

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

Д.В. Акинин, К.В. Васильева

ПОДГОТОВКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ



УДК 744
ББК 30.11
А39

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/7103/>

Факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии
и садово-парковое строительство»
Кафедра «Транспортно-технологические средства
и оборудование лесного комплекса»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

Рецензент: профессор, д-р техн. наук *И.Г. Голубев*

Акинин, Д. В.

А39 Подготовка машиностроительных чертежей : учебное пособие / Д. В. Акинин, К. В. Васильева. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. — 117, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5523-2

Содержит общие требования стандартов (ЕСКД) к оформлению конструкторской документации, справочный материал для выполнения расчетно-графических и курсовых работ по инженерной графике, взаимозаменяемости и стандартизации, а также необходимые сведения для оформления выпускных квалификационных работ. Для студентов вузов, изучающих курс «Инженерная и компьютерная графика».

УДК 744
ББК 30.11



Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте: info@baumanpress.ru

ISBN 978-5-7038-5523-2

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	5
Принятые обозначения и сокращения.....	6
1. Взаимозаменяемость.....	7
1.1. Понятие о взаимозаменяемости.....	7
1.2. Группы стандартов ЕСКД.....	8
1.3. Категории стандартов.....	9
1.4. Системы стандартов.....	10
Перечень ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы.....	10
Вопросы для самоконтроля.....	10
2. Нанесение размеров на чертеже.....	11
2.1. Общие сведения о нанесении размеров.....	11
2.2. Основные понятия о нанесении и указании размеров.....	12
2.3. Нанесение размеров на изображения некоторых конструктивных элементов формы изделий.....	14
2.4. Упрощения, допускаемые при простановке размеров.....	17
2.5. Нанесение размеров на рабочих чертежах деталей.....	17
2.6. Основные понятия об отклонениях размеров.....	19
Перечень ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы.....	20
Вопросы для самоконтроля.....	20
3. Нанесение на чертежах допусков и посадок.....	21
3.1. Общие сведения о допусках деталей.....	21
3.2. Посадки деталей машин.....	35
3.3. Допуски и посадки типовых соединений.....	47
Перечень ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы.....	65
Вопросы для самоконтроля.....	67
4. Нанесение и указание точности формы и расположения поверхностей.....	68
4.1. Общие сведения об отклонениях формы и расположения поверхностей.....	68
4.2. Указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.....	73
4.3. Примеры обозначения баз.....	82

Перечень ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы.....	85
Вопросы для самоконтроля.....	85
5. Нанесение и указание точности обработки поверхностей	86
5.1. Общие сведения о шероховатости поверхностей.....	86
5.2. Обозначение шероховатостей поверхностей деталей	88
Перечень ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы.....	98
Вопросы для самоконтроля.....	98
6. Стандарты ЕСКД для систем автоматизированного проектирования...	99
Перечень ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы.....	101
Вопросы для самоконтроля.....	101
Глоссарий.....	102
Литература.....	111
Приложение 1. Перечень стандартов ЕСКД, используемых при выполнении учебных рабочих и чертежей деталей и сборочных чертежей изделий	112
Приложение 2. Примеры оформления рабочих чертежей деталей	114

1. Взаимозаменяемость

Аннотация: рассмотрены понятия о взаимозаменяемости, группах стандартов ЕСКД, описаны существующие категории стандартов, дано понятие о системе стандартов.

Ключевые слова: стандарт, единая система конструкторской документации, категория стандартов, отраслевой стандарт, технические условия.

Планируемые результаты обучения: в результате освоения раздела «Взаимозаменяемость» студенты смогут определить группы стандартов, получат представление о системе стандартов.

1.1. Понятие о взаимозаменяемости

Производство, эксплуатация и ремонт изделий базируются на принципе взаимозаменяемости. *Взаимозаменяемостью* называется свойство конструкции составной части изделия, обеспечивающее возможность ее применения вместо другой части без дополнительной обработки, с сохранением заданного качества изделия, в состав которого она входит.

Взаимозаменяемость бывает полной и ограниченной (неполной).

При *полной взаимозаменяемости* устанавливаются на свои места без дополнительной обработки или предварительной пригонки однотипные детали и изделия типа болтов, шпонок, гаек и подшипников качения. К *ограниченной взаимозаменяемости* относится групповая взаимозаменяемость, при которой детали сортируют по размерам на несколько групп, затем выполняют сборку деталей одноименных групп (селективная сборка).

Взаимозаменяемость обоснована нормативно-техническим документом, называемым стандартом. *Стандартом* называется нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом.

Стандарты содержат показатели, которые гарантируют возможность повышения качества продукции и экономичности ее производства, а также повышения уровня ее взаимозаменяемости.

1.2. Группы стандартов ЕСКД

Общие положения по целевому назначению, области применения, классификации и обозначению стандартов, входящих в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), устанавливает ГОСТ 2.001—13 «Общие положения» (прил. 1, 1).

Единая система конструкторской документации — комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации (КД), разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями на территории РФ. Основное назначение стандартов ЕСКД — установление единых правил выполнения, оформления и обращения КД.

Установленные стандартами ЕСКД правила и положения по разработке, оформлению и обращению КД распространяются:

- на все виды конструкторских документов;
- учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы;
- нормативно-техническую и технологическую документацию, а также научно-техническую и учебную литературу в той части, в которой эти правила могут быть в них применены и не регламентируются специальными стандартами и нормативами, устанавливающими правила выполнения этой документации и литературы, например, форматов и шрифтов для печатных изданий и т. п.

Распределение стандартов по классификационным группам ЕСКД приведено ниже:

Классификационные группы стандартов по ЕСКД

Код группы	Наименование классификационной группы
0.....	Общие положения
1.....	Основные положения
2.....	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах
3.....	Общие правила выполнения чертежей
4.....	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения
5.....	Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений)
6.....	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
7.....	Правила выполнения схем
8.....	Правила выполнения документов строительных и судостроения
9.....	Прочие стандарты

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. Номер стандарта составляется из цифры 2, присвоенной классу стандартов ЕСКД; одной цифры (после точки), обозначающей классификационную группу (код группы) стандартов; двузначного числа, определяющего

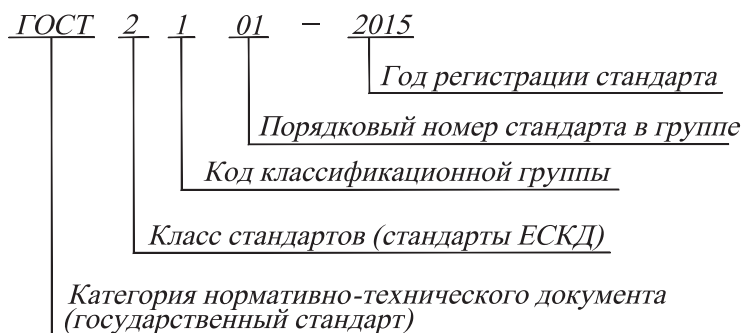


Рис. 1.1. Пример обозначения стандарта ЕСКД «Виды изделий»

порядковый номер стандарта в данной группе; двузначного числа (после тире), указывающего год регистрации стандарта.

Пример обозначения стандарта ЕСКД «Виды изделий» приведен на рис. 1.1.

1.3. Категории стандартов

Государственная система стандартизации (ГСС) предусматривает следующие категории стандартов:

ГОСТ — государственные стандарты, устанавливающие требования преимущественно к продукции массового и крупносерийного производства широкого и межотраслевого применения к изделиям, прошедшим государственную аттестацию, экспортным товарам, а также устанавливают общие нормы и термины;

ОСТ — отраслевые стандарты, устанавливающие требования к продукции, технологической оснастке, инструменту, специфическим для отрасли, а также к нормам, правилам, терминам и обозначениям;

СТП — стандарты предприятий (объединений), устанавливающие требования на нормы, правила, методы, составные части изделий и другие объекты, имеющие применение на данном предприятии;

ТУ — технические условия — нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс требований к конкретным изделиям, материалу и другой продукции, ее изготовлению и контролю; разрабатываются в соответствии с ГОСТ 2.114–95* (прил. 1, 4) и утверждаются руководством министерства или предприятия на срок, зависящий от нормативных сроков обновления продукции.

Также кроме этих категорий стандартов действуют стандарты и рекомендации ИСО.

ИСО (ISO) — крупнейшая международная организация в области стандартизации, содействующая международному обмену технической продукцией на основе развития международной стандартизации.

Всеми работами по стандартизации, метрологии и сертификации руководит Государственный комитет РФ по стандартам (Госстандарт РФ).

1.4. Системы стандартов

Важная роль в повышении эффективности производства высококачественных машин, приборов и оборудования принадлежит стандартизации межотраслевых систем, составной частью которых являются:

ЕСКД — Единая система конструкторской документации. Включает в себя стандарты на виды документаций, классификаций и обозначений изделий в конструкторских документах, правила выполнения чертежей, обращения конструкторских документов и т. д.;

ЕСТД — Единая система технологической документации. Устанавливает единые правила оформления и обращения технологических документов в организациях и предприятиях;

ЕСТПП — Единая система технологической подготовки производства. Регулирует процессы подготовки производства к серийному выпуску изделий машиностроения, приборостроения и средств автоматизации;

ЕССП — Единая система стандартов приборостроения. Предназначена для унифицирования и согласования по принципу агрегатирования параметров и характеристик приборов и устройств, входящих в систему автоматического контроля, регулирования и управления сложными производственными процессами;

ЕСДП — Единая система допусков и посадок.

Перечень ресурсов сети Интернет для самостоятельной работы

1. Чертежная документация
<http://gk-drawing.ru/plotting/quality.php>
2. Техэксперт, электронный фонд
<http://docs.cntd.ru/document/1200011582>
3. Машиностроительное черчение, справочник
<http://www.ingenier.ru/1/tolerance2.html>

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое ЕСКД?
2. На какие виды документации распространяется ЕСКД?
3. На каком принципе строится обозначение стандартов ЕСКД?
4. Какие категории стандартов предусматривает ГСС?
5. Из каких частей состоит стандартизация межотраслевых систем?

2. Нанесение размеров на чертеже

Аннотация: представлены общие сведения и даны понятия о нанесении, указании размеров, об отклонениях размеров, приведены упрощения, которые можно использовать при простановке размеров, рассмотрено, как проставлять размеры на рабочих чертежах деталей.

Ключевые слова: размер, нанесение размеров, указание размеров, размерное число, линейные размеры, номинальный размер, отклонение размера, предельное отклонение, нижнее отклонение, действительный размер, сопрягаемые детали, фаска, проточка.

Планируемые результаты обучения: в результате освоения раздела «Нанесение размеров на чертеже» студенты смогут проставить размеры на рабочем чертеже детали, применить упрощения при простановке размеров, получат понятие об отклонении размеров.

2.1. Общие сведения о нанесении размеров

Каждый рабочий чертеж должен содержать кроме геометрического изображения детали все необходимые данные для его изготовления. Для того чтобы все чертежи читались и понимались всеми людьми однозначно, существуют соответствующие стандарты. Один из них «Нанесение размеров и предельных отклонений» ГОСТ 2.307–11 (прил. 1, б) регламентирует простановку размеров на чертежах.

Это очень важный стандарт. Пропуск размера или ошибка хотя бы в одном из размеров делают чертеж непригодным к использованию, так как определять пропущенные или ошибочные размеры путем обмера соответствующих мест на чертеже не допускается. Поэтому простановка размеров — одна из наиболее ответственных стадий разработки чертежа.

2.2. Основные понятия о нанесении и указании размеров

Следует различать задание размеров — какие размеры и с какой точностью необходимо задавать на чертеже, чтобы изображенное на нем изделие можно было изготовить, и нанесение размеров — как следует расположить их на чертеже.

Основные рекомендации, которые необходимо выполнять при простановке размеров следующие.

1. Основанием для определения размеров изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Исключение составляют случаи, предусмотренные ГОСТ 2.414–75 (прил. 1, 12); ГОСТ 2.417–91 (прил. 1, 13); ГОСТ 2.419–68 (прил. 1, 14), когда величину изделия или его элементов определяют по изображениям, выполненным с достаточной степенью точности. Требуемая точность изделия при изготовлении задается указанием на чертеже предельного отклонения размеров, а также предельных отклонений формы и расположения поверхностей.

2. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Не следует повторять размеры одного элемента на разных видах, в технических требованиях, основной надписи и спецификации. Исключение составляют справочные размеры (перенесенные с чертежей изделий-заготовок, размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и др. проката). Размерные числа не должны вычисляться дополнительными действиями.

3. Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах и в спецификациях указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Если на чертеже размеры необходимо указать не в миллиметрах, а в других единицах (сантиметрах, метрах и т. д.), то соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы измерения (см, м) или указывают их в технических требованиях.

4. При нанесении размеров следует учитывать, что на всех чертежах независимо от масштаба указываются действительные размеры изделия.

Нанесение размеров включает в себя проведение выносных и размерных линий. В начале работы над чертежом, как правило, все размерные линии наносятся без числовых величин. Для получения четкого чертежа все размеры выносят за границы изображения. Минимальное расстояние от размерной линии до параллельной ей линии чертежа должно быть равно 10 мм, а между параллельными размерными линиями — 8 мм.

Для сборочных чертежей и чертежей общих видов размерные линии располагают в зависимости от величины изображения, на расстоянии не менее 10 мм от очерковой линии.

Под размером элементов, образующих гладкие соединения, понимается в цилиндрических соединениях — диаметр, в плоских — расстояние между параллельными плоскостями по нормали к ним. Размер — числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. д.) в выбранных единицах измерения (в машиностроении обычно в миллиметрах). Размеры подразделяют на номинальные, действительные и предельные.

Номинальный размер — размер, который указан на чертеже. Номинальный размер — основной размер, полученный в результате расчетов на прочность, жесткость или заданный из конструктивных или технологических соображений (рис. 2.1). Номинальные размеры нормируются стандартом ГОСТ 8032–84 (прил. 1, 26). Стандарт на нормальные линейные размеры построен на основе рядов предпочтительных чисел, представляющих собой геометрические прогрессии со знаменателем $Q = \sqrt[R]{10}$, где R равно 5, 10, 20, 40, 80 и 160. К основным рядам предпочтительных чисел относятся ряды $R5$, $R10$, $R20$ и $R40$. Пример ряда $R5$ в интервале размеров от 1 до 100 мм: 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100. Действительным D_r , d_r называется размер, полученный в результате измерения готовой детали с допуском средств измерения.

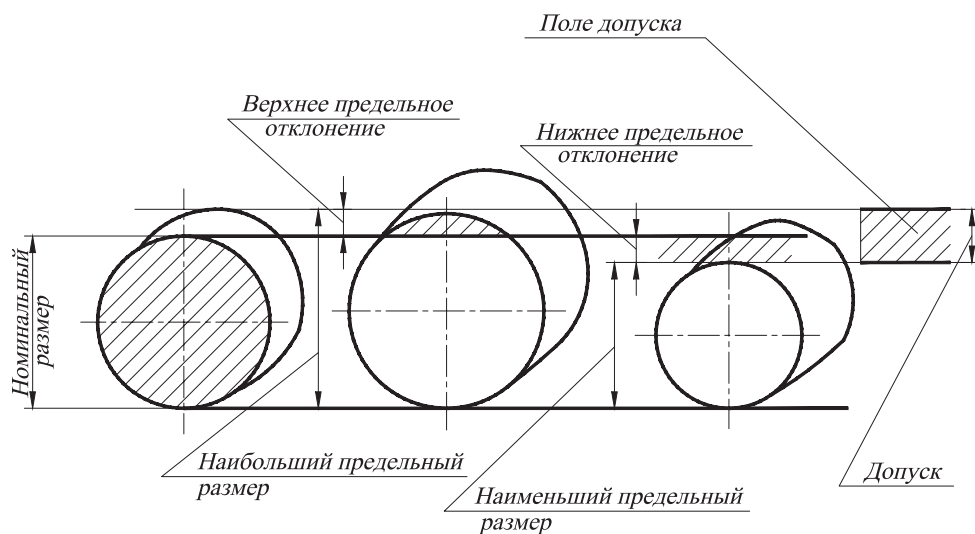


Рис. 2.1. Номинальные и предельные размеры

Номинальные размеры у изготавливаемой детали абсолютно точно получить невозможно, следовательно, после изготовления детали ее действительные размеры всегда будут отличаться от номинальных.

В производстве необходимо, чтобы действительные размеры деталей находились в определенных пределах. Детали, отвечающие указанному требованию, называются *взаимозаменяемыми*. Они должны иметь размеры в пределах допусков.

Два предельно допустимых размера, между которыми должен быть действительный размер, называются *предельными размерами*. Больший из двух предельных размеров называют *наибольшим предельным размером* D_{\max} , d_{\max} , меньший — *наименьшим предельным размером* D_{\min} , d_{\min} . На чертежах наносят номинальные размеры и их предельные отклонения, которые определяют требуемую точность изделия при его изготовлении по определенным правилам, указанным в ГОСТе.

2.3. Нанесение размеров на изображения некоторых конструктивных элементов формы изделий

Одним из конструктивных элементов изделия является фаска — скошенная кромка стержня, бруска, отверстия (рис. 2.2, *а*). Нанесение ее размера осуществляется либо простановкой двух линейных размеров (рис. 2.2, *б*) или линейным и угловым размерами (рис. 2.2, *в*, *г*).

Если на чертеже имеется несколько одинаковых фасок, то размер наносят один раз так, как показано на рис. 2.2, *г*. Эта надпись означает, что снято две фаски размером 2 мм под углом 45° .

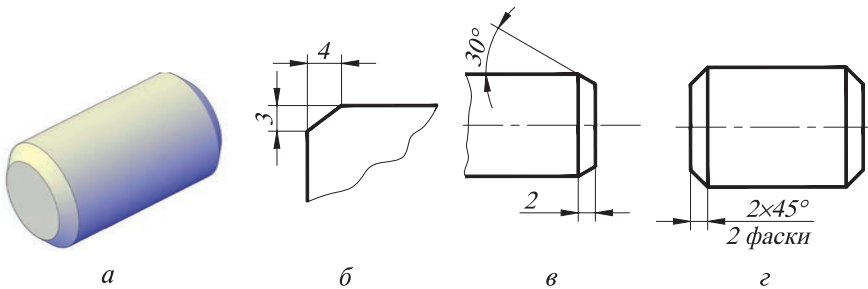


Рис. 2.2. Нанесение размеров фаски:

а — изделие с фаской; *б* — обозначение фаски двумя линейными размерами; *в* — обозначение линейным и угловым размерами; *г* — обозначение двух одинаковых фасок

Паз в виде узкой прорези или канавки на головках винтов и шурупов представлен на рис. 2.3, *а*, нанесение размеров шлица — на рис. 2.3, *б*.

Нанесение размеров проточки — кольцевого желоба на стержне (рис. 2.4, *а*) или в отверстии — выполняют с помощью выносного элемента (рис. 2.4, *б*).

Нанесение размеров прямоугольного паза (рис. 2.5, *а*) — выемки (углубления) прямоугольной формы — показано на рис. 2.5, *б*.

Пример нанесения размеров шпоночного паза (рис. 2.6, поз. 2) — углубления, на валу 1, втулке 4 или ступице колеса, предназначенного для размещения в них шпонки 3, приведен на рис. 2.6.

Нанесение размеров галтели (рис. 2.7, *а*) — криволинейной поверхности плавного перехода одного элемента детали к другому — приведено на рис. 2.7, *б*.

Нанесение размеров лыски (рис. 2.8, *а*) — плоского среза на цилиндрических, конических или сферических участках деталей, как правило, параллельного оси вращения, показано на рис. 2.8, *б*.