

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»**
филиал КузГТУ в г. Прокопьевске

Кафедра технологии и комплексной механизации горных работ

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов СПО всех специальностей

Составитель: **Л. Ф. Кожухов**

Рассмотрены и утверждены
на заседании кафедры
Протокол № 1 от 28.08.2018 г.

Рекомендованы к изданию
учебно-методической комиссией
Протокол № 1 от 28.08.2018 г.

Электронный ресурс находится
в библиотеке филиала КузГТУ
в г. Прокопьевске

Прокопьевск 2018

Рецензент:
к. т. н., доцент кафедры «Технология машиностроения»
филиала КузГТУ в г. Прокопьевске
Мирошин И. В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Цель и задачи работы	5
2. Допуски формы и расположения и их условные знаки	5
3. Числовые значения допусков формы и расположения поверхностей ..	8
4. Отклонения и допуски формы	8
4.1. Нормирование отклонений формы	8
4.2. Отклонения от прямолинейности и допуски прямолинейности ..	10
4.3. Отклонения от плоскостности и допуски плоскостности	11
4.4. Отклонения от круглости и допуски круглости	13
4.5. Отклонения и допуски профиля продольного сечения	15
4.6. Отклонения от цилиндричности и допуски цилиндричности	17
5. Отклонения и допуски расположения	18
5.1. Отклонения от параллельности и допуски параллельности	18
5.2. Отклонения от перпендикулярности и допуски перпендикулярности	19
5.3. Отклонения наклона и допуски наклона	21
5.4. Отклонения от соосности и допуски соосности	22
5.5. Отклонения от симметричности и допуски симметричности	25
5.6. Позиционные отклонения и позиционные допуски	27
5.7. Отклонения от пересечения и допуски пересечения осей	28
6. Суммарные отклонения формы и расположения	29
6.1. Радиальное биение и допуск радиального биения	30
6.2. Торцевое биение и допуск торцевого биения	30
6.3. Биение и допуск биения в заданном направлении	31
6.4. Полное радиальное биение и допуск полного радиального биения	33
6.5. Полное торцевое биение и допуск полного торцевого биения	34
6.6. Отклонения и допуски формы заданного профиля	35
6.7. Отклонения и допуски формы заданной поверхности	37
7. Методические указания к практической работе	38
7.1. Задание № 1	38
7.2. Задание № 2	40
7.3. Сдача практических работ	40
8. Контрольные вопросы	40
Литература	41

ВВЕДЕНИЕ

Точность геометрических параметров деталей характеризуется не только точностью размеров ее элементов, но и точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Отклонения формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей из-за неточности и деформации станка, инструмента и приспособления; деформации обрабатываемого изделия; неравномерности припуска на обработку; неоднородности материала заготовки и т. п. В подвижных соединениях эти отклонения приводят к уменьшению износостойкости деталей вследствие повышенного удельного давления на выступах неровностей, к нарушению плавности хода, шуму и т. д. В неподвижных соединениях отклонения формы и расположения поверхностей вызывают неравномерность натяга, вследствие чего снижаются прочность соединения, герметичность и точность центрирования. В сборках эти погрешности приводят к погрешностям базирования деталей друг относительно друга, деформациям, неравномерным зазорам, что вызывает нарушения нормальной работы отдельных узлов и механизма в целом; например, подшипники качения весьма чувствительны к отклонениям формы и взаимного расположения посадочных поверхностей. Отклонения формы и расположения поверхностей снижают технологические показатели изделий. Так, они существенно влияют на точность и трудоемкость сборки и повышают объем пригоночных операций, снижают точность измерения размеров, влияют на точность базирования детали при изготовлении и контроле.

Реальные поверхности деталей, получаемые с помощью любых технологических процессов, всегда характеризуются отклонениями от номинальной (геометрически правильной) формы. Поверхность детали независимо от метода ее изготовления не бывает абсолютно гладкой. На технических чертежах обязательно обозначаются отклонения с указанием их символических обозначений, а также полных и кратких наименований. Указание условных обозначений в такой документации производится с помощью специальных графических символов.

Методические указания к практическим занятиям «Отклонения и допуски формы и расположения» по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» предназначены для студентов специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомо-

бильного транспорта. Методические указания составлены в соответствии с учебным планом по дисциплине, содержат информацию о стандартизации и взаимозаменяемости в Российской Федерации, документах по единой системе допусков и посадок, а также контрольные вопросы для практических занятий и направлены на закрепление, углубление и расширение знаний по учебной дисциплине, отклонениям и допускам формы и расположения, их обозначению на чертежах и контролю при эксплуатации изделия. Даются четкие методические указания по выполнению работы и содержанию отчета.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: изучить отклонения и допуски формы и расположения заданного профиля (поверхности).

Задачи работы:

- Обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам;
- Формирование умений применять полученные знания на практике;
- Научиться правильно читать сборочные чертежи и рабочие чертежи с обозначением отклонений и допусков формы и расположения;
- Научиться назначать технические требования по форме и расположению поверхностей.

Время выполнения работы: 2 часа.

2. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ И ИХ УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

Допуски формы и расположения указываются на чертежах условными обозначениями, приведенными в соответствии с ГОСТ 2.308-2011 [1] в таблице 1.

Таблица 1 – Допуски формы и расположения

Допуски формы	Знак	Допуски расположения	Знак	Суммарные допуски формы и расположения	Знак
Прямолинейности		Параллельности		Радиального биения	
Плоскостности		Перпендикулярности		Торцового биения	
Круглости		Наклона		Полного радиального биения	
Цилиндричности		Соосности			
Профиля продольного сечения		Симметрии		Полного торцового биения	
		Пересечения осей			
		Позиционный		Формы заданной поверхности	
				Формы заданного профиля	

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертежах одним из двух способов:

- условными обозначениями (предпочтительный вариант);
- текстом в технических требованиях.

Знак, числовое значение допуска и обозначение базы вписывают в рамку, используемую для условного обозначения допуска (рисунок 1). Рамку делят на два три (или более) поля. Условные знаки допусков формы и расположения поверхностей представлены в таблице 1. Обозначения вписываются в следующем порядке (слева направо): в первой части рамки приводят условный знак допуска, во второй – числовое значение допуска в миллиметрах (при необходимости) и дополнительную информацию, в третьей (и последующих) – обозначение базы или комплекта баз.



Рисунок 1 – Рамка для обозначения допусков формы и расположения.

Рамку соединяют с элементом, к которому она относится, линией, заканчивающейся стрелкой (рисунок 2, а). Если один из элементов является базовым (базой), линия заканчивается у вершины зачерненного равностороннего треугольника (рисунок 2 б, в).

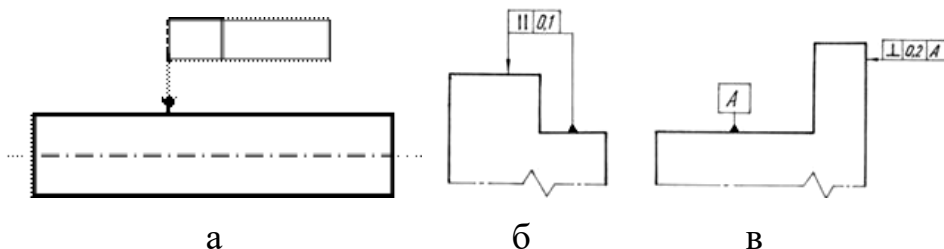


Рисунок 2 - Обозначение допусков формы и расположения поверхностей.

Базой называется элемент детали, по отношению к которому задается допуск расположения рассматриваемого элемента, а также определяются соответствующие отклонения.

Базами могут быть различные поверхности, в том числе плоскости (рисунок 3) и оси (рисунок 4). На чертеже базовая поверхность и ось обозначаются специальным значком

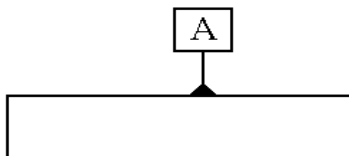


Рисунок 3 – Базой является плоскость.

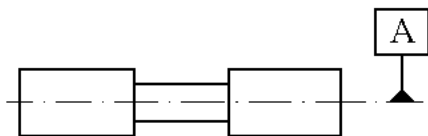


Рисунок 4 – Базой является ось.

Пересекать рамку допуска какими-либо линиями не допускается. Соединительная линия может быть прямой или ломаной, но ее конец, оканчивающийся стрелкой, должен быть обращен в направлении измерения отклонения к контурной (выносной) линии элемента, ограниченного допуском.

3. ЧИСЛОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДОПУСКОВ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Согласно ГОСТ 24643-81 [2] для каждого вида допуска формы и расположения поверхностей установлено 16 степеней точности. Числовые значения допусков от одной степени к другой изменяются с коэффициентом возрастания 1, 6.

В зависимости от соотношения между допуском размера и допусками формы или расположения устанавливают следующие уровни относительной геометрической точности:

А – нормальная относительная геометрическая точность (допуски формы или расположения составляют примерно 60 % допуска размера);

В – повышенная относительная геометрическая точность (допуски формы или расположения составляют примерно 40 % допуска размера);

С – высокая относительная геометрическая точность (допуски формы или расположения составляют примерно 25 % допуска размера).

4. ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ

4.1. Нормирование отклонений формы

Отклонением формы (Δ) называется отклонение формы реальной (истинной) поверхности или реального (истинного) профиля от формы номинальной (идеальной) поверхности или номинального

(идеального) профиля.

Профилем называется линия пересечения поверхности с плоскостью или заданной поверхностью. Часто в машиностроении профиль рассматривается в плоскости, перпендикулярной поверхности.

Отклонение формы заданного профиля – наибольшее отклонение Δ точек реального профиля, определяемое по нормали к нормируемому профилю в пределах нормируемого участка L .

Отклонение формы заданной поверхности – наибольшее отклонение Δ точек реальной поверхности от номинальной поверхности, определяемое по нормали к номинальной поверхности в пределах нормируемых участка $L1, L2$.

В основу нормирования и количественной оценки отклонений формы положен принцип прилегающих поверхностей (профилей).

Прилегающей поверхностью (профилем) называется поверхность (профиль) номинальной формы, соприкасающаяся с реальной поверхностью вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка было минимальным.

Прилегающая прямая – прямая, соприкасающаяся с реальным профилем и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реального профиля в пределах нормируемого участка имело минимальное значение (рисунок 5, а).

Прилегающая окружность – это окружность минимального диаметра, описанная вокруг реального профиля (для наружной поверхности вращения), или максимального диаметра, вписанная в реальный профиль (для внутренней поверхности вращения) (рисунок 5, б и в).

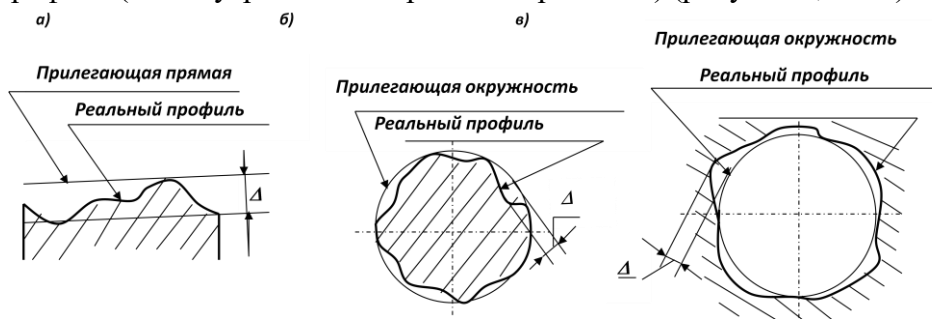


Рисунок 5 – Прилегающие прямая (а) и окружности (б, в).

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

Поле допуска формы – область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реального рассматриваемого элемента в пределах нормируемого участка (L). Ширина или диаметр поля допуска определяется значением допуска, а расположение относительно реальной поверхности определяется прилегающим элементом.

Допуски формы поверхностей деталей машин и приборов стандартизованы ГОСТом 24642-81* [3].

4.2. Отклонения от прямолинейности и допуски прямолинейности

Отклонение от прямолинейности в плоскости Δ – наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка (рисунок 6).

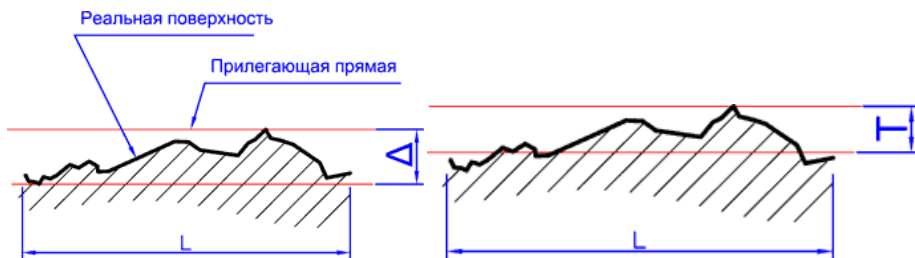


Рисунок 6 – Отклонение от прямолинейности в плоскости Δ и допуск прямолинейности T .

Допуск прямолинейности – наибольшее допускаемое отклонение от прямолинейности.

Поле допуска прямолинейности – область на плоскости ограниченная двумя параллельными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску прямолинейности T .

Частными видами отклонения от прямолинейности являются выпуклость, вогнутость (рисунок 7).

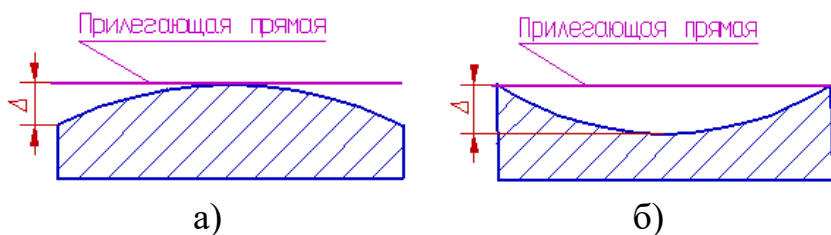


Рисунок 7 – Выпуклость (а) и вогнутость (б).

Примеры указания на чертеже допускаемых отклонений от прямолинейности

	отклонение от прямолинейности поверхности не более 0,01 мм
	отклонение от прямолинейности образующих не более 0,01 мм на длине 100 мм

4.3. Отклонения от плоскостности и допуски плоскостности

Отклонение от плоскостности – наибольшее расстояние Δ от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка (рисунок 8 а).

Допуск плоскостности – наибольшее допускаемое значение отклонения от плоскостности.

Поле допуска плоскостности – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии равном допуску плоскостности T (рисунок 8, б)

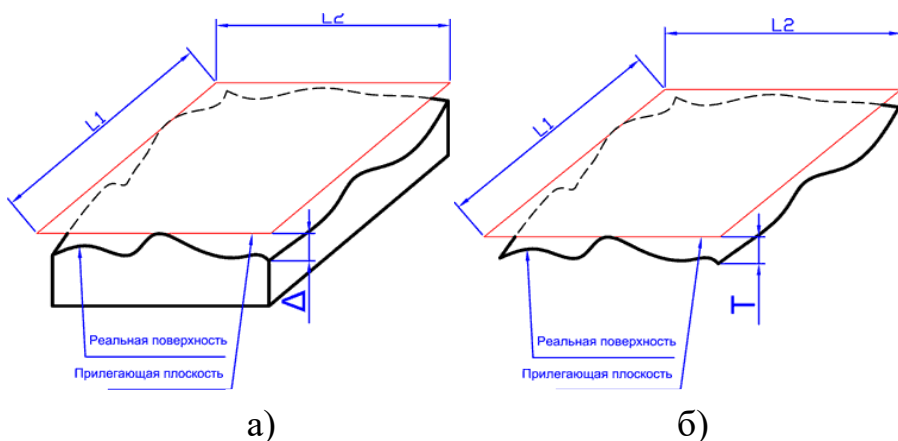


Рисунок 8 – Отклонение от плоскостности и допуск плоскостности.

Частными видами отклонения от плоскостности являются выпуклость и вогнутость.

Выпуклость – отклонение от плоскостности, при котором удаление точек реальной поверхности от прилегающей плоскости уменьшается от краев к середине.

Вогнутость – отклонение от плоскостности, при котором удаление точек реальной поверхности от прилегающей плоскости увеличивается от краев к середине.

Примеры обозначения допускаемых отклонений от плоскостности

	отклонение от плоскостности на всей поверхности не должно превышать 0,01 мм
	все три выступа должны находиться в одной плоскости и отклонение от плоскостности не должно превышать 0,1 мм

4.4. Отклонения от круглости и допуски круглости

Отклонение от круглости – наибольшее расстояние Δ от точек реального профиля до прилегающей окружности (рисунок 9).

Допуск круглости – наибольшее допускаемое значение отклонения от круглости.

Поле допуска круглости – область на поверхности перпендикулярной оси поверхности вращения или проходящей через центр сферы ограниченная двумя концентричными окружностями, отстоящими друг от друга на расстоянии равном допуску круглости T (рисунок 9).

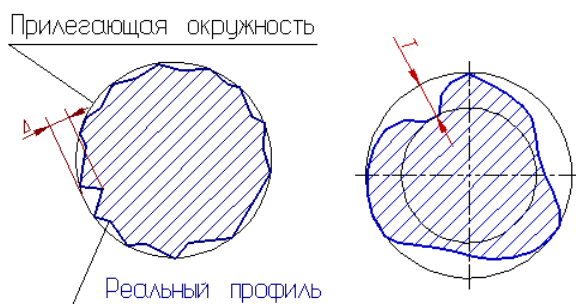


Рисунок 9 – Отклонение от круглости Δ и поле допуска круглости T .

Частным о видами отклонений от круглости являются овальность и огранка (рисунок 10, а и б).

Овальность – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший в наименьший диаметры которой находится во взаимноперпендикулярных направлениях.

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

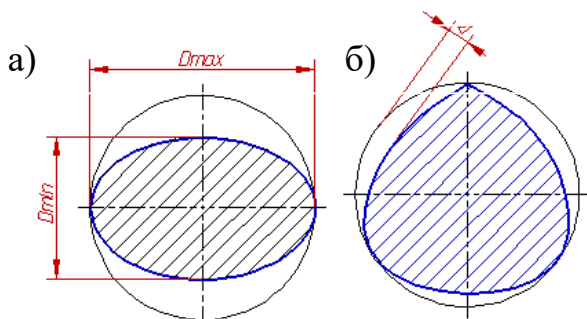


Рисунок 10 – Овальность (а) и огранка (б).

Количественно овальность и огранка оцениваются так же, как отклонение от круглости.

В ранее разработанной технической документации овальность оценивалась разностью между наибольшим и наименьшим диаметрами поперечного сечения, т. е. удвоенными значениями отклонения от круглости.

Контроль круглости проводится нутромером по рисунку 11, причем отклонения размеров диаметра гильзы в направлениях измерений А и В (рисунок 12) должно быть в пределах допустимых значений.

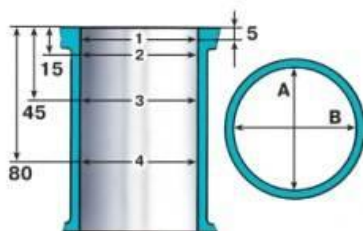
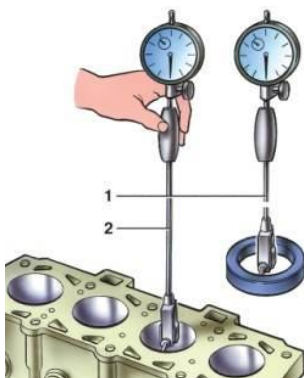
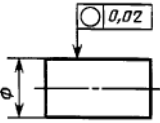
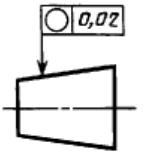


Рисунок 11 – Измерение диаметра цилиндров нутромером: 1 – нутромер; 2 – установка нутромера на ноль по калибру 67.8125.9502.

Рисунок 12 - Схема измерения диаметра цилиндров: А и В – направления измерений; 1, 2, 3, 4 – номера поясов.

Примеры обозначения допускаемых отклонений от круглости

 The diagram shows a horizontal cylinder with a centerline. A vertical dimension line on the left is labeled with the letter 'e'. Above the cylinder, there is a circular feature symbol (a circle with a dot) followed by a rectangular box containing the text '0,02'. An arrow points from this box to the top surface of the cylinder.	Допуск круглости вала 0,02 мм
 The diagram shows a horizontal tapered cylinder (frustum) with a centerline. Above the cylinder, there is a circular feature symbol (a circle with a dot) followed by a rectangular box containing the text '0,02'. An arrow points from this box to the top surface of the cylinder.	Допуск круглости конуса 0,02 мм

4.5. Отклонения и допуски профиля продольного сечения

Отклонение профиля продольного сечения цилиндрической поверхности – наибольшее расстояние Δ (рисунок 13) от точек образующих реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах нормируемого участка. Отклонение профиля продольного сечения характеризует отклонение от прямолинейности и параллельности образующих.

Допуск профиля продольного сечения – наибольшее допускаемое значение отклонения профиля продольного сечения.

Поле допуска профиля продольного сечения – области на плоскости, проходящей через ось цилиндрической поверхности, ограниченные двумя парами параллельных прямых, имеющих общую ось симметрии и отстоящих друг от друга на расстоянии, равном допуску профиля продольного сечения T (рисунок 13).

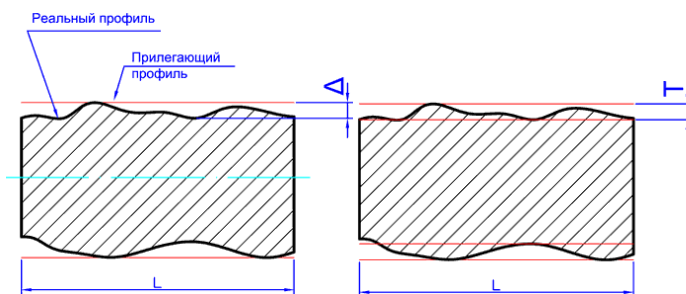


Рисунок 13 – Отклонение профиля продольного сечения цилиндрической поверхности допуску профиля продольного сечения Т.

Частными видами отклонения профиля продольного сечения являются конусообразность, бочкообразность и седлообразность (рисунок 14).

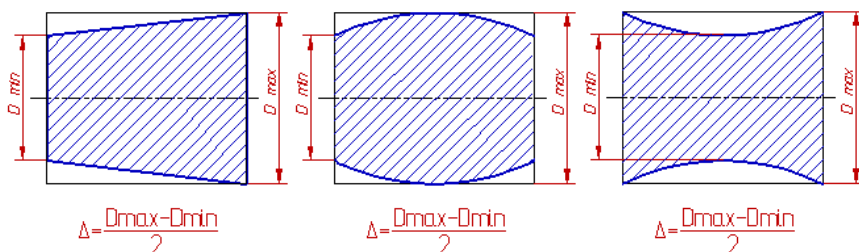


Рисунок 14 – Конусообразность, бочкообразность и седлообразность отклонения профиля продольного сечения.

Примеры обозначения допусковых отклонений профиля продольного сечения цилиндрической поверхности.

	Допуск круглости вала 0,01 мм. Допуск профиля продольного сечения вала 0,016 мм
	Допуск профиля продольного сечения вала 0,1 мм

4.6. Отклонения от цилиндричности и допуски цилиндричности

Отклонение от цилиндричности – наибольшее расстояние Δ от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка (рисунок 15).

Допуск цилиндричности – Наибольшее допускаемое значение отклонения от цилиндричности.

Поле допуска цилиндричности – Область в пространстве, ограниченная двумя соосными цилиндрами, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску цилиндричности T (рисунок 15).

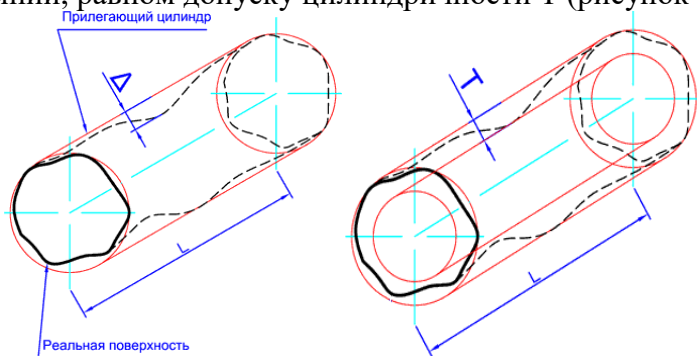


Рисунок 15 – Отклонение от цилиндричности Δ и допуск цилиндричности T .

Примеры обозначения допускаемых отклонений от цилиндричности

	Допуск цилиндричности вала 0,04 мм
	Допуск цилиндричности вала 0,01 мм на длине 50 мм. Допуск круглости вала 0,004 мм

5. ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ

Отклонение расположения – отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Допуск расположения – предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения.

Поле допуска расположения – область в пространстве или заданной плоскости, внутри которой расположен прилегающий элемент или ось, центр, плоскость симметрии в пределах нормируемого участка.

5.1. Отклонения от параллельности и допуски параллельности

Отклонение от параллельности плоскостей – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями в пределах нормируемого участка (рис. 22).

Допуск параллельности – наибольшее допускаемое значение отклонения от параллельности.

Поле допуска параллельности плоскостей – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску параллельности T , и параллельными базовой плоскости

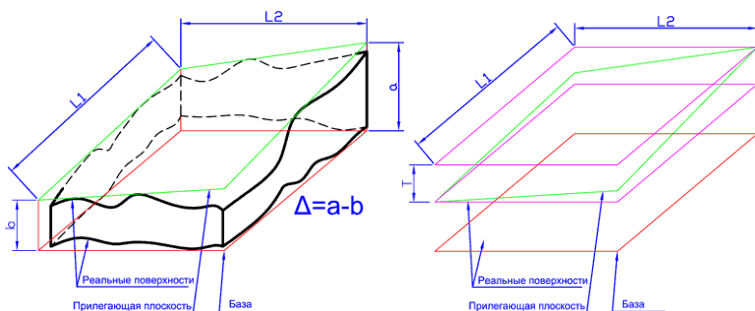
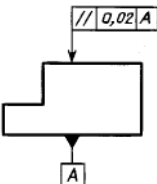
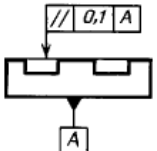


Рисунок 16 – Отклонение от параллельности плоскостей Δ и допуск параллельности плоскостей T .

Примеры обозначения допускаемых отклонений от параллельности плоскостей

	Допуск параллельности поверхности относительно поверхности А 0,02 мм
	Допуск параллельности общей прилегающей плоскости поверхностей относительно поверхности А 0,1 мм

5.2. Отклонения от перпендикулярности и допуски перпендикулярности

Отклонение от перпендикулярности плоскостей – отклонение угла между плоскостями от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка L (рисунок 17).

Допуск перпендикулярности – наибольшее допускаемое значение отклонения от перпендикулярности.

Для нормирования перпендикулярности кроме допусков по настоящему Стандарту, могут быть применены способы, основанные на указании предельных отклонений от прямого угла (90°) в угловых единицах.

Поле допуска перпендикулярности плоскостей – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску перпендикулярности T , и перпендикулярными базовой плоскости (рисунок 17).

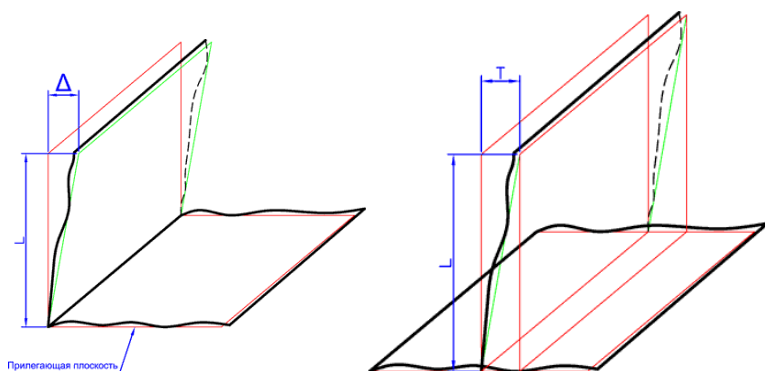


Рисунок 17 – Отклонение от перпендикулярности плоскостей Δ
допуск перпендикулярности плоскостей T .

Отклонение от перпендикулярности плоскости или оси (или прямой) относительно оси (прямой) – отклонение угла между плоскостью или осью (прямой) и базовой осью от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка L (рисунок 18).

Поле допуска перпендикулярности плоскости или оси (или прямой) относительно оси (прямой) – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску перпендикулярности T , и перпендикулярными базовой оси (прямой) (рисунок 18).

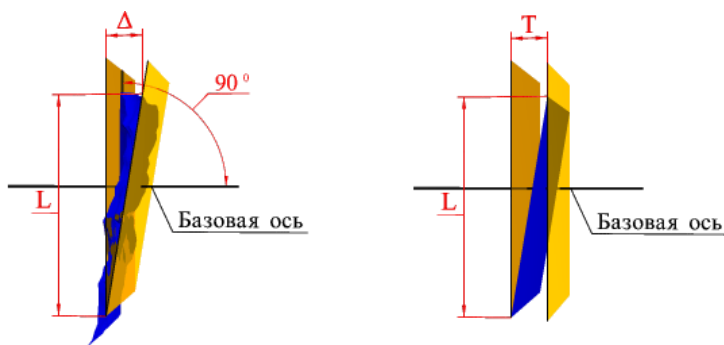
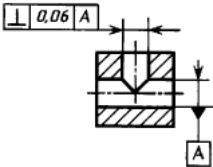
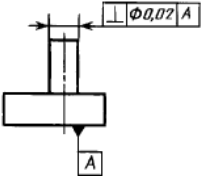
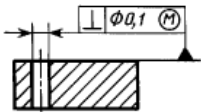


Рисунок 18. Отклонение Δ и допуск T
от перпендикулярности плоскости или оси (или прямой)
относительно оси (прямой).

Примеры обозначения допускаемых отклонений от перпендикулярности

	Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно оси отверстия A 0,06 мм
	Допуск перпендикулярности оси выступа относительно поверхности A 0,02 мм
	Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно поверхности 0,1 мм (допуск зависимый)

5.3. Отклонения наклона и допуски наклона

Отклонение наклона плоскости относительно плоскости или оси (или прямой) – отклонение угла между плоскостью и базовой плоскостью или базовой осью (прямой) от номинального угла, выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка (рисунок 19).

Допуск наклона – наибольшее допускаемое значение отклонения наклона.

Поле допуска наклона плоскости относительно плоскости или оси (прямой) – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску наклона T , и расположенными под номинальным углом к базовой плоскости или базовой оси (прямой) (рисунок 19).

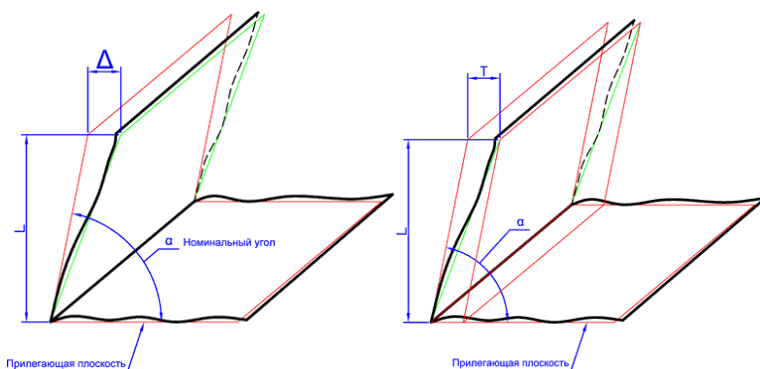


Рисунок 19 – Отклонение Δ и допуск T наклона плоскости относительно плоскости или оси (или прямой).

Примеры обозначения допускаемых отклонений угла наклона

	Допуск наклона поверхности относительно поверхности A 0,08 мм
	Допуск наклона оси отверстия относительно поверхности A 0,08 мм

5.4. Отклонения от соосности и допуски соосности

Отклонение от соосности относительно оси базовой поверхности – наибольшее расстояние Δ между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности на длине нормируемого участка (рисунок 20).

Отклонение от соосности относительно общей оси – наибольшее расстояние ($\Delta_1, \Delta_2, \dots$) между осью рассматриваемой поверхности вращения и общей осью двух или нескольких поверхностей вращения на длине нормируемого участка (рисунок 21).

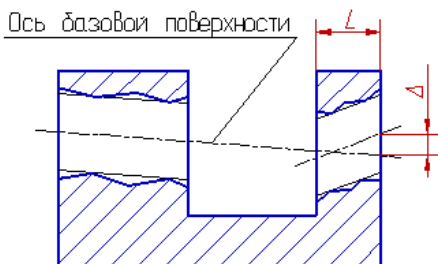


Рисунок 20 – Отклонение от соосности относительно оси базовой поверхности.

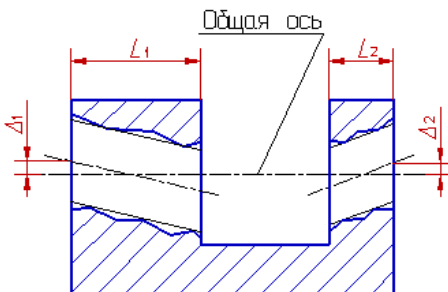


Рисунок 21 – Отклонение от соосности относительно общей оси.

Допуск соосности:

- ***допуск в диаметральном выражении*** – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от соосности.

- ***допуск в радиусном выражении*** – наибольшее допускаемое значение отклонения от соосности.

Допуск соосности рекомендуется указывать в диаметральном выражении.

Поле допуска соосности – область в пространстве, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен допуску соосности в диаметральном выражении T или удвоенному допуску в радиусном выражении R , а ось совпадает с базовой осью (рисунок 22).

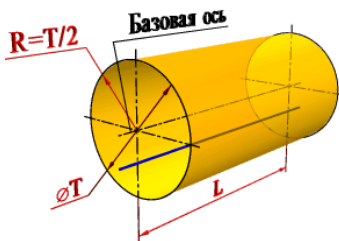


Рисунок 22 – Поле допуска соосности.

Отклонение от концентричности – отклонение от концентрич-

ности – расстояние в заданной плоскости между центрами профилей (линий), имеющих номинальную форму окружности (рисунок 23, а).

Допуск concentричности – Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от concentричности.

Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения от concentричности.

Поле допуска concentричности – область на заданной плоскости, ограниченная окружностью, диаметр которой равен допуску concentричности в диаметральном выражении T или удвоенному допуску concentричности в радиусном выражении R , а центр совпадает с базовым центром (лежит на базовой оси, (рисунок 23, б)).

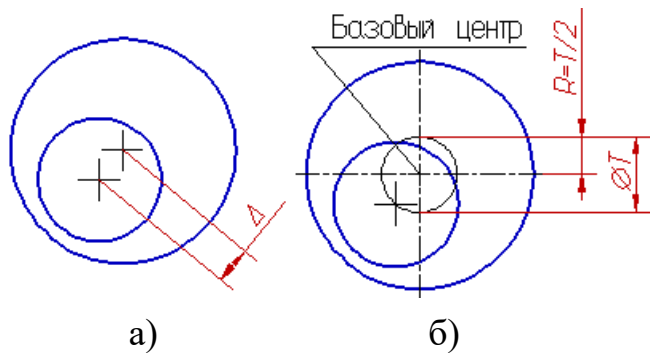


Рисунок 23 – Отклонение от concentричности (а) и поле допуска concentричности (б).

Примеры обозначения допускаемых отклонений от соосности

	Допуск соосности отверстия относительно отверстия $\varnothing 0,08$ мм
	Допуск соосности двух отверстий относительно их общей оси $\varnothing 0,01$ мм (допуск зависимый)

5.5. Отклонения от симметричности и допуски симметричности

Отклонение от симметричности относительно базового элемента – наибольшее расстояние Δ между плоскостью симметрии (осью) рассматриваемого элемента (или элементов) и плоскостью симметрии базового элемента в пределах нормируемого участка (рисунок 24, а).

Отклонение от симметричности относительно базовой оси определяется в плоскости, проходящей через базовую ось перпендикулярно плоскости симметрии (рисунок 24, б).

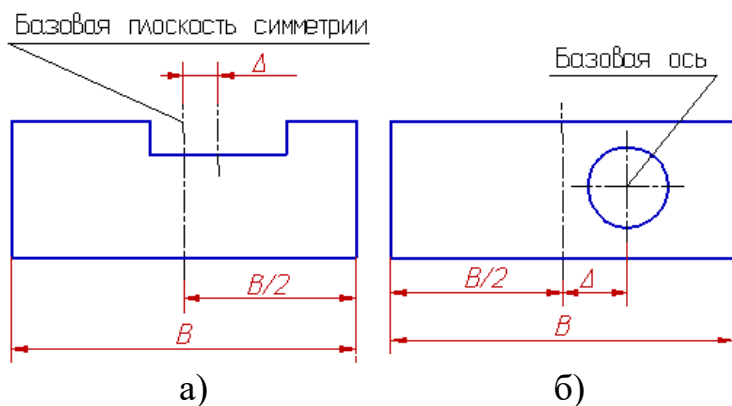


Рисунок 24 – Отклонение от симметричности относительно базового элемента (а) и базовой оси (б).

Отклонение от симметричности относительно общей плоскости симметрии – наибольшее расстояние Δ между плоскостью симметрии (осью) рассматриваемого элемента (элементов) и общей плоскостью симметрии двух или нескольких элементов в пределах нормируемого (рисунок 25).

Допуск симметричности:

Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение от симметричности.

Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения от симметричности.

Допуск симметричности рекомендуется указывать в диаметрально выраженном выражении.

Поле допуска симметричности – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску симметричности в диаметрально выраженном выражении T или удвоенному допуску симметричности в радиусном выражении $T/2$, и симметричная относительно базовой плоскости симметрии или базовой оси (рисунок 25).

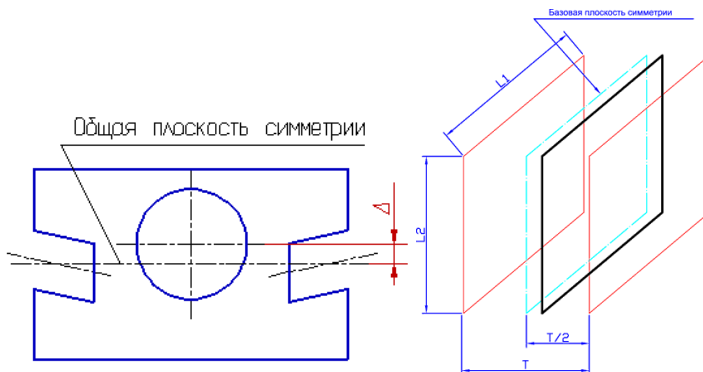


Рисунок 25 – Отклонение Δ и поле допуска T от симметричности относительно общей плоскости симметрии.

Примеры обозначения допускаемых отклонений от симметричности

	Допуск симметричности паза T 0,05 мм. База – плоскость симметрии поверхностей A
	Допуск симметричности отверстия T 0,05 мм (допуск зависимый). База – плоскость симметрии поверхности A
	Допуск симметричности осп отверстия относительно общей плоскости симметрии пазов AB T 0,2 мм и относительно общей плоскости симметрии пазов $BГ$ T 0,1 мм

5.6. Позиционные отклонения и позиционные допуски

Позиционное отклонение – наибольшее расстояние Δ между реальным расположением элемента (его центра, оси или плоскости симметрии) и его номинальным расположением в пределах нормируемого участка (рисунок 26).

Позиционный допуск:

Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение позиционного отклонения элемента.

Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение позиционного отклонения элемента.

Позиционный допуск рекомендуется указывать а диаметральном выражении.

Поле позиционного допуска оси (прямой) в плоскости – область на плоскости, ограниченная двумя параллельными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии, равному допуску в диаметральном выражении T или удвоенному позиционному допуску в радиусном выражении $T/2$, и симметричная относительно номинального расположения рассматриваемой оси (прямой).

Поле позиционного допуска оси (прямой) в пространстве – область в пространстве, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен позиционному допуску в диаметральном выражении T или удвоенному позиционному допуску в радиусном выражении, а ось совпадает с номинальным расположением рассматриваемой оси (прямой).

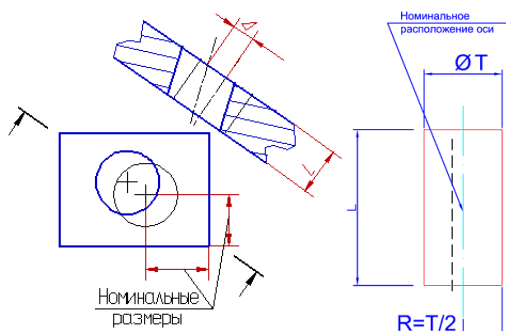
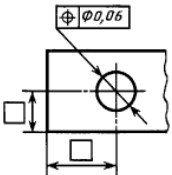
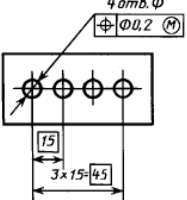
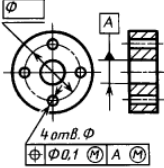


Рисунок 26 – Позиционное отклонение Δ и поле позиционного допуска оси (или прямой) T в плоскости.

Примеры обозначения допускаемых позиционных отклонений

	Позиционный допуск оси отверстия $\Phi 9,06$ мм
	Позиционный допуск осей отверстий $\Phi 0,2$ мм (допуск зависимый)
	Позиционный допуск осей 4-х отверстий $\Phi 0,1$ мм (допуск зависимый). База – ось отверстия А (допуск зависимый)

5.7. Отклонения от пересечения и допуски пересечения осей

Отклонение от пересечения осей – наименьшее расстояние Δ между осями, номинально пересекающимися (рисунок 27).

Допуск пересечения осей:

1. Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от пересечения осей.
2. Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения от пересечения осей.

Допуск пересечения осей рекомендуется указывать в диаметральном выражении.

Поле допуска пересечения осей – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску пересечения в диаметральном выражении T или удвоенному допуску пересечения в радиусном выражении $T/2$, и расположенными симметрично относительно базовой оси (рисунок 27).

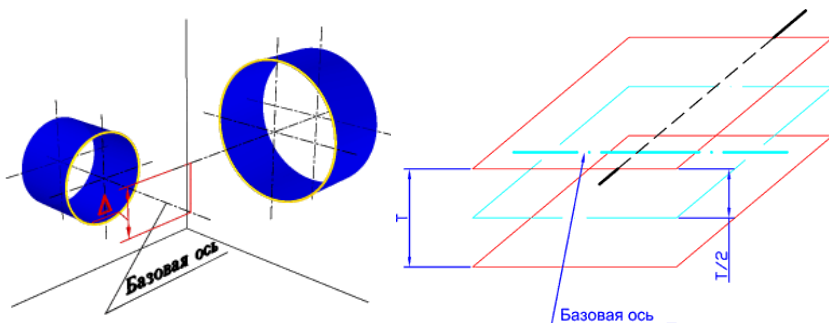


Рисунок 27 – Отклонение от пересечения осей Δ и поле допуска пересечения осей T .

Пример обозначения допускаемых отклонений от пересечения осей

	Допуск пересечения осей отверстий $T\ 0,06\ \text{мм}$
--	--

6. СУММАРНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ

Суммарным отклонением формы и расположения называется отклонение, являющееся результатом совместного проявления отклонения формы и отклонения расположения рассматриваемого элемента (поверхности или профиля) относительно заданных баз.

Суммарный допуск формы и расположения – предел ограничивающий допускаемое значение с отклонения формы и расположения.

Поле суммарного допуска формы и расположения – область в пространстве или на заданной поверхности, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности (профиля) в пределах нормируемого участка.

6.1. Радиальное биение и допуск радиального биения

Радиальное биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси (рисунок 28).

Радиальное биение является результатом совместного проявления отклонения от круглости профиля рассматриваемого сечения и отклонения его центра относительно базовой оси. Оно не включает в себя отклонений формы и расположения образующей поверхности вращения.

Допуск радиального биения – наибольшее допускаемое значение радиального биения.

Поле допуска радиального биения – область на плоскости, перпендикулярной базовой оси, ограниченная двумя концентричными окружностями с центром, лежащим на базовой оси, и отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску радиального биения T (рисунок 28).

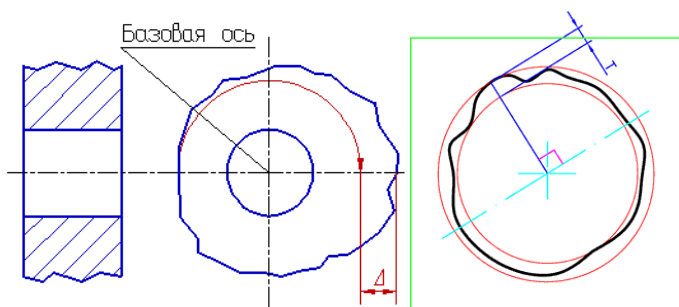


Рисунок 28 – Радиальное биение Δ
и поле допуска радиального биения T .

6.2. Торцевое биение и допуск торцевого биения

Торцевое биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности, до плоскости, перпендикулярной базовой оси (рисунок 29).

При номинальной плоской форме торца торцевое биение явля-

ется результатом совместного проявления отклонения от общей плоскости точек, лежащих на линии пересечения торцевой поверхности с секущим цилиндром, и отклонения от перпендикулярности торца относительно оси базовой поверхности на длине, равно диаметру рассматриваемого сечения. Торцевое биение не включает в себя всего отклонения от плоскостности рассматриваемой поверхности.

Допуск торцевого биения – наибольшее допускаемое значение торцевого биения.

Поле допуска торцевого биения – область на боковой поверхности цилиндра, диаметр которого равен заданному или любому (в том числе и наибольшему) диаметру торцевой поверхности, а ось совпадает с базовой осью, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равно допуску торцевого биения T , и перпендикулярными базовой оси (рисунок 29).

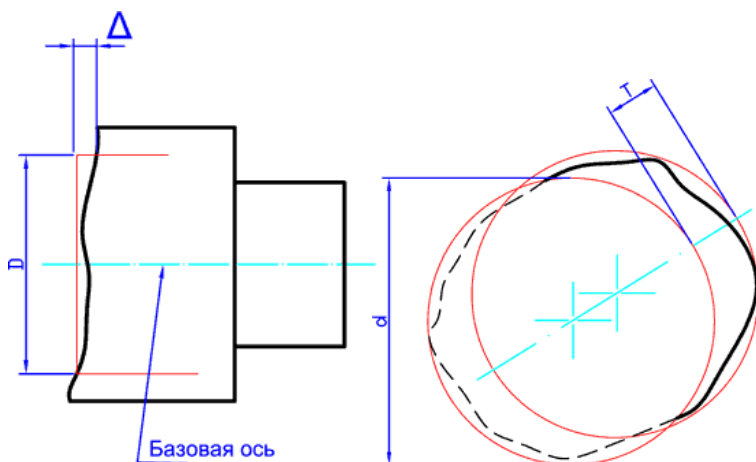


Рисунок 29 – Торцевое биение Δ и поле допуска торцевого биения T .

6.3. Биение и допуск биения в заданном направлении

Биение в заданном направлении – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения в сечении рассматриваемой поверхности конусом, ось которого совпадает с базовой осью, а образующая имеет заданное направление, до вершины этого конуса (рис. 30).

Направление рекомендуется задавать по нормали рассматриваемой поверхности.

Биение является результатом совместного проявления в заданном направлении отклонений формы профиля рассматриваемого сечения и отклонений расположения оси рассматриваемой поверхности относительно базовой оси.

Допуск биения в заданном направлении – наибольшее допускаемое значение биения в заданном направлении.

Поле допуска биения в заданном направлении – область на боковой поверхности конуса, ось которого совпадает с базовой осью, а образующая имеет заданное направление, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии вдоль образующей конуса, равном допуску биения T , и перпендикулярными базовой оси (рис.30).

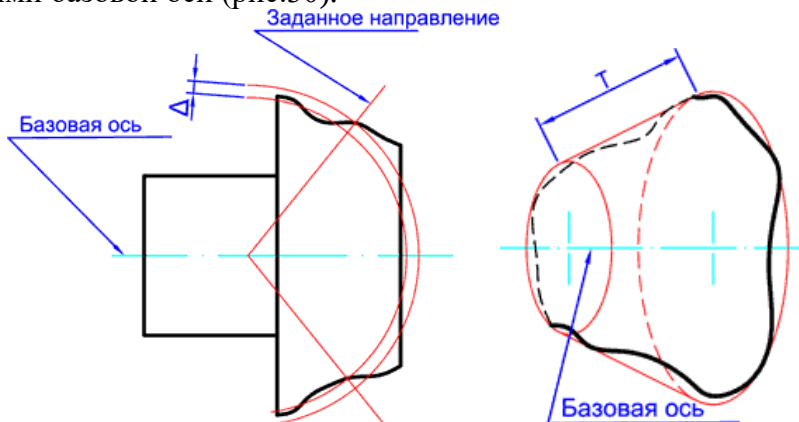
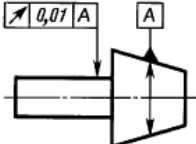
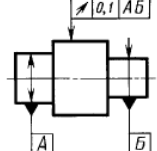
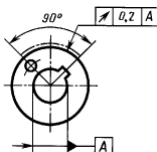
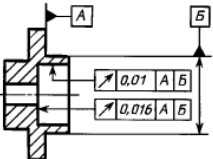
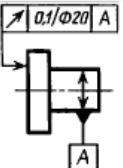
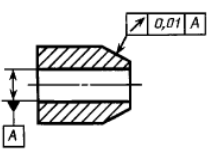


Рисунок 30 – Биение в заданном направлении Δ и поле допуска биения в заданном направлении T .

Пример обозначения допускаемых отклонений радиального биения, торцевого биения и биения в заданном направлении

	Допуск радиального биения вала относительно оси конуса 0,01 мм
	Допуск радиального биения поверхности относительно общей оси поверхностей А и Б 0,1 мм
	Допуск радиального биения участка поверхности относительно оси отверстия А 0,2 мм
	Допуск радиального биения отверстия 0,01 мм. Первая база – поверхность Л. Вторая база – ось поверхности В. Допуск торцевого биения относительно тех же баз 0,016 мм
	Допуск торцевого биения на диаметре 20 мм относительно оси поверхности А 0,1 мм
	Допуск биения конуса относительно оси отверстия А в направлении, перпендикулярном к образующей конуса 0,01 мм

6.4. Полное радиальное биение и допуск полного радиального биения

Полное радиальное биение – разность Δ наибольшего и наи-

меньшего расстояний от всех точек реальной поверхности в пределах нормируемого участка до базовой оси (рисунок 31).

Полное радиальное биение является результатом совместного проявления отклонения от цилиндричности рассматриваемой поверхности и отклонения от ее соосности относительно базовой оси.

Допуск полного радиального биения – наибольшее допускаемое значение полного радиального биения.

Поле допуска полного радиального биения – область в пространстве, ограниченная двумя цилиндрами, ось которых совпадает с базовой осью, а боковые поверхности отстоят друг от друга на расстоянии, равно допуску полного радиального биения T (рисунок 31).

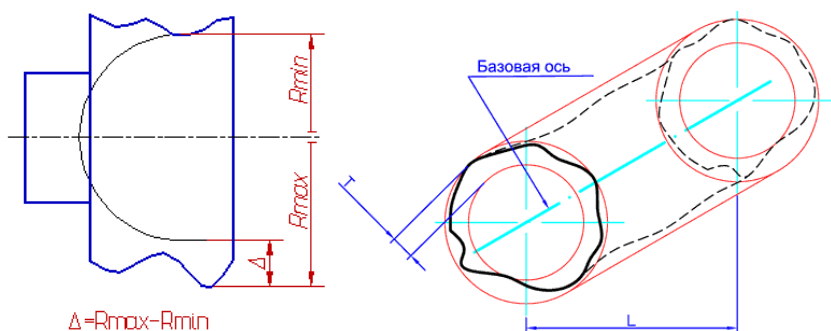


Рисунок 31 – Полное радиальное биение Δ и поле допуска полного радиального биения T .

Пример обозначения допускаемых отклонений полного радиального биения

	Допуск полного радиального биения относительно общей оси поверхностей А и Б 0,1 мм
--	---

6.5. Полное торцовое биение и допуск полного торцового биения

Полное торцовое биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек всей торцовой поверхности до плоско-

сти, перпендикулярной базовой оси (рис.69).

Полное торцевое биение является результатом совместного проявления отклонения от плоскостности рассматриваемой поверхности и отклонения от ее перпендикулярности относительно базовой оси.

Допуск полного торцевого биения – наибольшее допускаемое значение полного торцевого биения.

Поле допуска полного торцевого биения – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску полного торцевого биения T и перпендикулярными базовой оси (рис.32).

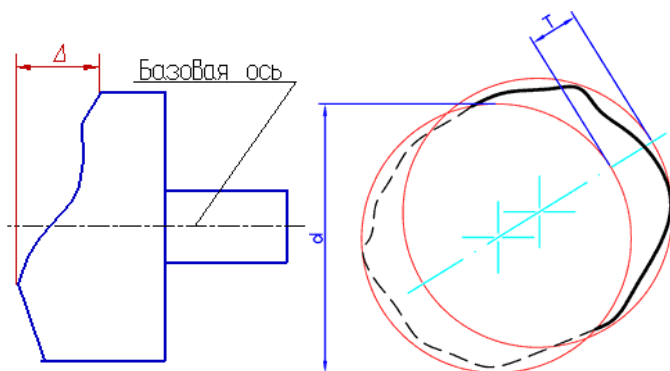


Рисунок 32 – Полное торцевое биение Δ и поле допуска полного торцевого биения T .

Пример обозначения допускаемых отклонений полного торцевого биения

	Допуск полного торцевого биения поверхности относительно оси поверхности 0,1 мм
--	---

6.6. Отклонения и допуски формы заданного профиля

Отклонение формы заданного профиля – наибольшее отклонение Δ точек реального профиля от номинального профиля, опреде-

ляемое по нормали к номинальному профилю в пределах нормируемого участка (рисунок 32).

Отклонение формы заданного профиля является результатом совместного проявления отклонений размеров и формы профиля, а также отклонений расположения его относительно заданных баз.

Допуск формы заданного профиля:

1. Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения формы заданного профиля.

2. Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения формы заданного профиля.

Допуск формы заданного профиля рекомендуется указывать в диаметральном выражении.

Поле допуска формы заданного профиля – область на заданной плоскости сечения поверхности, ограниченная двумя линиями, эквидистантными номинальному профилю, в отстоящих друг от друга на расстоянии, равном допуску формы заданного профиля в диаметральном выражении T или удвоенному допуску формы заданного профиля в радиусном выражении $T/2$. Линия, ограничивающие поле допуска, являются огибающими семейства окружностей, диаметр которых равен допуску формы заданного профиля в диаметральном выражении T , а центры находятся на номинальном профиле (рисунок 33).

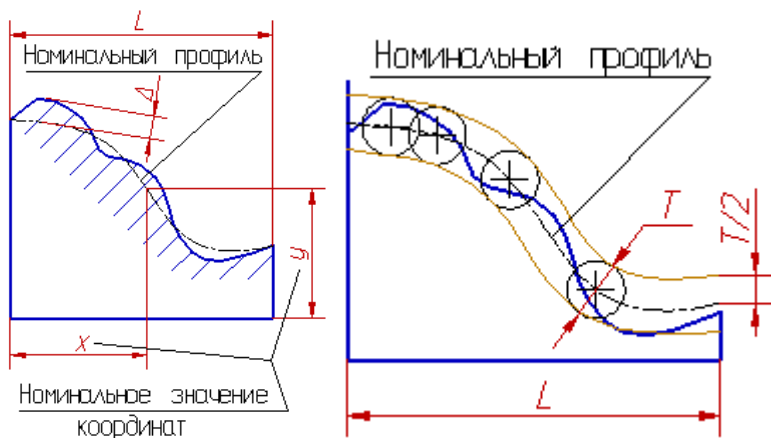
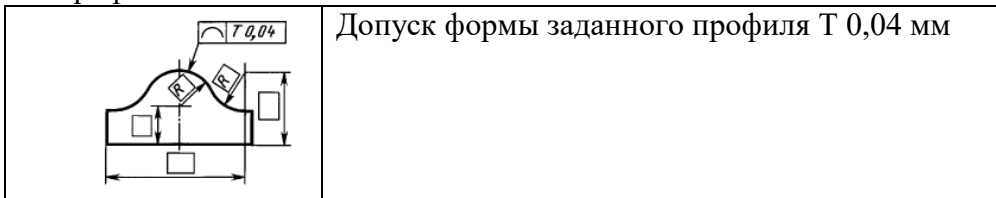


Рисунок 33 – Отклонение формы заданного профиля Δ и поле допуска формы заданного профиля T .

Пример обозначения допускаемых отклонений формы заданного профиля



6.7. Отклонения и допуски формы заданной поверхности

Отклонение формы заданной поверхности – наибольшее отклонение Δ точек реальной поверхности от номинальной поверхности, определяемое по нормали к номинальной поверхности в пределах нормируемого участка (рисунок 33).

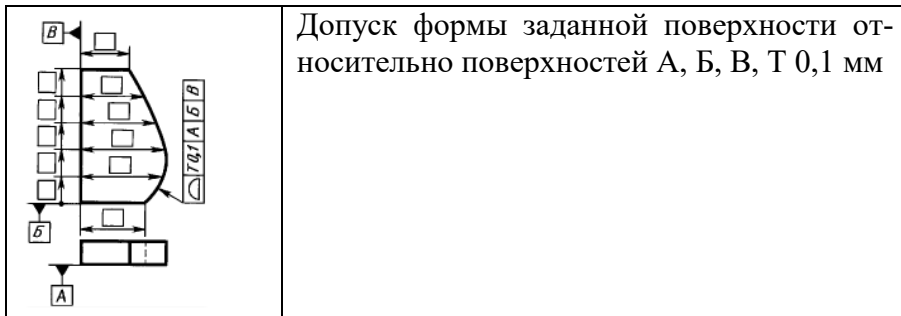
Отклонение формы заданной поверхности является результатом совместного проявления отклонений размеров и формы поверхности, а также отклонений расположения его относительно заданных баз.

Допуск формы заданной поверхности:

1. Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения формы заданной поверхности.
2. Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения формы заданной поверхности.

Допуск формы заданной поверхности рекомендуется указывать в диаметральном выражении.

Пример обозначения допускаемых отклонений формы заданной поверхности



7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

7.1. Задание № 1

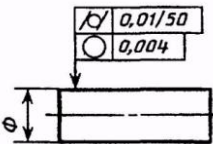
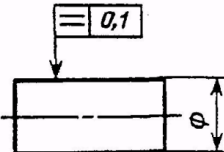
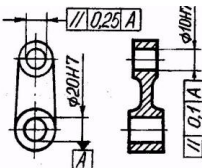
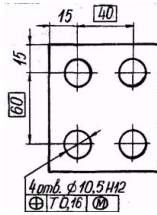
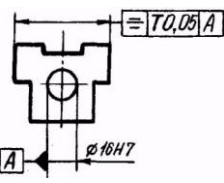
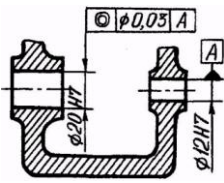
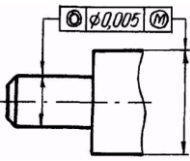
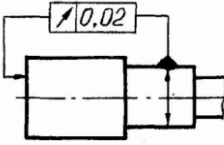
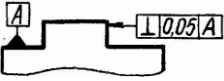
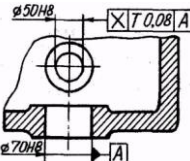
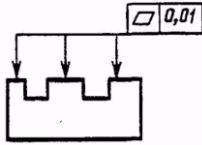
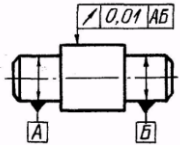
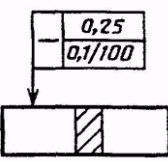
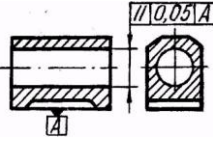
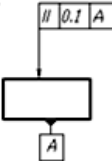
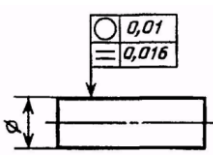
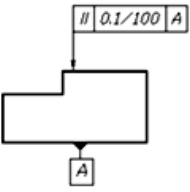
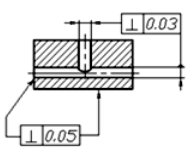
Индивидуальные варианты задания приведены в таблице 2. Номер варианта индивидуального задания определяется по номеру студента в списке группы. Каждый вариант содержит три задачи.

В соответствии с полученным вариантом задания необходимо:

1. определить по условному знаку тип допуска,
2. определить числовое значение допуска в миллиметрах;
3. обозначение базы или комплекта баз.

Таблица 2 – Индивидуальные задания

Вариант	Примеры указания допусков в чертежах		
1	2		
1			
2			
3			
4			

1	2		
5			
6			
7			
8			
9			
10			

7.2. Задание № 2

Расшифруйте условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей в рабочих чертежах, выдаваемых преподавателем. Результаты предлагается оформить в виде таблицы.

7.3. Сдача практических работ

Выполненная работа подлежит защите, в ходе которой преподавателем задаются контрольные вопросы по сути выполняемой работы, в результате ответов на которые делается заключение о понимании студентом хода и сути выполняемой практической работы. Оценка выставляется преподавателем после проверки и защиты практической работы в соответствии с объемом и правильностью выполненных заданий.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют отклонением расположения?
2. Что называют отклонением формы.
3. Перечислите виды отклонений формы.
4. Перечислите виды отклонений расположения.
5. Что такое прилегающая поверхность?
6. Что такое отклонение от прямолинейности?
7. Что такое отклонение от плоскостности?
8. Что такое отклонение от круглости, профиля продольного сечения и цилиндричности?
9. Причины возникновения частных видов отклонений профиля продольного сечения?
10. Перечислите все виды отклонений формы цилиндрических поверхностей.
11. Какие условные обозначения отклонений формы используют для указания их на чертежах?
12. Связь между отклонениями формы отклонениями расположения.
13. Что такое база нормирования и измерения отклонений формы и расположения?
14. Как обозначают базы на чертежах?

15. Что такое отклонение от параллельности, какие виды отклонений бывают?
16. Что такое отклонение от перпендикулярности какие виды отклонений бывают?
17. Что такое отклонение наклона?
18. Что такое отклонение от соосности и каких видов это отклонение бывает?
19. Что такое отклонение от симметричности?
20. Что такое отклонение от пересечения осей?
21. Как указывают допуски отклонений формы и отклонений расположения на чертежах?
22. Что такое радиальное биение?
23. Что такое торцевое биение?
24. Что такое уровни относительной геометрической точности А, В, С? Как они истолковываются для допусков формы цилиндрической поверхности и для допусков параллельности плоскостей?

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.308-2011 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Указания допусков формы и расположения поверхностей.
2. ГОСТ 24643-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.
3. ГОСТ 24642-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.

Составитель
Леонид Федорович Кожухов

Рецензент
Игорь Викторович Мирошин

ОТКЛОНЕНИЯ И ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов СПО всех специальностей

Электронный ресурс

Сверстано в филиале КузГТУ в г. Прокопьевске.
653039, г. Прокопьевск, ул. Ноградская, 19а.

Заказ 328.