выше рабочая температура ПК. Посадку вращающихся колец ПК выполняют с гарантированным натягом (исключается смещение относительно сопрягаемой детали). Посадку одного из невращающихся колец подшипникового узла двухопорного вала назначают с гарантированным зазором (регулировка РЗ, компенсация температурных деформаций). Посадки колец ПК в зависимости от вида нагружения (МН, ЦН, КН) приведены в ГОСТ 3325 [95, таблицы 8 и 10, с. 17–19].

Основным критерием интенсивности нагружения является динамическая эквивалентная нагрузка  $P$ , выраженная в долях динамической грузоподъемности  $C$  или  $P/C$ . По ГОСТ 3325 режимы работы ПК подразделяют на легкий ( $P/C \leq 0,07$ ), нормальный ( $0,07 < P/C \leq 0,15$ ), тяжелый ( $P/C > 0,15$ ), особые условия (ударные и вибрационные нагрузки – например, железнодорожные буксы, коленчатые валы двигателей и т. п.), при которых посадки ПК выбирают как для тяжелого режима, независимо от  $P/C$ .

При ЦН неподвижную посадку выбирают по интенсивности радиальной нагрузки  $P_R$  на посадочную поверхность:

$$P_R = \frac{F_r}{b} K_1 K_2 K_3,$$

где  $F_r$  – радиальная нагрузка на опору;

$b$  – рабочая ширина посадочного места ( $b = B - 2r$ ;  $B$  – ширина ПК);

$R$  – координата монтажной фаски наружного и внутреннего колец;

$K_1$  – динамический коэффициент, который зависит от характера нагрузки (при перегрузке  $\leq 150\%$   $K_1 = 1$ );

$K_2$  – коэффициент, учитывающий степень ослабления посадочного натяга;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения радиальной нагрузки  $F_r$  между рядами роликов (при двухрядном расположении).

*При выборе посадок к посадочным поверхностям валов и корпусов предъявляются следующие требования (по ГОСТ 3325 [95]):*

1 Валы и корпусы должны быть толстостенными с соотношением  $d/d_b \geq 1,25$ ,  $D_k/D \geq 1,25$ , где  $d$  – диаметр вала;  $d_b$  – диаметр отверстия в нем;  $D_k$  – наружный диаметр корпуса;  $D$  – наружный диаметр ПК.

2 Материал валов и корпусов – сталь или чугун.

3 Температура нагрева подшипников при работе – не выше  $100^\circ\text{C}$ .

При выборе посадок особое внимание уделяется нормированию точности формы, расположения и шероховатости сопрягаемых с ПК поверхностей. При эксплуатации ПК наибольшую опасность представляют конусообразность и овальность. Эти погрешности формы приводят к деформации колец подшипников и значительному перераспределению нагрузки и РЗ, заклиниванию ПК или преждевременному износу и выходу из строя. Чем выше требования к эксплуатации ПК и их класс точности, тем жестче требования к точности формы поверхностей, сопрягаемых с ПК. Например, допуск цилиндричности для поверхностей, сопрягаемых с ПК классов точности 0 и 6, не должен превышать  $1/4$  от допуска размера; для поверхностей, сопрягаемых с ПК классов точности 5 и 4, –  $1/8$  допуска размера; для поверхностей, сопрягаемых с ПК класса точности 2, –  $1/16$  допуска размера.

Шероховатость посадочных поверхностей деталей, сопрягаемых с кольцами подшипника, зависит от диаметра и класса точности подшипника (таблица 14.1).

Таблица 14.1 – Шероховатость ( $R_a$ , мкм) сопрягаемых с ПК поверхностей по ГОСТ 3325

Посадочная поверхность	Класс точности	Номинальные размеры, мм	
		до 80	от 80 до 500
Валов	0	1,25	2,5
	6, 5	0,63	1,25
	4	0,32	0,63
Отверстий корпусов	0	1,25	2,5
	6, 5, 4	0,63	1,25
Торцов запечиков валов и корпусов	0	2,50	2,50
	6, 5, 4	1,25	2,50

## 14.4 Классификация и обозначение ПК

**Конструктивные разновидности ПК [96] по направлению действия нагрузки:**

- 1) радиальные – воспринимают нагрузку, действующую перпендикулярно оси вращения;
- 2) упорные – воспринимают только осевую нагрузку;
- 3) радиально-упорные – воспринимают комбинированную нагрузку (по направлению действия воспринимаемой нагрузки);
- 4) упорно-радиальные – осевая или преимущественно осевая нагрузка.

*По форме тел качения ПК* подразделяются на шариковые и роликовые (ролики: короткие и длинные цилиндрические, конические, сферические, игольчатые, полые, витые и др.) цилиндрические и конические, *по количеству дорожек качения* – одно-, двух- и многорядные. *По способности компенсировать перекосы ПК* подразделяются на самоустанавливающиеся и несамоустанавливающиеся. *По уровню вибраций* различают ПК с нормальным, пониженным и низким уровнями вибрации.

*По степени защиты рабочей зоны* существуют ПК: открытые – без уплотнений и защитных шайб; закрытые – с одним или двумя уплотнениями, с одной или двумя защитными шайбами или одним уплотнением и одной защитной шайбой. Для работы в некоторых областях техники применяются специальные подшипники – самолетные, приборные, теплостойкие, высокоскоростные, малозумные, коррозионно-стойкие, немагнитные, самосмазывающиеся и др.

*По соотношению габаритных размеров* разработаны серии подшипников: в порядке возрастания размера при одном и том же внутреннем посадочном диаметре серии диаметров – 0, 8, 9, 1, 7, 2, 3, 4 и 5 и серии ширин (высот для упорных подшипников) – 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Размерная серия подшипников – это сочетание серий диаметров и ширин. С увеличением габаритных размеров растет нагрузочная способность, но снижается предельная частота вращения ПК.

*Система условных обозначений ПК* стандартизирована ГОСТ 3189 [94]. Полное условное обозначение состоит из основного условного обозначения (7 основных знаков) и дополнительных знаков (справа от основного обозначения начинаются с прописной буквы, слева – отделены знаком тире). Основное обозначение содержит признаки: размерная серия (диаметр и ширина) по ГОСТ 3478 [97]; тип и конструктивное исполнение по ГОСТ 3395 [96]; диаметр отверстия. Нули, стоящие левее последней значащей цифры, не указывают. Пример основного обозначения: 32205 – радиальный роликовый с короткими цилиндрическими роликами; слева направо, 0 (серия ширины); 03 (конструктивное исполнение); 2 (тип подшипника); 2 (серия диаметров); 05 (обозначение диаметра отверстия – диаметры, кратные



5, обозначают частным от деления на 5). Слева от основного обозначения проставляют знаки, обозначающие дополнительные требования (справа налево), определяющие класс точности, группу радиального зазора, момент трения и категорию, например: А 125 – 3000205, где 3000205 – основное обозначение; 5 – класс точности, 2 – группа радиального зазора, 1 – ряд момента трения, А – категория подшипника. Справа от основного обозначения проставляют (слева направо): материал деталей, конструктивные изменения, специальные технические требования, требования к температуре отпуска, смазочные материалы, требования по уровню вибрации. Пример условного обозначения подшипника с дополнительными знаками: А75 – 3180206 ЕТ2С2 (А – категория, 7 – радиальный зазор по группе 7; 5 – класс точности; 3180206 – основное условное обозначение; Е – сепаратор из пластического материала; Т2 – температура отпуска колец 250 °С; С2 – смазка ЦИАТИМ–221).

## 15 ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Вследствие относительной простоты, компактности, функциональных возможностей резьбовые соединения нашли широкое применение в различных отраслях техники [119, 108, 111, 175, 132, 99, 178, 142, 176, 183, 87, 34, 8]. К **резьбам общего применения** относятся: крепежные (разъемные, неподвижные) – для скрепления деталей и обеспечения нераскрытия их стыка; для преобразования движения (подвижные, кинематические) – ходовые винты металлорежущих станков и их суппорты, столы измерительных приборов, прессы, домкраты и т. д., от которых требуется точность и плавность перемещения, малое трение, высокая нагрузочная способность; трубные и арматурные – герметичное соединение труб. Резьбы специального назначения разработаны для некоторых изделий в соответствии с их спецификой – цоколи и патроны электроламп, противогазы, окулярная резьба оптических приборов, резьба метрическая для приборостроения [142, 176], резьба для деталей из пластмасс [8] и др.

*По величине зазора между сопрягаемыми поверхностями* существуют резьбовые соединения с зазором [132], натягом [99], переходные [178]. *По виду контакта поверхностей* в паре винт – гайка резьбовые соединения могут быть с непосредственным контактом, с контактом через третье тело (например, шариковые винтовые пары, уплотнитель для герметизации), с контактом через промежуточную среду (смазка, покрытие, герметик). *По профилю витков резьбы* подразделяются: на треугольные и трапецеидальные, прямоугольные, упорные, круглые. *По форме поверхности*, на которой образована резьба, – цилиндрические, конические, наружные и внутренние. *По числу заходов* – одно-и многозаходные. В зависимости от на-

правления вращения резьбового контура – левые и правые, а по единице измерения – метрические и дюймовые.

Рассмотрим определение **параметров резьбового соединения** и их контроля [119]. Профиль (контур) резьбы – сечение резьбы плоскостью, проходящей через её ось (рисунки 15.1, 15.2).

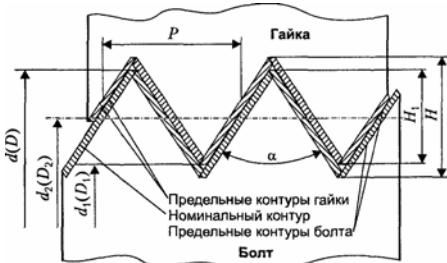
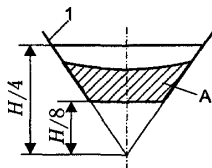


Рисунок 15.1 – Профиль и предельные контуры резьбового соединения

а)



б)

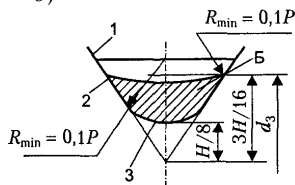


Рисунок 15.2 – Плоскосрезанная (а) и закругленная (б) формы впадин

Различают *номинальный* и *предельные* (с учетом допусков) контуры. Для обеспечения взаимозаменяемости действительный контур не должен выходить за соответствующие предельные контуры на всей длине свинчивания (длина соприкосновения  $L$  винтовых поверхностей резьбовой пары). Шаг резьбы ( $P$ ) – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы. Для многозаходной резьбы ход  $P_h = Pn$ , где  $n$  – число заходов. Существуют резьбы с *крупным*, *мелким* и *особо мелким* шагом.

Средний диаметр резьбы ( $d_2, D_2$ ) – диаметр соосной с резьбой поверхности, которая пересекает профиль резьбы в точках, где ширина канавки равна половине номинального шага резьбы. Приведенный средний диаметр – значение измеренного среднего диаметра резьбы, увеличенное для наружной и уменьшенное для внутренней резьбы на суммарную диаметральную компенсацию отклонений шага ( $f_p$ ) и угла наклона боковой стороны профиля ( $f_\alpha$ ). *Наружный* диаметр резьбы ( $d, D$ ) – диаметр поверхности, описанной вокруг вершин наружной или впадин внутренней резьбы, *внутренний* ( $d_1, D_1$ ) – диаметр поверхности, вписанной касательно к впадинам наружной и вершинам внутренней резьбы.

Высота исходного профиля ( $H$ ) – высота остроугольного профиля, полученного при продолжении боковых сторон до их пересечения. Профиль метрической резьбы задан ГОСТ 9150 [111], предусматривающим срезы вершин  $H/4$  у гайки и  $H/8$  у болта. Большую циклическую долговечность имеет деталь с резьбой, у которой впадина очерчена радиусом, т. к. уменьшается концентрация напряжений. Рабочая высота профиля – высота соприкосновения сторон профиля наружной и внутренней резьб. Угол профиля резьбы ( $\alpha$ ) – угол между боковыми сторонами профиля. Угол наклона боковой стороны профиля ( $\alpha/2$ ) – угол между боковой стороной профиля и перпендикуляром из вершины исходного профиля на ось резьбы.

Соединение по боковым сторонам определяет в основном посадку **резбового сопряжения** – зазор, натяг, переходная. Наружный и внутренний диаметры имеют поля допусков, исключая получение натяга по вершинам и впадинам резьбы. Для получения посадок с зазором деталей с метрической резьбой в ГОСТ 16093 [132] установлены основные отклонения наружной ( $d, e, f, g, h$ ) и внутренней ( $E, F, G, H$ ) резьбы (рисунок 15.3).

В сочетании со степенью точности определяется поле допуска резьбы. На средний диаметр установлен суммарный допуск, учитывающий допуски собственно среднего диаметра  $\Delta d_2$  (винт),  $\Delta D_2$  (гайка) и диаметральные компенсации погрешности шага ( $f_2$ ) и угла профиля ( $f_\alpha$ ). Определены также три группы длин свинчивания:  $S$  – короткие,  $N$  – нормальные,  $L$  – длинные. Существуют следующие степени точности:  $d$  – 4, 6, 8;  $d_2$  – 3 – 10;  $D_1$  – 4 – 8;

$D_2$  – 4 – 9. Кроме степеней точности поля допусков резьб сгруппированы в три основных класса точности: точный, средний, грубый. Пример обозначения резьбы –  $M24 \times 1,5 LH-7g6g-R-50$ : резьба метрическая, наружный диаметр 24 мм, шаг 1,5 мм,  $LH$  – левая, крупный шаг и правую резьбу не указывают; поля допусков на средний (7g) и наружный (6g) диаметры, одинаковые поля допусков в обозначении не повторяются,  $R$  – резьба с закругленной впадиной; 50 – длина свинчивания; резьба с незакругленной впадиной и нормальной длиной свинчивания не обозначаются; резьбовая посадка обозначается дробью: поле допуска внутренней резьбы / поле допуска наружной резьбы.

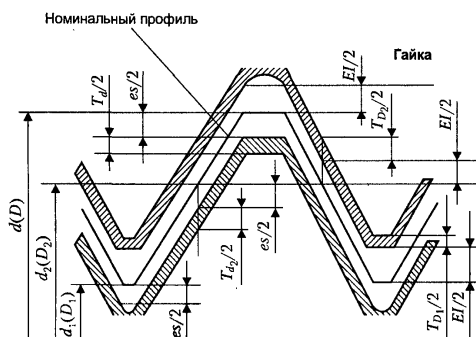


Рисунок 15.3 – Расположение полей допусков резьбы при посадке с зазором

Резьбовые соединения с натягом, посадки которых установлены ГОСТ 4608 [99], предназначены главным образом для неподвижных соединений шпилек с корпусными деталями, работающих в условиях удара, вибраций, колебаний температуры, переменных нагрузок и т. д. Расположение полей допусков резьбы с натягом показано на рисунке 15.4.

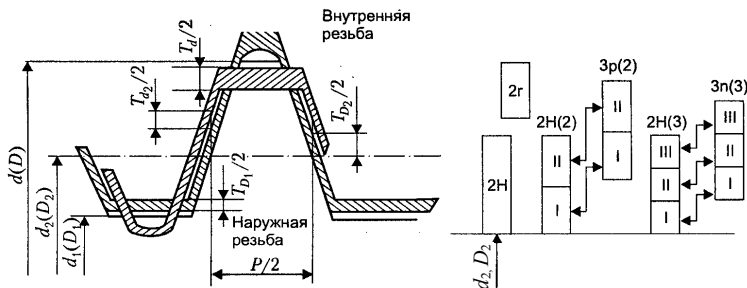


Рисунок 15.4 – Расположение полей допусков резьбы с натягом

Стандартизованы длины свинчивания и производится сортировка деталей по среднему диаметру на группы (их число указывается в обозначении в скобках) со сборкой из одноименных сортировочных групп. Нормированы предельные отклонения шага и угла наклона боковой стороны профиля. По наружному и внутреннему диаметрам предусмотрены зазоры.

Переходные посадки по ГОСТ 24834 [178] обеспечивают точное центрирование, сборку-разборку, содержат элементы заклинивания – конический сбеги резьбы, плоский бурт, цилиндрическая цапфа. Установлены (таблица 15.1) основные отклонения и степени точности для отдельных диапазонов диаметров, длин свинчивания для корпусов из стали, чугуна, алюминиевых и магниевых сплавов.

**Контроль резьб** осуществляется как дифференцированным, так и комплексным методами [183, 87, 34]. Дифференцированный контроль резьбовых поверхностей применяют для резьбовых посадок с натягом, калибров, резьбообразующего инструмента. Используют универсальные измерительные средства – микрометры, микроскопы, проекторы, оптиметры и т. д., а также специализированные измерительные средства – резьбовые микрометры, шагомеры и т. д. Так, например, для контроля среднего диаметра применяют специальные элементы, помещаемые во впадину (одна, две, три проволочки для наружной резьбы; шарики, отпечатки внутренней резьбы) с последующим измерением соответствующего размера универсальными средствами и расчетом среднего диаметра.

Таблица 15.1 – Основные отклонения и степени точности переходных посадок по ГОСТ 24834

Вид резьбы	Диаметр резьбы	Номинальный диаметр	Основные отклонения	Степени точности
Наружная	$d$	5–45	$g$	6
	$d_2$	5–16	$j, k, m$	2, 4
	$d_2$	18–30	$j, m$	2, 4
	$d_2$	33–35	$j, h$	4
Внутренняя	$D$	5–45	$H$	-
	$D_2$	5–30	$H$	3, 4, 5
	$D_2$	33–45	$H$	5
	$D_2$	5–45	$H$	6

При комплексном методе контроля используется комплект калибров: рабочие гладкие и резьбовые проходные и непроходные калибры, контрольные и установочные для проверки и регулирования рабочих резьбовых колец и скоб. Проходной резьбовой калибр имеет резьбу полного профиля и свинчивается с деталью по всей длине. Непроходные калибры имеют уменьшенную высоту профиля и длину, контролируют только собственно средний диаметр и свинчиваются не более двух оборотов. Допуски для резьбовых калибров установлены на каждый параметр резьбы.

## 16 ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ЗУБЧАТЫХ И ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

### 16.1 Классификация

Зубчатые **передачи** широко применяются [89, 114, 124, 84, 121, 123, 85, 88, 156, 151, 98, 137, 154, 155, 159, 100, 113, 115, 116, 118, 133, 204, 214, 157, 170, 199, 208, 210, 196, 207, 206, 4, 10, 27, 19], в частности, в редукторах. Стандартизованы термины, обозначения и определения: общие (ГОСТ 16530–83), цилиндрических (ГОСТ 16531–83), конических (ГОСТ 19325–73), червячных (ГОСТ 18498–89), спироидных (ГОСТ 22850–77), и других передач. Они подразделяются на группы по различным признакам, в частности: по виду поверхности, на которой располагается зубчатый венец, – *цилиндрические* [89, 114, 124, 84, 88, 156, 151, 98, 137, 155, 159, 100, 115, 116, 200, 210] и *конические* [121, 123, 85, 153, 154, 113, 118, 208], *внешние* [159] и *внутренние*; по относительному расположению осей вращения зубчатой пары – *цилиндрические* (параллельные оси), *конические* (пересекающиеся оси); *винтовые*, *червячные* (скрещивающиеся оси) [88, 156, 151, 98, 155, 115, 210]; по направлению зубьев

– *прямо- и косозубые, шевронные, винтовые, криволинейные, правые (левые)*; по профилю зубьев – *эвольвентные, циклоидальные, часовые, цевочные, Новикова* и др.; по материалу, из которого изготовлены, – *металлические, пластмассовые* и т. д.; по размерам и т. д.

По функциональному назначению можно выделить четыре основные группы зубчатых передач: *отсчетные, скоростные, силовые и общего назначения.*

1 К *отсчетным* относятся зубчатые передачи измерительных приборов, делительных механизмов металлорежущих станков и делительных машин и т. д. В большинстве случаев колеса этих передач имеют малый модуль и работают при малых нагрузках и скоростях. Основным эксплуатационным показателем делительных и других отсчетных передач является высокая кинематическая точность, т. е. точная согласованность углов поворота ведущего и ведомого колес передачи. Для реверсивных отсчетных передач большое значение имеет боковой зазор в передаче и колебания этого зазора.

2 *Скоростными* являются зубчатые передачи турбинных редукторов, двигатели турбовинтовых самолетов и др. Окружные скорости зубчатых колес таких передач – до 60 м/с при сравнительно большой передаваемой мощности (до 40 МВт). Их основной эксплуатационный показатель – плавность работы, т. е. отсутствие циклических погрешностей, многократно повторяющихся за поворот колеса. С увеличением частоты вращения требования плавности работы повышаются. Передача должна работать без шума и без вибраций, что может быть достигнуто при минимальных погрешностях формы и взаимного расположения зубьев. Для тяжело нагруженных зубчатых передач имеет значение также полнота контакта зубьев. Колеса таких передач имеют средние модули. Для них часто ограничивают также шумовые характеристики работающей передачи, вибрацию, статическую и динамическую уравновешенность вращающихся масс и т. д.

3 К *силовым* относятся зубчатые передачи, передающие значительные крутящие моменты при малой частоте вращения (зубчатые передачи шестеренных клетей прокатных станков, подъемно-транспортных механизмов и т. д.). Колеса для таких передач изготовляют с большим модулем. Основное точностное требование к ним – обеспечение более полного использования активных боковых поверхностей зубьев.

4 К передачам *общего назначения* повышенных требований по точности не применяют.

## 16.2 Система допусков для цилиндрических зубчатых передач

**Для эвольвентных цилиндрических зубчатых передач установлено 12 степеней точности зубчатых колес и передач – 1–12 по степени убывания [84]. Для степеней точности 1 и 2 допуски и предельные отклонения**

не предусмотрены. Для каждой степени точности установлены независимые нормы допускаемых отклонений параметров, определяющих кинематическую точность колес и передач, плавность работы и контакт зубьев зубчатых колес в передаче, что позволяет назначать различные нормы и степени точности для передач в соответствии с их эксплуатационным назначением и учитывать отличие технологических способов обеспечения требуемой точности.

Кинематическую точность определяют следующие параметры: кинематическая погрешность передачи  $F_{к.п.п}$  и наибольшая кинематическая погрешность передачи  $F'_{ior}$ ; кинематическая погрешность зубчатого колеса  $F'_{к.п.к}$ ; наибольшая кинематическая погрешность зубчатого колеса  $F'_{ir}$  (ее допуск равен сумме допусков на накопленную погрешность шага  $F_p$  и погрешность профиля зуба  $f_f$ ), а также погрешность колеса на  $k$  шагах  $F'_{ikr}$ ; погрешность обката  $F_{cr}$  (из-за погрешности делительной цепи зубообрабатывающего станка); накопленные погрешности  $k$  шагов  $F_{pkr}$ ; накопленная погрешность шага зубчатого колеса  $F_{pr}$ ; радиальное биение зубчатого венца  $F_{rr}$ ; колебание длины общей нормали  $F_{lw}$ ; длина общей нормали зубчатого колеса  $W$ ; колебание измерительного межосевого расстояния за оборот колеса  $F''_{ir}$ ; номинальное межосевое измерительное расстояние  $a$ .

Плавность работы передачи характеризуется параметрами, значения которых многократно (циклически) меняются за оборот колеса, составляют часть кинематической погрешности и определяются по спектру кинематической погрешности: циклическая погрешность передачи  $f_{zkor}$  и зубчатого колеса  $f_{zkr}$ ; коэффициент осевого перекрытия косозубой цилиндрической передачи  $\epsilon_\beta$ ; местные кинематические погрешности передачи  $f'_{ior}$  и зубчатого колеса  $f'_{ir}$ ; погрешность профиля зуба  $f_f$ ; отклонение шага зубчатого колеса  $f_{ptr}$ ; отклонение шага зацепления  $f_{pbr}$ .

Полноту контакта оценивают по пятну контакта (интегральный показатель) – суммарным или мгновенным (после поворота колеса собранной передачи на полный оборот при легком торможении). На полноту контакта влияют погрешности формы и расположения зубьев передачи (частные показатели): отклонение осевых шагов по нормали  $F_{pxnr}$ ; суммарная погрешность контактной линии  $F_{kr}$ ; погрешность направления зуба  $F_{\beta r}$ ; отклонение от параллельности осей  $f_{xr}$ ; перекося осей  $f_{yr}$ ; отклонение межосевого расстояния  $f_{ar}$ .

Погрешности однопрофильного зацепления обозначены одним штрихом, а двухпрофильного – двумя. Показатели точности зубчатых колес и передач, полученные в результате измерительного контроля, обозначаются буквой  $r$  в конце подстрочного индекса. Установленные стандартом нормы обозначаются такими же литерами с индексами, но без последней буквы  $r$ .

Для устранения возможного заклинивания при нагреве передачи, обеспечения условий смазки и ограничения мертвого хода при реверсировании

необходимо учитывать боковой зазор  $j_n$  (между нерабочими профилями зубьев сопрягаемых колес). Боковой зазор определяют в сечении, перпендикулярном к направлению зубьев, в плоскости касательной к основным цилиндрам. Система допусков устанавливает гарантированный боковой зазор  $j_{n \min}$ , не зависящий от степени точности колес. Исходя из этого, предусмотрено шесть видов сопряжений, определяющих различные значения  $j_{n \min}$ .

Сопряжения А, В, С, Д, Е, Н применяют соответственно для степеней точности по нормам плавности работы: 3 – 12; 3 – 11; 3 – 9; 3 – 8; 3 – 7;  $j_{n \min} = 0$  для сопряжения вида Н (рисунки 16.1, 16.2).

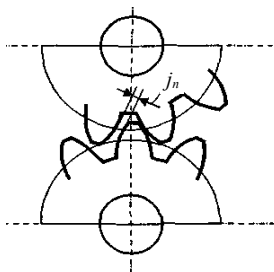


Рисунок 16.1 – Боковой зазор  $J_n$

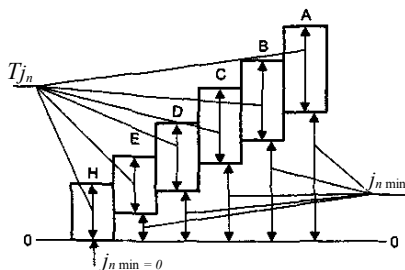


Рисунок 16.2 – Виды сопряжений и допуски на боковой зазор

Помимо этого, установлено **шесть классов отклонений межосевого расстояния** (для передач с нерегулируемым положением осей), обозначаемых в порядке убывания точности I–VI. Гарантированный боковой зазор  $j_{n \min}$  в каждом сопряжении обеспечивается при соблюдении предусмотренных классов отклонений межосевого расстояния (для Н и Е – II; для Д, С, В, А – III, IV, V, VI соответственно).

На боковой зазор установлен допуск  $Tj_n$  (передачи с регулируемым положением осей), определяемый разностью наибольшим и наименьшим зазорами. По мере увеличения бокового зазора увеличивается и допуск  $Tj_n$ . Установлено *восемь видов допуска  $Tj_n$  на боковой зазор*:  $x, y, z, a, b, c, d, h$ . Сопряжениям Н и Е соответствует вид допуска  $h$ , сопряжениям Д, С, В, А –  $d, c, b, a$ , соответственно. Соответствие видов сопряжений и видов допусков допускается изменять, используя при этом и виды допуска  $z, y, x$ .

Боковой зазор, необходимый для компенсации температурных деформаций и размещения смазки,

$$J_{n \min} = V + a_w (\alpha_1 \Delta t_1 - \alpha_2 \Delta t_2) \cdot 2 \sin \alpha,$$

где  $V$  – толщина слоя смазки;

$a_w$  – межосевое расстояние;



$\alpha_1, \alpha_2$  – температурные коэффициенты линейного расширения материала колес и корпуса;

$\Delta t_1, \Delta t_2$  – отклонение температуры колеса и корпуса от 20 °С;

$\alpha$  – угол профиля исходного контура.

Общий боковой зазор должен состоять из гарантированного бокового зазора  $j_{n \min}$  и зазора  $K_j$ , компенсирующего погрешности изготовления зубчатых колес и монтажа передачи:

$$j_{n \min} + K_j = 2(E_{Hs1} + E_{Hs2}) \sin \alpha ,$$

где  $E_{Hs1}, E_{Hs2}$  – необходимые наименьшие смещения исходного контура на обоих зубчатых колесах;

$\alpha$  – угол профиля исходного контура.

### 16.3 Обозначение точности колес и передач

Точность изготовления зубчатых колес и передач задают **степенью точности**, а требования к боковому зазору – видом сопряжения по нормам бокового зазора, например:

1) 7-С ГОСТ 1643 – 81 – цилиндрическая передача со степенью точности 7 по всем трем нормам, с видом сопряжения зубчатых колес С и соответствием между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор, а также между видом сопряжения и классом отклонений межосевого расстояния;

2) 8-7-6-Ва ГОСТ 1643 – 81 – цилиндрическая передача со степенью точности 8 по нормам кинематической точности, со степенью точности 7 по нормам плавности, со степенью точности 6 по нормам контакта зубьев, с видом сопряжения В, видом допуска на боковой зазор «а» и соответствием между видом сопряжения и классом отклонений межосевого расстояния;

3) 7-Са / V-128 ГОСТ 1643 – 81 – передача со степенью точности 7 по всем нормам, видом сопряжения С, видом допуска на боковой зазор «а», классом отклонения межосевого расстояния V и  $j_{n \min}=128$  мкм.

При оформлении чертежей (ЕСКД) зубчатых колес в правой верхней части чертежа располагается таблица параметров, состоящая из трех частей: верхняя – основные данные (модуль, число зубьев, обозначение норм точности и др.); средняя – данные для контроля норм точности; нижняя – справочные данные (делительный диаметр, данные о сопряженном колесе и др.).

## 16.4 Выбор степени точности и контролируемых параметров зубчатых передач

Методика проектирования и расчета зубчатых передач, редукторов изложена в литературе [137, 154, 153, 155; 159, 247, 296–302; 4, 10, 27, 19], в том числе с применением вычислительной техники [4]. Исходя из основных функциональных параметров (передаваемой мощности, окружной скорости и т. д.) путем теоретических расчетов и опыта эксплуатации аналогичных передач [4, с. 55, таблица 4.11] назначают необходимую степень точности колес и передач. Поскольку между различными показателями точности колес существуют взаимосвязи, то нормы плавности работы колес и передач могут быть не более чем на две степени точнее или на одну степень грубее норм кинематической точности; нормы контакта зубьев можно назначать по любым степеням, более точным, чем нормы плавности, а также на одну степень грубее норм плавности.

Для контроля кинематической точности, плавности, полноты контакта и бокового зазора колес по ГОСТ 1643 [80, 4] установлены равнозначные комплексы параметров. Для контроля каждой из норм точности может быть выбран либо комплексный показатель, либо частный комплекс для данной нормы. Выбор контролируемых параметров зависит от заданной точности, размеров, особенностей технологии, оборудования для изготовления зубчатых колес и сопрягаемых деталей, зубоизмерительных средств [100, 113, 115, 116, 118] и других факторов. Комплексный контроль точности оценивает суммарное проявление отклонений отдельных параметров, поэлементный контроль позволяет конкретно определить технологические ошибки и откорректировать технологический процесс.

## 17 ШЛИЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шлицевое соединение применяется в массовом производстве, стандартизовано [83, 102, 186, 105, 187–195, 44, 213, 146, 8, 34], образуется двумя деталями: валом и втулкой, которые содержат сопрягаемые элементы (шлицы), передающие крутящий момент, зубья вала располагаются во впадинах между зубьями втулки. Центрирование соединения может осуществляться по наружному и внутреннему диаметрам, боковым поверхностям зубьев, а также по особым вспомогательным поверхностям. По сравнению со шпоночным оно имеет большую прочность, точность и технологичность. Применяются шлицы следующих **профилей**: прямоугольные (прямобочные [83, 105, 186–194]), эвольвентные [102, 195], треугольные, трапециевидальные. В цилиндрическом шлицевом соединении поверхности параллельны оси. Конусное шлицевое соединение имеет беззазорное коническое сопряжение по наружному и внутреннему диаметрам, но значительно

сложнее цилиндрического. Зубья торцовых шлицевых соединений располагаются на торцах сопрягаемых деталей и стягиваются осевым усилием. В зависимости от возможности взаимного перемещения относительно оси существуют подвижные и неподвижные соединения. В соединениях, работающих с перекосом (компенсирующие соединения), шлицы имеют бочкообразную форму, обеспечивающую свободу перекосов. В подвижных шлицевых соединениях, работающих на переключение (например, муфты сцепления) применяется плавная форма торцов зубьев (заправка торцов).

Шлицевые соединения чаще выходят из строя из-за износа, смятия, разбивания рабочих поверхностей зубьев, и их качество может быть повышено следующими путями: правильным назначением допусков и посадок, контролем точности изготовления, оптимальной конструкцией узла, силовой затяжкой соединения (осевой или радиальной), уплотнением соединения от вредного воздействия среды эксплуатации, рациональным назначением материалов, покрытий и смазки сопрягаемых поверхностей и др.

Размеры, допуски, посадки и рекомендации по контролю шлицевых прямобочных соединений установлены ГОСТ 1139 [83] (рисунок 17.1). В порядке возрастания высоты и числа зубьев, передаваемого крутящего момента и динамичности нагрузки установлены **три серии шлицевых соединений**: легкая, средняя и тяжелая. Применяется **три способа центрирования** в соединении: по наружному ( $D$ ) и внутреннему ( $d$ ) диаметрам, по боковым поверхностям зубьев ( $b$ ). Центрирование по  $D$  обеспечивает повышенные требования по соосности элементов соединения, применяется при малых нагрузках и износе, исполнение вала 2 (рисунок 17.2), точные посадки по  $D$  и  $b$ . Центрирование по  $d$  также обеспечивает точное центрирование, применяется для подвижных нагруженных соединений с твердой закаленной втулкой, исполнение вала 1 и 3 (см. рисунок 17.2), точные посадки по  $d$  и  $b$ . Центрирование по  $b$  обеспечивает передачу больших динамических нагрузок, невысокую точность центрирования, исполнение вала 2 (см. рисунок 17.2), точную посадку по  $b$ .

Заданы поля допусков шлицевых валов и втулок для образования посадок при различных видах центрирования. Выделены рекомендуемые и предпочтительные (применяемые в ИСО) из числа рекомендуемых полей допусков [83; таблицы 4, 5, 5а]. Учтены вид соединения (подвижное, неподвижное), термообработка (закалка), механическая обработка

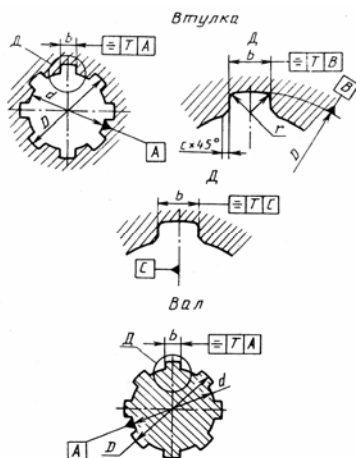


Рисунок 17.1 – Соединения шлицевые прямобочные по ГОСТ 1139

(шлифование, фрезерование). Определены рекомендуемые посадки, из которых выделены предпочтительные [83, приложение 1, таблицы 1, 1а, 2, 2а, 3].

В зависимости от вида центрирования, вида соединения (подвижное, неподвижное) заданы поля допусков нецентрирующих диаметров [83, таблица 6].

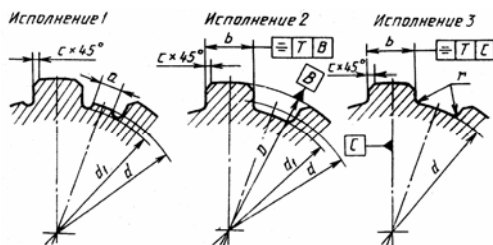


Рисунок 17.2 – Исполнения шлицевых валов по ГОСТ 1139

При длине вала или втулки, большей длины комплексного калибра определены предельные отклонения от параллельности сторон зубьев вала и пазов втулки относительно оси центрирующей поверхности [83, п. 2.5] и допуски симметричности боковых сторон шлицев в диаметральном выражении по отношению к оси симметрии центрирующего элемента [83, таблица 7].

Пример условного обозначения соединения с числом зубьев  $z = 8$ , внутренним диаметром  $d = 36$  мм, наружным диаметром  $D = 40$  мм, шириной зуба  $b = 7$  мм, с центрированием по внутреннему диаметру, с посадкой по диаметру центрирования  $H7 / f7$ , по нецентрирующему диаметру  $H12 / d11$  и по размеру  $b H9 / f9$ :

$$-8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \frac{H12}{d11} \times 7 \frac{H9}{f9}.$$

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

$$-8 \times 36 H7 \times 40 H12 \times 7 H9.$$

То же, вала:

$$-8 \times 36 f7 \times 40 d11 \times 7 f9.$$

То же, при центрировании по наружному диаметру с посадкой по диаметру центрирования  $H7 / h7$  и по размеру  $b - F10 / h9$ :

$$-8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{h7} \times 7 \frac{F10}{h9}.$$

То же, при центрировании по боковым сторонам:

$$-8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{d11} \times 7 \frac{D9}{f8}.$$

Параметры, допуски, посадки и методы контроля шлицевых соединений с эвольвентным профилем зубьев определены ГОСТ 6033 (рисунок 17.3)

[102]. По сравнению с прямобочными они имеют большую точность, прочность и технологичность. Центрирование осуществляется по боковым поверхностям, наружному и внутреннему диаметрам; в машиностроении также используется центрирование по вспомогательной цилиндрической поверхности. По нецентрирующим поверхностям установлены увеличенные зазоры [102, таблица 38; приложение 3, п. 4]. При центрировании по боковым поверхностям установлены два вида допусков:  $T_e$  и  $T_s$  – ширины впадины втулки и толщины зуба вала (отсчитываются на дуге делительной окружности [102, п. 5–11]);  $T$  – суммарный допуск на размер, форму и расположение (рисунок 17.4).

Установлены степени точности на допуски ( $T$ ,  $T_e = T_s$ ) ширины впадины втулки  $e$  и толщины зуба вала  $s$ , предельные значения радиального биения зубчатого венца  $F_r$  и допуска направления зуба  $F_{\beta}$  вала и втулки [102, приложение 2, таблица 1]. Установлены основные отклонения: ширины впадины втулки –  $H$ ; толщины зуба вала –  $r$ ,  $p$ ,  $n$ ,  $m$ ,  $k$ ,  $i$ ,  $h$ ,  $g$ ,  $f$ ,  $e$ ,  $d$ ,  $c$ ,  $b$ ,  $a$  [102, приложение 2, таблица 2]. Но указаны рекомендуемые поля допусков и посадки [102, таблицы 33 – 36].

При центрировании по наружному диаметру определены поля допусков по ГОСТ 25346 [201] и их сочетания для центрирующих диаметров  $D_f$  (втулка) и  $d_a$  (вал): предпочтительный ряд 1 –  $D_f / d_a \rightarrow H7 / n6, j_s6, h6, g6, f7$ ; ряд 2 –  $D_f / d_a \rightarrow H8 / n6, h6, g6, f7$  [102, таблица 37]. Поля допусков ширины впадины втулки  $e$  и толщины зуба вала  $s$  должны быть, соответственно,  $9H, 11H$  и  $9h, 9g, 9d, 11c, 11a$  [102, п. 5.2.3, с. 65, таблицы 34, 35].

При центрировании по внутреннему диаметру определены поля допусков по ГОСТ 25346 [201] и их сочетания для центрирующих диаметров  $D_a$  (втулка) и  $d_f$  (вал): предпочтительный ряд 1 –  $D_a / d_f \rightarrow H7 / n6, h6,$

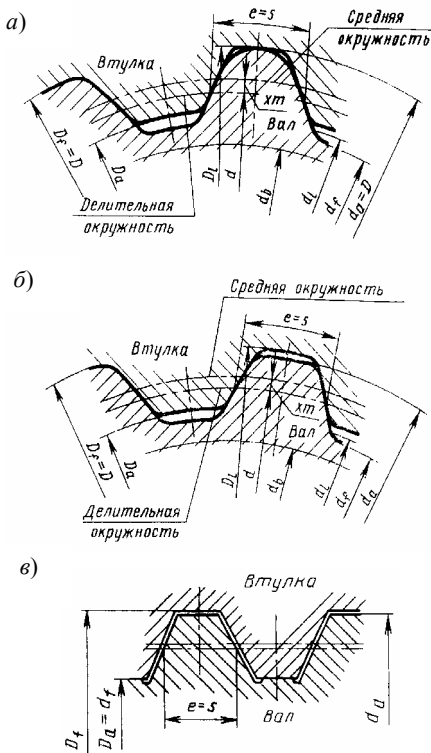


Рисунок 17.3 – Соединения шлицевые эвольвентные ГОСТ 6033 с центрированием:

$a$  – по наружному диаметру;  $b$  – по боковым поверхностям зубьев;  $v$  – по внутреннему диаметру

$g6$ ; ряд 2 –  $D_a/d_f \rightarrow H8/n6, h6, g6$ , [102, приложение 3]. Поля допусков ширины впадины втулки  $e$  и толщины зуба вала  $s$  (рисунок 17.4) определены как при центрировании по наружному диаметру [102, п. 5.2.3].

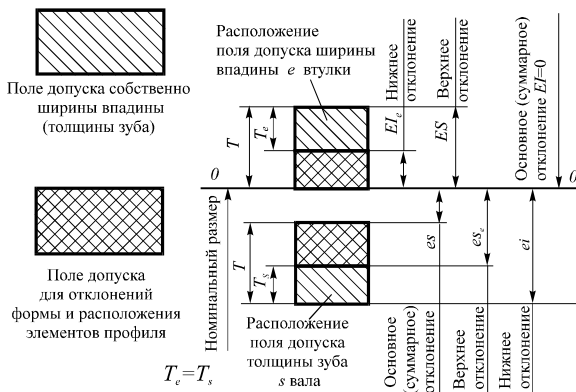


Рисунок 17.4 – Соединения шлицевые эвольвентные по ГОСТ 6033. Расположение полей допусков толщины зуба  $s$  и ширины впадины  $e$

Примеры условных обозначений:

а) соединения  $D = 50$  мм;  $m = 2$  мм с центрированием по боковым поверхностям зубьев  $9H/9g$ , с посадкой по боковым поверхностям зубьев:

$$50 \times 2 \times 9H/9g \text{ ГОСТ } 6033-80,$$

то же, для внутренних шлицев соединения:

$$50 \times 2 \times 9H \text{ ГОСТ } 6033-80,$$

то же, для наружных шлицев соединения:

$$50 \times 2 \times 9g \text{ ГОСТ } 6033-80;$$

б) шлицевого соединения  $D = 50$  мм;  $m = 2$  мм, с центрированием по наружному диаметру, с посадкой по центрирующему диаметру  $H7/g6$  и нецентрирующим поверхностям зубьев  $9H/9h$ :

$$50 \times H7/g6 \times 2 \times 9H/9h \text{ ГОСТ } 6033-80,$$

то же, для внутренних шлицев соединения:

$$50 \times H7 \times 2 \times 9H \text{ ГОСТ } 6033-80,$$

то же, для наружных шлицев соединения:

$$50 \times g6 \times 2 \times 9h \text{ ГОСТ } 6033-80;$$

в) шлицевого соединения  $D = 50$  мм;  $m = 2$  мм, с центрированием по внутреннему диаметру, с посадкой  $H7/g6$  и по нецентрирующим боковым поверхностям зубьев  $9H/9h$ :

$$i50 \times 2 \times H7/g6 \times 9H/9h \text{ ГОСТ } 6033-80,$$

то же, для внутренних шлицев соединения:

$i50 \times 2 \times H7 \times 9H$  ГОСТ 6033-80,

то же, для наружных шлицев соединения:

$i50 \times 2 \times g6 \times 9h$  ГОСТ 6033-80.

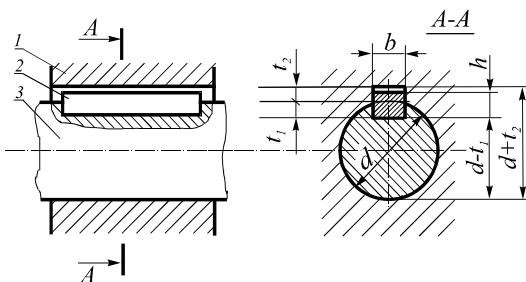
Правила выполнения чертежей шлицевых соединений определены ГОСТ 2.409 [44].

Шлицевые соединения контролируют [105, 186–195] комплексными проходными и поэлементными непроходными калибрами. Комплексные калибры должны проходить по контролируемым поверхностям под действием собственной массы, достаточно в одном положении калибра без его перестановки. Контроль поэлементным непроходным калибром должен проводиться не менее чем в трех различных положениях. Если калибр проходит хотя бы в одном положении, то контролируемую деталь считают браком. Вместо поэлементных непроходных калибров допускается применять контроль шлицевых валов и втулок с помощью измерительных роликов.

## 18 ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шпоночное соединение широко применяется во многих отраслях техники, стандартизовано [163, 117, 109, 120, 215, 134, 167, 164–167, 127–129, 148, 138, 139, 168, 169, 144, 122, 125, 8], образуется тремя деталями: вал и втулка, которые соединяются шпонкой (одной или несколькими), входящей в их пазы (рисунок 18.1). Оно имеет простую конструкцию, передает крутящий момент, но ослабляет сечение вала и втулки, применяется в тихоходных и малонагруженных передачах не крупносерийного производства.

Рисунок 18.1 – Схема соединения вала со втулкой призматической шпонкой: 1 – втулка; 2 – шпонка; 3 – вал



Шпоночное соединение применяется в неподвижных (например, ответственные неподвижные конические соединения [125]), и подвижных (например, направляющие шпонки с креплением на вал по ГОСТ 8790 [109]) узлах. Сопряжение вал – втулка по форме может быть цилиндрическим, коническим, плоским (торцовая шпонка, установленная в плоскость стыка

тел вращения, передающих крутящий момент [122]) и т. д., а по характеру сопряжения – с зазором, переходное, с натягом в зависимости от условий работы и конструкции узла.

По **форме шпонки делятся** на призматические – с закругленными, плоскими, одним плоским и одним закругленным торцами (ГОСТ 23360 [163]) увеличенной высоты (ГОСТ 10748 [117]), с креплением на вал (ГОСТ 8790 [109]) и в ступице (скользящие шпонки) с винтами и без винтов (закладные шпонки); клиновые шпонки (ГОСТ 24068 [164]) – с плоскими, закругленными торцами и с головками; тангенциальные, состоящие из двух забиваемых в паз клиньев с односторонними сопрягаемыми скосами (ГОСТ 24069, ГОСТ 24070 [165, 166]); сегментные (ГОСТ 24071 [167]), которые имеют технологические преимущества (вследствие относительной легкости получения круглой цилиндрической поверхности), но значительно ослабляют вал из-за большей глубины паза и применяются для малонагруженных массивных валов. Разработаны также шпонки и других форм: Т-образные, трапецеидальные, многогранные, круглые, полукруглые, гребенчатые и т. д. Шпоночное соединение может быть напряженным при использовании клиновых и тангенциальных шпонок и ненапряженным при призматических и сегментных шпонках.

По сопрягаемому размеру – ширине  $b$  для шпоночных соединений с призматическими шпонками по ГОСТ 23360 [163] предусмотрены **три вида соединений в системе вала** (предельное отклонение ширины шпонки  $h_9$ ) с предельными отклонениями пазов вала и втулки, соответственно: свободное – вал ( $H_9$ ), втулка ( $D_{10}$ ); нормальное – вал ( $N_9$ ), втулка ( $J_9$ ); плотное – вал и втулка ( $P_9$ ). Заданы также номинальные размеры и предельные отклонения  $t_1$  и  $t_2$ ,  $d - t_1$ ,  $d + t_2$ . Для обеспечения сборки шпоночного соединения к шпоночным пазам вала и втулки предъявляются требования по симметричности шпоночного паза и параллельности плоскости симметрии паза относительно оси. Рекомендуемый материал шпонки и параметры шероховатости шпоночного соединения приведены в ГОСТ 23360 [163].

Контроль размеров шпоночных пазов и их расположения относительно соответствующих цилиндрических поверхностей осуществляется по ГОСТ 24109 – ГОСТ 24121 [168, 169]. Для контроля деталей шпоночного соединения применяют дифференциальный и комплексный методы. Ширину паза контролируют пластиной с проходной и непроходной сторонами. Размер  $t_2$  контролируют пробкой со ступенчатым выступом. Размер  $t_1$  определяется как разность показаний на дне паза и гладкой поверхности вала глупиномера с призмой, базирующейся на цилиндрической поверхности вала. Симметричность расположения паза у втулки проверяют пробкой со шпонкой, а у вала – накладной призмой или кольцом с контрольным стержнем.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Анухин, В. И.** Допуски и посадки : учеб. пособие / В. И. Анухин. – СПб. : Питер, 2004. – 207 с.
- 2 **Воронин, Ю. В.** Контроль измерительных приборов и специального инструмента / Ю. В. Воронин, А. А. Рубцов. – М. : Машиностроение, 1981. – 200 с.
- 3 **Воронцов, Л. Н.** Приборы автоматического контроля размеров в машиностроении : учеб. пособие для вузов по специальности «Приборы точной механики» / Л. Н. Воронцов, С. Ф. Корндорф. – М. : Машиностроение, 1988. – 280 с.
- 4 **Врублевская, В. И.** Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование : учеб. пособие / В. И. Врублевская, В. Б. Врублевский. – Гомель : БелГУТ, 2006. – 433 с.
- 5 **Гиссин, В. И.** Управление качеством продукции : учеб. пособие. / В. И. Гиссин. – Ростов н/Д : Феникс, 2000. – 256 с.
- 6 **Димов, Ю. В.** Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для вузов / Ю. В. Димов. – СПб. : Питер, 2005. – 432 с.
- 7 **Допуски и посадки** : справ. Ч. 1 / В. Д. Мягков [и др.]. – 6-е изд., перераб. доп. – СПб. : Машиностроение, 1982. – 543 с.
- 8 **Допуски и посадки** : справ. Ч. 2 / В. Д. Мягков [и др.]. – 6-е изд., перераб. доп. – СПб. : Машиностроение, 1983. – 448 с.
- 9 **Дунаев, П. Ф.** Размерные цепи. / П. Ф. Дунаев. – М. : Машгиз, 1963. – 308 с.
- 10 **Зубчатые передачи** : справ. / под общ. ред. Е. Г. Гинсбурга. – Л. : Машиностроение, 1980. – 416 с.
- 11 **Зябрева, Н. Н.** Пособие к решению задач по курсу «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения» / Н. Н. Зябрева, Е. И. Перельман, М. Я. Шегал. – М. : Высшая школа, 1977. – 204 с.
- 12 **Исикава, Каору.** Японские методы управления качеством : сокр. пер. с англ. / Каору Исикава; науч. ред. и автор предисловия А. В. Гличев. – М. : Экономика, 1988. – 215 с.
- 13 **Кошель, В. М.** Подшипники качения. – Минск : Наука и техника, 1993. – 255 с.
- 14 **Купряков, Е. М.** Стандартизация и качество промышленной продукции : учеб. для экон. спец. вузов. – М. : Высшая школа, 1991. – 304 с.
- 15 **Линейные и угловые измерения** / Г. Д. Бурдун [и др.]. – М. : Изд-во стандартов, 1977. – 512 с.
- 16 **Марков, Н. П.** Конструкция, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов / Н. П. Марков, Г. М. Ганевский. – М. : Машиностроение, 1981. – 357 с.
- 17 **Марков, Н. Я.** Погрешность и выбор средств при линейных измерениях / Н. Я. Марков, Г. Б. Кайнер, П. А. Сацердотов. – М. : Машиностроение, 1967. – 392 с.
- 18 **Орнатский, П. П.** Автоматические измерения и приборы / П. П. Орнатский. – Киев : Вища школа, 1986. – 504 с.
- 19 **Производство зубчатых колес** : справ. / под ред. Б. А. Тайца. – М. : Машиностроение, 1990. – 708 с.
- 20 **Ряполов, А. Ф.** Сертификация. Методология и практика / А. Ф. Ряполов. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 232 с.
- 21 **Савченко, В. Т.** Измерительная техника / В. Т. Савченко. – М. : Высшая школа, 1974. – 180 с.

22 **Сергеев, А. Г.** Сертификация : учеб. пособие для студентов вузов / А. Г. Сергеев, М. В. Латышев. – М. : Издат. корпорация «Логос», 1999. – 248 с.

23 **Сертификация потребительских товаров** : Зарубежный опыт – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 80 с.

24 **Сертификация продукции. Основные положения. Нормативы. Организация. Методика и практика** : в 3 ч. – М. : Изд-во стандартов, 1990.

25 **Сертификация: принципы и практика** / пер. с англ. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 88 с.

26 **Солонин, И. С.** Расчет сборочных и технологических размерных цепей / И. С. Солонин, С. И. Солонин. – М. : Машиностроение, 1980 – 110 с.

27 **Тайц, Б. А.** Точность и контроль зубчатых колес / Б. А. Тайц. – М. : Машиностроение, 1972. – 367 с.

28 **Точность и производственный контроль в машиностроении** : справ. / И. И. Балопкина, [и др]; под общ. ред. А. К. Кутая, Б. М. Сорочкина. – СПб. : Машиностроение, Ленингр. отд. 1983. – 368 с.

29 **Управление качеством продукции** : справ. / под ред. В. В. Бойцова и А. В. Гличева. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 464 с.

30 **Управление качеством** : учеб. для вузов / С. Д. Ильенкова, [др]. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1999. – 199 с.

31 **Фарзانه, Н. Г.** Технологические измерения и приборы / Н. Г. Фарзانه, Л. В. Бялков, А. Ю Азим-Заде. – М. : Высшая школа, 1989. – 456 с.

32 **Хофман, Д.** Техника измерений и обеспечение качества : справ. кн. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.

33 **Черменский, О. Н.** Подшипники качения : справ.-каталог / О. Н. Черменский, Н. М. Федотов. – М. : Машиностроение, 2003. – 576 с.

34 **Якушев, А. И.** Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учеб. для вузов / А.И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – М. : Машиностроение, 1986. – 352 с.

35 **ГОСТ 1.0–92.** Межгосударственная система стандартизации. Основные положения. – Взамен ГОСТ 1.0–85; введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 13 с.

36 **ГОСТ 1.3–2002.** Межгосударственная система стандартизации. Правила и методы принятия международных и региональных стандартов в качестве межгосударственных стандартов. – Взамен раздела 9 ГОСТ 1.5–2002 ; введ. 2005–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 34 с.

37 **ГОСТ 1.5–2001.** Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению. – Взамен ГОСТ 1.5–93 ; введ. 2003–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 91 с.

38 **ГОСТ 2.001–93** ЕСКД. Общие положения. – Взамен ГОСТ 2.001–70 ; введ. 1995–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 4 с.

39 **ГОСТ 2.052–2006.** ЕСКД. Электронная модель изделия . Общие положения. – Введ. 2007–01–03. – М. : Изд-во БелГИСС, 2006. – 11 с.

40 **ГОСТ 2.114–95.** ЕСКД. Технические условия – Взамен ГОСТ 2.114–70 ; введ. 1997–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 12 с.

41 **ГОСТ 2.116–84** Карта технического уровня и качества продукции. – Взамен ГОСТ 2116–71 ; введ. 1985–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 14 с.

- 42 **ГОСТ 2.308–79.** ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей. – Взамен ГОСТ 2.308–68 ; введ. 1980–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 20 с.
- 43 **ГОСТ 2.309–73.** ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей. – Взамен ГОСТ 2.309–68 ; введ. 1975–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 7 с.
- 44 **ГОСТ 2.409–74.** ЕСКД. Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений. – Взамен ГОСТ 2.409–68 ; введ. 1975–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 3 с.
- 45 **ГОСТ 2.601–2006.** ЕСКД. Эксплуатационные документы. – Взамен ГОСТ 2.601–95 ; введ. 2007–01–03. – М. : Изд-во БелГИСС, 2006. – 31 с.
- 46 **ГОСТ 2.602–95.** ЕСКД. Ремонтные документы. – Взамен ГОСТ 2.602–68 ; введ. 1997–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 34 с.
- 47 **ГОСТ 3.1001–81.** Единая система технологической документации. Общие положения. – Взамен ГОСТ 3.1001–74 ; введ. 1983–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.
- 48 **ГОСТ 3.1109–82.** Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. – Взамен ГОСТ 3.1109–73 ; введ. 1983–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 14 с.
- 49 **ГОСТ 4.305–85.** Система показателей качества продукции. Электровозы промышленные. Номенклатура показателей. – Введ. 1987–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.
- 50 **ГОСТ 4.367–85.** Система показателей качества продукции. Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Номенклатура показателей. – Введ. 1987–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 7 с.
- 51 **ГОСТ 4.479–87.** Система показателей качества продукции. ПК. Номенклатура показателей. – Введ. 1989–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 13 с.
- 52 **ГОСТ 8.009–84.** Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – Взамен ГОСТ 8.009–72 ; введ. 1986–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 131 с.
- 53 **ГОСТ 8.010–99.** Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. – Взамен ГОСТ 8.010–90 ; введ. 2001–01–06. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 16 с.
- 54 **ГОСТ 8.050–73.** Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений. – Введ. 1975–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 14 с.
- 55 **ГОСТ 8.051–81.** Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. – Взамен ГОСТ 8.051–73 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.
- 56 **ГОСТ 8.057–80.** Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны единиц физических величин. Основные положения. – Взамен ГОСТ 8.057–73 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 6 с.
- 57 **ГОСТ 8.061–81.** Государственная система обеспечения единства измерений. Поверочные схемы. Содержание и построение. – Взамен ГОСТ 8.061–73 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 16 с.
- 58 **ГОСТ 8.207–76.** Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов

наблюдений. Основные положения. – Введ. 1977–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 10 с.

59 **ГОСТ 8.296–78.** Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений параметров шероховатости  $R_{\max}$  и  $R_z$  в диапазоне 0,025–1600 мкм. – Введ. 1979–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1978. – 5 с.

60 **ГОСТ 8.315–97.** Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств вещества и материалов. Основные положения. – Взамен ГОСТ 8.315–91 ; введ. 2001–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 22 с.

61 **ГОСТ 8.372–80.** Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны единиц физических величин. Порядок, разработки, утверждения, регистрации, хранения и применения. – Взамен ГОСТ 8.057–73 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 7 с.

62 **ГОСТ 8.395–80.** Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования. – Введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 6 с.

63 **ГОСТ 8.401–80.** Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. – Взамен ГОСТ 13600–68 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 12 с.

64 **ГОСТ 8.417–2002.** Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин. – Взамен ГОСТ 8.417–81 ; введ. 2004–01–05. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 27 с.

65 **ГОСТ 8.525–85.** Государственная система обеспечения единства измерений. Установки высшей точности для воспроизведения единиц физических величин. Порядок разработки, аттестации, регистрации, хранения и применения. – Введ. 1986–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 6 с.

66 **ГОСТ 8.549–86.** Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм с неуказанными допусками. – Введ. 1987–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 6 с.

67 **ГОСТ 14.140–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски расположения осей отверстий для крепежных деталей. – Взамен ГОСТ 14140–69 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.

68 **ГОСТ 14.201–83.** Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования. – Взамен ГОСТ 14.201–73 ; введ. 1984–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 13 с.

69 **ГОСТ 9. 101–2002.** Единая система защиты от коррозии и старения. Основные положения. – Взамен ГОСТ 9.101–78 ; введ. 2003–01–11. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2002. – 3 с.

70 **ГОСТ 14.206–73.** Технологический контроль конструкторской документации. – Введ. 1975–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 10 с.

71 **ГОСТ 14.737–69.** Шпонки призматические привертные. Конструкция. – Взамен МН 4790–63 ; введ. 1970–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1969. – 7 с.

72 **ГОСТ 15.000–82.** Система разработки и постановки продукции на производство. Общие положения. – Введ. 1983–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.

73 **ГОСТ 19.401–2000.** Единая система программной документации. Текст программы. Требования к содержанию, оформлению и контролю качества. – Взамен ГОСТ 19.401–78 ; введ. 2001–01–09. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 2 с.

74 **ГОСТ 27.001–95.** Система стандартов «Надежность в технике». Основные положения. – Взамен ГОСТ 27.011–81 ; введ. 1997–01–10. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 5 с.

75 **ГОСТ 27.002–89.** Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1990–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 7 с.

76 **ГОСТ 27.003–90.** Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. – Взамен РД 50–650 ; введ. 1992–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 12 с.

77 **ГОСТ 27.004–85.** Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 22954–78 ; введ. 1986–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 13 с.

78 **ГОСТ 27.202– 83.** Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. – Взамен ГОСТ 23641–79, ГОСТ 16467–70, ГОСТ 16.304–74, ГОСТ 16.305–74, ГОСТ 16.306–74 ; введ. 1984–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 50 с.

79 **ГОСТ 27.203–83.** Надежность в технике. Системы технологические. Общие требования к методам оценки надежности. – Взамен ГОСТ 22955–78 ; введ. 1984–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 6 с.

80 **ГОСТ 27.204–83.** Надежность в технике. Системы технологические. Технические требования к методам оценки надежности по параметрам производительности. – Введ. 1985–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 37 с.

81 **ГОСТ 27.410–87.** Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность. – Введ. 1989–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 9 с.

82 **ГОСТ 520–2002.** (ИСО 492–94, ИСО 199–97). Подшипники качения. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 520–89 ; введ. 2003–01–11. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 66 с.

83 **ГОСТ 1139–80** Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски. – Взамен ГОСТ 1139–58 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 9 с.

84 **ГОСТ 1643–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски. – Взамен ГОСТ 1643–72 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 69 с.

85 **ГОСТ 1758–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые конические и гипойдные. Допуски. – Взамен ГОСТ 1758–56 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 41 с.

86 **ГОСТ 2015–84** Калибры гладкие нерегулируемые. Технические требования. – Взамен ГОСТ 2015–69 ; введ. 1985–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 5 с.

87 **ГОСТ 2016–86** Калибры резьбовые. Технические условия. – Взамен ГОСТ 2016–68 ; введ. 1987–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1998. – 5 с.

88 **ГОСТ 2144–93.** Передачи червячные цилиндрические. Основные параметры. – Взамен ГОСТ 2144–76, ГОСТ 19672–74; введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 3 с.

89 **ГОСТ 2185–66.** Передачи зубчатые цилиндрические. Основные параметры. – Взамен ГОСТ 2185–55 ; введ. 1968–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 5 с.

90 **ГОСТ 2216–84.** Калибры скобы гладкие регулируемые. Технические условия. – Взамен ГОСТ 2216–68 ; введ. 1985–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 8 с.

91 **ГОСТ 2534–77.** Калибры предельные для глубин и высот уступов. Допуски. – Взамен ГОСТ 2534–67 ; введ. 1978–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 14 с.

92 **ГОСТ 2789–73.** Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. – Взамен ГОСТ 2789–59 ; введ. 1975–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 10 с.

93 **ГОСТ 2849–94.** Калибры для конусов инструментов. Технические условия. – Взамен ГОСТ 2849–77 ; введ. 1997–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 14 с.

94 **ГОСТ 3189–89.** Подшипники шариковые и роликовые. Система условных обозначений. – Взамен ГОСТ 3189–75 ; введ. 1991–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 16 с.

95 **ГОСТ 3325–85.** Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки. – Взамен ГОСТ 3325–55 ; введ. 1987–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 95 с.

96 **ГОСТ 3395–89.** Подшипники качения. Типы и конструктивные исполнения. – Взамен ГОСТ 3395–75 ; введ. 1991–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 53 с.

97 **ГОСТ 3478–79.** Подшипники качения. Основные размеры. – Взамен ГОСТ 3478–68 ; введ. 1980–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 45 с.

98 **ГОСТ 3675–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи червячные цилиндрические. Допуски. – Взамен ГОСТ 3675–56 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 61 с.

99 **ГОСТ 4608–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Посадки с натягом. – Взамен ГОСТ 4608–65 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 14 с.

100 **ГОСТ 5368–81.** Приборы для измерения цилиндрических зубчатых колес. Типы и основные параметры. Нормы точности. – Взамен ГОСТ 5368–73 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 7 с.

101 **ГОСТ 5939–51.** Калибры предельные гладкие для отверстий менее 1 мм. Введ. 1952–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1951. – 4 с.

102 **ГОСТ 6033–80.** Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30°. Размеры, допуски и измеряемые величины. – Взамен ГОСТ 6033–51 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 74 с.

103 **ГОСТ 6528–53.** Калибры для шлицевых валов и отверстий с эвольвентным профилем Допуски. – Введ. 1953–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1953. – 11 с.

104 **ГОСТ 6636–69.** Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры. – Взамен ГОСТ 6636–60 ; введ. 1970–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1969. – 8 с.

105 **ГОСТ 7951–80.** Калибры для контроля шлицевых прямобоочных соединений. Допуски. – Взамен ГОСТ 7951–59 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 11 с.

106 **ГОСТ 8032–84.** Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел. – Взамен ГОСТ 8032–56 ; введ. 1985–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 16 с.

107 **ГОСТ 8593–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные конусности и углы конусов. – Взамен ГОСТ 8593–57 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 2 с.

108 **ГОСТ 8724–2002.** (ИСО 261–98). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги. – Взамен ГОСТ 8724–81 ; введ. 2004–01–10. – Мн. : Бел ГИСС, 2004. – 8 с.

109 **ГОСТ 8790–79.** Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими направляющими шпонками с креплением на валу. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. – Взамен ГОСТ 8790–68 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.

110 **ГОСТ 9038–90** Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия. – Взамен ГОСТ 9038–83 ; введ. 1991–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 15 с.

111 **ГОСТ 9150–2002.** (ИСО 68–1–98) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль. – Взамен ГОСТ 9150–81. – Мн. : Бел ГИСС, 2004. – 3 с.

112 **ГОСТ 9378–93.** (ИСО 2632–1–85, ИСО 2632–2–85) Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 9378–75 ; введ. 1997–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.

113 **ГОСТ 9459–87.** Приборы для измерения конических зубчатых колес. Типы и основные параметры. Нормы точности. – Взамен ГОСТ 9459–79 ; введ. 1988–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 6 с.

114 **ГОСТ 9563–60.** Основные нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули. – Взамен ОСТ 1597 ; введ. 1962–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1960. – 5 с.

115 **ГОСТ 9776–82.** Приборы для измерения цилиндрических червяков, червячных колес и червячных передач. Типы и основные параметры. Нормы точности. – Взамен ГОСТ 9776–61 ; введ. 1983–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 10 с.

116 **ГОСТ 10387–81.** Приборы для измерения цилиндрических мелко модульных зубчатых колес. Типы и основные параметры. Нормы точности. – Взамен ГОСТ 10378–73 ; введ. 1982–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 12 с.

117 **ГОСТ 10748–79.** Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими высокими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. – Взамен ГОСТ 10748–68 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 8 с.

118 **ГОСТ 11357–89.** Приборы для измерения конических мелко модульных зубчатых колес. Типы и основные параметры. Нормы точности. – Взамен ГОСТ 11357–81 ; введ. 1990–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 7 с.

119 **ГОСТ 11708–82.** Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 11708–66 ; введ. 1984–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 31 с.

120 **ГОСТ 12208–66.** Приспособления станочные. Шпонки призматические скользящие сборные. Конструкции. – Взамен МН 373–60 ; введ. 1967–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1966. – 4 с.

121 **ГОСТ 12289–76** Передачи зубчатые конические. Основные параметры. – Взамен ГОСТ 12289–66 ; введ. 1977–01–07. М. : Изд-во стандартов, 1976. – 6 с.

122 **ГОСТ 13043–83.** Оправки с торцовой шпонкой и крепежными болтами для торцовых фрез. Конструкции и размеры. – Взамен ГОСТ 13043–78 ; введ. 1985–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 11 с.

123 **ГОСТ 13754–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые конические с прямыми зубьями. Исходный контур. – Взамен ГОСТ 13754–68 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 2 с.

124 **ГОСТ 13755–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические звольвентные. Исходный контур. – Взамен ГОСТ 13755–68 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.

125 **ГОСТ 13786–68**. Оправки с хвостовиком конусностью 7:24 и продольной шпонкой для насадных фрез. Конструкции и размеры. – Взамен МН 20–64 ; введ. 1968–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1968. – 4 с.

126 **ГОСТ 14140–81**. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски расположения осей отверстий для крепежных деталей. – Взамен ГОСТ 14140–69 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 31 с.

127 **ГОСТ 14737–69**. Шпонки призматические привертные. Конструкция. – Взамен МН 4790–63 ; введ. 1970–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1969. – 7 с.

128 **ГОСТ 14738–69**. Шпонки ступенчатые. Конструкции. – Взамен МН 4791–63 ; введ. 1970–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1969. – 4 с.

129 **ГОСТ 14739–69**. Шпонки круглые. Конструкция. – Взамен МН 4792–63 ; введ. 1970–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1969. – 3 с.

130 **ГОСТ 15467–79** Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 15467–70, ГОСТ 16431–70, ГОСТ 17102–71, ГОСТ 17341–71 ; введ. 1979–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 18 с.

131 **ГОСТ 16085–80**. Калибры для контроля расположения поверхностей. Допуски. – Взамен ГОСТ 16085–70 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 10 с.

132 **ГОСТ 16093–2004**. (ИСО 965–1 : 1998, ИСО 965–3 : 1998) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором. – Взамен ГОСТ 16093–81 ; введ. 2006–01–02. – Мн. : БелГИСС, 2005. – 37 с.

133 **ГОСТ 16162–93**. Редукторы зубчатые. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 16162–85 ; введ. 1996–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 9 с.

134 **ГОСТ 16194–70**. Шпонки призматические штампов горизонтально – ковочных машин. Конструкция и размеры. – Взамен МН 1281–60 ; введ. 1971–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1970. – 7 с.

135 **ГОСТ 16263–70**. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения. – Введ. 1971–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1970. – 12 с.

136 **ГОСТ 16504–81**. Система государственных испытаний и продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – Взамен ГОСТ 16504–74 ; введ. 1982–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 19 с.

137 **ГОСТ 16532–70**. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешне-го зацепления. Расчет геометрии. – Введ. 1972–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 15 с.

138 **ГОСТ 16657–80**. Державки с пазом под шпонку. Конструкция и размеры. – Взамен ГОСТ 16657–71 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 5 с.

139 **ГОСТ 16675–80**. Пуансоны, матрицы, державки, подкладные плитки и шпонки штампов для разделительных операций. Технические условия. – Взамен ГОСТ 16657–71 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 8 с.

140 **ГОСТ 16775–93**. Калибры–скобы гладкие, оснащенные твердым сплавом, для размеров от 3 до 180 мм. Размеры. – Взамен ГОСТ 16775–16777–71 ; введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 15 с.

141 **ГОСТ 16780–71**. Калибры–пробки гладкие двухсторонние со вставкой ПР, оснащенной твердым сплавом, диаметром от 6,3 до 50 мм. Конструкция и размеры. – Введ. 1973–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 17 с.



142 **ГОСТ 16967–81**. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая для приборостроения. Диаметры и шаги. – Взамен ГОСТ 16967–71 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 11 с.

143 **ГОСТ 17353–89**. Приборы для измерений отклонений формы и расположения поверхностей вращения. Типы. Общие технические требования. – Взамен ГОСТ 17353–80 ; введ. 1991–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 4 с.

144 **ГОСТ 18217–90**. Протяжки шпоночные. Конструкции. – Взамен ГОСТ 18217–80 ; введ. 1991–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 6 с.

145 **ГОСТ 18321–73**. Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции. – Введ. 1974–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 9 с.

146 **ГОСТ 18438–73**. Оправки зубчатые (шлицевые) прямобочные центровые. Конструкция и размеры. – Взамен МН 3623–62 ; введ. 1974–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 7 с.

147 **ГОСТ 18572–81**. Подшипники роликовые с цилиндрическими роликами для букс железнодорожного подвижного состава. Основные размеры. – Взамен ГОСТ 18572–73 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.

148 **ГОСТ 18733–80**. Шпонки упорные. Конструкции и размер. – Взамен ГОСТ 18733–73 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 5 с.

149 **ГОСТ 18854–94**. (ИСО 76–87) ПК. Статическая грузоподъемность. – Взамен ГОСТ 18854–82 ; введ. 1997–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 10 с.

150 **ГОСТ 18855–94**. (ИСО 281–89) ПК. Динамическая расчетная грузоподъемность и расчетный ресурс (долговечность). – Взамен ГОСТ 18855–82 ; введ. 1997–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 17 с.

151 **ГОСТ 19036–94**. Передачи червячные цилиндрические. Исходный червяк и исходный производящий червяк. – Взамен ГОСТ 19036–81 ; введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 9 с.

152 **ГОСТ 19300–86**. Средства измерения шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы–профилометры контактные. Типы и основные параметры. – Взамен ГОСТ 19299–19300–73 ; введ. 1987–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 75 с.

153 **ГОСТ 19326–73**. Передачи зубчатые конические с круговыми зубьями. Расчет геометрии. Введ. 1975–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 18 с.

154 **ГОСТ 19624–74**. Передачи зубчатые конические с прямыми зубьями. Расчет геометрии. – Введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 13 с.

155 **ГОСТ 19650–97**. Передачи червячные цилиндрические. Расчет геометрических параметров. – Взамен ГОСТ 19650–74 ; введ. 2002–01–09. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 19 с.

156 **ГОСТ 19672–74**. Передачи червячные цилиндрические. Модули и коэффициенты диаметра червяка. – Взамен ГОСТ 9563–60 ; введ. 1976–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 8 с.

157 **ГОСТ 20373–94**. Редукторы и мотор–редукторы зубчатые. Варианты сборки. – Взамен ГОСТ 20373–80 ; введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 11 с.

158 **ГОСТ 20918–75**. ПК. Метод расчета предельной частоты вращения. Введ. 1976–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1975. – 3 с.

159 **ГОСТ 21354–87**. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность. – Взамен ГОСТ 21354–75 ; введ. 1989–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 21 с.

160 **ГОСТ 21401–75**. Калибры гладкие для размеров до 500мм. Исполнительные размеры. – Введ. 1977–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1975. – 14 с.

161 **ГОСТ 21623–76**. Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтпригодности. Термины и определения. – Введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 19876 – 17 с.

162 **ГОСТ 22315–77**. Средства агрегатные информационно–измерительных систем. Общие положения. – Введ. 1978–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1977. – 5 с.

163 **ГОСТ 23360–78**. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. – Взамен ГОСТ 7227–58, ГОСТ 8788–8789–68; введ. 1980–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1978. – 13 с.

164 **ГОСТ 24068–80**. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с клиновидными шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. – Взамен ГОСТ 8791–8793–68 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 10 с.

165 **ГОСТ 24069–97**. (ИСО 3117–77) Основные нормы взаимозаменяемости. Тангенциальные шпонки и шпоночные пазы. – Взамен ГОСТ 24069–80 ; введ. 2001–01–03. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 9 с.

166 **ГОСТ 24070–80**. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с тангенциальными усиленными шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. – Взамен ГОСТ 8797–68 ; введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 11 с.

167 **ГОСТ 24071–97**. (ИСО 3912–77) Основные нормы взаимозаменяемости. Сегментные шпонки и шпоночные пазы. – Взамен ГОСТ 24071–80 ; введ. 2001–01–03. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 8 с.

168 **ГОСТ 24109–80**. Калибры для шпоночных соединений. Допуски. – Введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 5 с.

169 **ГОСТ 24110÷24121–80**. Калибры шпоночные (пазовые, пробки, призмы, глупбиномеры). – Введ. 1981–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 5 с.

170 **ГОСТ 24266–94**. Концы валов редукторов и мотор – редукторов. Основные размеры, допускаемые крутящие моменты. – Взамен ГОСТ 24266–80 ; введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 7 с.

171 **ГОСТ 24297–87**. Входной контроль продукции. Основные положения. – Взамен ГОСТ 24297–80 ; введ. 1988–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 6 с.

172 **ГОСТ 24642–81**. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения. – Взамен ГОСТ 10356–63 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 10 с.

173 **ГОСТ 24643–81**. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения. – Взамен ГОСТ 10356–63 ; введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 18 с.

174 **ГОСТ 24672–81**. Калибры для конической резьбы. Технические условия. – Введ. 1982–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.

175 **ГОСТ 24705–2004.** (ИСО 724 : 1993) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры. – Взамен ГОСТ 24705–81 ; введ. 2006–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 16 с.

176 **ГОСТ 24706–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая для приборостроения. Основные размеры. – Взамен ГОСТ 16967–71 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 14 с.

177 **ГОСТ 24810–81.** Подшипники качения. Зазоры. – Введ. 1981–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 5 с.

178 **ГОСТ 24834–81.** Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Переходные посадки. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 14 с.

179 **ГОСТ 24851–81.** Калибры гладкие для цилиндрических отверстий и валов. Виды. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 8 с.

180 **ГОСТ 24852–81.** Калибры гладкие для размеров свыше 500 мм до 3150 мм. Допуски. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 11 с.

181 **ГОСТ 24853–81.** Калибры гладкие для размеров до 500мм. Допуски. – Введ. 1983–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 12 с.

182 **ГОСТ 24932–81.** Калибры для конических соединений. Допуски. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 7 с.

183 **ГОСТ 24939–81.** Калибры для цилиндрических резьб. Виды. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.

184 **ГОСТ 24955–81.** Подшипники качения. Термины и определения. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 22 с.

185 **ГОСТ 24959–81.** Калибры для шлицевых соединений. Технические условия. – Взамен МН 2977–61 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 6 с.

186 **ГОСТ 24960–81.** Калибры комплексные для контроля шлицевых прямобоочных соединений. Виды, основные размеры. – Взамен МН 2957–2969–61 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 13 с.

187 **ГОСТ 24961–81.** Пробки листовые двусторонние диаметром от 14 до 98 мм. Конструкция и размеры. – Взамен МН 2970–61 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.

188 **ГОСТ 24962–81.** Пробки проходные неполные диаметром от 102 до 125 мм. Конструкция и размеры. – Взамен МН 2971–61, МН 2976–61 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 12 с.

189 **ГОСТ 24963–81.** Пробки непроходные неполные диаметром от 102 до 125 мм. Конструкция и размеры. – Взамен МН 2972–61 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 8 с.

190 **ГОСТ 24964–81.** Скобы непроходные для контроля внутреннего диаметра шлицевых валов с прямобоочным профилем при центрировании по  $D$  или  $b$ . Конструкция и размеры. – Взамен МН 2973–61 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 7 с.

191 **ГОСТ 24965–81.** Скобы двусторонние для контроля внутреннего диаметра шлицевых валов с прямобоочным профилем при центрировании по  $d$ . Конструкция и размеры. – Взамен МН 2974–61 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 7 с.

192 **ГОСТ 24966–81.** Скобы двусторонние для контроля толщины зубьев шлицевых валов с прямобоочным профилем. Конструкция и размеры. – Взамен МН 2975–61 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 8 с.

193 **ГОСТ 24967–81.** Калибры пазовые для размеров до 3 мм. Конструкция и размеры. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 7 с.

194 **ГОСТ 24968–81.** Калибры пазовые для размеров свыше 3 до 18мм. Конструкция и размеры. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.

195 **ГОСТ 24969–81.** Калибры для контроля шлицевых эвольвентных соединений с углом профиля 30°. Допуски. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 19 с.

196 **ГОСТ 25022–81.** Редукторы планетарные. Основные параметры. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 5 с.

197 **ГОСТ 25142–82.** Шероховатость поверхности. Термины и определения. – Введ. 1983–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 20 с.

198 **ГОСТ 25256–82.** Подшипники качения. Допуски. Термины и определения. – Введ. 1983–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 17 с.

199 **ГОСТ 25301–95.** Редукторы цилиндрические. Параметры. Введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 7 с.

200 **ГОСТ 25346–89.** Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. (для размеров 0–3150 мм). – Взамен ГОСТ 25346–82 ; введ. 1990–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 32 с.

201 **ГОСТ 25347–82.** Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки (для размеров 0–3150 мм). – Введ. 1983–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 10 с.

202 **ГОСТ 25348–82.** Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Ряды допусков, основных отклонений и поля допусков (для размеров 3150–10000 мм). – Введ. 1983–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 15 с.

203 **ГОСТ 25349–88.** Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков деталей из пластмасс. – Взамен ГОСТ 25349–82 ; введ. 1990–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 14 с.

204 **ГОСТ 25484–93.** Мотор–редукторы зубчатые. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 25484–82 ; введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 4 с.

205 **ГОСТ 26179–84.** Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски размеров свыше 10000 до 40000 мм. – Взамен ГОСТ 26179–84 ; введ. 1985–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 13 с.

206 **ГОСТ 26218–94.** Редукторы и мотор – редукторы волновые зубчатые. Параметры и размеры. – Взамен ГОСТ 24439–80, ГОСТ 26218–84 ; введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 10 с.

207 **ГОСТ 26543–94.** Мотор–редукторы планетарные. Основные параметры. – Взамен ГОСТ 26543–85 ; введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 6 с.

208 **ГОСТ 27142–97.** Редукторы конические и коническо – цилиндрические. Параметры. – Взамен ГОСТ 27142–86 ; введ. 2002–01–09. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 7 с.

209 **ГОСТ 27284–87.** Калибры. Термины и определения. – Введ. 1988–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 4 с.

210 **ГОСТ 27701–88.** Редукторы червячные цилиндрические. Основные параметры. Введ. 1989–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 7 с.

211 **ГОСТ 27964–88.** (ИСО 4287–2–84) Измерение параметров шероховатости. Термины и определения. – Введ. 1990–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 6 с.

212 **ГОСТ 28187–89**. Основные нормы взаимозаменяемости. Отклонения формы расположения поверхностей. Общие требования к методам измерений. – Введ. 1990–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 8 с.

213 **ГОСТ 28442–90**. Протяжки для цилиндрических, шлицевых и гранных отверстий. Технические условия. – Взамен ГОСТ 6767–79, ГОСТ 7943–78, ГОСТ 9126–76, ГОСТ 16492–70 ; введ. 1991–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 16 с.

214 **ГОСТ 29067–91**. Редукторы и мотор-редукторы. Классификация. – Введ. 1992–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 18 с.

215 **ГОСТ 29175–91**. (ИСО 2491–74) Основные нормы взаимозаменяемости. Шпонки призматические низкие и шпоночные пазы. Размеры и допуски. – Введ. 1994–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 9 с.

216 **ГОСТ 30893.1–2002**. (ИСО 2768–1–89). Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками. – Взамен ГОСТ 25670–83 ; введ. 2004–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 5 с.

217 **ГОСТ 30893.2–2002**. (ИСО 2768–2–89) Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, неуказанные индивидуально. – Взамен ГОСТ 25069–81 ; введ. 2004–01–10. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 7 с.

218 **ГОСТ ИСО / МЭК 43–1–2004**. Проверка лабораторий на качество проведения испытаний посредством межлабораторных сличений. Часть 1. Разработка и реализация программ проверки на качество проведения испытаний. – Введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 7 с.

219 **ГОСТ ИСО / МЭК 43–2–2004**. Проверка лабораторий на качество проведения испытаний посредством межлабораторных сличений. Часть 2. Выбор и применение органами по аккредитации лабораторий программ проверок на качество проведения испытаний. – Введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 4 с.

220 **ГОСТ Р 8.000–2000**. Государственная система обеспечения единства измерений. Общие положения. Введ. 2001–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 7 с.

221 **ГОСТ Р 8.010–99**. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. – Введ. 2001–01–06. – Мн. : Изд-во стандартов, 1999. – 16 с.

222 **ИСО 10012–1:1992**. Требования, гарантирующие качество измерительного оборудования. – Часть 1. Система подтверждения метрологической пригодности измерительного оборудования. – Введ. 2005–01–03. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 20 с.

223 **ПМГ 06–2001**. Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, поверки, метрологической аттестации средств измерений. – Взамен ПМГ 06–94, ПМГ 07–94 ; введ. 2002–01–12. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2001. – 5 с.

224 **ПМГ 38–2001**. Система сертификации на железнодорожном транспорте. Требования к органам по сертификации железнодорожной продукции и порядок их аккредитации. – Введ. 2003–01–03. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2003. – 34 с.

225 **ПМГ 39–2001**. Система сертификации на железнодорожном транспорте. Требования к испытательным центрам (лабораториям) и их аккредитации. – Введ. 2003–01–03. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2003. – 47 с.

226 **ПМГ 40–2001**. Система сертификации на железнодорожном транспорте. Порядок сертификации железнодорожной продукции. – Введ. 2003–01–03. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2001. – 28 с.

227 **ПМГ 65–2003.** Государственная система обеспечения единства измерений. Цистерны железнодорожные. Общие требования к методикам поверки объемным методом. – Введ. 2004–01–09. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 35 с.

228 **ПМГ 73–2004** Система сертификации на железнодорожном транспорте. Порядок сертификации грузовых и пассажирских вагонов после капитального ремонта с продлением срока службы. – Введ. 2005–01–10. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2005. – 4 с.

229 **РМГ 51–2002** Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения. – Взамен РД 50–660–88, введ. 2006–01–11. – Мн. : Изд-во , БелГИСС, 2006. – 5 с.

230 **Руководство ИСО/МЭК 16** Свод правил по системам сертификации третьей стороной на основе соответствующих стандартов

231 **Руководство ИСО/МЭК 25** Общие требования к оценке технической компетенции испытательных лабораторий

232 **Руководство ИСО/МЭК 34** Общие правила международных систем сертификации продукции третьей стороной

233 **Руководство ИСО/МЭК 38** Общие требования к приемке испытательных лабораторий

234 **Руководство ИСО/МЭК 48** Руководящие положения по оценке и регистрации системы качества поставщика третьей стороной

235 **СТБ 1.2–96** Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Порядок разработки и утверждения стандартов. – Взамен СТБ 1.2–93, введ. 1996–01–09. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1996. – 23 с.

236 **СТБ 5.2.03–2000** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок проведения сертификации колесных транспортных средств, предметов их оборудования и частей. – Введ. 2001–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2000. – 80 с.

237 **СТБ 5.2.21–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок проведения сертификации строительных материалов и изделий. – Введ. 2005–01–03. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2005. – 27 с.

238 **СТБ 5.3.09–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок сертификации услуг по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава железнодорожного транспорта. – Введ. 2004–01–09. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 19 с.

239 **СТБ 50.01–2000** Система аккредитации Республики Беларусь. Основные положения. – Взамен СТБ 941.0–93, введ. 2002–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2000. – 7 с.

240 **СТБ 941.2–93** Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Общие требования к аккредитации поверочных и испытательных лабораторий. – Введ. 1994–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1993. – 16 с.

241 **СТБ 1218–2000** Разработка и постановка продукции на производство. Термины и определения. – Введ. 2000–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2000. – 2 с.

242 **СТБ 1450–2004** Технологическая документация. Рецептура. Порядок разработки, согласования и утверждения. – Взамен СТБ 1.4–96, введ. 2004–01–09. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 7 с.

243 **СТБ 1500–2004** Техническое нормирование и стандартизация. Термины и определения. – Взамен СТБ 1.1–2001, введ. 2005–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2005. – 34 с.

244 **СТБ 1505–2004** Управление качеством. Методы статистического управления процессами. – Введ. 2005–01–05. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 37 с.

245 **СТБ 1506–2004** Управление качеством. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов. – Введ. 2005–01–05. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 17 с.

246 **СТБ 1593–2005** Техническое описание. Правила разработки. – Введ. 2006–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2006. – 3 с.

247 **СТБ 1758–2007** Трибофатика. Метод совмещенных испытаний на изгибную и контактную усталость материалов зубчатых колес. Введ. 2007–01–12. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2007. – 46 с.

248 **СТБ 8000–2000** Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Основные положения. Введ. 2001–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2000. – 11 с.

249 **СТБ 8002–93** Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Эталоны единиц величин. Порядок разработки, утверждения, хранения и применения. – Введ. 1994–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1993. – 24 с.

250 **СТБ 8003–93** Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения. – Взамен ГОСТ 8.513–84, РД–50–89–86, РД–50–17–92 ; введ. 1994–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1993. – 32 с.

251 **СТБ 8004–93** Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрологическая аттестация средств измерений. – Взамен ГОСТ 8.326–89, введ. 1994–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1993. – 23 с.

252 **СТБ 8006–95** Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственный метрологический надзор и метрологический контроль. Основные положения. – Взамен ГОСТ 8.002–86, введ. 1996–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1995. – 9 с.

253 **СТБ ГОСТ Р 8.598–2005** Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Весы для взвешивания железнодорожных транспортных средств в движении. Методики поверки. – Введ. 2006–01–04. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2006. – 14 с.

254 **СТБ ГОСТ Р 50779.11–2001 (ИСО 3534.2–93)** Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 15895–77, введ. 2002–01–11. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2001. – 39 с.

255 **СТБ ГОСТ Р 50779.71–2001** Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля. – Введ. 2002–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2001. – 68 с.

256 **СТБ ЕН 45004–2001** Общие требования к функционированию инспекционных органов. – Введ. 2002–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2001. – 7 с.

257 **СТБ ЕН 45010–2000** Общие требования к оценке и аккредитации органов по сертификации / регистрации. – Введ. 2001–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2000. – 15 с.

258 **СТБ ЕН 45011–99** Общие требования к органам по сертификации продукции. – Введ. 2002–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1999. – 11 с.

259 **СТБ ЕН 45012–99** Общие требования к органам по сертификации / регистрации систем качества. – Введ. 2000–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1999. – 13 с.

260 **СТБ ИСО 5725–1–2002** Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Общие принципы и определения. – Введ. 2003–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2002. – 20 с.

261 **СТБ ИСО 5725–2–2002** Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и

воспроизводимости стандартного метода измерений. – Введ. 2003–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2002. – 48 с.

**262 СТБ ИСО 5725–3–2002** Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерения. – Введ. 2003–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2002. – 28 с.

**263 СТБ ИСО 5725–4–2002** Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерения. – Введ. 2003–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2003. – 25 с.

**264 СТБ ИСО 5725–5–2002** Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений. – Введ. 2003–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2003. – 49 с.

**265 СТБ ИСО 5725–6–2002** Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике. – Введ. 2003–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2002. – 43 с.

**266 СТБ ИСО 9000–2006** Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Взамен СТБ ИСО 9000–2000, введ. 2007–01–05. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2007. – 26 с.

**267 СТБ ИСО 9001–2009** Системы менеджмента качества. Требования. – Взамен СТБ ИСО 9001–2001, введ. 2009–01–06. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2009. – 22 с.

**268 СТБ ИСО 9004–2001** Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. – Введ. 2001–01–11. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2001. – 46 с.

**269 СТБ ИСО 9004.1–99** Системы качества. Управление качеством и элементы систем качества. Часть 1. Руководящие указания. – Введ. 2000–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1999. – 29 с.

**270 СТБ ИСО 9004–2–2000** Системы качества. Управление качеством и элементы систем качества. Часть 2. Руководящие указания по услугам. – Введ. 2001–01–04. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2000. – 23 с.

**271 СТБ ИСО 9004–3–2001** Системы качества. Управление качеством и элементы систем качества. Часть 3. Руководящие указания по обработанным (обрабатываемым) материалам. – Введ. 2002–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2002. – 26 с.

**272 СТБ ИСО 9004–5–99** Системы качества. Общее руководство качеством и элементы систем качества. Часть 5. Руководящие указания по программе качества. – Введ. 2000–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 1999. – 15 с.

**273 СТБ ИСО 10006–2005** Системы менеджмента качества. Рекомендации по менеджменту качества проектов. – Введ. 2006–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2005. – 29 с.

**274 СТБ ИСО 13920–2005** Сварка. Разряды точности для сварных конструкций. Предельные отклонения линейных и угловых размеров, допуски формы и расположения поверхностей. – Введ. 2005–01–10. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2005. – 5 с.

**275 СТБ ИСО 19011–2003** Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента. Введ. 2004–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2003. – 26 с.

**276 СТБ ИСО/МЭК 17025–2007** Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – Взамен СТБ ИСО / МЭК 17025–2001, введ. 2007–01–08. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2007. – 28 с.



277 **СТБ П 1.9–2002** Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Принятие международных, региональных и национальных стандартов других государств в качестве государственных стандартов. Введ. 2002–01–109. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2002. – 35 с.

278 **СТБ П 5.3.13–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Сертификация работ и услуг в строительстве. Основные положения и порядок проведения. Введ. 2005–01–06. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2005. – 18 с.

279 **СТБ П 8021–2003** Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрология. Основные термины и определения. Введ. 2004–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2003. – 75 с.

280 **ТКП 1.2–2004 (04100)** Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки государственных стандартов. – Взамен СТБ 1.2–96, СТБ 1.7–2001, введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 29 с.

281 **ТКП 1.3–2004 (04100)** Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки технических условий. – Взамен СТБ 1.3–98, СТБ 1.6–96, введ. 2005–01–11. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 8 с.

282 **ТКП 5.1.01–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Основные положения. – Взамен СТБ 5.1.01–96, введ. 2004–01–10. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 13 с.

283 **ТКП 5.1.02.–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок сертификации продукции. Основные положения. – Взамен СТБ 5.1.04–96, введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2007. – 35 с.

284 **ТКП 5.1.03.–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия продукции. Основные положения. Введ. 2004–01–10. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 9 с.

285 **ТКП 5.1.04.–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок сертификации услуг. Основные положения. – Взамен СТБ 5.1.08–2001, введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 17 с.

286 **ТКП 5.1.05–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок сертификации систем менеджмента качества. Основные положения. – Взамен СТБ 5.1.05–99, введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 22 с.

287 **ТКП 5.1.06–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок сертификации компетентности персонала. Основные положения. – Взамен СТБ 5.1.09–2001, введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 10 с.

288 **ТКП 5.1.09–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок сертификации экспертов – аудиторов по качеству. – Взамен СТБ 5.1.06–96, введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 10 с.

289 **ТКП 5.1.08.–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Правила маркировки знаком соответствия. Основные положения. – Взамен РСТ 915–92, введ. 2005–01–01. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 7 с.

290 **ТКП 5.1.10.–2004** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок ведения реестра. – Взамен СТБ 5.1.07–96, введ. 2005–01–11. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2004. – 11 с.

291 **ТКП 5.2.16–2005 (04100)** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок подтверждения соответствия оборудования и уст-

роЙств для очистки и обеззараживания питьевой воды. Основные положения. – Взамен СТБП 5.2.16–2002, введ. 2006–01–04. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2006. – 29 с.

292 **ТКП 5.2.17–2005 (04100)** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок подтверждения соответствия материалов и химических веществ для очистки и обеззараживания питьевой воды. Основные положения. – Взамен СТБП 5.2.17–2002, введ. 2006–01–04. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2006. – 27 с.

293 **ТКП 5.2.18–2005 (04100)** Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Порядок декларирования соответствия технологических процессов по водоподготовке питьевой воды системы питьевого водоснабжения. Основные положения. – Взамен СТБП 5.2.18–2002, введ. 2006–01–04. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2006. – 13 с.

294 **ТКП 50.12–2004 (04100)** Система аккредитации Республики Беларусь. Органы по сертификации систем менеджмента качества. Порядок аккредитации. – Взамен СТБ 50.12–2000, введ. 2005–01–06. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2005. – 22 с.

295 **ТКП 50.13–2004 (04100)** Система аккредитации Республики Беларусь. Порядок аккредитации органов по сертификации персонала. – Взамен СТБ 50.13–2003, введ. 2005–01–07. – Мн. : Изд-во БелГИСС, 2005. – 25 с.

296 **ISO 6336-1 : 1996** Calculation of load capacity of spur and helical gears–Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors. – First edition 1996–05–15. ISO, 1996. – 94 p.

297 **ISO 6336-2 : 1996** Calculation of load capacity of spur and helical gears–Part 2: Calculation of surface durability (pitting). – First edition 1996–06–15. ISO, 1996. – 32 p.

298 **ISO 6336-3 : 1996** Calculation of load capacity of spur and helical gears–Part 3: Calculation of tooth bending strength. – First edition 1996–06–15. ISO, 1996. – 77 p.

299 **ISO 6336-5 : 2003** Calculation of load capacity of spur and helical gears–Part 5: Strength and quality of materials. – First edition 2003–07–01. ISO, 2003– 43 p.

300 **ISO 10300-1 : 2001** Calculation of load capacity of bevel gears – Part 1: Introduction and general influence factors. – First edition 2003–03–07. ISO, 2003. – 43 p.

301 **ISO 10300-2 : 2001** Calculation of load capacity of bevel gears – Part 2: Calculation of surface durability (pitting). – First edition 2003–22–05. ISO, 2003. – 23 p.

302 **ISO 10300-3 : 2001** Calculation of load capacity of bevel gears – Part 3: Calculation of tooth root strength. – First edition 2003–03–07. ISO, 2003. – 43 p.