

**В.И. КОЧЕТОВ, А.С. КЛИНКОВ, П.С. БЕЛЯЕВ,
В.Г. ОДНОЛЬКО, М.В. СОКОЛОВ**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ И СХЕМЫ ИЗДЕЛИЙ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ
(ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ)**



• Издательство ТГТУ •

УДК 678.023.001.2 (075)
ББК Л 710-5я73-1
Т38

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ
Ю.Л. Муромцев

Кандидат технических наук
В.Н. Шашков

**Кочетов В.И., Клинков А.С., Беляев П.С., Однолько В.Г.,
Соколов М.В.**

Технические чертежи и схемы изделий радиоэлектронной аппаратуры (правила выполнения): Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 80 с.

Содержание учебного пособия соответствует действующей программе по инженерной графике для радиотехнических специальностей вузов.

В пособии приводятся правила выполнения технических чертежей изделий. Изложены правила оформления чертежей и схем изделий РЭА.

Материалы излагаются на основе требований и правил единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Приложения содержат выдержки из отдельных стандартов.

УДК 678.023.001.2 (075)

ББК Л 710-5я73-1

ISBN 5-8265-0301-7

© Кочетов В.И., Клинков А.С., Беляев

П.С.,

Однолько В.Г., Соколов М.В., 2004

© Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ),

2004

Министерство образования и науки Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

**В.И. КОЧЕТОВ, А.С. КЛИНКОВ, П.С. БЕЛЯЕВ,
В.Г. ОДНОЛЬКО, М.В. СОКОЛОВ**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ И
СХЕМЫ ИЗДЕЛИЙ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ
(ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ)**

Учебное пособие

Тамбов
• Издательство ТГТУ •
2004

Учебное издание

КОЧЕТОВ Виктор Иванович
КЛИНКОВ Алексей Степанович
БЕЛЯЕВ Павел Серафимович
ОДНОЛЬКО Валерий Григорьевич
СОКОЛОВ Михаил Владимирович

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ И
СХЕМЫ ИЗДЕЛИЙ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ
(ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ)**

Учебное пособие

Редактор В.Н. Митрофанова
Инженер по компьютерному макетированию И.В. Евсева

Подписано к печати 22.07.2004
Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84 / 16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Объем: 4,6 усл. печ. л.; 4,5 уч.-изд. л.
Тираж 100 экз. С. 515^М

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

Чертежи и схемы, как графические конструкторские документы, сопровождают инженера всю его работу. Они нужны ему при изучении конструкции изделия, при вводе в строй новой техники, в процессе обслуживания, эксплуатации и ремонта аппаратуры, при подготовке заявок на предполагаемое изобретение, при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Особенность и сложность чертежей состоит в необходимости комплексного учета требований Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) к содержанию и правилам выполнения этих графических документов.

Целью настоящего учебного пособия является изложить в сжатом виде правила выполнения технических чертежей и схем изделий, необходимые сведения и требования к чертежам и схемам, содержащихся в различных стандартах и пособиях, выделить изменения, появившиеся в стандартах последних изданий к правилам выполнения чертежей.

Содержание учебного пособия соответствует программе по инженерной графике для специальностей "Проектирование и технология радиоэлектронных средств", "Системы автоматизированного проектирования"

и др. Подробно уделено внимание правилам оформления чертежей и схем изделий радиоэлектронной аппаратуры.

В данном учебном пособии не отражено сведений по основам начертательной геометрии и способам изображений предметов и соединений на чертежах, с которыми обучаемый может познакомиться в прилагаемом списке рекомендуемой литературы в конце пособия.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Виды изделий и конструкторских документов

Изделием называется любой предмет или набор предметов, подлежащий изготовлению на производстве.

ГОСТ 2.101–68 устанавливает следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: болт, гайка и т.п. К деталям также относят изделия типа коробки, выполненной (склеенной, сваренной, спаянной) из одного куса листового материала (картон, листовая сталь).

Части детали, имеющие определенное назначение, называются ее *элементами*, например: фаска, проточка, ребро, галтель и т.п.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой и т.п.), например: микро-модуль, станок, телефонный аппарат и т.д.

Комплекс – несколько отдельных специфицированных изделий, предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например: радиостанция, корабль, ракетная установка и т.п.

Комплект – набор отдельных изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект измерительной аппаратуры, комплект запасных частей и т.п.

Изделия в зависимости от их назначения делят на две группы: изделия основного производства и вспомогательного (в том числе и индивидуального).

К изделиям **основного производства** относят изделия, предназначенные для поставки (реализации), например: прибор, автомат, станок и т.п.

К изделиям **вспомогательного производства** относят изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия например: штампы, приспособления и т.п.

Изделия, предназначенные для поставки и одновременно используемые для внутренних нужд предприятия, изготавливающего их, следует относить к изделиям основного производства, например: измерительный инструмент, болты, винты и т.п.

Изделия в зависимости от места изготовления разделяются на покупные и непокупные.

К покупным относят изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде, не считая получаемых в порядке кооперирования.

К непокупным относят изделия, изготавливаемые на данном предприятии.

Изделия в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей делят на:

- **неспецифицированные**, т.е. не имеющие составных частей (детали);
- **специфицированные**, т.е. состоящие из нескольких составных частей (сборочные единицы, комплексы и комплекты).

ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют устройство изделия и содержат все необходимые данные для его изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

ГОСТ 2.102–68 в зависимости *от содержания* устанавливает 25 видов конструкторских документов, в том числе: чертеж детали, чертеж общего вида, сборочный чертеж, спецификация и др.

Конструкторские документы в зависимости *от стадии разработки* подразделяются на проектные и рабочие.

К проектным относят документы технического предложения, эскизного проекта и технического проекта (в том числе и чертеж общего вида).

К рабочей документации относят: чертеж детали, сборочный чертеж, спецификацию и т.д.

Конструкторские документы в зависимости *от способа их выполнения* и характера использования подразделяют на:

– **оригиналы** – документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников, например, чертежи на чертежной бумаге;

– **подлинники** – документы, оформленные установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий, например, чертежи на кальке. В качестве подлинника может быть использован и оригинал, содержащий подписи лиц, ответственных за выпуск документа;

– **дубликаты** – копии подлинников, выполненные на любом материале, позволяющем снятие с них копий (например, на кальке);

– **копии** – документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником и предназначенные для непосредственного использования в производстве, изготовлении, эксплуатации и ремонте изделия, например, фотокопии, копии на светочувствительной бумаге ("синьки") и т.п.

Если документы предназначены для разового использования, то допускается выполнять их в виде **эскизных документов**.

ГОСТ 2.103–68 устанавливает следующие **стадии разработки конструкторской документации**: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект и рабочая документация. Основанием для разработки рабочей документации служит утвержденный технический проект.

При разработке технического проекта выполняют работы, позволяющие получить полное представление о конструкции изделия, оценить его соответствие требованиям технического задания, степень сложности изготовления, удобство эксплуатации и т.п. (см. ГОСТ 2.120–73).

Документам технического предложения присваивается литера "П"; эскизного проекта – литера "Э"; технического проекта – литера "Т".

Конструкторским документам для индивидуального производства, предназначенным для разового изготовления изделия, присваивают литеру "И". Конструкторским документам опытного образца присваивают

литеру "О₁". При последующих (повторных) изготовлении опытного образца, а также соответствующей корректировке конструкторских документов им присваивают литеры "О₂", "О₃" и т.д. Конструкторским документам установочных серий изделия присваивают литеру "А", а установившегося серийного или массового производства – литеру "Б".

Примечания: 1 Учебным чертежам рекомендуется присваивать литеру "ИУ" – индивидуальный, учебный.

2 Литера указывается в графе 4 основной надписи.

1.2 Обозначение изделий и конструкторских документов

Каждому изделию присваивается самостоятельное обозначение. Это же обозначение присваивается и его конструкторским документам.

Изделия и конструкторские документы сохраняют присвоенные им обозначения независимо от изделий и конструкторских документов, в которых их применяют.

Стандарт устанавливает классификационную систему обозначения изделий и конструкторских документов по ГОСТ 2.201–80. При этом используется "Государственный классификатор предприятий, учреждений и организаций", а также "Государственный классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции".

Обозначение изделий и конструкторских документов, выполняемых студентами в курсе инженерной графики, в соответствии с требованиями стандарта вызывает большие затруднения, поэтому рекомендуется упрощенное обозначение по рис. 1.1.

XXXX XXXXXX.XXX.XX.XX.XXX.XX
I II III IV V VI VII

Рис. 1.1

При выполнении чертежа на нескольких листах на всех листах одного чертежа указывают одно и то же обозначение. Обозначение чертежа состоит из следующих сочетаний [4]:

Сочетание I – буквенный код организации, например, ТГТУ.

Сочетание II – тип машины, аппарата или прибора по классификатору.

При невозможности обозначения оборудования по классификатору, следует применять обозначение состоящее из номера специальности, например, 210201 – "Проектирование и технология радиоэлектронных средств".

Сочетание III – Порядковый номер по списку из приказа на дипломное проектирование или из распоряжения по кафедре на курсовое проектирование или расчетно-графического задания.

Сочетание IV – обозначение основных узлов машины или прибора:

– для обозначения общего вида машины – 00.00.000;

– для обозначения сборочных единиц машины задействуется первая пара нулей – 01.00.000, 02.00.000, 03.00.000.

Сочетание V – для обозначения подсборочных единиц задействуется вторая пара нулей – 01.01.000, 01.02.000, 01.03.000...02.01.000, и т.д. Если такого деления не производится (и оно не подразумевается), то вторая и третья тройка нулей в обозначении общего вида машины, сборочных единиц, деталей, а также в обозначении схем и расчетно-пояснительной записки не пишется.

Сочетание VI – обозначение деталей – 001, 002, 003...999.

Сочетание VII – обозначение чертежа общего вида заканчивается буквами "ВО", обозначение чертежа сборочной единицы – буквами "СБ" и электрической принципиальной схемы "ЭЗ" в соответствии с требованиями ГОСТ 2.102–68 и 2.701–84.

Пример обозначения чертежа электрической принципиальной схемы:

ТГТУ 210212.015.00.00.000ЭЗ

Допускается на чертежах общего вида и сборочных единиц последние три нуля не указывать.

1.3 Нанесение размеров

Имеющиеся на чертеже изображения-виды, разрезы, сечения выявляют объемные формы изделия, размерные числа – определяют их величину.

Размеры на чертеже наносят с их предельными отклонениями (предельные отклонения на учебных чертежах не наносят). Размеры надо наносить так, чтобы обеспечить наименьшую трудоемкость их из-

мерения и чтобы не требовалось производить математические подсчеты при изготовлении и контроле изделия.

Нанесение размеров на чертеже должно учитывать технологию изготовления детали, т.е. последовательность операций обработки заготовки изделия при его изготовлении и механическое оборудование, на котором оно будет изготавливаться. Неудачное нанесение размеров приводит к выполнению лишних операций, излишней точности изготовления и повышению себестоимости изготовления изделия. Как правило, размер отсчитывают от поверхностей, которые обрабатываются раньше до поверхностей, обрабатываемых позже.

Все размеры деталей делят на две группы: сопрягаемые и свободные (несопрягаемые).

К *сопрягаемым* относят размеры рабочих поверхностей деталей, а к *свободным* – размеры вспомогательных поверхностей деталей. К сопрягаемым размерам предъявляют более высокие требования, чем к свободным.

В практике применяют три основных способа нанесения размеров: цепочкой, координатный и комбинированный.

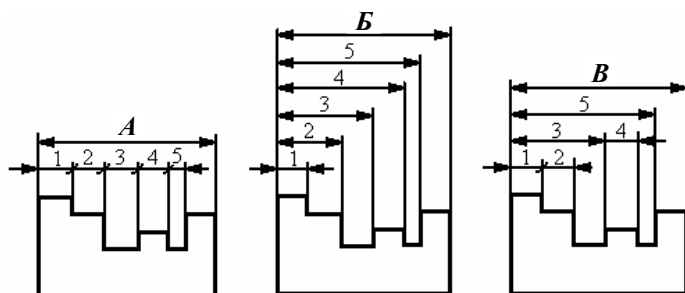
При нанесении **цепочкой** размеры указывают последовательно (рис. 1.2, а). При этом цепочка размеров не должна быть замкнутой. Один из размеров не указывают. Этот размер определяется общим размером A детали.

Примечания: 1 Как отмечалось, габаритные размеры изделия должны быть указаны обязательно.

2 Если возникает необходимость указания всех размеров, то один из них обозначают как справочный (см. рис. 1.8).

Основные недостатки способа простановки размеров цепочкой:

- суммирование ошибок, появляющихся в процессе изготовления изделия;
- введение более жестких допусков, особенно при контроле суммарных размеров.



а)

б)

в)

Рис. 1.2

Способ нанесения размеров цепочкой в основном применяется **тогда**, когда требуется точно выдерживать размеры элементов детали, а не суммарный размер детали.

При *координатном способе* (рис. 1.2, б) все размеры наносят от выбранной базы. Этот способ нанесения размеров применяют в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую точность расстояний элементов детали от каких-либо ее поверхностей (например, отверстий печатной платы от ее кромок), а также при большом числе размеров, наносимых от общей базы.

Комбинированный способ (рис. 1.2, в) нанесения размеров является сочетанием способа нанесения размеров цепочкой и координатного способа и находит самое широкое применение в практике. Этот способ позволяет размеры, требующие высокой точности выполнения, отделить от других размеров.

Базой называют поверхности (обычно плоскости), линии и точки изделия (или их сочетания), относительно которых определяется положение других элементов детали или других деталей сборочной единицы, сопрягаемых с данной.

Различают конструкторские, технологические, измерительные, сборочные и вспомогательные базы.

Конструкторские базы – базы, по отношению к которым ориентируются другие детали сборочной единицы.

Технологические базы – базы, определяющие положение детали при ее обработке.

Измерительная (главная) база – база, от которой производится отсчет размеров при изготовлении и контроле готового изделия.

Примечание. Ось вращения детали является скрытой измерительной базой.

Сборочная база – база, по отношению к которой ориентируются детали изделия в процессе сборки.

Вспомогательная база – база, от которой отсчитываются размеры второстепенных элементов детали, например ширина кольцевой проточки в конце резьбы. Вспомогательная база должна быть связана размерами с измерительной базой.

В качестве размерных баз выбирают более точно обработанные поверхности, т.е. рабочие поверхности. Как правило, поверхности измерительных баз должны обрабатываться в первую очередь.

Размеры между обрабатываемыми и необрабатываемыми поверхностями выделяют в отдельные размерные цепи. Эти цепи должны быть связаны между собой только одним размером.

При большом числе размеров, наносимых от общей базы базовой линии), допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на рис. 1.3, а, б. При этом на базовой линии ставят отметку

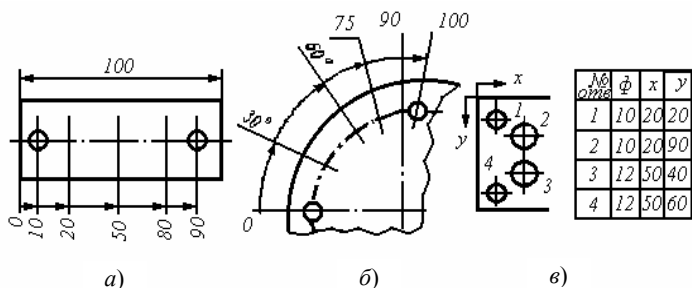


Рис. 1.3

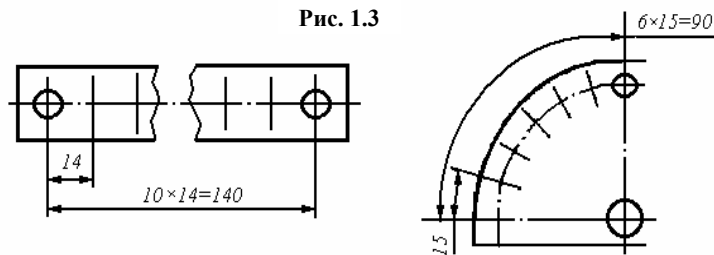


Рис. 1.4

"О", размерные стрелки ставят в одном направлении и размерные числа наносят в направлении выносных линий их концов.

При большом числе однотипных элементов изделия, неравномерно расположенных на поверхности (рис. 1.3, в), допускается координатный способ нанесения их размеров с указанием размерных чисел в свободной таблице.

При нанесении размеров, определяющих расстояния между одинаковыми и равномерно расположенными элементами детали (например, отверстиями на рис. 1.4), рекомендуется вместо нанесения размерных цепей указывать размер между двумя соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения числа промежутков между элементами на размер одного промежутка.

Одинаковые элементы (например, отверстия), расположенные в разных частях детали, рассматриваются как один элемент, если между ними нет промежутка (рис. 1.5, а) или если эти элементы соеди-

нены тонкими сплошными линиями (рис. 1.5, б). Если эти условия отсутствуют, то указывают число элементов (рис. 1.5, а).

Если одинаковые элементы детали (например отверстия) расположены на разных поверхностях и показаны на разных изображениях, то число этих элементов записывается отдельно для каждой поверхности (рис. 1.6, а).

Допускается повторять размеры одинаковых элементов изделия, лежащих на одной поверхности, только в том случае, когда они значительно удалены друг от друга и не связаны между собой размерами (рис. 1.6, б).

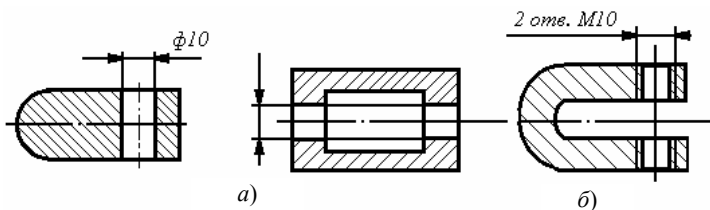


Рис. 1.5

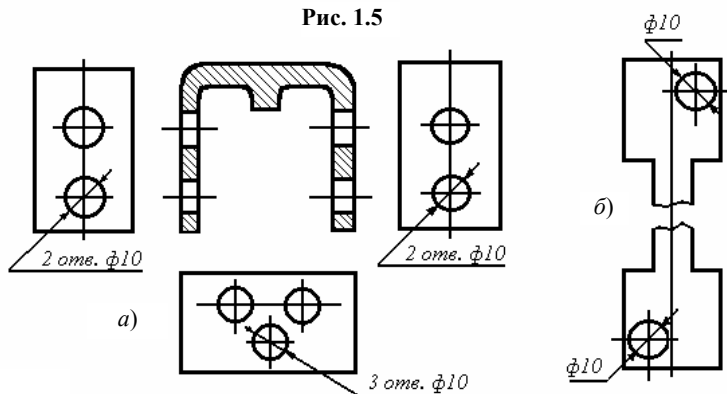


Рис. 1.6

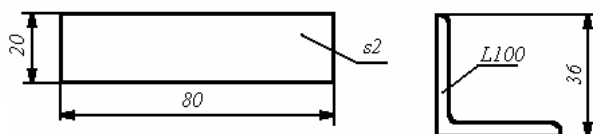


Рис. 1.7

При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят по рис. 1.7.

Если отсутствует изображение отверстия в разрезе (сечении) вдоль его оси, то размеры отверстия проставляют, как указано в табл. 1.1.

Размеры на деталях, изготовляемых из листового материала путем штамповки, наносят с учетом формы инструмента.

Для дуг окружностей, ограничивающих очертание плоских деталей из листового материала, наносят размеры радиусов этих дуг, а не диаметров окружностей (учитывая возможности измерительного инструмента – см. прил. 4).

У деталей, изготовляемых изгибанием, необходимо указывать внутренний радиус изгиба, так как он определяет форму гибочного штампа или приспособления. Кроме того, наружный радиус готовой детали может иметь отклонения от заданного размера из-за неравномерной деформации материала.

1.1 Изображение и нанесение размеров отверстий

В разрезе	На виде (при отсутствии разреза)	В разрезе	На виде (при отсутствии разреза)

При указании размеров деталей, полученных изгибанием труб, стержней, полос и т.п., необходимо указывать размеры, связывающие все геометрические элементы, получаемые гибкой.

У деталей с резьбой длина резьбы включает ширину заходной фаски и проточки, выполняемой в конце резьбы. При этом ширину фаски и проточки указывают отдельно.

На чертежах изделий, кроме размеров, необходимых для их изготовления (включая габаритные), в ряде случаев проставляют установочные, присоединительные и справочные размеры.

Установочными и присоединительными размерами называются размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию.

К справочным размерам относят:

- а) один из размеров замкнутой размерной цепи (рис. 1.8, а, б);
- б) размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок (рис. 1.8, в);
- в) размеры на сборочном чертеже, определяющие предельные положения движущихся элементов изделия, например тумблера, рычага и т.п.;
- г) размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных;
- д) габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей;

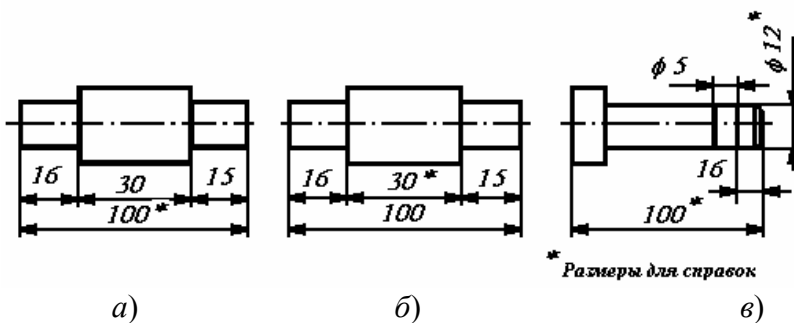


Рис. 1.8

- е) размеры деталей из сортового, фасонного, листового и т.п. проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе "Материалы" основной надписи.

Если на чертеже все размеры справочные, то их не отмечают знаком "*", а в технических требованиях записывают: "Размеры для справок".

При установлении номинальных размеров у проектируемых изделий конструктор должен стремиться к сокращению разнообразия размеров, например, близкие по расчетным размерам фаски, канавки и т.п. следует задавать одинаковыми размерами.

Примечание. При уменьшении разнообразия в размерах упрощается производственный процесс, уменьшается число необходимого режущего и измерительного инструмента, а в итоге снижается стоимость изготовления изделия.

При назначении номинальных размеров конструктор должен учитывать требования:

- ГОСТ 8032–84. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел (см. прил. 2);
- ГОСТ 6636–69. Нормальные линейные размеры;
- ГОСТ 8908–81. Нормальные угловые размеры.

1.4 Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц

Кроме изображения изделия с размерами, предельными отклонениями и шероховатостью поверхности чертеж может содержать (см. ГОСТ 2.316–68):

- а) текстовую часть, состоящую из технических требований, характеристик и т.п.;
- б) надписи с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;

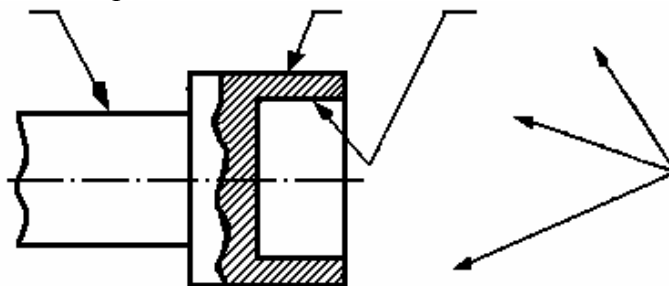


Рис. 1.9

в) таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, условными обозначениями и т.д.;

г) надписи, установленные в других стандартах.

При нанесении *линий-выносок* (для надписей у изображений) необходимо выполнять следующие требования:

– если эта линия отводится от линии видимого или невидимого контура, то ее необходимо заканчивать стрелкой (рис. 1.9);

– если эта линия пересекает контур изображения и не отводится от какой-либо линии, то ее заканчивают точкой (см. рис. 1.7);

– на конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки;

– линии-выноски не должны пересекаться между собой;

– линии-выноски, проходящие по заштрихованному полю, не должны быть параллельны линиям штриховки;

– линии-выноски не должны пересекать, но возможности, размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

Допускается проводить линии-выноски с одним изломом, а также проводить от одной полки несколько линий-выносок (см. рис. 1.9).

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски или под ней.

Для обозначения на чертеже видов, разрезов, сечений и поверхностей изделия применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением букв *Й, О, Х, Ъ, Ы, У*.

Буквенные обозначения в алфавитном порядке (без пропусков и повторения, независимо от количества листов чертежа) присваивают сначала видам, разрезам, сечениям, а затем – поверхно-

стям.

Буквенные обозначения подчеркиваю тонкой линией.

Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера шрифта цифр размерных чисел чертежа приблизительно в два раза.

Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного и основной надписи, указывают непосредственно под надписью, относящейся к изображению.

Технические требования и *таблицы* включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выражать графическими или условными обозначениями.

Надписи, таблицы и т.п., как правило, располагают параллельно основной надписи чертежа.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, и располагают над основной надписью чертежа.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Заголовок "Технические требования" не пишут.

Таблицы, содержание и расположение которых установлены стандартами (например, для зубчатого колеса), выполняют, учитывая требования соответствующего стандарта.

Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его.

Над таблицей, помещенной на чертеже, справа ставят слово "Таблица" с порядковым номером (без знака №). Если на чертеже только одна таблица, то ее не нумеруют и слово "Таблица" не пишут.

Перечень допускаемых *сокращений слов*, применяемых в основных надписях, технических требованиях и таблицах на чертежах и в спецификации, дан в прил. к ГОСТ 2.316–68.

1.5 Нанесение обозначений шероховатости поверхностей

При изготовлении деталей обеспечиваются не только правильные размеры их элементов, но и заданная чистота обработки поверхностей. Все поверхности в той или иной степени шероховаты. Если рассмотреть в сильную лупу или под микроскопом поверхность какой-либо детали, то даже на хорошо отполированной поверхности будут заметны микронеровности. Конструктор устанавливает допускаемую шероховатость поверхности каждого элемента детали, исходя из ряда соображений, технических, в зависимости от характеристики поверхности, или экономических.

Поверхности, определяющие в совокупности геометрическую форму детали, подразделяют на сопрягаемые, привалочные (прилегающие, опорные) и свободные (*D* на рис. 1.10, *a*).

Сопрягаемыми называют поверхности детали, которые, соприкасаясь с поверхностями других деталей изделия, являются *охватывающими* (поверхность *A* на рис. 1.10, *a*) или *охватываемыми* (поверхность *B* на рис. 1.10, *a*).

Привалочными называют поверхности, соприкасающиеся с поверхностями других деталей изделия, но не являющиеся охватываемыми или охватывающими (поверхность *B* на рис. 22.13, *a*). К сопрягаемым и привалочным поверхностям предъявляются повышенные требования в отношении точности их изготовления и шероховатости.

Параметры и характеристики шероховатости поверхностей определяет ГОСТ 2789–73, обозначения шероховатости поверхностей и правила их нанесения – ГОСТ 2.309–05. Сведения о параметрах, характеристиках, терминах и определениях, а также нанесении обозначений на чертежах содержатся в [1, 16].

В качестве параметров шероховатости приняты следующие величины, мкм:

- *Rz* – средняя высота неровностей профиля, подсчитанная определенным образом;
- *Ra* – среднее арифметическое отклонение профиля для *n* отклонений, промеренных на установочной длине / поверхности, называемой базовой линией.
- *Ra* – предпочтительней. Символы *Ra* и *Rz* в обозначениях шероховатости, наносимых на чертеже, пишут под полкой знака шероховатости (рис. 1.10, *b*).

Размеры знака шероховатости указаны на рис. 1.10, б, где h равняется высоте цифр размерных чисел на чертеже; $H = (1,5 - 5) h$. На правом конце знака кружок обозначает шероховатость по контуру. Знак шероховатости с кружком в уголке (рис. 1.10, в) показывает, что поверхность не обрабатывается по данному чертежу. Цифры имеют такую же высоту, как и размерные.

Условимся указывать в курсе инженерной графики:

- $\sqrt{Ra\ 5,0}$ – для обработанных поверхностей невысокого качества, не соприкасающихся (например, применительно к отверстиям для болтов, вставленных с зазором);

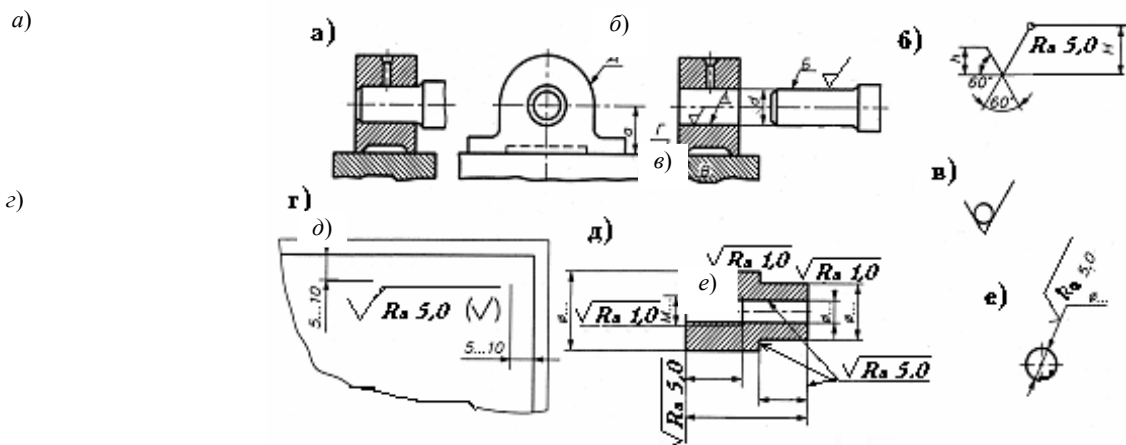


Рис. 1.10

- $\sqrt{Ra\ 1,0}$ – для сопрягаемых поверхностей (например, для резьб, при запрессовки одной детали в другую), привалочных поверхностей, а также применительно к деталям, прессованным из пластмасс.

При одинаковой шероховатости большинства поверхностей детали в правом верхнем углу чертежа указывают соответствующее обозначение в 1,5 раза крупнее остальных. Если при этом отдельные поверхности детали имеют иную шероховатость, то в скобках ставят знак обычной высоты (рис. 1.10, з). Параметры записывают "ногами" вниз или вправо как и размерные числа. Знак шероховатости наносят с той стороны, откуда подводится инструмент; для резьбы – всегда применительно к наружному диаметру (для резьбового отверстия – на выносной линии), как показано на рис. 1.10, д. Если диаметр отверстия указан на его проекции – окружности, обозначение шероховатости наносят согласно рис. 1.10, е.

2 ЧЕРТЕЖИ ИЗДЕЛИЙ

2.1 Чертежи деталей

Чертеж детали – документ, содержащий изображения детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля (см. ГОСТ 2.102–68).

Каждая деталь сборочной единицы изготавливается отдельно или:

литьем в формы соответствующего материала (чугуна, стали и др.) обычно с последующей механической обработкой на металлорежущих станках (токарных, фрезерных и др.);

непосредственной обработкой на металлорежущих станках рядового, фасонного или сортового про-

ката (болванки, прутки, листы, ленты, полосы, угольники и т.п.);

ковкой, штамповкой соответствующих заготовок из рядового, фасонного или сортового проката с последующей обработкой (при необходимости) на металлорежущих станках.

В ряде случаев детали подвергаются различным видам обработки и отделки: термической обработке (например, закалке), гальванической (например, хромированию), химической (например, травлению) и др.

Чертеж детали должен содержать все данные, необходимые для выбора исходного материала и выполнения всех операций по ее изготовлению.

Примечание. На учебных чертежах данные об обработке, отделке и покрытии поверхностей обычно не указывают.

В общем случае детали на чертеже изображаются такими, какими они являются в действительности.

Однако для снижения трудоемкости выполнения чертежей, экономии времени и материалов стандартами предусмотрены условности и упрощения:

- применение разрезов, совмещенных с видами;
- условности при изображении резьб; зубьев зубчатых колес, сварки, пайки, накатки и др.;
- упрощения при нанесении размеров и т.д.

Рабочие чертежи выполняют, как правило, на все детали, входящие в изделие. Условия, при которых допускается не выполнять рабочие чертежи деталей, определены ГОСТ 2.108–68, ГОСТ 2.109–73.

Рабочие чертежи *не выпускают* на покупные (в том числе и стандартные) детали, если они применяются без дополнительной обработки, например, на болты, винты, гайки и т. и.

Допускается не выпускать чертежи на:

- а) детали, изготавливаемые из фасонного или сортового материала отрезкой под прямым углом;
- б) детали, изготавливаемые из листового материала резкой по окружности или по периметру прямоугольника без последующей обработки;
- в) несложные по конфигурации деревянные конструкции;
- г) детали изделий индивидуального производства, если их форма и размеры определяются по месту применения, на пример, части ограждения, части переборки и т.п.

Число изображений детали на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным, чтобы судить о форме и размерах ее наружных и внутренних поверхностей.

Если изображение детали, изготавливаемой гибкой, не дает представления о действительной форме и размерах ее элементов, то на чертеже помещают полную или частичную ее развертку. На изображении развертки наносят только те размеры, которые невозможно указать на изображении детали. При необходимости на развертке наносят линии сгибов, используя сплошные топкие линии и на полке линии-выноски указывают "Линия сгиба". Над изображением развертки помещают надпись "Развертка", которую подчеркивают сплошной тонкой линией (рис. 2.1).

Допускается совмещать изображение части развертки с видом детали, если при этом не нарушается ясность чертежа. В этом случае для изображения развертки применяется штрихпунктирная тонкая линия и надпись "Развертка" не наносится (рис. 2.2, а).

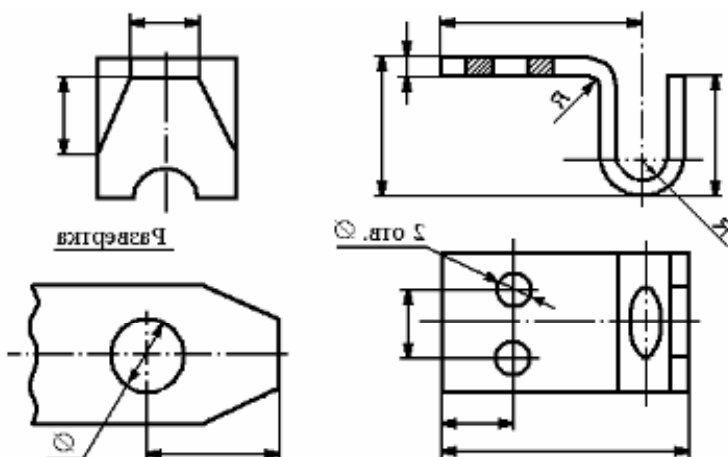


Рис. 2.1

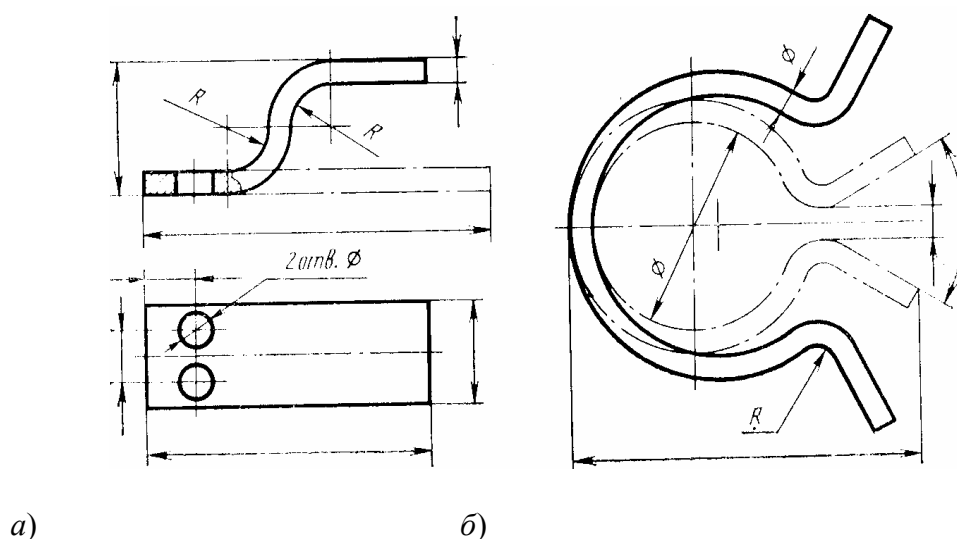


Рис. 2.2

Детали, у которых отдельные элементы должны быть измерены после изменения первоначальной формы (т.е. не в свободном состоянии), изображают: в свободном состоянии – сплошными основными линиями, а после изменения первоначальной формы – штрихпунктирными тонкими линиями.

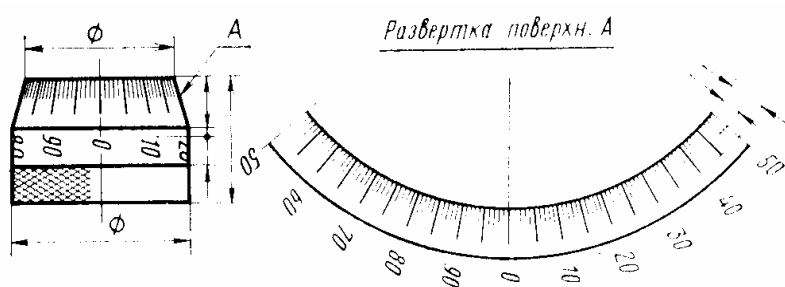
На изображении, выполненном штрихпунктирными тонкими линиями, наносят только те размеры, которые должны быть измерены при этом состоянии детали (рис. 2.2, б).

Надписи и знаки, наносимые на плоскую поверхность дошли, изображают на соответствующем виде полностью.

Надписи и знаки, наносимые на цилиндрические и конические поверхности, изображают на соответствующем виде и на изображении поверхности в виде развертки (см. рис. 2.3),

Примечание. На рис. 2.3 указан ГОСТ 2930–62 на шрифты и знаки в измерительных приборах

На чертеже детали, имеющей надписи и знаки, должен быть указан способ их нанесения (гравировка, чеканка и т.п.), а также покрытие всех поверхностей детали, покрытие фона лицевой поверхности и наносимых надписей и знаков.



- 1 Число равных делений по окружности – 100.
- 2 Шрифт ПО – 4 ГОСТ 2930–62.
- 3 Риски и цифры гравировать.

Рис. 2.3

На чертежах деталей, изготавливаемых из материалов, имеющих лицевую и обратную стороны (кожи, пленки и т.п.), при необходимости на полке линии-выноски указывают лицевую сторону (рис. 2.4, а).

Детали из стекла и других прозрачных материалов изображают как непрозрачные. Если нанесенные на деталь надписи расположены за прозрачной деталью и должны быть видны у готовой детали, то их изображают как видимые и в технических требованиях помещают соответствующие указания (рис. 2.4, б).

Если ребро у детали необходимо изготовить острым, то на чертеже помещают соответствующие указания. Если ребро скругляют, то указывают радиус округления. Если ребро должно быть притуплено, то на чертеже не помещают никаких указаний.

Технологические уклоны (формовочные, штамповочные и т.п.) на чертежах, как правило, не показывают.



Рис. 2.4

Для изображения поперечного вида шпоночной канавки в ступицах зубчатых колес и шкивов допускается изображать только контур отверстия, без изображения всей детали

На чертежах деталей в основной надписи указывают материал, из которого должна быть она изготовлена, а также необходимые данные, характеризующие свойства материала готовой детали. Марки материалов указывают в соответствии с присвоенными им в стандартах обозначениями (см. прил. 3, 4). При отсутствии стандарта обозначение материала указывают по техническим условиям.

В графе основной надписи чертежа указывают теоретическую или фактическую массу детали в килограммах без указания единиц измерения. Допускается указывать массу и в других измерениях, но с обязательным указанием их, например, 0,5 г; 3 т.

Для выполнения рабочих чертежей деталей предпочтительным является масштаб 1:1. Исключение делается для относительно мелких или крупных деталей, которые соответственно вычерчиваются в масштабе увеличения или уменьшения.

При выполнении рабочих чертежей деталей, дополнительно к ранее отмеченному, необходимо учитывать следующие требования практики и технологии их изготовления:

- у деталей, изготавливаемых литьем, в углах не допускают утолщения стенок (во избежание появления усадочных раковин и трещин), а также и уменьшения толщины стенок;
- у деталей, изготавливаемых отливкой, обычно выдерживают одну толщину стенок;
- у деталей, изготавливаемых литьем или штамповкой, отсутствуют острые углы;
- на круглых фланцах деталей центры отверстий обычно являются вершинами правильных многоугольников;
- у вала в местах перехода от одного диаметра к другому всегда выполняют галтели. Радиус галтелей зависит от диаметра вала (при диаметре до 30 мм – радиус 3 мм; от 30 до 45 мм – 4 мм и свыше 45 мм – 5 мм). Вместо галтелей иногда делают кольцевые проточки, если при этом не нарушается прочность вала;
- ребра жесткости, как правило, имеют форму треугольника, катеты которого соединены с соответствующими поверхностями детали;
- ось отверстия, как правило, располагают перпендикулярно к поверхности, которую она пересекает (рис. 2.5, з);
- чтобы ось сверла направить перпендикулярно к поверхности, выполняют либо приливы (бобышки) с плоским основанием (рис. 2.5, б), либо плоский срез поверхности (рис. 2.5, з);

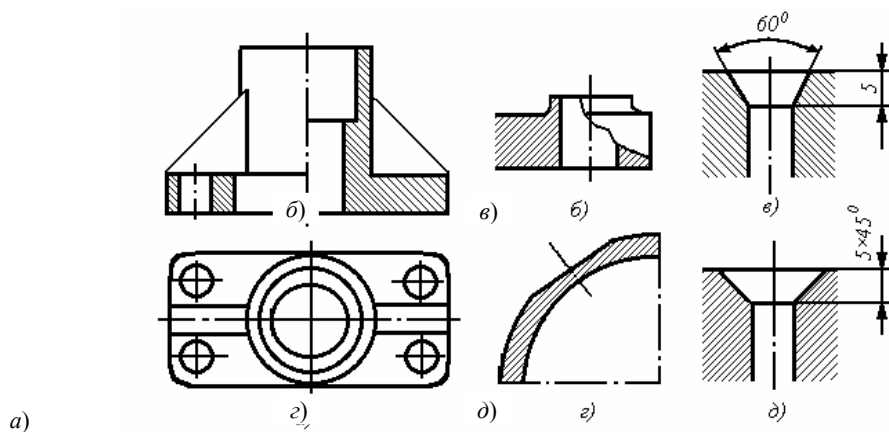


Рис. 2.5

– у деталей, изготавливаемых литьем, опорные поверхности под головки болтов, винтов, гаек выполняются в виде приливов (бобышек), возвышающихся над рядом расположенной поверхностью (рис. 2.5, б). Диаметры этих опорных поверхностей (бобышек) должны быть не меньше диаметра шайбы;

– в конце резьбы обычно делают проточку (исключение составляет трубная резьба), а в начале резьбы всегда выполняют фаску;

– если деталь имеет резьбу, то она должна иметь и поверхность под ключ, или прорезь для отвертки, или рифление, или специальные выступы;

– на чертеже оси деталей, имеющих соосные поверхности вращения (валов, втулок, колес и т.п.), как правило, располагают параллельно основной надписи;

– конические поверхности, получаемые коническим инструментом (зенкером), обычно на чертеже задают углом зенковки и ее глубиной (рис. 2.5, в, д).

Прежде чем проставить размеры на чертеже детали, необходимо их определить. При этом возможны два варианта:

а) размеры заданы конструктором при проектировании изделия (размеры на чертеже общего вида); размеры детали надо определить, используя измерительные инструменты.

При определении размеров в том и другом случае следует критически оценить целесообразность полученных размеров, учитывая: назначение поверхностей, размеры сопрягаемых поверхностей, погрешности в измерении действительных размеров и т.д., а также нормальный ряд чисел (см. прил. 2).

Например, если дробный размер получен для изготовленной опрессовкой поверхности, то ее номинальный размер, назначенный конструктором, был, очевидно, целым числом, а отклонение являлось результатом погрешности измерения или неточности изготовления, а также износа детали.

При определении размеров элементов детали, требования к которым установлены стандартами (стандартных резьб, канавок под шпонку, отверстий под штифт и т.п.), нужно проверить соответствие полученных размеров их значениям по стандарту.

При выполнении рабочего чертежа детали с натуры дополнительно необходимо учесть следующие положения:

– дефекты детали (неточность отливки, раковины, износ и т.п.) на чертеже не отражают;

– при использовании измерительных инструментов учитывают, что чем больше требовательность к точности измерения, тем более точные измерительные инструменты и приемы обмера следует применять;

– при отсутствии резьбомера шаг резьбы можно измерить по ее отпечатку на бумаге;

– для определения радиуса кривизны поверхности, имеющей плоскую кромку, используют отпечаток этой кромки на бумаге;

– измерения на детали надо выполнять так, как нанесены размерные линии. Если при этом окажется, что невозможно или сложно измерить проставленный размер, то он должен быть проставлен иначе.

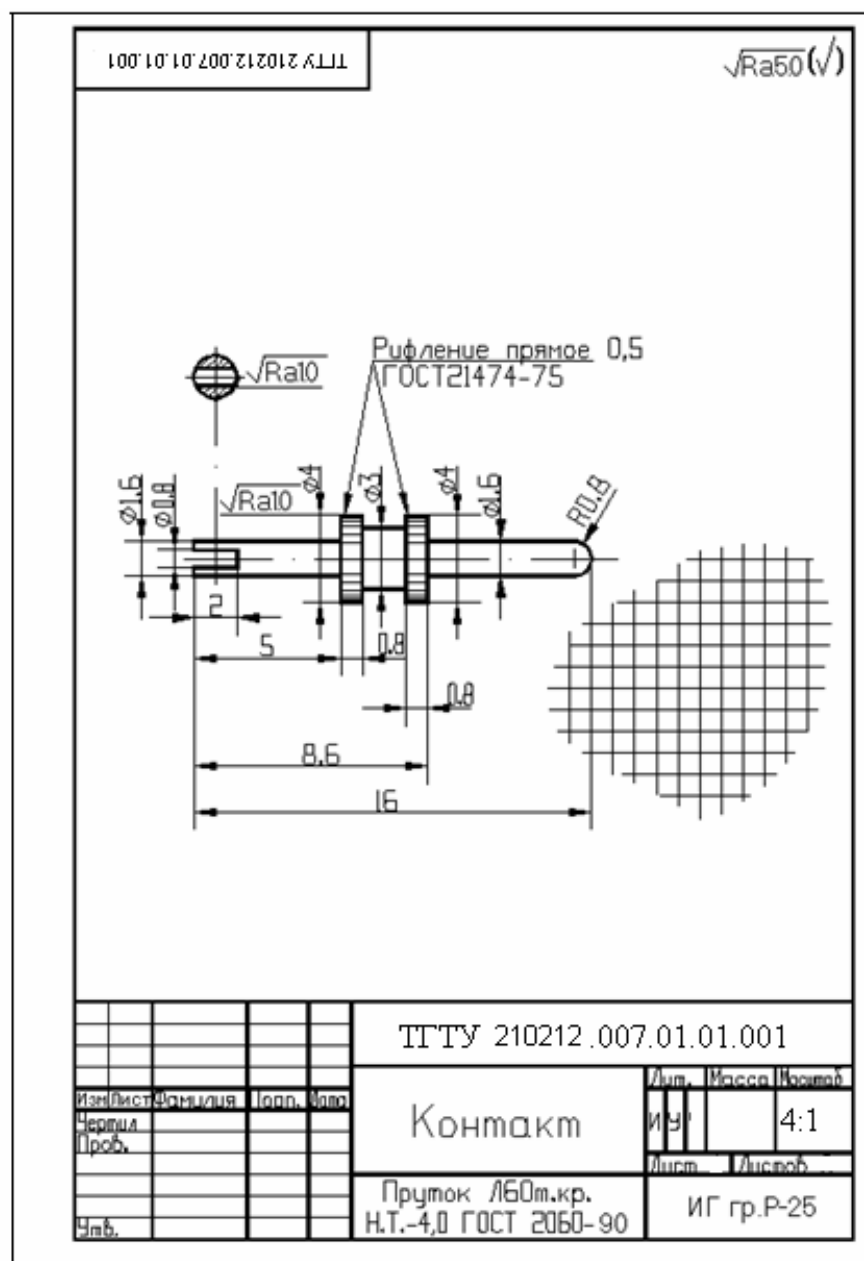
2.2 Эскизы

Эскиз детали – временный документ, выполненный без помощи чертежных инструментов (от руки) и содержащий изображения детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля (ГОСТ 2.125–88).

В виде эскиза может быть выполнен любой чертеж – рабочий чертеж детали, чертеж общего вида, сборочный чертеж и т.д.

Эскиз должен быть выполнен и оформлен так же, как и рабочий чертеж, без помощи чертежных инструментов. Размеры частей детали и относительная величина изображений выдерживаются в пределах глазомерной точности. Все остальные требования, которые предъявляются к чертежу детали, полностью относятся и к эскизу.

Эскизы используются как при конструировании новых изделий, так и в производстве, например, при аварийном ремонте прибора новая деталь может быть изготовлена по эскизу, а не по чертежу. Вы-



полнение эскиза занимает значительно меньше времени, чем выполнение рабочего чертежа.

Рис. 2.6

Эскизы рекомендуется выполнять на бумаге в клетку соответствующего формата. Сетка линий клеток облегчает проведение горизонтальных и вертикальных линий, линий штриховки под углом 45° и надписей.

На эскизах, особенно выполняемых в учебных целях, разрешается проводить окружности и дуги большого радиуса при помощи циркуля, учитывая отсутствие у студентов необходимых навыков.

Выполнение эскиза детали (с натуры) практически не отличается от выполнения рабочего чертежа детали.

Эскиз обычно выполняют мягким карандашом (марки М, 2М). Пример выполнения эскиза дан на рис. 2.6.

2.3 Чертеж общего вида

Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия (ГОСТ 2.102–68).

Чертеж общего вида (пример на рис. 2.7) в общем случае должен содержать (см. ГОСТ 2.119–73):

а) изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы;

б) наименования, а также обозначения (если они имеются) составных частей изделия;

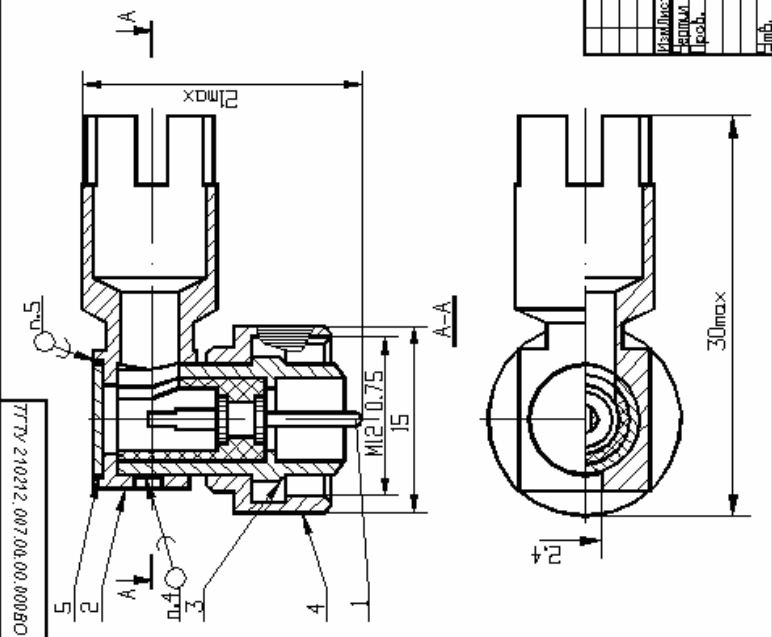
в) размеры и другие наносимые на изображения данные. На чертеже общего вида изображения изделия выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД для рабочих чертежей (рабочего чертежа детали, сборочного чертежа).

Элементы чертежа общего вида (номера позиций, технические требования, надписи и др.) также выполняются по правилам, установленным стандартами ЕСКД для рабочих чертежей.

Наименования и обозначения составных частей изделия на чертежах общего вида указывают одним из следующих способов: на полках линий-выносок; в таблице, размещаемой на чертеже общего вида; в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4. При наличии таблицы на полках линий-выносок указывают номера позиций составных частей изделия.

Примечание. На учебных чертежах обычно используют последний способ и таблицу выполняют по форме спецификации (рис. 2.8). Форма таблицы, установленная ГОСТ 2.119–73, отличается от формы спецификации, но это расхождение можно считать допустимым для курса инженерной графики.

1. Вилка предназначена для кабеля РК-75-3-11 ТУ КП 100-61-60
2. Задельку кабеля выполнять по нормалу НО 4520-63
3. Механический монтаж производить по нормалу НО 5231-66
4. Паять ПОС 40 ГОСТ 21931-76 флюс КСп НО 0540-63 паять при сборке
5. Крышку пос.5 паять ПОС 40 ГОСТ 21931-76 после заделки кабеля
6. Допускается в местах пайки производить зачистку с последующей защитой мест нарушения альбанического покрытия лаком АК-113Ф МРТУ Б-10-473-64
7. Вилка должна соответствовать нормалу НО 4502-63
8. Все размеры - для справок



ТГТУ 210212.007.00.00.000 ВО		
Мат.	Масса	Масштаб
ИЧ9		Б1
Лист 4	Листов 8	ИГ гр. Р-25

Детали			
11	2 МИРЭА.010X02.ВИ2	Корпус	1
11	3 МИРЭА.010X03.ВИ2	Втулка	1
11	4 МИРЭА.010X04.ВИ2	Гайка накидная	1
11	5 МИРЭА.010X05.ВИ2	Крышка	1
	ТГТУ 210212.007.000000ВО		
	ТГТУ 210212.007.010000СБ		

ТГТУ 210212.007.0100001
ТГТУ 210212.007.0100002
ТГТУ 210212.007.0100003
ТГТУ 210212.007.0100004

МирЭА.010XXX.ВИ2		Мат.	Масса	Масштаб
Вилка		ИЧ9		
Прутки ЛБ0т.кр. шт 4 по ГОСТ 21931-76		Лист 4 Листов 8		
		Кафедра ИГ		

Рис. 2.8

Как отмечалось, чертеж общего вида выполняется на стадии проектирования нового изделия и является исходным документом чертежей деталей.

Вопросы проектирования новых изделий в курсе инженерной графики не рассматриваются, так как студенты не имеют необходимых знаний для конструирования изделий, поэтому все вопросы, связанные с выполнением чертежа общего вида, также не рассматриваются. Достаточно отметить дополнительно, что все рекомендации по выполнению сборочного чертежа, в равной мере относятся и к чертежу общего вида.

Чертеж общего вида (см. рис. 2.7) в основном отличается от сборочного чертежа (см. рис. 2.9) тем, что:

- вскрывает конструкцию всего изделия и каждой его составной части (детали);
- содержит большее число изображений, включая дополнительные виды, разрезы, сечения и т.п., так как иначе нельзя выявить конструкцию элементов деталей изделия;
- содержит большее число размеров, как определяющих взаимное расположение деталей, так и уточняющих форму элементов деталей изделия.

В учебном процессе обычно используется готовый чертеж общего вида изделия для выполнения по нему рабочих чертежей деталей.

2.4 Сборочные чертежи

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (ГОСТ 2.102–68).

Сборочный чертеж (см. рис. 2.9) отражает взаимное расположение и связи составных частей сборочной единицы, обеспечивает ее сборку и контроль. Спецификация сборочной единицы, представленной на рис. 2.9, приведена на рис. 2.10.

Для составления сборочных чертежей необходимы знания и навыки, полученные при изучении предшествующих разделов.

Чертеж должен быть подробно разработан с выявлением геометрических форм деталей, входящих в сборочную единицу. Если необходимо, применяются дополнительные виды и разрезы, а также изображения или сечения отдельных деталей. Для экономии места строят частичные изображения, половины проекций и разрывы.

На сборочном чертеже наносят минимальное количество размеров: габаритные, установочные и присоединительные к смежным устройствам. В числе технических требований, указываемых на чертеже, должно быть написано: *Все размеры для справок* или *размеры для справок со звездочкой* при наличии размеров, необходимых для изготовления и контроля сборочной единицы в целом (на чертеже эти размеры тоже помечают звездочкой).

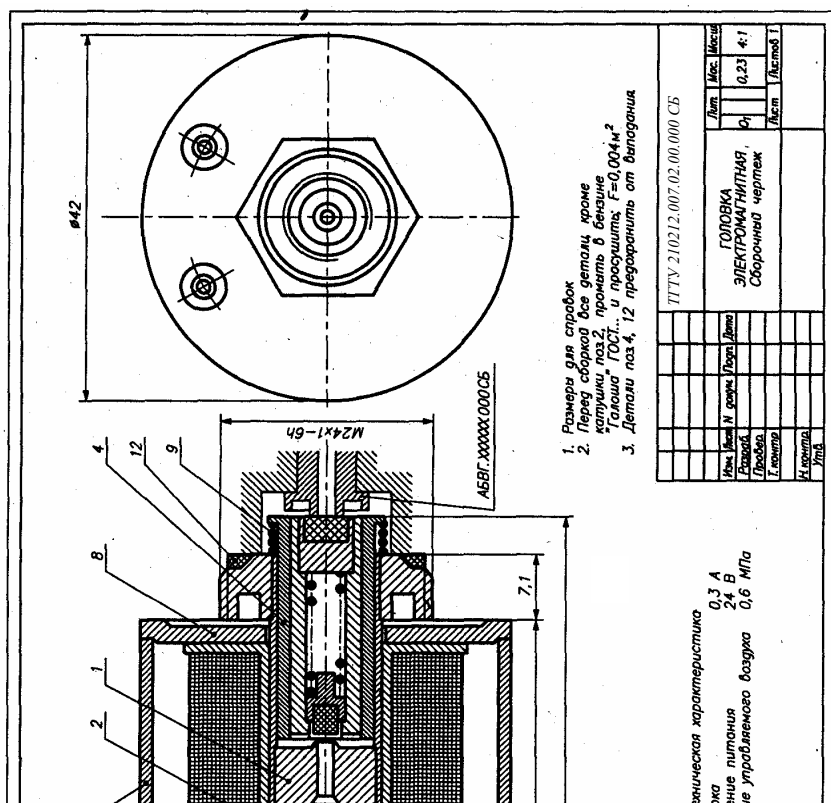
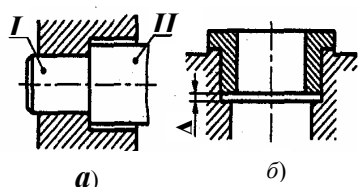


Рис. 2.9

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ТГТУ210212.007.0200000СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ТГТУ210212.007.0201000СБ	Корпус	1	
		2	ТГТУ210212.007.0202000СБ	Катушка	1	
		3	ТГТУ210212.007.0203000СБ	Кожух	1	
		4	ТГТУ210212.007.0204000СБ	Сердечник	1	
				<u>Детали</u>		
		8	ТГТУ210212.007.02.00.001	Шайба	1	
		9	ТГТУ210212.007.02.00.002	Пружина	1	
		10	ТГТУ210212.007.02.00.003	Переходник	1	
		11	ТГТУ210212.007.02.00.004	Прокладка	1	
		12	ТГТУ210212.007.02.00.005	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		16		Гайка М12...ГОСТ...	1	
		17		Втулка 5x5 ОСТ...	2	

ТГТУ210212.007.02.00.000				
Изм/Лист	№	Докум.	Подп.	Дата
Разработ.				
Провер.				
Н.контр.				
Утв.				
Головка				
электромагнитная				
		Лист	Лист	Листов
				1

Рис. 2.10



Основную надпись оформляют по форме 1. Обозначения пишут с шифром СБ. Указывают количество листов и заполняют другие необходимые графы.

При разработке и оформлении сборочных чертежей надо учесть некоторые особенности:

Рис. 2.11

- контуры смежных деталей чертят одной линией, если зазоры между ними менее 1 мм на чертеже. Но в некоторых случаях рекомендуется показывать зазор независимо от его величины. На рис. 2.11, а виден ступенчатый стык. Соосность детали и отверстия обеспечивается в одной ступени – левой. В другой ступени следует обеспечить обязательный зазор, больший, чем возможная погрешность при изготовлении, приводящая к несоосности поверхностей детали I и II. По той же причине предусмотрен зазор А под втулкой (см. рис. 2.11, б), которая опирается на смежную деталь буртом;

- если в сборочную единицу входят широко распространенные составные части, допускается не чертить их полностью, а показывать только контурное очертание. Иногда при большом количестве одинаковых составных частей подробно чертят одну, остальные показывают контуром. Примеры приведены на рис. 2.12;

- если детали могут перемещаться, их крайние положения показывают штрихпунктирной линией с двумя точками, проставляя координирующие размеры (рис. 2.13);

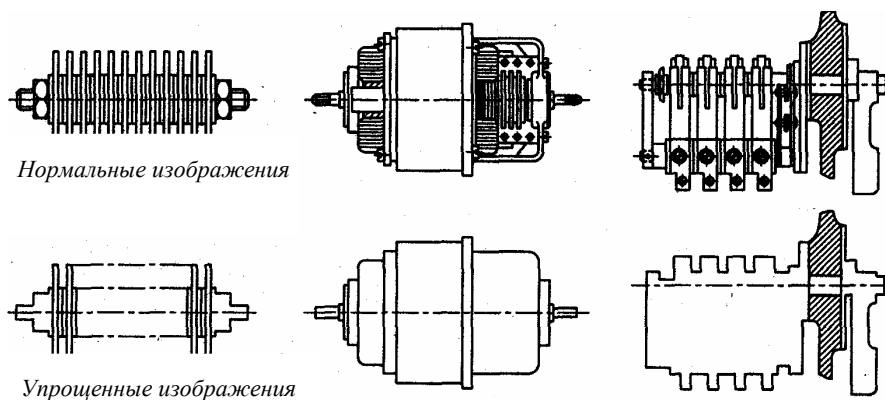


Рис. 2.12

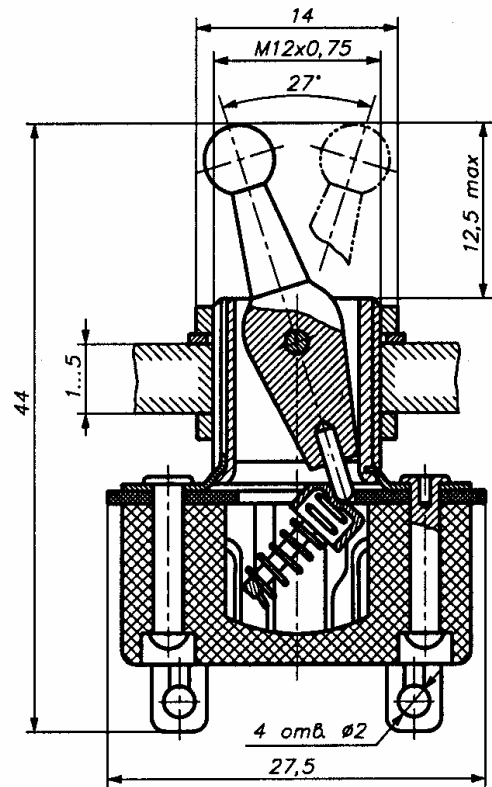


Рис. 2.13

- по мере надобности чертят тонкими линиями пограничные детали ("обстановку"), смежные с данной сборочной единицей (см. рис. 2.13), применяя штриховку (допускается не штриховать);
- практикуется изображение половины симметричной проекции;
- если крышка закрывает устройство, например на виде сверху, то вид или половину вида чертят без крышки с надписью: *Крышка поз. условно снята*;
- применяются упрощения:
 - подшипники качения условно изображают тонкими диагональными линиями (см. рис. 2.14, а);
 - фаски можно не показывать на сборочном чертеже там, где они не имеют принципиального значения, например у крепежных деталей и отверстий для них;

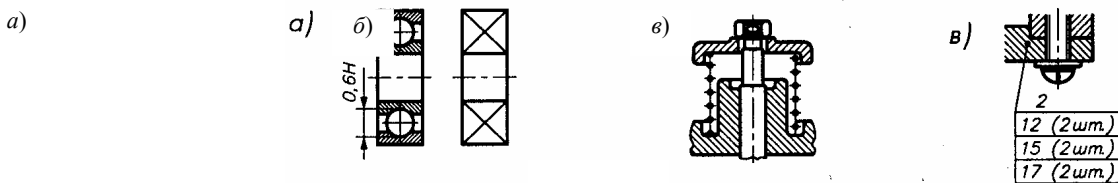


Рис. 2.14

– пружина (см. рис. 2.14, б) может быть изображена лишь сечениями витков, без линий, находящихся за плоскостью разреза.

ГОСТ 2.109–73 допускает еще ряд упрощений для сборочных чертежей, которые следует применять по мере понимания существа предмета.

- для всех составных частей изделия должны быть указаны их позиционные обозначения (см. рис. 2.9) в соответствии со спецификацией (рассмотрена ниже). Для номеров позиционных обозначений заготавливают полки на линиях-выносках, расположенные группами в вертикальных и горизонтальных рядах, по возможности через одинаковые интервалы. От каждой полки проводят линию-выноску к соответствующей детали с точкой на конце, избегая совпадения их с линиями штриховки. Линии-выноски не должны пересекаться между собой и должны пересекать как можно меньше других деталей. Цифры наносят шрифтом на номер больше размерных. Позиционные обозначения крепежных деталей пишут на полках под обозначением прикрепляемой детали (см. рис. 2.14, в);

Спецификация

Спецификация (см. пример на рис. 2.10) содержит перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к нему и его неспецифицируемым составным частям. Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2.108–68.

Спецификацию выполняют на отдельных листах с особыми формами основных надписей для первого (рис. 2.15, а) и последующих листов (рис. 2.15, б).

Графы спецификации заполняют в следующем порядке (см. пример на рис. 2.10):

1 *Документация* – обозначение сборочного чертежа специфицируемого изделия (в графе наименование – *Сборочный чертеж*) и другие документы, например электрическая принципиальная схема изделия.

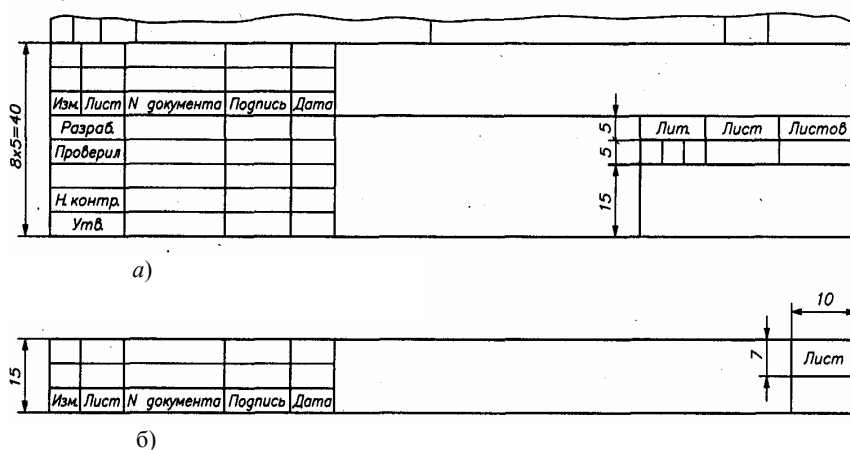


Рис. 2.15

Затем с указанием позиций и количеств записывают:

2 *Сборочные единицы* – обозначения и наименования входящих сборочных единиц в последовательности возрастания обозначений.

3 *Детали* – обозначения и наименования деталей, не вошедших в сборочные единицы, в порядке возрастания обозначений.

4 *Стандартные изделия* – по алфавиту, сначала крепежные изделия, затем электрорадиоизделия. В пределах каждого наименования – в порядке возрастания стандартов; в пределах каждого обозначения стандарта – в последовательности возрастания параметров или размеров. В примечаниях указывают буквенно-цифровые обозначения радиоизделий по принципиальной схеме.

5 *Прочие изделия*, например, примененные по техническим условиям (ТУ), – по алфавиту и возрастанию параметров.

6 *Материалы* – по видам в последовательности: металлы черные; металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; металлы цветные, благородные и редкие; кабели, провода и шнуры; пластмассы и пресс-материалы; бумажные и текстильные материалы; резиновые и кожевенные материалы; минеральные, керамические и стеклянные; лаки, краски; прочие материалы. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования – по возрастанию размеров или других технических параметров. Указывают количество, массу, длину провода и т.п.

НОМЕРА ПОЗИЦИЙ

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы (т.е. после заполнения спецификации).

Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от изображения составных частей изделия, и, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций составных частей, выделяя их двойной полкой (рис. 2.16, а, 19).

Допускается проводить одну общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для:

- группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления (рис. 2.16, а);
- группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, если на чертеже невозможно подвести линию-выноску к каждой составной части. В этих случаях линию-выноску отводят от изображения той составной части, номер которой указывается первым (рис. 2.16, б).

Номера позиций указывают, как правило, на основных видах или заменяющих их разрезах и относят к видимым частям изделия. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа, вне контура изображения. Рекомендуется группировать их в одну колонку или строчку, располагая по возможности па одной линии и в возрастающем порядке.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера *больше*, чем размер шрифта размерных чисел на том же чертеже.

Если сборочная единица включает неразъемное соединение, то на сборочном чертеже указывают номер позиции всего неразъемного соединения, а не отдельных его деталей. На каждое из неразъемных соединений выпускают отдельный сборочный чертеж (см. рис. 2.20 – сборочный чертеж контакта 1 по рис. 2.7).

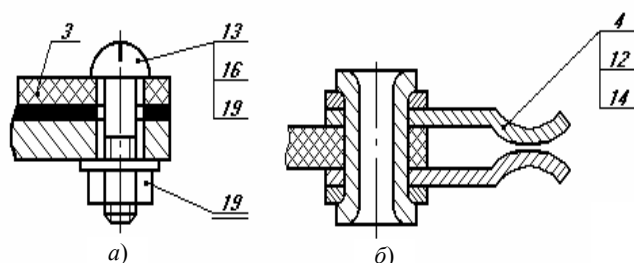


Рис. 2.16

Рекомендуется следующий **порядок выполнения сборочного чертежа** (см. рис. 2.9, 2.10):

1 *Подготовительная работа:*

- установить наименование, назначение и принцип работы изделия;
- определить составные части изделия и способы их соединения (сварка, пайка, резьба и т.п.);
- последовательно разобрать изделие на составные части, составляя при этом схему взаимного расположения и соединения этих частей (при выполнении сборочного чертежа изделия с натуры; эта операция, естественно, отпадает, если чертеж выполняется по чертежу общего вида);
- составить перечень (спецификацию) составных частей изделия;

2 выполнить эскизы составных частей изделия. Если изделие включает неразъемные соединения, то на каждое из них выполняется отдельный сборочный чертеж и эскизы каждой его детали (эта операция выполняется при изготовлении чертежа изделия с натуры).

2 *Выполнение сборочного чертежа*

Последовательность выполнения сборочного чертежа здесь не приводится, так как она незначительно отличается от указанной.

При выполнении сборочных чертежей необходимо учитывать требования технологии и практики изготовления изделий, например:

- в местах соединения деталей, находящихся под воздействием избыточного давления (внутреннего или внешнего), устанавливают уплотнительные прокладки, кольца или делают сальниковые устройства;
- у сопрягаемых деталей обычно выполняют не более двух сопрягаемых поверхностей (рис. 2.17, а, б), так как пригонка по трем поверхностям (см. рис. 2.17, в) относится к числу очень трудоемких операций (и крайне редко применяется);
- учитывают рекомендации по конструкции деталей.

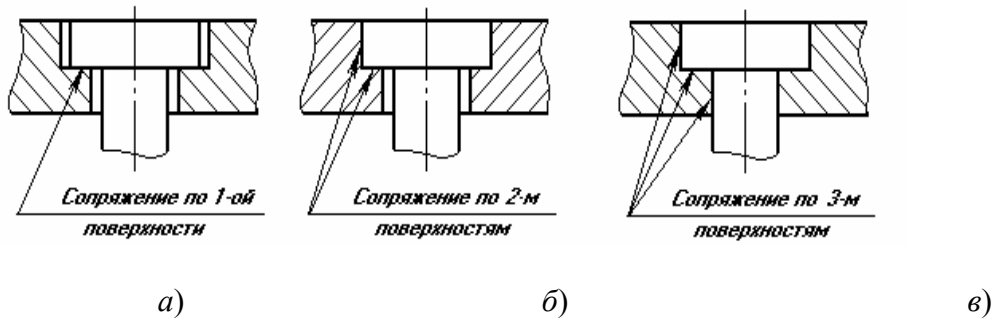


Рис. 2.17

2.5 Изображения условные и упрощенные крепежных деталей

На чертежах общих видов и сборочных крепежные детали изображают упрощенно или условно в зависимости от назначения и масштаба чертежа, учитывая требования ГОСТ 2.315–68 и ГОСТ 2.109–73.

Упрощенные и условные изображения крепежных деталей должны соответствовать указанным в табл. 2.1, а их соединений – в табл. 2.2. Крепежные детали, у которых на чертеже диаметр стержня равен 2 мм и менее, изображают условно.

Если изделие имеет ряд однотипных соединений, то крепежные детали, входящие в эти соединения, следует изображать на чертеже упрощенно или условно в одном-двух местах, а в остальных – центровыми или осевыми линиями (см. рис. 2.18, а).

Если на чертеже имеется несколько групп крепежных деталей, различных по типам и размерам, то вместо нанесения повторяющихся номеров позиций рекомендуется одинаковые крепежные детали обозначать условными знаками, а номера позиций наносить только один раз (см. рис. 2.18, б).

Шлицы на головках крепежных деталей следует изображать одной сплошной линией, как показано на рис. 2.19.

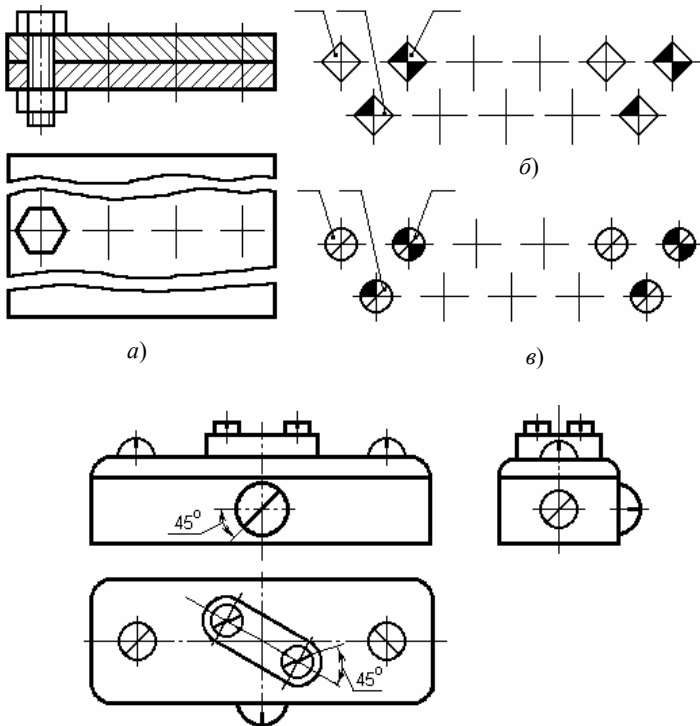
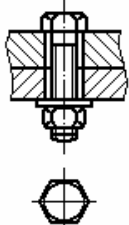
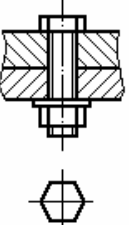

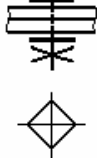
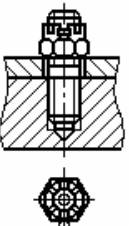
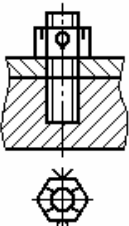
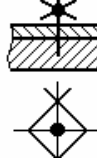
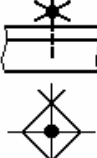
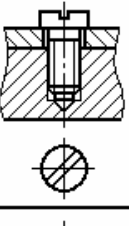
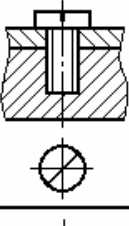
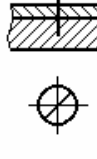
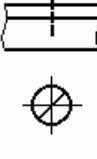
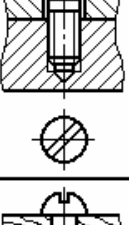
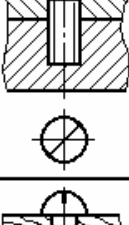
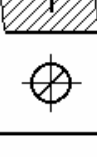
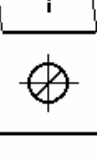
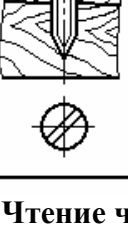
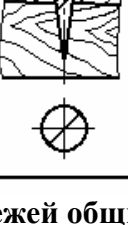




Рис. 2.19

2.1 Крепежные детали

Наименование	Изображение		Наименование	Изображение	
	упрощенное	условное		упрощенное	условное
Болты и винты с шестигранной головкой			Винты с потайной головкой		

2.2 Изображение крепежных деталей в соединениях

Вид соединения	Упрощённое	Условное	
		в сечениях	на видах
			
			
			
			
			

2.6 Чтение чертежей общих видов и сборочных чертежей

Чтение чертежей общих видов и сборочных чертежей – это процесс определения конструкции, размеров и принципа работы изделия по его чертежу.

Рекомендуется следующая **последовательность чтения чертежа**:

- а) по основной надписи установить название изделия, его массу, масштаб изображения, номер чертежа и организацию, выпустившую чертеж;
- б) определить назначение изделия и его габаритные размеры;
- в) ознакомиться с содержанием и взаимной связью изображений чертежа;
- г) ознакомиться с содержанием технических требований;
- д) по спецификации установить наименование каждой детали и определить ее изображения на чертеже;
- е) установить способы соединения отдельных деталей и их взаимодействие; определить крепежные детали; установить пределы перемещения подвижных деталей;
- ж) определить геометрические формы и размеры отдельных деталей (определить их конструкцию);
- з) мысленно представить внешние и внутренние формы изделия и всю его конструкцию;
- и) разобраться в работе изделия (если есть описание, то его необходимо использовать);
- к) определить порядок сборки и разборки изделия.

2.7 Детализирование чертежей общих видов

Детализирование – процесс выполнения рабочих чертежей деталей изделия по его чертежу общего вида.

Детализирование в конструкторских бюро применяется для уточнения форм и размеров отдельных деталей вновь проектируемого изделия, а также для составления рабочих чертежей деталей.

Детализирование в учебном процессе развивает пространственное представление и закрепляет знания и навыки в чтении чертежей и их выполнении.

Порядок выполнения рабочего чертежа детали по чертежу общего вида аналогичен выполнению такого чертежа с натуры.

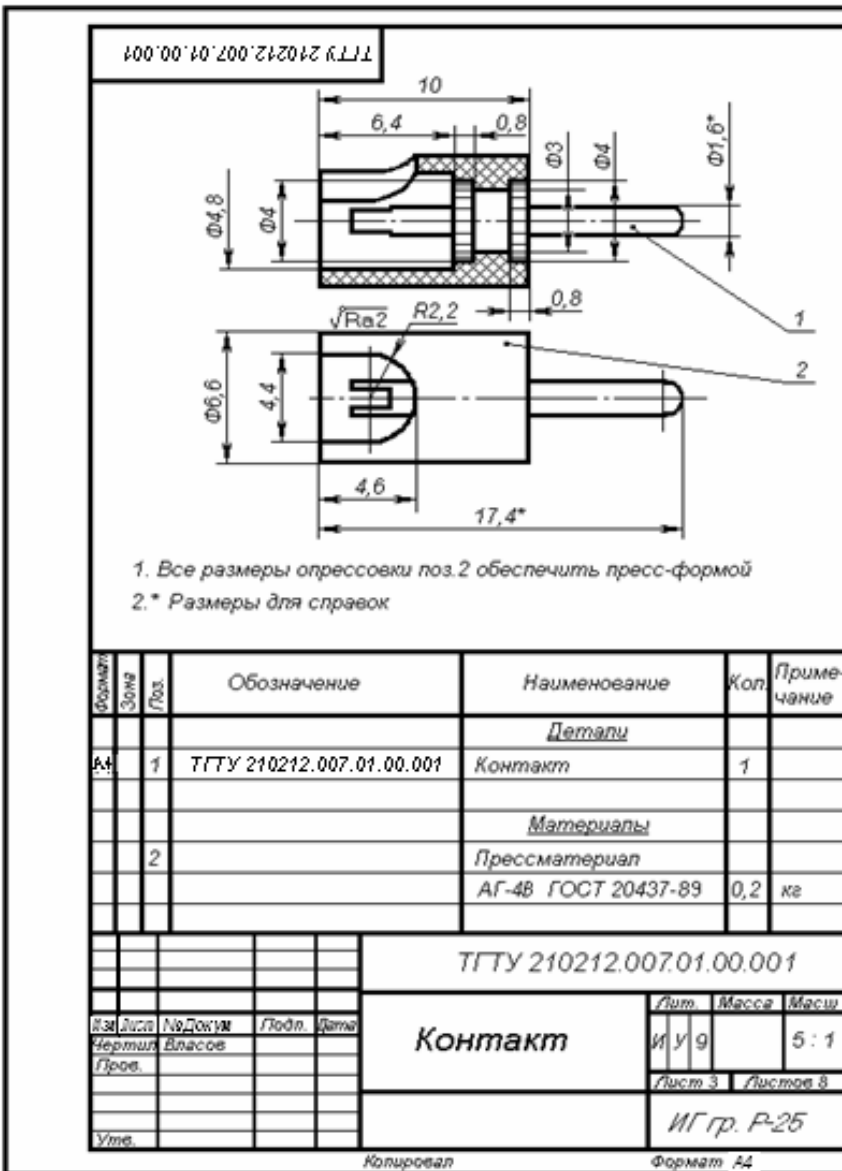
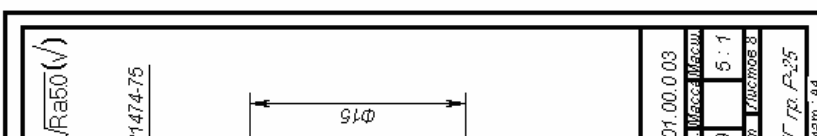


Рис. 2.20



Дополнительно необходимо учесть следующее:

- при выполнении рабочего чертежа с натуры формы и размеры детали непосредственно видны, а при детализовании по чертежу общего вида – их необходимо определить, т.е. прочесть заданный чертеж;
- расположение детали относительно фронтальной плоскости проекции, т.е. ее главный вид, выбирается, исходя из общих требований, а не из расположения ее на заданном чертеже;
- число и содержание изображений детали на ее рабочем чертеже также определяется, исходя из общих требований, и может не совпадать с заданным чертежом;
- рабочие чертежи на стандартные детали не выполняют;
- рабочие чертежи на те детали неразъемных соединений, которые отдельно не существуют (например, опрессовка), не выполняют, а размеры и другие необходимые данные указывают на чертеже этой сборочной единицы (см. рис. 2.20);
- если не требуется точное построение линий пересечения поверхностей детали, то вместо лекальных кривых допускается проводить дуги окружностей;

- при определении размеров детали по заданному чертежу их следует критически оценивать, особенно при получении дробных чисел;
 - допуски, посадки, шероховатость поверхностей, термическая обработка, отделка и другие требования к готовой детали определяются по изображениям чертежа, техническим требованиям, описанию и условиям работы изделия;
 - наименование детали и ее обозначение определяются по спецификации чертежа общего вида.
- Пример выполнения рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида дан на рис. 2.21.

3 ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

3.1 Виды и типы схем

Схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102–68).

Виды и типы схем, а также общие требования к их выполнению устанавливает ГОСТ 2.701–84.

Схемы значительно упрощают изображение изделия и облегчают изучение его устройства в случаях, когда нет надобности в изображении конструкции деталей изделия.

Схемы в зависимости от элементов и связей между ними подразделяются на следующие виды: электрические – Э, Гидравлические – Г; пневматические – П; кинематические – К; оптические – Л.

Допускаются также схемы: вакуумные – В; газовые – Х; автоматизации – А; комбинированные – С.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяются на следующие типы; структурные – 1; функциональные – 2; принципиальные (полные) – 3; соединений (монтажные) – 4; подключения – 5; общие – 6; расположения – 7; прочие – 8, объединенные – 0.

Структурная схема – схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязь.

Функциональная схема – схема, разъясняющая процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом.

Принципиальная (полная) схема – схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними в изделии и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия.

Схема соединений (монтажная) – схема, показывающая соединения составных частей изделия и определяющая провода, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения.

Схема подключения – схема, показывающая внешние подключения изделия.

Общая схема – схема, определяющая составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации.

Схема расположения – схема, определяющая относительное расположение составных частей изделия.

Наименование схемы определяется ее видом и типом, например: "Схема электрическая принципиальная".

Шифр схемы состоит из буквы, определяющей ее вид и цифры, обозначающей ее тип, например: схема электрическая принципиальная – Э3; схема электрическая соединений – Э4.

Схемы выполняются без соблюдения масштаба, компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения.

Линии связи выполняются толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от размеров схемы. Рекомендуется применять толщину этих линий в пределах 0,3 – 0,4 мм.

Число изломов и пересечений линий связи должно быть наименьшим. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

Графические обозначения элементов схем следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, то их следует выполнять толще линий связи в два раза.

Элементы схемы, составляющие функциональную группу, или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, допускается выделять штрихпунктирными линиями, равными по толщине линиям связи.

Элементы схемы, составляющие устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему, выделяют на общей принципиальной схеме сплошной линией, равной по толщине линиям связи.

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы.

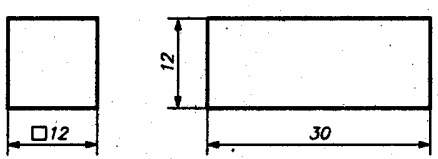
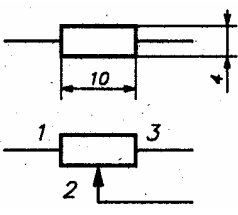
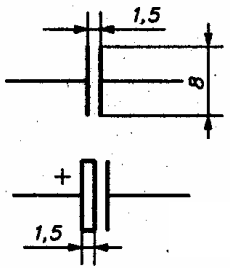
Применяются три способа графического оформления схем:

- элементы схемы изображаются условными графическими обозначениями (УГО), установленными в стандартах ЕСКД. В табл. 3.1 приведены УГО для электрических принципиальных схем (выборка для учебных заданий);

- отдельные устройства изображаются геометрическими фигурами, например квадратами (фрагмент электрической структурной схемы на рис. 3.1);

- элементы схем изображаются упрощенными внешними очертаниями (в том числе – в аксонометрии).

3.1 Условные графические обозначения радиоизделий, в схемах

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p><i>ОБОЗНАЧЕНИЯ ОБЩЕГО ПРИ- МЕНЕНИЯ</i></p> <p>Прибор, устрой- ство</p>	2.721– 74
	<p><i>РЕЗИСТОРЫ</i></p> <p>Постоянный</p> <p>Переменный</p>	2.728– 74
	<p><i>КОНДЕНСАТО- РЫ</i></p> <p>Постоянной емко- сти общее обозначе- ние</p> <p>Электролитиче-</p>	2.728– 74

	ский поляризованный	
	<p><i>ПРИБОРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ</i></p> <p>Диод</p> <p>Стабилитрон односторонний</p>	2.730-73

Продолжение табл. 3.1

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p><i>ПРИБОРЫ полупроводниковые</i></p> <p>Однофазная мостовая выпрямительная схема</p> <p>развернутое изображение</p>	2.730-73
	<p>Однофазная мостовая выпрямительная схема</p> <p>упрощенное изображение</p>	
	<p><i>Транзисторы</i></p>	

	Типа PNP	
	Типа NPN	

Окончание табл. 3.1

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p><i>Элементы цифровой техники</i></p> <p>Микросхема</p> <p>основное поле с входами (слева) и выходами</p> <p>с дополнительными полями</p> <p>усилитель</p>	<p>2.743–82</p>
	<p><i>Таблица контактов соединителя</i></p>	<p>2.702–75</p>

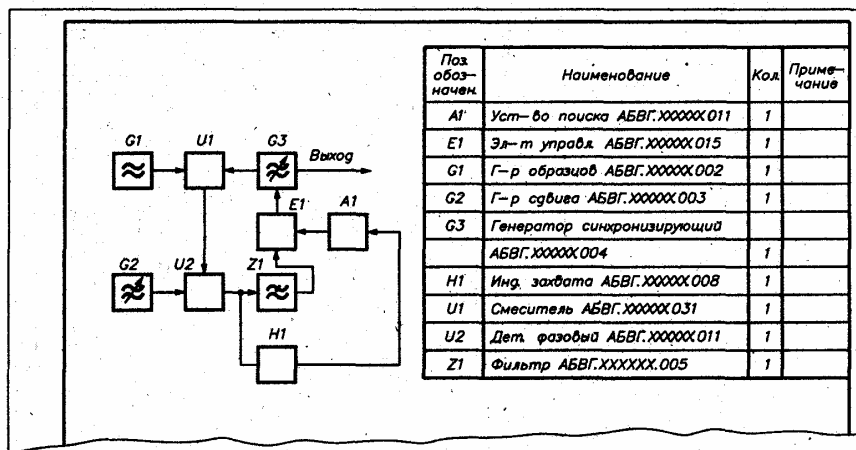


Рис. 3.1

3.2 Оформление электрической принципиальной схемы

Электрическая принципиальная схема – документ (см. рис. 3.2), определяющий полный состав электрических элементов изделия, дающий детальное представление о принципах работы изделия, служит основой для разработки конструкции и используется при изготовлении и эксплуатации изделий. Схема содержит перечень элементов.

Элементы на схемах изображают *совмещенным* и *разнесенным* способами. При совмещенном способе составные части элементов или устройств показываются на схеме в непосредственной близости друг к другу (изображение реле совмещенным способом см. на рис. 3.3, а); при разнесенном – в разных местах для большей наглядности (рис. 3.3, б). При изображении на схеме элемента разнесенным способом позиционное обозначение элемента проставляют возле каждой составной части.

Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию групповой связи (см. рис. 3.4). На рисунке показано оформление контактов (таблицы) входных и выходных элементов-соединителей. Слева соединитель X1 некоторой принципиальной схемы (размеры таблицы ГОСТ не регламентирует). От задействованных контактов идут линии связи, имеющие собственную нумерацию, слитые условно в одну линию (утолщенную). По мере надобности от этой линии отводят провода, например 1, 2, 7, 8, подключенные к соединителю X2, (например, вилке), контактирующему с соединителем X5 (например, с розеткой) устройства A2. В его таблице в графе Адрес написано: X1:1...X:10.

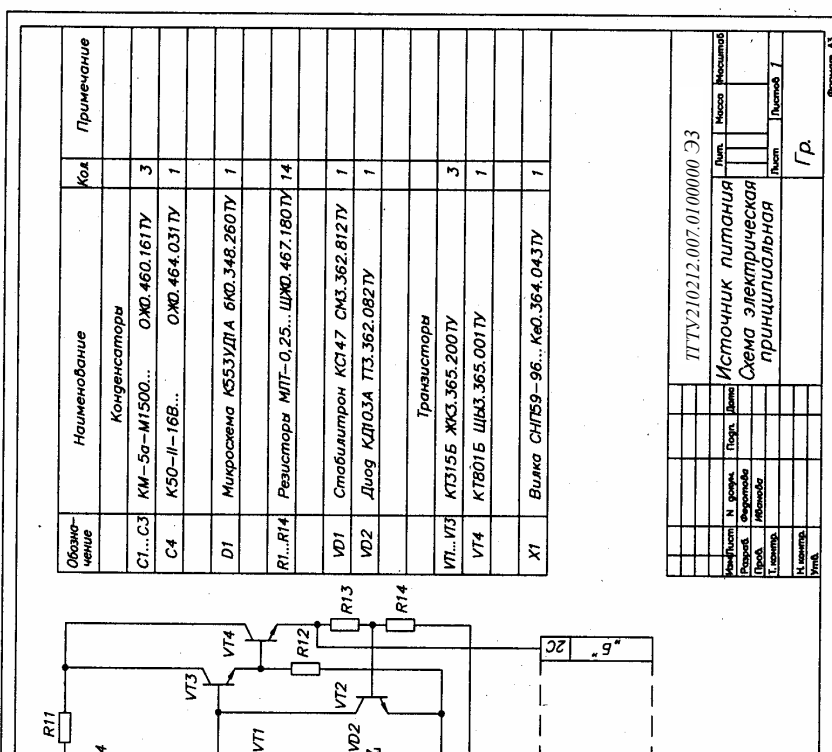
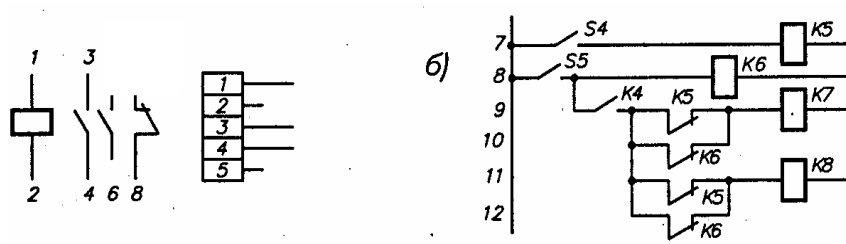


Рис. 3.2



а)

б)

Рис. 3.3

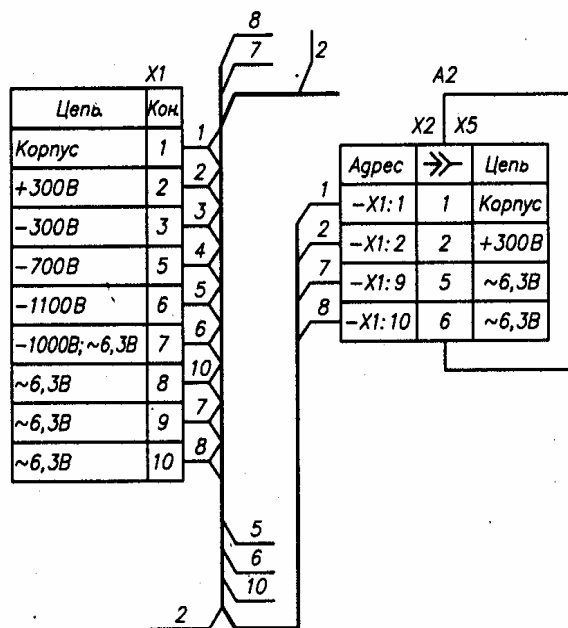


Рис. 3.4

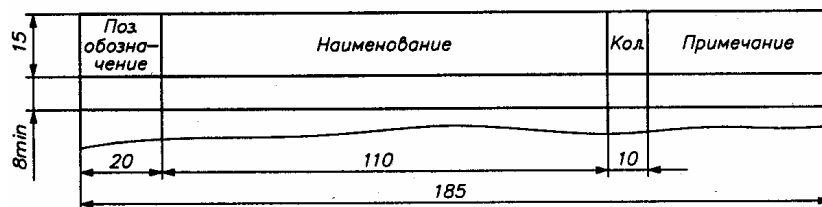


Рис. 3.5

Надпись $X1:1$ означает, что провод 1 связывает соединитель $X2$ с соединителем $X1$, а именно с его контактом 1 . Цифры $1, 2, 5, 6$ обозначают контакты соединителя $X2 - X5$, подключенные к цепям Корпус, $+300 В$ и др. Порядок расположения контактов в схеме определяется удобством чтения схемы. В графе "Конт." записывают номер контакта соединителя, в графе "Цепь" – характеристику цепи.

Для однозначного определения элементов, входящих в состав изделия и изображенных на схеме, каждому элементу (устройству) схемы присваивают буквенно-цифровые позиционные обозначения согласно ГОСТ 2.710–81.

Позиционное обозначение в общем случае состоит из трех частей. В первой части указывают вид элемента (устройства) одной или несколькими буквами (буквенные коды распространенных видов приведены в табл. 3.2), например, R – резистор, C – конденсатор (для уточнения вида

3.2 Буквенные коды радиоизделий

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов радиоизделий	Примеры видов радиоизделий	Двухбуквенный код
C	Конденсатор	–	–
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая	DA
F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Предохранитель плавкий	FU
H	Устройства индикационные и сигнальные	Прибор световой сигнализации	HL
R	Резисторы	Потенциометр	RP
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных	Выключатель Кнопочный много модульный	SB $SB1.1$ $SB1.2$
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока	TA
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон Транзистор	VD VT
X	Соединения контактные	Соединение разборное	XT

элемента допускается применять двухбуквенный код, например, для полупроводникового прибора-диода VD); во второй части – порядковый номер элемента (устройства) в пределах данного вида, например: $R1, R2, \dots, R12; C1, C2, \dots, C14$; в третьей части допускается указывать соответствующее функциональное назначение, например $C4I$ – конденсатор $C4$, используемый как интегрирующий. Сведения о функциях элементов и устройств не относятся к инженерной графике, они даются в специальной литературе.

Порядковые номера элементам присваивают, начиная с единицы, в пределах группы с одинаковыми позиционными обозначениями согласно с последовательности расположения элементов на схеме, считая сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними. При изображении на схеме элемента разнесенным способом позиционное обозначение указывают около каждой составной части (рис. 3.3).

Данные об элементах, входящих в состав изделия и изображенных на схеме, записывают в перечень элементов, который помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. В первом случае перечень оформляется в виде таблицы (рис. 3.2), заполняемой сверху вниз. Ее располагают, как правило, над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение перечня помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Во втором случае перечень элементов выполняется на формате А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104–68 (форма 2 и 2а), с присвоением шифра, состоящего из буквы П (перечень) и кода схемы, к которой выпускается перечень, например: ПЭЗ – перечень элементов к принципиальной электрической схеме. В графах перечня элементов указывают следующие данные:

- в графе "Поз. обозначение" приводятся позиционные обозначения элементов (устройств);
- в графе "Наименование" – наименование элементов (устройств) в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, а также обозначение этого документа (основной конструкторский документ: ГОСТ, ТУ);
- в графе "Примечание" – технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании (при необходимости).

Элементы записывают в перечень группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу "Поз. обозначение" вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: $R3, \dots, R8$, а в графу "Кол." – общее количество таких элементов.

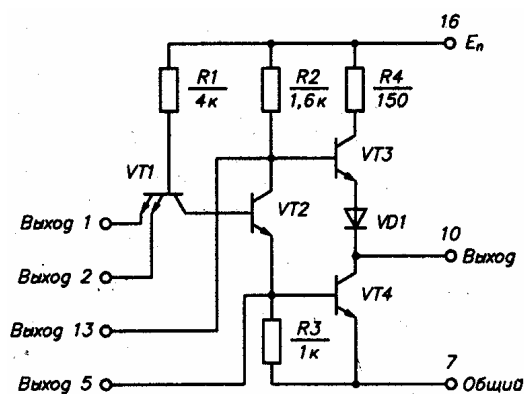
На рис. 3.6 показаны примеры записи элементов, у которых одинаковые:

- *наименования*. В этом случае наименование записывают в виде общего заголовка один раз на каждом листе перечня;
- *обозначения документов*, на основании которых эти элементы применены.

На электрической принципиальной схеме интегральной микросхемы (рис. 3.7) элементы в перечень не записывают; их расчетные номиналы и другие данные проставляют около УГО элементов или на поле схемы. Кроме этого, должны быть указаны номера внешних выводов и при необходимости здесь же помещают функциональную схему.

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
	Резисторы ОМЛТ...		
	Резисторы СП ГОСТ 5574-65		
	Резисторы ПЭВ ГОСТ 6513-66		
R1	ОМЛТ-0,5-200 Ом ± 10%	1	
R2	СП-1-А-560 Ом ± 10% ОС-3-12	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм ± 5%	1	
R4	ОМЛТ-2-630 Ом ± 5%	1	
R5, R6	ОМЛТ-0,5-910 кОм ± 10%	2	

Рис. 3.6



Выход	Назначение цепи
1	Вход X1
2	Вход X2
3	-
5	Выход Y1
10	Выход Y2
13	Выход Y3
7	Общая
16	Питание Eп

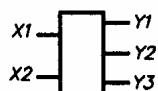


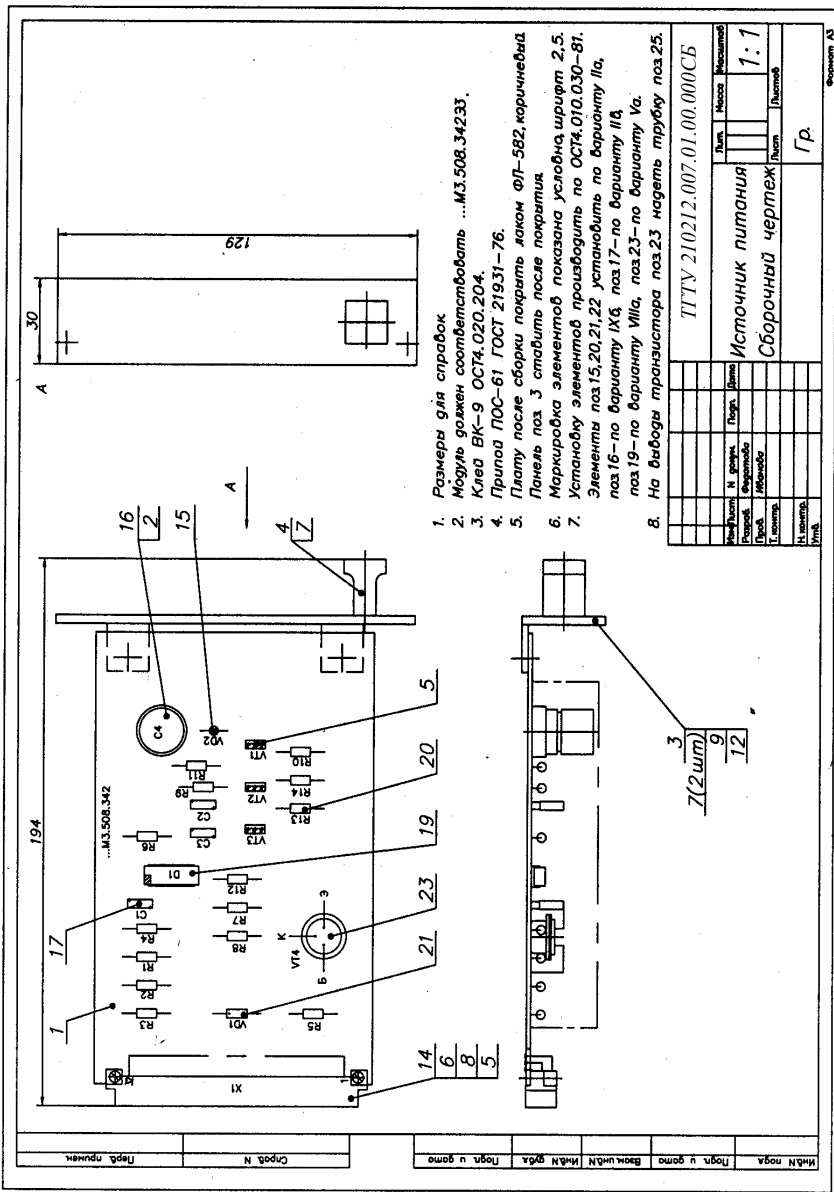
Рис. 3.7

3.3 ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

В приборах с радио- или электротехническими устройствами широко применяются *печатные узлы*. Обычно их конструируют по модульному принципу – как ячейки, обладающие свойствами совместимости, с единой системой габаритных и присоединительных размеров. Печатный узел (печатная плата в сборе) представлен на рис. 3.8, спецификация к нему на рис. 3.9. Печатная плата в сборе состоит из: *печатной платы-детали* (заготовка на рис. 3.9) с навесными радиоизделиями (конденсаторами, резисторами и др.);

- *панели* (см. рис. 3.10);
- *ручки* (см. рис. 3.11);
- *соединителя* (вилки или розетки, рис. 3.12).

Печатная плата-деталь представляет собой изоляционное основание – пластину из гетинакса или стеклотекстолита с нанесенными на ней проводниками и контактными площадками в виде тонких электропроводящих пленок, называемых *печатным монтажом*.



1. Размеры для справок
2. Модуль должен соответствовать ...М3.508.342З3.
3. Клей ВК-9 ОСТ4.020.204.
4. Припой ПОС-61 ГОСТ 21931-76.
5. Плату после сборки покрыть лаком ФЛ-582, коричневым
6. Маркировка элементов показана условно, шрифт 2,5.
7. Установку элементов производить по ОСТ4.010.030-81. Элементы поз.15,20,21,22 устанавливать по варианту IIa, поз.16- по варианту IXб, поз.17- по варианту IIa, поз.19- по варианту VIIa, поз.23- по варианту Vc.
8. На выводы транзистора поз.23 надеть трубку поз.25.

Имя разработчика		Имя конструктора		Имя технолога		Имя мастера		Имя оператора		Имя контролера	
Дата разработки		Дата конструирования		Дата технологии		Дата изготовления		Дата контроля		Дата сдачи	
Материал		Материал		Материал		Материал		Материал		Материал	
Лист		Лист		Лист		Лист		Лист		Лист	
Масса		Масса		Масса		Масса		Масса		Масса	
ТТУ 210212.007.01.00.0000СБ											
Источник питания											
Сборочный чертёж											
1:1											
Гр.											

Рис. 3.8 Начало

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
ТГТУ 210212.007.01.00.000СБ			...М3.508.342СБ	С	1	чный чертеж
ТГТУ 210212.007.00.00.000ЭЗ			...М3.508.342ЭЗ	а электрическая		ципальная
				<u>Детали</u>		
ТГТУ 210212.007.01.00.001		1	...М7.102.001	Плата	1	
ТГТУ 210212.007.01.00.002		2	...М7.840.480	Прокладка	1	
ТГТУ 210212.007.01.00.003		3	...М8.158.001	Панель	1	
ТГТУ 210212.007.01.00.004		4	...М8.671.640	Ручка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		5		Винт М2,5х12...		
				ГОСТ 1491-80	2	
		7		Винт М3х10...		
				ГОСТ 17475-80	3	
				Гайки ГОСТ 5916-70		
		8		М2,5...	2	
		9		М3...	2	
				Шайбы ГОСТ 11371-78		
		11		2,5...	4	
		12		3...	2	
ТГТУ 210212.007.01.00.000				13.508.342		
Изм.	№	Докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Федотова				Лит.	Лист
Пробер.	Иванова					1
Н. контр.					Листов	
Утв.					2	
				Источник		
				ИГ гр. Р-25 я	Гр...	

Рис. 3.8 Продолжение

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Прочие изделия</u>		
		14		Вилка СНП59-96...		
				Ке0.364.043ТУ	1	X1
		15		Диод КД103А		
				ТТЗ.362.082ТУ	1	VD2
		16		Конденсатор		
				К50-6-11-16В...		
				ОЖ0.464.031ТУ	1	С4
				Конденсаторы		
				ОЖ0.460.161ТУ		
		17		КМ-5а-М1500-750пФ...	2	С1, С2
		18		КМ-5а-М1500-1200пФ...	1	С3
		19		Микросхема К553УД1А		
				БК0.348.260ТУ	1	D1
		20		Резистор МЛТ-0,25-		
				10кОм...		
				ОЖ0.467.180ТУ	14	R1...R14
		21		Стабилитрон КС147А		
				СМЗ.362.812ТУ	1	VD1
		22		Транзистор КТ315Б		
				ЖКЗ.365.200ТУ	3	VT1...VT3
		23		Транзистор КТ801Б		
				ЩЫЗ.365.001ТУ	1	VT4
				<u>Материалы</u>		
		25		Трубка 305 ТВ-40,1,		
				белая ГОСТ 19034-82	0,02м	
ТГТУ 210212.007.01.00.000 .508.342						Лист
						2

Рис. 3.8 Окончание

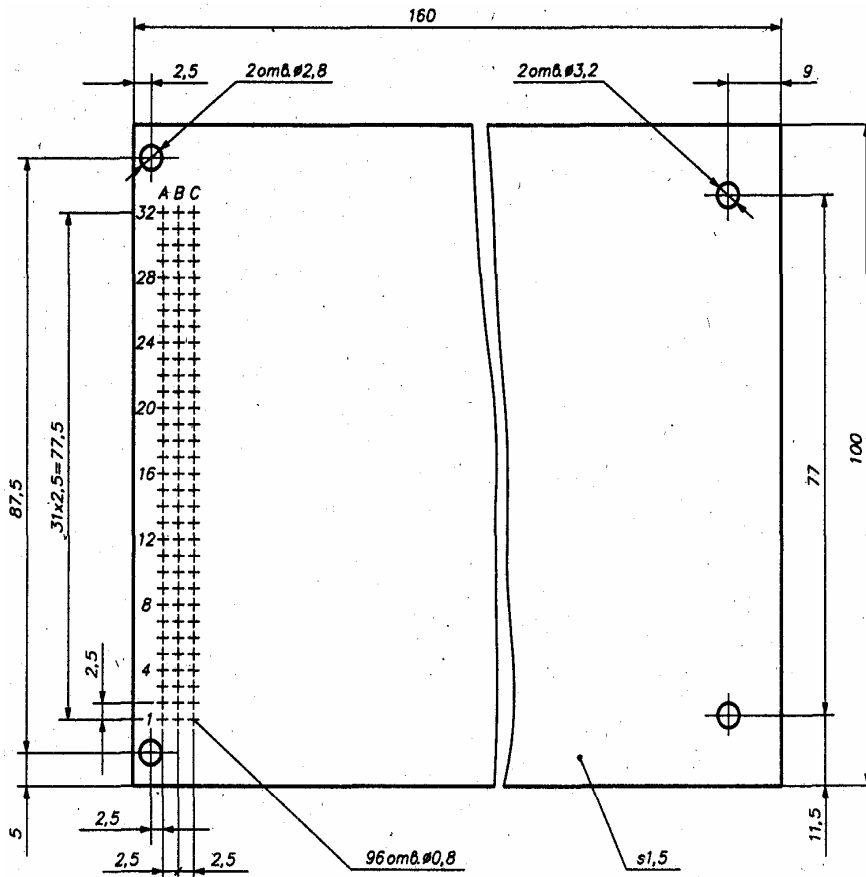


Рис. 3.9

В зависимости от присутствия печатного монтажа на одной или двух сторонах различают *односторонние* (см. рис. 3.14, где 1 – материал основания, 2 – проводящий рисунок) и *двусторонние* платы. Для перехода с одной стороны на другую в двусторонних платах используются металлизированные отверстия или пустотелые заклепки (см. рис. 3.15, где 1 – металлизированное отверстие, 2 – химико-технологическое покрытие).

Существуют также *многослойные* печатные платы (см. рис. 3.16, где 1 – материал основания, 2 – проводящий рисунок, 3 – сквозное металлизированное отверстие, 4 – переходное отверстие), в которых печатные слои разделены диэлектрическим слоем.

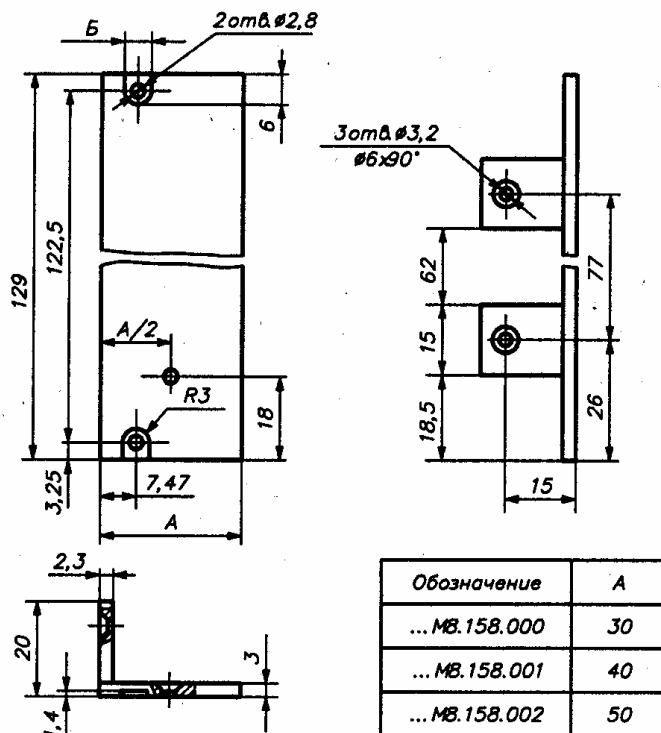


Рис. 3.10

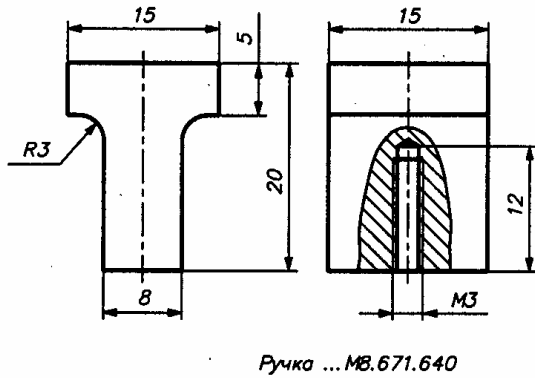


Рис. 3.11

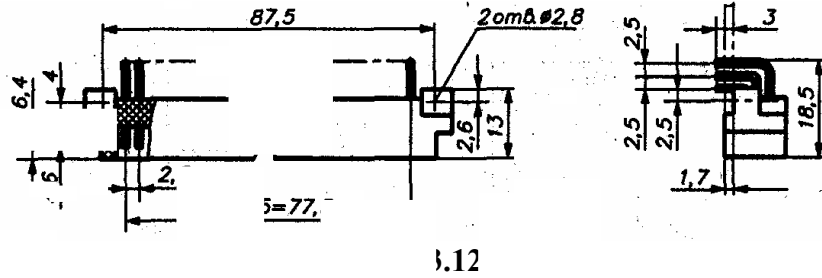


Рис.3.11

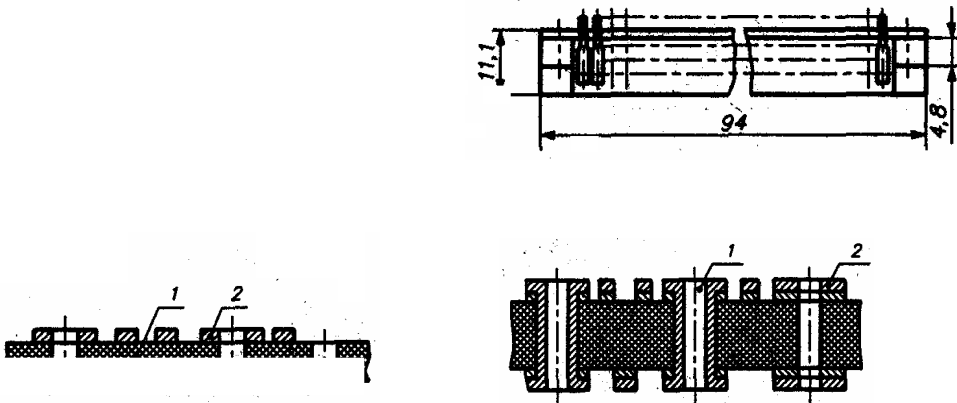
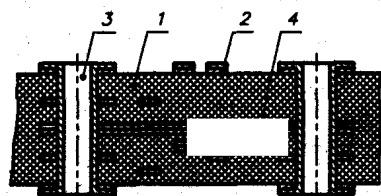


Рис. 3.14

Рис. 3.15



Зенковка

Контактная площадка

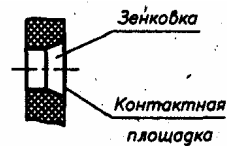


Рис. 3.16

Рис. 3.17

Навесные радиоизделия – диоды, резисторы, конденсаторы и др. припаивают к плате на стороне, противоположной печатному монтажу, и на двусторонних платах – на стороне, где печатных проводников меньше. Для этого в плате сделаны металлизированные монтажные отверстия, которые зенкуют и

оказывают контактные площадки (см. рис. 3.17). В такие отверстия также впаивают штыри (контакты) соединителя. Разметка печатной платы – см. рис. 3.18.

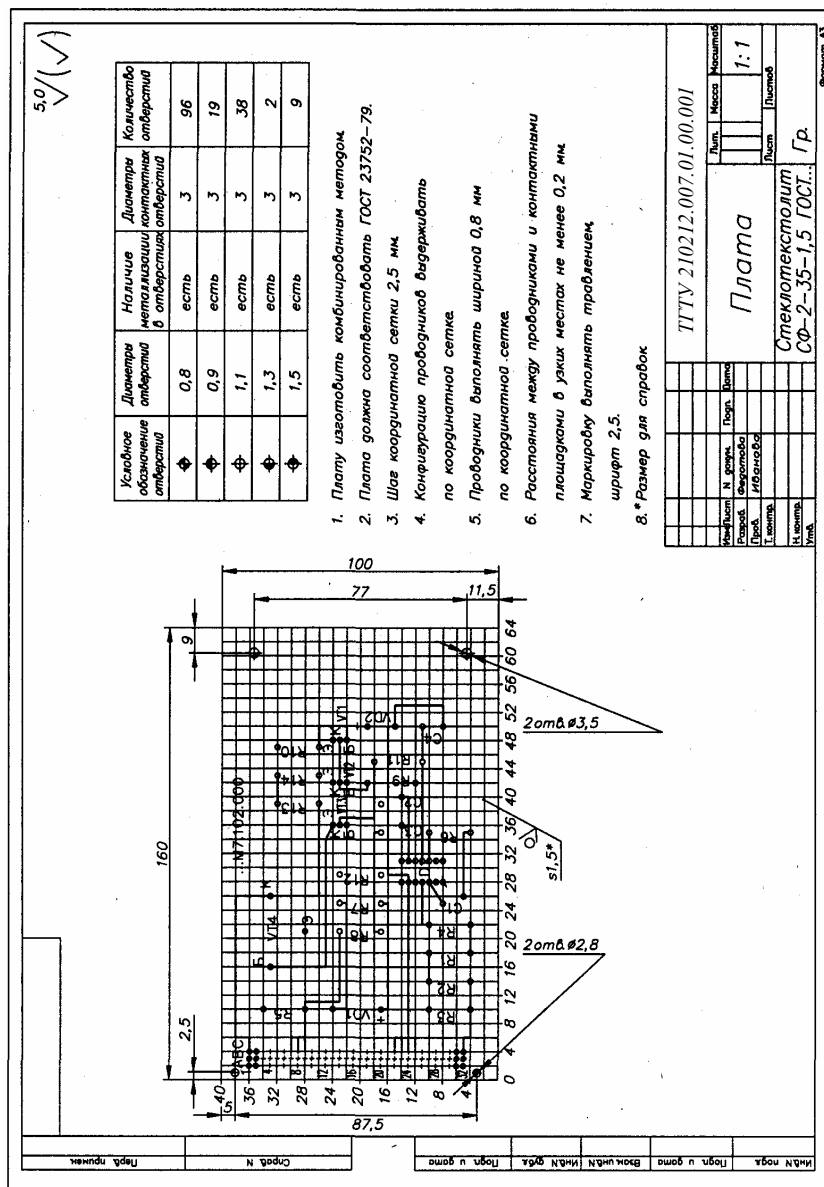


Рис. 3.18

Предусматривают и крепежные отверстия, не металлизированные изнутри, для установки панели, соединителя, ручки и крупных элементов – трансформаторов, переменных сопротивлений, уголков для установки, например диодов, конденсаторов, микросхем и т. д.

Разработку печатного узла ведут согласно электрической принципиальной схеме.

3.4 Чертеж печатной платы-детали

Основные правила оформления печатных плат-деталей устанавливает ГОСТ 2.417-78. Чертежи односторонних и двусторонних плат (рис. 3.18) именуют *Плата*. Рекомендуются масштабы 4:1; 2:1; 1:1. На чертеже изображают вид на одну или две (для двусторонних) стороны печатной платы, с печатным монтажом и отверстиями. На виде наносят прямоугольную координатную сетку тонкими линиями. Рекомендуемые шаги координатной сетки: 2,5; 1,25; 0,625. Размеры платы выбирают согласно ГОСТ 10317-79 и отраслевым стандартам. Проводники располагают по линиям координатной сетки. Проводники шириной до 2,5 мм изображают сплошной толстой основной линией, являющейся осью симметрии проводника. Действительная ширина оговаривается в технических требованиях (см. рис. 3.18 п. 5).

Монтажные отверстия, расстояния между которыми кратны шагу координатной сетки, располагают в ее узлах, остальные – согласно установочным размерам приборов (реле, микросхем, соединителя и др.). Если установочные размеры навесных элементов не кратны шагу координатной сетки, то одно отверстие располагают в узле координатной сетки, а остальные – задают размерами непосредственно на изображении платы (рис. 3.19, а) или на вынесенном элементе (рис. 3.19, б). Вынесенный элемент используют для облегчения чтения чертежа. Расположение отверстий для установки панели, соединителя и других деталей указывают размерами по общим правилам (см. рис. 3.18).

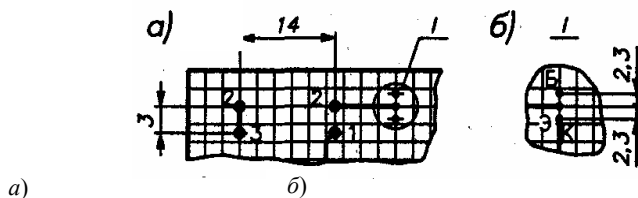


Рис. 3.19

Диаметр, мм	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5
Условное обозначение отверстий					

Рис. 3.20

Условное обозначение отверстий	Диаметры отверстий	Наличие металлизации в отверстиях	Диаметры контактных отверстий	Количество отверстий

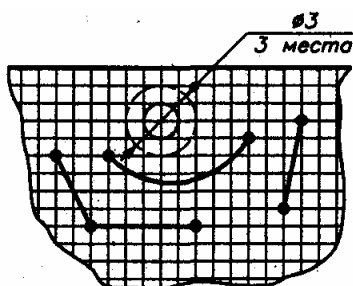
Dimensions: 30, 30, 35, 30, 30 (widths); 20, 8 (heights)

Рис. 3.21

На чертеже платы все монтажные отверстия изображают упрощенно – одной окружностью (без окружности зенковки и контактной площадки) и одного диаметра. Чтобы их различать, применяют условные обозначения (рис. 3.20). Действительные размеры отверстий, их количество, размеры контактных площадок и другие сведения помещают в таблице на чертеже (рис. 3.21).

На плате могут быть места, которые нельзя занимать проводниками (например, под шайбу и гайку крепления). Это место обводят штрихпунктирной линией (рис. 3.22) и делают соответствующую запись в технических требованиях: "Места, обведенные штрихпунктирной линией, проводниками и контактными площадками не занимать".

Координатную сетку с шагом из числа рекомендованных нумеруют подряд или через определенные интервалы. За нуль (рис. 3.23) принимают центр крайнего левого нижнего отверстия или ниж-



ний левый угол платы.

Рис. 3.22

Чертеж содержит габаритные и установочные размеры. Обозначения шероховатости указывают по образцу рис. 3.18.

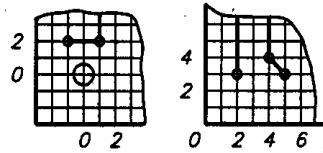


Рис. 3.23

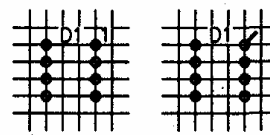


Рис. 3.24

Указание о маркировании печатной платы составляют в соответствии с ГОСТ 2.314–68. Маркировку располагают на чертеже с одной или двух сторон. Маркировка (см. рис. 3.18) содержит:

- обозначение печатной платы (...M7.102.000);
- позиционные обозначения навесных элементов согласно электрической принципиальной схеме (R1..., C1..., ...);

- буквенные обозначения выводов транзистора (Б, Э, К);
- обозначение положительного вывода полярного изделия (диода, конденсатора);
- цифровое обозначение первого вывода, или "ключа" (см. рис. 3.24).

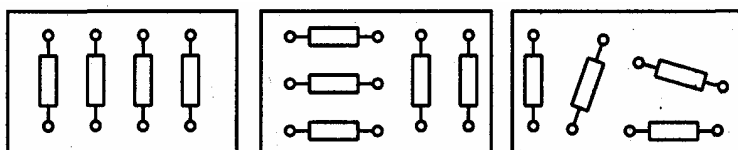
Все обозначения выполняют прямым шрифтом 2,5 мм.

Чертеж содержит технические требования, расположенные над основной надписью, на расстоянии не менее 12 мм от нее. В них записывают все сведения, которые не могут быть переданы графически на чертеже (см. рис. 3.18).

3.5 ЧЕРТЕЖ ПЕЧАТНОГО УЗЛА

Печатным узлом, называют печатную плату с навесными радиоизделиями – резисторами, конденсаторами и др., выводы которых вставлены в отверстия платы и припаяны.

Сборочный чертеж (см. рис. 3.8) дает полное представление о форме, расположении и установке навесных радиоизделий и других деталей. Допускается упрощенное изображение радиоизделий с сохранением габаритных размеров, если это не мешает правильному пониманию чертежа. Навесные элементы располагают рядами или под углом 90° друг к другу (рис. 3.25: а – рекомендуемое размещение, б – допускается, в – не допускается) с зазором 2...3 мм между платой и элементом (если это расстояние не оговорено в нормативно-техническом документе на элемент). Варианты установки навесных элементов приведены в табл. 3.3.



а)

б)

в)

Рис. 3.25

3.3 ПРИМЕРЫ ВАРИАНТОВ УСТАНОВКИ НАВЕСНЫХ РАДИОИЗДЕЛИЙ

Обозначение варианта	Конструктивное выполнение	Обозначение варианта	Конструктивное выполнение
Ia		Va	
IIa		VIIa	
IIIa		VIIIa	

В технических требованиях приводится соответствующая запись (см. рис. 3.8, п. 7). Если расстояние между выводами навесного элемента менее 2,5 мм, то для гибких выводов допускается увеличение установочного размера до 2,5 мм и соответственно изгиб проводников. На средний вывод транзисторов, устанавливаемых по варианту VIIa, и на все выводы транзисторов и микросхем, устанавливаемых по варианту Va, надевают электроизоляционные трубки. Внутренний диаметр трубки выбирают из ряда: 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 мм, причем не менее чем на 0,2 мм больше диаметра вывода. В технических требованиях записывают: "На базу (коллектор) транзистора поз.... надеть трубку поз....", где вместо многоточия ставят номер позиционного обозначения трубки из спецификации. Позиционного обозначения на трубку на самом чертеже не проставляют.

В местах крепления установочных деталей – панелей, соединителя, радиаторов и др. – дают местные разрезы (см. рис. 3.8).

Чертеж содержит габаритные и установочные размеры, которые наносят по общим правилам.

При необходимости указывают расстояния навесных элементов над платой.

В соответствии с электрической принципиальной схемой на чертеже должны быть указаны позиционные обозначения радиоэлементов, нумерация и обозначения выводов приборов, полярность элементов и обозначение сборочного чертежа.

Согласно спецификации (см. рис. 3.9) по общим правилам на чертеже проставляют позиционные обозначения на полках линий-выносок. В основной надписи в учебных условиях записывают обозначение либо АБВГ.ХХХХХХ.ХХХСБ, либо согласно классификатору МНСЧХ; наименование печатного узла и масштаб.

Технические требования располагают над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм.

Спецификацию (см. рис. 3.9) оформляют по ГОСТ 2.108–68. В разделах "Сборочные единицы" и "Детали" запись производят в порядке возрастания номеров чертежей. В раздел "Стандартные изделия" сначала вносят крепежные изделия в алфавитном порядке их наименований, затем – радиоизделия, примененные по ГОСТам, тоже в алфавитном порядке их наименований (но не позиционных обозначений!). В раздел "Прочие изделия" в алфавитном порядке пишут радиоизделия, примененные по техническим условиям. В пределах одного наименования запись делают в порядке возрастания основных параметров. В раздел "Материалы" записывают электроизоляционные трубки и другие материалы. В графе "Примечание" приводят позиционные буквенно-цифровые обозначения радиоизделий в соответствии с электрической принципиальной схемой узла.

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Современный уровень программных и технических средств электронной вычислительной техники позволяет перейти к новым информационным компьютерным технологиям, создавать системы автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации (АКД), удовлетворяющие стандартам ЕСКД как по качеству исполнения документов, так и по соблюдению требований стандартов.

На компьютере могут быть созданы конструкторские документы (чертежи и схемы) как с использованием, например графических примитивов типа отрезка, окружности, полилинии и др., так и фрагментов ранее созданных конструктивных элементов: графических изображений (ГИ) стандартных изделий, типовых и унифицированных конструкций, их частей и т.д. При этом модели вышеуказанных фрагментов могут быть параметрически заданными. С помощью задания различных значений параметров конструктор может изменить их размеры и геометрическую форму, обеспечивая многовариантность ГИ и соответственно чертежей и схем. При таком подходе к конструированию использование компьютерной графики не устраняет чертеж (см. рис. 4.1) как основу конструирования, компьютер используется как "электронный кульман", облегчающий труд конструктора. Такой подход базируется на *двумерном геометрическом моделировании*.

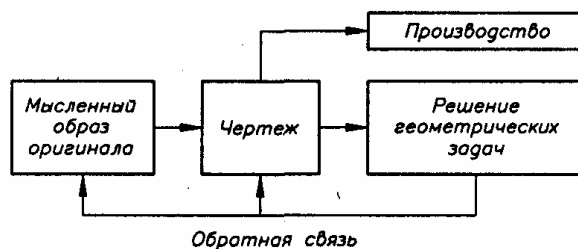


Рис. 4.1

При разработке КД в этом случае эффективность применения компьютерной графики обеспечивается следующими ее возможностями:

- наличием во всех графических редакторах *средств преобразований*: поворота, переноса, симметрирования, масштабирования, построения зеркального изображения и др.;
- использования *готовых фрагментов чертежей* из слайд-библиотеки: конструктивных и геометрических элементов, унифицированных и типовых конструкций, стандартных изделий;
- формированием чертежей с использованием объектно-ориентированных интерфейсов пользователя, ведения диалога с компьютером в привычных для конструктора (в виде *пиктограмм*) терминах и с привычными для него объектами (ГИ);
- наличием пакетов программ описания типовых *моделей-представителей* чертежей объектов, когда процесс создания конкретного чертежа изделия заключается в манипулировании размерами, представленными в виде параметров;
- получением чертежей *высокого качества*, оформленных по стандартам ЕСКД (формируется на этапе конструирования) путем вывода на графопостроители, принтеры и другие устройства.

Для использования этих возможностей применяются *системы-надстройки* над базовой графической системой (например, над AutoCAD), содержащие специализированные для конкретного изделия модели необходимых фрагментов ГИ, интерфейсов пользователя, представляющих собой объектно-ориентированные "падающие" и пиктографические меню и соответствующие слайд-библиотеки [2].

Существуют и другие подходы к автоматизации конструкторской деятельности, например на основе *пространственного геометрического моделирования*, когда формируется пространственная модель геометрического объекта (ГО), являющаяся более наглядным способом представления оригинала и более мощным и удобным инструментом для решения геометрических задач (рис. 4.2). Чертеж здесь играет вспомогательную роль, а методы его создания основаны на методах компьютерной графики, методах отображения пространственной модели (в AutoCAD -трехмерное моделирование). При первом подходе – традиционном процессе конструирования – обмен информацией осуществляется на основе конструкторской, нормативно-справочной и технологической документации; при втором – на основе внутримашинного пред-

ставления ГО, общей базы данных, что способствует эффективному функционированию программного обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР) конкретного изделия.

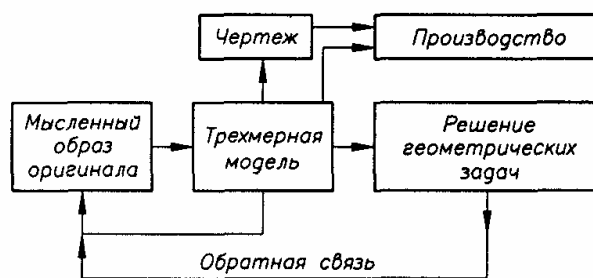


Рис. 4.2

Более подробные сведения по автоматизированному выполнению чертежей и схем в среде AutoCAD 2000 изложены в работах [2, 11 – 13].

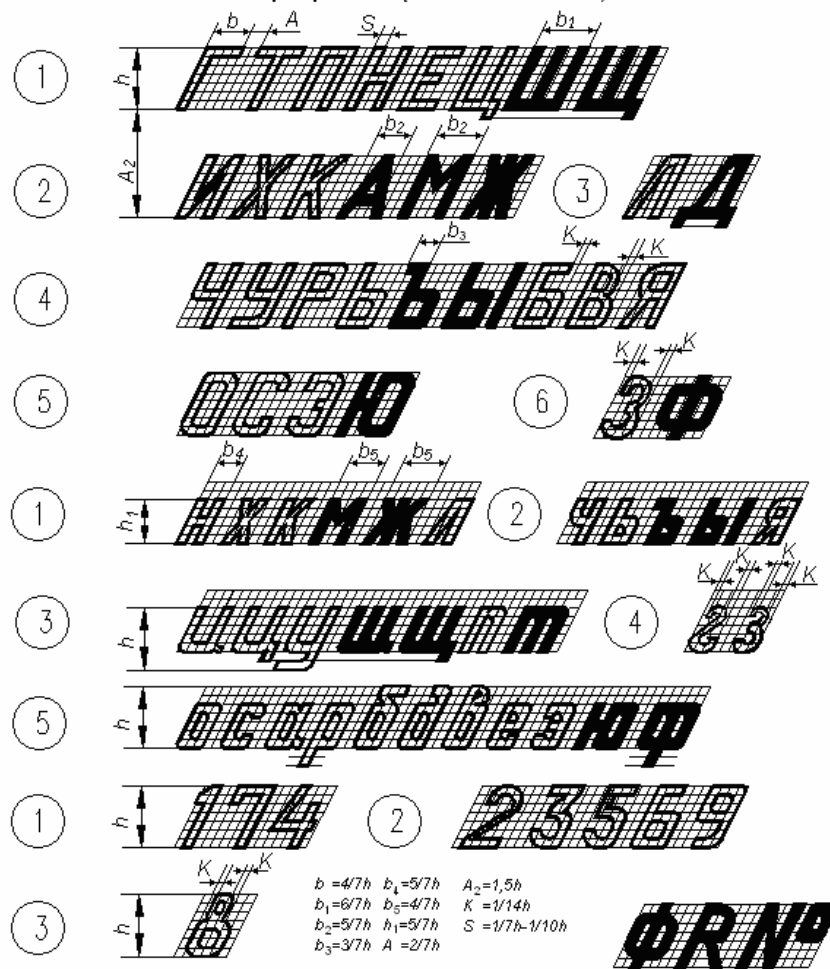
Список Литературы

- 1 Стандарты ЕСКД, ЕСТПП и другие по состоянию на 01.01.91.
- 2 Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю., Шандурин Г.Ф. Инженерная и компьютерная графика. М.: ДМК Пресс., 2001. 593 с.
- 3 Власов В.П. Инженерная графика. М.: Машиностроение, 1979. 279 с.
- 4 Левитский В.С. Машиностроительное черчение. М.: Высшая школа, 1994. 383 с.
- 5 Беляев П.С., Клинков А.С., Хабаров С.Н., Однолько В.Г. Курсовое и дипломное проектирование. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2002.
- 6 Чекмарев А.А. Инженерная графика. М.: Высшая школа. 1998. 365 с.
- 7 Попов Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение. Справочник СПб.: Политехника, 1994. 380 с.
- 8 Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению / Под ред. Г.Н. Поповой. 14-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1982. 416 с.
- 9 Суворов С.Г., Суворова Н.С. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах: Справочник. 2-е изд. исправл. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 368 с.
- 10 Боголюбов С.К. Черчение. М.: Машиностроение, 1985. 336 с.
- 11 Лазарев С.И., Зауголков И.А., Тепляков Ю.А. и др. Инженерная графика. Машинная графика. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2000. 72 с.
- 12 Кимов А.М., Зауголков И.А., Тепляков Ю.А. и др. Основы компьютерной графике в среде AutoCAD 2000: Учеб. пособие. М.: Изд-во Машиностроение-1, 2001. 80 с.
- 13 Тепляков Ю.А. и др. Инженерная и компьютерная графика проектировщику. Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 70 с.
- 14 Лагерь А.И. Инженерная графика. М. 1985. 176 с.
- 15 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. 8-е изд. М.: Машиностроение, 1999. Т. 1. 912 с.
- 16 ИУС (Информационный указатель стандартов) по состоянию 1989 – 2004.

ПРИЛОЖЕНИЯ

П.1 Написание шрифтов (ГОСТ 2.304–81)

Шрифт 10 (ГОСТ 2.304-81)



П.2 Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел (ГОСТ 8032–84)

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1,00	1,00	1,00	1,00	—	—	—	3,35
—	—	—	1,06	—	—	3,55	3,55
—	—	1,12	1,12	—	—	—	3,75
—	—	—	1,18	4,00	4,00	4,00	4,00
—	1,25	1,25	1,25	—	—	—	4,25
—	—	—	1,32	—	—	4,50	4,50
—	—	1,40	1,40	—	5,00	5,00	5,00
—	—	—	1,50	—	—	—	5,30
1,60	1,60	1,60	1,60	—	—	5,60	5,60
—	—	—	1,70	—	—	—	6,00
—	—	1,80	1,80	6,30	6,30	6,30	6,30
—	—	—	1,90	—	—	—	6,70
—	2,00	2,00	2,00	—	—	7,10	7,10
—	—	—	2,12	—	—	—	7,50
—	—	2,24	2,24	—	8,00	8,00	8,00
—	—	—	2,36	—	—	—	8,50
2,50	2,50	2,50	2,50	—	—	9,00	9,00
—	—	—	2,65	—	—	—	9,50

–	–	2,80	2,80	10,00	10,00	10,00	10,00
–	–	–	3,00
–	3,15	3,15	3,15

Примечания: 1 При установлении размеров, параметров и других числовых характеристик следует предпочитать ряд *R5* ряду *R10*; ряд *R10* – ряду *R20* и ряд *R 20* – ряду *R40*.

2 Стандартом, кроме основных рядов *R5*, *R10*, *R20* и *R40*, предусмотрен дополнительный ряд *R80*, который разрешено применять в виде исключения.

3 Числа свыше 10 получаются умножением на 10; 100; 1000 и т.д., а числа меньше 1,0 – умножением на 0,1; 0,01; 0,001 и т.д.

4 Обозначение ряда *R5*, *R10*, ... указывает, сколько разных чисел содержит каждый десятичный интервал данного ряда (например, в ряду *R5* – пять чисел; в ряду *R10* – десять и т.д.).

5 На основе этого стандарта установлен ГОСТ 6636–69 на нормальные линейные размеры и ГОСТ 8908–81 на нормальные угловые размеры.

П.3 Материалы общего применения

В промышленности применяется большое количество различных материалов, требования к которым определены соответствующими стандартами. В настоящем приложении частично рассмотрены наиболее часто встречающиеся материалы.

Серый чугун (ГОСТ 1412–85) выпускается следующих марок: мало-прочный – СЧ 00; средней прочности – СЧ 10; СЧ 15, СЧ 18 и повышенной прочности – СЧ 21, СЧ 24 и др.

В обозначении марки чугуна первое число означает предел прочности при растяжении, а второе – при изгибе.

Пример условного обозначения серого чугуна марки СЧ.21: Чугун СЧ 21 ГОСТ 1412–85.

Ковкий чугун (ГОСТ 1215–79) выпускается марок: КЧ 30, КЧ 33, КЧ 35, КЧ 37 и др.

Антифрикционный чугун (ГОСТ 1585–85) выпускается марок АСЧ-1, АСЧ-2, АСЧ-3 и т.д.

Чугун поставляется на предприятия для изготовления деталей в виде чушек и болванок (круглого или квадратного сечения).

Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380–94) выпускается марок: Ст0, Ст1, Ст2, ... Ст6, БСт0, БСт1, ... БСт6, ВСт0, ВСт1, ... ВСт5. С увеличением количества углерода (в марке стали отражено цифрой) в составе стали увеличивается ее твердость и хрупкость.

Пример условного обозначения стали марки Ст3: Ст3 ГОСТ 380–84.

Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050–88) изготавливается. Марок: 08, 10, 15, 20, 25, ... 60, а также 05, 70, 75, 80, 85, 65Г, 70Г. В марке стали цифры означают среднее содержание углерода в сотых долях процента, а буква Г – повышенное содержание марганца.

Пример условного обозначения стали марки 45: Сталь 45 ГОСТ 1050–88.

По видам обработки сталь делится на горячекатаную и кованую; калиброванную; сталь круглую со специальной отделкой поверхностей – серебрянку. В зависимости от назначения горячекатаная и кованая сталь делится на подгруппы: а – для горячей обработки давлением; б – для холодной обработки (обточки, строжки, фрезерования и т.д.) по всей поверхности.

Сортамент стали должен соответствовать требованиям:

горячекатаной круглой – ГОСТ 2590–88;

горячекатаной квадратной – ГОСТ 2591–88;

горячекатаной шестигранной – ГОСТ 2879–88;

горячекатаной полосовой – ГОСТ 103–76;

калиброванной круглой – ГОСТ 7417–8;

калиброванной квадратной – ГОСТ 8559–88;

калиброванной шестигранной – ГОСТ 8560–88;
калиброванной полосовой – ГОСТ 11443–88;
серебрянки – ГОСТ 14955–88.

Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543–71) выпускается марок: 15Х, 20Х, 30Х, ... 38ХЛ, 12ХНЗА,

В обозначении марки стали первые две цифры указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента, а буквы – основную легирующую присадку. Если эта присадка превышает 1,5 %, то после буквы ставят цифру, указывающую примерное содержание этого элемента в целых единицах, например: *Сталь 12ХН2* – хромоникелевая сталь, содержащая углерода – около 0,12 %, хрома – около 1 % и никеля – около 2 %. Буквы за цифрами означают: В – вольфрам; Г – марганец; М – молибден; Н – никель; Р – бор; С – кремний; Т – титан; Ф – ванадий; Х – хром; Ю – алюминий и т.д.

Буква А в конце обозначения марки стали указывает, что это высококачественная сталь (особо чистая по содержанию вредных примесей – серы, фосфора).

Пример условного обозначения легированной стали: Сталь 30Х ГОСТ 4543–71.

Латунь (ГОСТ 4066–90, ГОСТ 15527–90, ГОСТ 17711–93 и др.) представляет собой медно-цинковый сплав с добавлением других элементов (олова, никеля, марганца, свинца и др.). Латунь выпускается марок: ЛС, ЛСд, ЛС1, ... Л96, Л90, ... Л70, ЛС8 ... ЛА77-2, ЛАЖ60-1-1, ... ЛК80-3Л, ЛКС80-5-3,

В обозначении марки латуни буквы означают: Л – латунь; А – алюминий; Ж – железо; К – кремний; Мц – марганец; Н – никель; О – олово; С – свинец; Ф – фосфор.

Цифры в обозначении марки латуни означают: первое число – процент меди, затем, через тире – процентное содержание элементов, указанных после буквы Л, например: Л68 – латунь с содержанием меди около 68 %, остальное – цинк; ЛМцНЖ 52-2-2-1 – латунь с содержанием меди около 52 %, марганца – около 2 %, никеля – около 2 % и железа – около 1 %, а остальное – цинк.

Латунь поставляется на предприятия для изготовления деталей в виде прутков, проволоки, лент.

Пример условного обозначения латуни: ЛАЖ 60-1-1 ГОСТ 17711–93.

Алюминиевые сплавы (ГОСТ 4004–97; ГОСТ 2685–97; ГОСТ 4784–97; ГОСТ 1583–93 и др.) представляют собой сплав алюминия с другими элементами (кремнием, медью, магнием, цинком). Алюминиевые сплавы выпускаются марок:

АЛ12, АЛ94, АЛ9пч, ... АД0, АД1, ММ, АМг2, ...

В обозначении марки буквы и цифры означают: А – алюминиевый сплав; Л – литье; 1, 2, ... – условный номер сплава.

Алюминиевые сплавы большой твердости называют дюралюминами, например: Д1, Д16, ... (ГОСТ 13726–97). Пример условного обозначения алюминиевого сплава Д16 ГОСТ 13726–97.

Алюминий поставляется на предприятия для изготовления деталей в виде ушек, прутков, проволоки, лент, листов.

П.4 Материалы электроизоляционные

В электро- и радиоэлектронной промышленности широко применяются различные электроизоляционные материалы; неорганические диэлектрики, пленки, пластмассы и т.д.

Твердые диэлектрики разделяются на природный (натуральный каучук, янтарь и т.п.) и *синтетические* (синтетический каучук, полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид и т.п.).

Синтетические диэлектрики выпускаются промышленностью в виде порошков, гранул, а также различных пленок и листов.

Из порошков и гранул методом прессования, литья под давлением и т.п. изготавливаются различные электроизоляционные и другие изделия. Отдельные виды синтетических диэлектриков, например полиформальдегид, винипласт, эбонит и др., используются для изготовления деталей типа шестерен, подшипников, крышек и т.д.

Электроизоляционные **материалы** типа электроизоляционной бумаги, электрокартона, фубры и т.п. получают в результате пропитки растительных волокон (древесины, хлопка, натурального шелка) или синтетических (капрона, стекловолокна и т.п.) различными составами и последующей термической или механической обработкой.

Компаундами полимерными называются композиции на основе эпоксидных, полиэфирных и других смол, а также на основе битумов, высокообразованных диэлектриков и термопластичных полимеров (полистирола, полиизобутилена и др.), жидкие в момент применения, а затем затвердевающие.

Компаунды применяются для пропитки обмоток электрических машин и аппаратов, а также для заливки полостей в кабельных муфтах, дросселях и т.п. с целью их герметизации.

Пластмассами называются материалы на основе природных или синтетических полимеров, способные при нагревании и давлении формоваться в изделия различной конфигурации и затем устойчиво сохранять приданную форму. Изделия из пластмасс изготавливаются прессованием, литьем и механической обработкой.

Пластмассы по отношению к нагреву делят на:

термореактивные (реактопласты) – при нагревании разрушаются и при охлаждении не восстанавливают своих свойств;

термопластичные (термопласты) – при нагревании расплавляются, при охлаждении возвращаются в исходное состояние.

Слоистые пластмассы состоят из чередующихся слоев листового наполнителя (бумаги или ткани) и связующего материала (например, гетинакс, текстолит и др.).

В гетинаксах используются специальные сорта бумаги, в текстолитах – хлопчатобумажные ткани и в стеклотекстолитах – бесщелочные стеклянные ткани.

В качестве связующего материала используют лаки: бакелитовые – для волокнистых тканей и кремнийорганические – для стеклянных тканей.

Клеевые слюдяные материалы – миканиты, микрофолии, микаленты состоят из листочков слюды, склеенных либо различными смолами, либо различными лаками.

Электрокерамические **материалы** получают в результате термической обработки (отжига) исходных масс, состоящих из различных минералов (глины, талька и т.п.) и других веществ. Электрокерамические материалы делят на изоляционные (для изоляторов), конденсаторные (для конденсаторов) и сегнетокерамические (для радиотехники).

Резина выпускается листовая (ГОСТ 17133–71 и ГОСТ 12855–67), а также в виде трубок, колец, шлангов и т.д.

Эбонит – твердая резина с содержанием серы 40...60 %, например, эбонит электротехнический (ГОСТ 2748–77).

Обозначение электротехнических материалов на чертежах выполняют в соответствии со стандартами.

Выдержки из отдельных стандартов приведены ниже в таблице.

Наименование	Марки, классы	Пример условного обозначения
Гетинакс электротехнический листовой $s = 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; \dots 50,0^*$	I; II; III; V; V-I; VI; VII; VIII	Гетинакс V-1 12,0 ГОСТ 2718–74
Листы из непластифицированного поливинилхлорида (винипласт листовой) $s = 1,0; 1,5; 2,0; \dots 20,0^*$	ВН; ВНЭ; ВП; ВД	Листы винипласта ВН 1500×800×2,0 ГОСТ 9639–71
Массы прессовочные мочевино- и меламиноформальдегидные (аминопласты)	А; Б; В; Г; Д; Е	Аминопласт, класс А, группа А1, сорт ..., цвет ..., ГОСТ 9359–73
Массы прессовочные фенольные	О; Сп; Э; Вх; У; Ж;	Фенопласт Ж1-010-40 черный ГОСТ

	...	5689–73
--	-----	---------

Продолжение табл.

Наименование	Марки, классы	Пример условного обозначения
Материал прессовочный АГ-4	В; С; НС	Пресс-материал АГ-4 В ГОСТ 20437–75
Материал прессовочный ДСВ	Л; О; П	ДСВ-2-Р-2М марки Л ГОСТ 17478–72
Миканит прокладочный $s = 0,5; 0,6; 0,7; \dots 5,0^*$	ПМГ; ПФГ; ПСГ; ПФК	Миканит ПФГ 0,5 ГОСТ 6121–75
Миканит формовочный $s = 0,15; 0,20; \dots 1,5^*$	ФМГ; МГА; ФФГ	Миканит ФФГ 0,25 ГОСТ 6122–75
Пленка полиэтиленовая	М; С; Н	Пленка полиэтиленовая Мс 0,050×1400 1 сорт ГОСТ 10354–73
Пленка целлюлозная (целлофан)	1; 2ГОСТ 7730–74
Полистирол общего назначения	ПСЭ-1; ПСЭ-2; ПСМД; ...	ПСМ-черный-2-4 ГОСТ 20282–74
Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные: Э – эпоксидная; Д – дифенилолпропановая	ЭД-22; ЭД-20; ЭД-16; ЭД-14; ЭД-10; ЭД-8	Смола ЭД-20 ГОСТ 10587–76
Стекло органическое конструкционное $s = 0,8; 1,0; 1,5; \dots 24,0^*$	СОЛ: СТ-1; 2–55	СОЛ 5×1400×1600 ГОСТ 15809–70
Стекло органическое техническое $s = 1,0; 1,5; 2,0; \dots 250,0^*$	ТОСП; ТОСН; ТОСС	ТОСП 5 1 сорт красное ГОСТ 17622–72
Стеклотекстолит конструкционный $s = 0,5; 0,8; 1,2; \dots 90,0^*$	ВФТ-С; КАСТ-В; КАСТ-Р; КАСТ	Стеклотекстолит КАСТ-В-9,0 ГОСТ 10292–74

Окончание табл.

Наименование	Марки, классы	Пример условного обозначения
--------------	---------------	------------------------------

Стеклотекстолит электротехнический листовой $s = 0,35; 0,5; 0,6; \dots$ 50,0*	СТ; СТ-Б; СТ-І; СТ-ІІ	Стеклотекстолит СТ-10,0 ГОСТ 12652–74
Текстолит конструкционный $s = 0,5; 0,7; 0,8; \dots$ 70,0*	ПТК; ПТ; ПТМ-1; ПТМ-2	Текстолит ПТМ-1-20 ГОСТ 5–72
Текстолит электротехнический листовой $s = 0,3; 0,5; 0,6; \dots$ 50,0*	А; Б; Г; В4; ЛТ	Текстолит Б-3,0 ГОСТ 2910–74
Фторопласт-3	А; Б; В	Ф-3 В ГОСТ 13744–76
Фторопласт-3	1; 2; 3	Ф-4, сорт 1 ГОСТ 10007–72
Целлулоид $s = 0,30; \dots$ 50,0*	А; Б; В	Целлулоид Ап1,1,20 белый 1 сорт ГОСТ 21285–75
Эбонит электротехнический. Пластины, стержни, трубки	А; Б; В	Стержень эбонит Б-40 ГОСТ 2748–77
* s – толщина материала, мм.		