

**Н. Г. ИВАНЦИВСКАЯ,
Б. А. КАСЫМБАЕВ, Н. И. КАЛЬНИЦКАЯ**

**ИНЖЕНЕРНОЕ
ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ
И ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ**



**НОВОСИБИРСК
2018**



**УЧЕБНИКИ
НГТУ**

Серия основана в 2001 году

УДК [621.7:744]:004.92(075.8)

И 23

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *В.Г. Буров*,

д-р техн. наук, доцент *О.В. Нос*,

канд. пед. наук, доцент *О.Б. Болбат*

Иванцовская Н.Г.

И 23 Инженерное документирование: электронная модель и чертеж детали: учебное пособие / Н.Г. Иванцовская, Б.А. Касымбаев, Н.И. Кальницкая. – 3-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 212 с. (Серия «Учебники НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-3725-4

В пособии систематизирован и изложен материал для выполнения и оформления чертежей деталей, эскизов и электронных моделей деталей с учетом произошедших изменений в стандартах ЕСКД. Пособие предназначено для сопровождения учебного процесса по инженерной графике для студентов технических специальностей.

УДК [621.7:744]:004.92(075.8)

ISBN 978-5-7782-3725-4

© Иванцовская Н.Г., Касымбаев Б.А.,
Кальницкая Н.И., 2011, 2014, 2018

© Новосибирский государственный
технический университет, 2011, 2014, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Принятые сокращения	8
Глава 1. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ.....	9
1.1. Изделия производства.....	9
1.2. Детали: классификация, элементы, материалы	11
1.3. Способы изготовления деталей.....	30
1.4. Виды конструкторских документов	36
1.4.1. Чертеж детали. Эскиз	36
1.4.2. Создание электронных моделей деталей с помощью САПР	51
Глава 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ СОГЛАСНО ЕСКД.....	75
2.1. Изображения – виды, разрезы, сечения.....	75
2.2. Резервы оптимизации чертежа.....	88
2.3. Нанесение размеров и предельных отклонений.....	114
2.4. Допуски формы и расположения поверхностей.....	120
2.5. Шероховатость поверхностей детали.....	123
2.6. Технические требования на чертеже детали.....	135
2.7. Основные надписи.....	136
2.8. Примеры оформления чертежа детали.....	138
КОНТРОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ	153
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	165
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	167
ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЗАДАНИЯ «РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ».....	181

ВВЕДЕНИЕ

Конструирование деталей машин является сложным творческим процессом, сопровождающимся решением ряда задач: обеспечение прочности, износоустойчивости детали, технологичности и т. п. Эскизные конструкторские документы широко применяются в изобретательской и конструкторской деятельности, поэтому грамотно выполнять эскизы очень важно для инженеров разных отраслей промышленности. Это необходимо для вновь разрабатываемых изделий на стадии эскизного проекта. По эскизам изготавливают детали, проверяют правильность конструкторских решений, а затем оформляют чертежи деталей.

Проектирование новых изделий регламентируется единой системой конструкторской документации (ЕСКД), основное назначение которой – установить в организациях и на предприятиях единые правила выполнения, оформления и обращения конструкторских документов. Правила и положения, разработанные стандартами ЕСКД, распространяются на все виды конструкторских документов – их учет, хранение, дублирование и внесение изменений.

Внедрение информационных средств обработки документации на протяжении всего жизненного цикла изделия привело к внесению изменений в стандарты ЕСКД, например в ГОСТ 2.102–68. Виды и комплектность конструкторских документов. Изменения коснулись видов конструкторских документов, появились новые: электронная модель детали и электронная модель сборочной единицы. Конструкторский документ – электронная модель детали – должен содержать геометрическую модель детали, требования к ее изготовлению и контролю, в том числе предельные отклонения размеров и формы поверхностей, а также параметры шероховатости поверхностей. Общие требования к выполнению электронных моделей деталей и сборочных единиц машиностроения и приборостроения регламентированы ГОСТ 2.052–2006. Электронная модель изделия.



В настоящем учебном пособии систематизированы сведения, необходимые для разработки и грамотного оформления чертежей деталей с геометрией разной степени сложности, приведены рекомендации по выбору количества изображений и простановки размеров в зависимости от способов изготовления детали, выявлены характерные особенности оформления электронной модели детали. Основная цель, поставленная авторами, – помочь студентам приобрести знания и навыки конструкторской деятельности.

Авторы выражают свою признательность рецензентам за полезные советы, позволившие улучшить рукопись.

Глава 1

ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

В современных условиях проектирование и изготовление изделий в машиностроении и других отраслях промышленности неотделимы от проблем, связанных с управлением информацией. Информация об изделии и процессах на предприятии включает в себя огромное количество чертежей и другой документации – как ранее созданной, так и постоянно создаваемой в ходе текущей практической деятельности предприятия. Статистика показывает, что у инженерно-технических работников от 60 до 75 % времени уходит на поиск, согласование и оформление конструкторских решений, ранее использованных в предыдущих проектах. На уровне предприятия сотни инженеров тратят время на работу, которая может быть выполнена в информационной технологической среде нового типа с минимальными затратами. Управление информацией в электронном виде призвано значительно увеличить интеллектуальный капитал предприятия, упорядочить деятельность всех исполнителей, укрепить отношения с потребителями и поставщиками, быть базой для построения системы управления качеством. Для того чтобы управлять информационными потоками, нужны грамотные специалисты, знающие виды изделий, правила оформления технической документации с использованием информационных систем. В курсе инженерной графики студенты изучают виды изделий и правила выполнения конструкторских документов, в том числе чертежей деталей.

1.1. ИЗДЕЛИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. В зависимости от назначения изделия подразделяют на изделия основного производства (для поставки и реализации) и изделия вспомогательного производства (для собственных нужд предприятия).



ГОСТ 2.101–68. Виды изделий устанавливает следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты. В зависимости от наличия или отсутствия в изделиях составных частей различают специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты) и неспецифицированные, не имеющие составных частей (детали).

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (рис. 1.1.1). К деталям относятся изделия с защитным или декоративным покрытием, изготовленные с применением местной сварки, пайки, склеивания, например, хромированный винт или спаянная из одного куска листового материала трубка.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (рис. 1.1.2).



Рис. 1.1.1



Рис. 1.1.2

Комплекс – два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например, поточная линия (рис. 1.1.3).

Комплект – два и более изделия, соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (рис. 1.1.4).

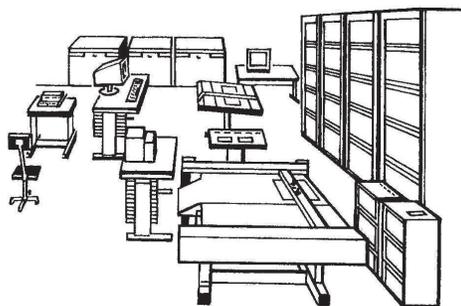


Рис. 1.1.3

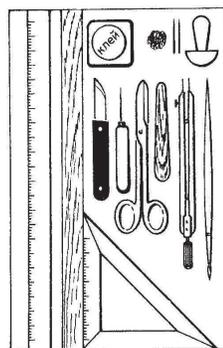


Рис. 1.1.4



1.2. ДЕТАЛИ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ЭЛЕМЕНТЫ, МАТЕРИАЛЫ

Классификация деталей имеет большое значение:

- при разработке единого информационного языка для автоматизации систем управления;
- поиске конструкторских документов с целью предотвращения их повторной разработки на то или иное изделие;
- использовании документов, разработанных другими организациями без их переоформления;
- решении задач технологической подготовки производства и др.

Классификация деталей осуществляется по следующим признакам:

- геометрическому;
- технологическому;
- конструктивному;
- стандартизации;
- использованного материала.

Одним из важных признаков классификации для оформления конструкторской документации является стандартизация деталей. В стандартах на определенные детали и изделия оговорены их характеристики, качество, форма и размеры, следовательно, стандартизованы их изображения и нанесение размеров. В стандартах ЕСКД организована группа стандартов, которые регламентируют только стандартные изображения деталей и указывают правила нанесения размеров на этих изображениях.

По данному признаку все детали можно разделить на три *группы*:

- *детали стандартные;*
- *детали со стандартными изображениями;*
- *детали оригинальные.*

В Российской Федерации разработан и введен в действие «Общероссийский классификатор продукции» (ОКП), который входит в состав Единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК). Классификатор предназначен для обеспечения достоверности, сопоставимости и автоматизированной обработки информации и продукции в таких сферах деятельности, как стандартизация, статистика, экономика и другие. ОКП содержит шестизначные коды классификационных характеристик всех изделий промышленности и сельского хозяйства, разде-



ленные на классы, подклассы, группы и подгруппы по принципу принадлежности изделия к определенной отрасли промышленности или сельского хозяйства. Составной частью ОКП является «Классификатор изделий и конструкторских документов» (классификатор ЕСКД), который содержит классификационные характеристики деталей (табл. 1.2.1).

Таблица 1.2.1

Фрагмент из классификатора ЕСКД

Номер класса	Наименование класса
71	Детали – тела вращения типа колец, дисков, шкивов, блоков, стержней, втулок, стаканов, колонок, валов, осей, штоков, шпинделей
72	Детали – тела вращения с элементами зубчатого зацепления трубы, шланги, проволочки, сектора, сегменты детали, изогнутые из листов, полос и лент аэрогидродинамические корпусные, опорные детали подшипников
73	Детали – не тела вращения: корпусные, опорные, емкостные
74	Детали – не тела вращения: плоскостные рычажные, грузовые, тяговые аэрогидродинамические изогнутые из листов, полос и лент профильные трубы

Принадлежность детали к тому или иному классу определяет подход к выполнению ее чертежа: выбор количества изображений, выбор главного вида, положение изображений на чертеже, количество размеров, особенности их простановки и прочее.

Однако любая деталь может быть представлена как совокупность геометрических тел и элементов, сгруппированных определенным образом и объединенных в единое целое. К элементам детали относят фаски, проточки, отверстия, пазы, зубья зубчатых колес и др. В табл. 1.2.2 приведены наиболее распространенные конструктивные элементы деталей и их назначение.



Детали машин и механизмов производят из разных металлов или неметаллических материалов. От правильного выбора материала для изготовления детали зависит ее качество, надежность, длительность работоспособности, стоимость. При выборе материалов конструктор должен учитывать условия, в которых будет работать изделие. Химический состав и физико-механические свойства материалов, области их применения и условные обозначения установлены стандартами. В табл. 1.2.3 приведены сведения о материалах, которые наиболее часто используются при проектировании деталей машин.

Таблица 1.2.3

Материалы и их условные обозначения

Материал	Марка	Пример обозначения материала на чертеже	Область возможного применения
Черные металлы и сплавы			
Сталь углеродистая обыкновенного качества	Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, ..., Стбсп: «кп» – кипящая «пс» – полуспокойная «сп» – спокойная степень раскисления	Ст 5 пс ГОСТ 380–2005 (Слово «Сталь» не пишут)	Неответственные мало нагруженные детали: болты, винты, шпильки, трубы, резервуары, кожухи, валы, шпонки, шайбы
Прокат из углеродистой качественной конструкционной стали	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58(55пп), 60	Круг h11-НД-8 ГОСТ14955–77/ 30-В-М2-ТВЗ-НГ ГОСТ 1050–88	Сталь марок 10, 15, 20, 25 применяется для изготовления крепежных изделий, втулок, муфт и др. Сталь марок 35, 40, 45 применяется для деталей, несущих значительные нагрузки (коленчатый вал, шток, поршни, шестерни и т. д.)
Прокат из легированной конструкционной стали	20Х, 30Х, 40Х, 45Х 20ХГСА 30ХГСА	Полоса 20x75 ГОСТ103-76/ 25ХГТ-3-1 ГОСТ 4543–71	Детали с большой износостойчивостью – зубчатые колеса коробок скоростей, рессоры Ответственные штампованные и сварные детали, сварные узлы, штоки, дышла, зубчатые колеса, оси, валы, ролики, муфты, болты



Окончание табл. 1.2.3

Материал	Марка	Пример обозначения материала на чертеже	Область возможного применения
Стекло органическое листовое непластифицированное, пластифицированное, сополимерное	СО-120-А, СО-120-К СО-95-А, СО-95-К СО-133-К	СО-120-А 10x1000x1100 ГОСТ10667	Для остекления самолетов и вертолетов (А), в качестве конструкционного материала для машино-, судо-, приборостроения и других отраслей промышленности (К)

***Гетинакс** – электроизоляционный слоистый материал, имеющий бумажную основу, пропитанную фенольной или эпоксидной смолой. Материал обладает низкой механической прочностью, легко обрабатывается и имеет относительно низкую стоимость. В основном используется как основа заготовок печатных плат в низковольтной бытовой аппаратуре, так как в разогретом состоянии допускает штамповку (сразу получается плата любой формы вместе со всеми отверстиями). Из-за низкой огнеупорности в настоящее время гетинакс не используется в ответственных электронных устройствах. Вместо него применяются текстолиты (чаще всего — стеклотекстолит), которые превосходят гетинакс по огнеупорности, прочности, сцеплению с фольгой и ряду других параметров, важных для электроники.

****Стекловолокнит** (fibre-reinforced plastic) – любой композитный материал из дешевых терморезистивных или термопластичных материалов, усиленных упругими прочными волокнами. В настоящее время его чаще всего производят на основе эпоксидных смол и термопластичных полиэфирэфиркетонов (ПЭЭК). Стекловолокнит с короткими волокнами все чаще применяется в автомобильной промышленности, в частности, при конструировании гоночных машин, вместо стальных листов, играет важную роль в электроавтоматике. Углеродные стекловолокниты нашли применение в аэрокосмической промышленности, самые легкие получаются из сверхпрочных полимерных волокон, например арамида (нейлон).

*****Капролон** (полиамид-6, ПА-6) – полимер, применяется в антифрикционных деталях и конструктивных элементах. Капролон используют во многих отраслях промышленности: машиностроении, станкостроении, металлургии, пищевой, обувной и др. Изделия из капролона в семь раз легче изделий из стали и бронзы, взамен которых он устанавливается, увеличивается срок межремонтного применения в два раза. Капролон не подвержен коррозии, может иметь контакт с пищевыми продуктами и питьевой водой.



В зависимости от химического состава и свойств сталей они делятся на категории:

- низкоуглеродистая обыкновенного качества – Ст0, Ст3, Ст5, Ст6,
- высокоуглеродистая – 15, 35, 45;
- качественная – 50Г30ХГС;
- высококачественная (А) – 30ХГСА;
- особовысококачественная (Ш) – 30ХГС-Ш, 30ХГСА-Ш. Буква Ш означает, что сталь электрошлакового переплава.

Букву Ш вначале обозначения ставят у шарикоподшипниковых сталей (содержание хрома в них указывают в десятых долях процента).

По назначению стали подразделяются:

- на конструкционные;
- инструментальные;
- специальные.

По видам обработки различают стали:

- горячекатаные и кованные;
- калиброванные, круглые со специальной отделкой поверхности – серебрянкой.

В зависимости от назначения проката горячекатаные стали делят на группы:

- а – для горячей обработки давлением и холодного волочения (подкат);
- б – для холодной механической обработки (обточки, фрезерования и др.) по всей поверхности.

Если форма и условия работы детали в конструкции требуют ее изготовления из металлического проката, установленного стандартом, например листа, калиброванного прутка (рис.1.2.1), проволоки определенного профиля в виде уголка, тавра или швеллера, то обозначают не только материал, но и сортament с его характерными размерами и указывают номер стандарта на выбранный прокат.

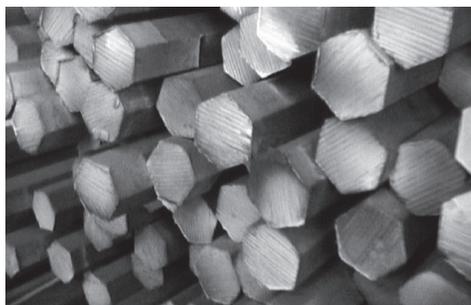


Рис. 1.2.1



1.3. СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

При конструировании деталей учитывают факторы, характеризующие технологичность их изготовления. К таким факторам относят:

- оптимальность заготовки, позволяющую обеспечить изготовление детали с наименьшими припусками и проведение обработки наиболее производительными технологическими приемами;
- минимальный объем механической обработки изделия;
- жесткость детали, позволяющую применять скоростные режимы обработки;
- применение унифицированных конструктивных элементов изделия (проточек, радиусов скруглений, резьб и др.).

Рассмотрим на примерах особенности выполнения чертежей в зависимости от способов изготовления деталей. Литейный процесс производителен и недорог. Его широко применяют для изготовления фасонных деталей различных размеров: от мелких до самых крупных (корпусных). Этот способ выбирают чаще всего для получения деталей сложной конфигурации, которые трудно или дорого изготовить другими способами формообразования (рис. 1.3.1). Изготовление детали выполняют в два этапа: первый – получение заготовки и второй – завершающий – размерная механическая обработка. Заготовка может быть в виде отливки, поковки, штамповки или проката. Окончательно изготовленная деталь может иметь механически необработанные поверхности, полученные на стадии формирования заготовки, и обработанные, полученные в процессе механической обработки. Если нет надобности в обработке поверхностей, то готовая **литая деталь** может быть получена сразу после остывания и затвердевания металла.



Рис. 1.3.1



Характерными физическими признаками, отражающими способ изготовления детали литьем, являются:

- плавные сочленения различных необработанных поверхностей между собой по литейным радиусам;
- относительная равномерность толщины стенок;
- наличие приливов, бобышек, ребер (рис. 1.3.2 и 1.3.3)



Рис.1.3.2



Рис.1.3.3

Поверхности литых деталей выполняют с литейными уклонами для облегчения извлечения детали из литейной формы, которые могут быть указаны непосредственно на изображениях детали. Однако чаще уклоны задают в технических требованиях ссылкой на стандарты, например на ГОСТ 3212–92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.

В приложении 1 приведен пример чертежа литой детали (корпуса). На главном виде (спереди) корпус показан в полном фронтальном разрезе. Нельзя выполнить изображение в сочетании половины вида и половины разреза, так как отсутствует симметрия. Вид слева совмещен с профильным разрезом, так как секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии. Корпус расположен так, что основная обработанная плоскость (конструкторская база) занимает горизонтальное положение. Корпус является отливкой с последующей механической обработкой некоторых его поверхностей. При оформлении чертежа корпуса проставлять размеры нужно с учетом требований к таким деталям (подробнее понятие о базах и простановке размеров на чертежах детали описано в разделе 2.2).



При изготовлении *деталей, ограниченных поверхностями вращения*, основной технологической операцией является точение – механическая обработка деталей на токарных станках, сопровождающаяся снятием стружки. При обработке детали на токарных станках ее ось вращения чаще всего занимает горизонтальное положение. Для удобства пользования чертежом главное изображение таких деталей располагают так, чтобы ось симметрии главного изображения была параллельна основной надписи (см. приложения 2 и 3).

На чертеже вала (см. приложение 2) выполнен главный вид, который дополнен вынесенными сечениями и выносными элементами. Сечение А-А позволяет выявить форму и размеры левого конца вала; сечение Б-Б служит для определения формы и размеров шпоночного паза, а В-В – пересекающихся отверстий. На выносных элементах изображены форма и размеры проточки для выхода резьбонарезного инструмента (например, резца), а также форма и размеры канавки для выхода шлифовального круга. На главном виде вала показать эти элементы не представляется возможным из-за большого количества размеров и небольшого размера изображения детали. В противном случае нужно было бы увеличить масштаб изображения и соответственно выбрать другой формат большего размера, например А2. Если деталь имеет стандартные элементы (канавки, проточки и пр.), то их изображения и размеры выполняются согласно соответствующему стандарту.

Втулка, чертеж которой представлен в приложении 3, содержит не только поверхности вращения, но и гранные поверхности, поэтому необходимо два изображения: главный вид, совмещенный с фронтальным разрезом, и вид слева. Границей половины вида и половины разреза служит штрихпунктирная линия, которая совпадает с осью симметрии детали. На главном виде деталь размещают таким образом, чтобы было видно три грани шестигранника. Вид слева необходим для простановки размеров «под ключ» и диаметра описанной окружности. На виде слева выполнен местный разрез, уточняющий расположение, размер и количество отверстий под контрольную проволоку. Форма и размеры проточек читаются на выносных элементах. Такие же требования предъявляются и к чертежу гайки (приложение 4).

При ковке, горячей и холодной *штамповке* деталь приобретает форму, соответствующую форме поверхности штампового инструмента. Поэтому размеры на чертежах таких деталей проставляют с учетом изготовления штамповой оснастки (матриц, пуансонов) и шаблонов для контроля готовой продукции.

В качестве примера штампованной детали взят рычаг (приложение 11), заготовку которого (поковку) штампуют под молотом. Сопрягаемые поверхно-



сти рычага должны иметь точную форму и положение. Такие поверхности обрабатывают механически, удаляют предназначенные для этого припуски. Остальные поверхности являются свободными, они могут сохранить следы штамповки.

Важной особенностью деталей, полученных горячей штамповкой, является наличие плоскости, по которой пройдет разъем штампа, и уклонов, обеспечивающих возможность извлечения детали из штампа в направлении, перпендикулярном этой плоскости. Все переходы от одной поверхности к другой выполняют с определенными радиусами кривизны. В технических требованиях дают соответствующие указания о величине уклонов и радиусов (приложение 11).

Большую группу составляют детали, **изготовленные из листового материала** гибкой (рис. 1.3.4, а), штамповкой (рис. 1.3.4, б), вырубкой (рис. 1.3.4, в), ротационной вытяжкой (рис. 1.3.4, г) и т. п.

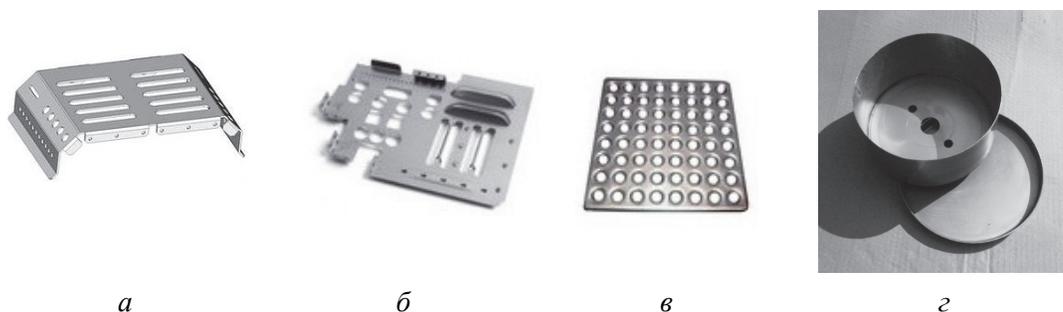


Рис. 1.3.4

Форма и изображения деталей, полученных холодной штамповкой из листового материала, имеют характерные отличительные признаки [11]. Форму таких деталей получают в результате следующих операций: а) разделительных; б) формоизменяющих; в) комбинированных.

В первом случае деталь отрезают или вырезают из заготовки, иногда в детали пробивают отверстия (см. приложения 5 и 6). Форму деталей, полученных в результате разделительных операций, передают на чертеже одним изображением с указанием толщины материала условной записью, например $s3$, как показано на рис. 1.3.5.

Чаще всего изображение детали, изготовленной гибкой, не дает представления о действительной форме и размерах ее элементов, на чертеже показывают частичную или полную развертку этой детали.



1.4. ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 2.102–68. *Виды и комплектность конструкторских документов* устанавливает виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности. К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые определяют состав и устройство изделия. Они содержат все необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта и утилизации. В зависимости от содержания стандартами установлено тридцать видов конструкторских документов. Более подробно остановимся на таких документах, как электронная модель детали и чертеж детали.

Электронная модель детали – документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю (включая предельные отклонения размеров, шероховатости поверхности и др.).

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Эскиз не входит в комплектность конструкторских документов, поскольку является документом временного характера. Эскизы выполняются по правилам, установленным ЕСКД и ГОСТ 2.125–88. *Правила выполнения эскизных конструкторских документов*.

1.4.1. Чертеж детали. Эскиз

Чертеж детали и (или) электронную модель детали относят к основным конструкторским документам. Качество рабочего чертежа детали оценивают по тому, насколько он соответствует требованиям, которые позволяют обеспечить предназначенные ей функции, технологичность и длительность работоспособности. Все требования должны выполняться с соблюдением соответствующих стандартов и занимать на поле чертежа определенные места. В общем случае чертеж детали должен содержать:

1) минимальное, но достаточное количество изображений, полностью раскрывающих форму детали и ее элементов. Оформление изображений регламентирует ГОСТ 2.305–2008. *Изображения – виды, разрезы, сечения* и ГОСТ 2.306–68. *Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах* (подробнее – в разделе 2.1);

2) необходимые размеры: их число должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали. Правила нанесения разме-



ров и предельных отклонений устанавливает ГОСТ 2.307–68 (подробнее – в разделе 2.2);

3) сведения о допускаемых отклонениях размеров, ГОСТ 30893.1–2002;

4) сведения о допускаемых отклонениях геометрической формы и расположения поверхностей. Правила указания допусков формы и расположения поверхностей устанавливает ГОСТ 2.308–79 (подробнее – в разделе 2.3);

5) сведения о шероховатости поверхностей детали. Обозначение шероховатости поверхностей выполняется в соответствии с ГОСТ 2.309–73 (подробнее – в разделе 2.4);

6) текстовую часть, состоящую из технических требований и технических характеристик, надписи и таблицы с размерами и другими параметрами, условными обозначениями. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц регламентирует ГОСТ 2.316–2008, технических условий – ГОСТ 2.114–95; обозначений покрытий, термической и других видов обработки – ГОСТ 2.310–68 (подробнее об этом см. в разделе 2.5);

7) общие сведения о детали, которые заносятся в основную надпись. Форма и правила заполнения основной надписи изложены в ГОСТ 2.104–2006, для чертежа детали – форма 1 (подробнее – в разделе 2.6).

В конструкторской деятельности часто востребованы эскизы. По эскизам выполняются электронные модели деталей или чертежи. Эскиз (от франц. *esquisse* – предварительный набросок) – это документ, предназначенный для разового использования при изготовлении детали в опытном производстве и ремонтном деле. Эскиз может быть выполнен без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба (в глазомерном масштабе), но с соблюдением пропорций элементов детали. По содержанию эскизы ничем не отличаются от чертежей деталей.

Для вычерчивания эскизов часто используют листы писчей бумаги в клетку, что удобно для проведения линий и установления проекционной связи между изображениями. В современных условиях эскизы могут быть выполнены в электронном виде с применением графических редакторов. Выбор формата для эскиза определяется компоновкой изображений и рациональным использованием поля чертежа, оно должно быть заполнено на 75–80 %.

Рассмотрим последовательность выполнения эскиза на примере детали «Штуцер» (рис. 1.4.1 – электронная модель и рис. 1.4.2 – фотография).

1-й шаг – подготовительный. Выявляем назначение и положение данной детали в сборочной единице, ее название. Штуцер входит в состав сборочной единицы «Клапан обратный двойной», используемый в трубопроводах. Мыс-



ленно делим деталь на геометрические тела и определяем, с помощью каких элементов они присоединяются друг к другу. Изучив наружные и внутренние формы поверхностей, устанавливаем:

- деталь ограничена поверхностями вращения – цилиндрическими внутренними и наружными, а также конической наружной поверхностью;
- штуцер имеет одну шестигранную поверхность;
- у детали есть стандартные элементы – наружная метрическая резьба, фаски и проточки;
- материал, из которого изготовлен штуцер, – сталь;
- основные технологические операции, использованные при изготовлении данной детали, – точение, нарезание резьбы, сверление, фрезерование.

Выбираем оптимальное количество и состав изображений. В данном случае достаточно выполнить три изображения: вид спереди совместим с фронтальным разрезом (деталь пустотелая), выполним вид слева и выносной элемент. Главный вид (вид спереди) расположим так, чтобы было видно три грани шестигранника, а ось симметрии расположим параллельно основной надписи. Границей между видом и разрезом на главном изображении будет ось симметрии. Вид слева необходим, чтобы проставить размеры шестигранника: размер «под ключ» и диаметр описанной окружности. Выносной элемент раскроет размеры проточки.

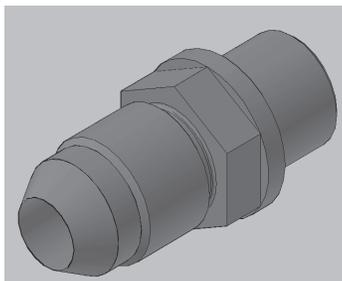


Рис. 1.4.1



Рис. 1.4.2

2-й шаг – разметка поля чертежа. В нижней части формата А3 (рис. 1.4.3, а) вычерчиваем прямоугольник размером 185×55 мм для размещения основной надписи по форме 1 (ГОСТ 2.104–2006), а в верхней части – прямоугольник дополнительной графы размером 70×14 мм для размещения обозначения документа, повернутого на 180°.

Далее выполняем тонкими линиями прямоугольники таких размеров, чтобы в них поместились предполагаемые изображения и размеры вокруг них.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**Иванцовская Надежда Григорьевна
Касымбаев Бактыбек Адашович
Кальницкая Наталья Ивановна**

**ИНЖЕНЕРНОЕ ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ И ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ**

Третье издание, переработанное и дополненное

Учебное пособие

Редактор *Л.Н. Ветчакова*
Выпускающий редактор *И.П. Брованова*
Художественный редактор *А.В. Ладьяжская*
Компьютерная верстка *Н.В. Гаврилова*

Подписано в печать 27.11.2018
Формат 70 × 100 1/16. Бумага офсетная
Уч.-изд. л. 17,09. Печ. л. 13,25
Тираж 3000 экз. (1-й з-д – 1–100 экз.)
Изд. № 191. Заказ № 57

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
Издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Издательство Новосибирского государственного
технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
Тел. (383) 346-31-87
E-mail: office@publish.nstu.ru

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20