

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Коротков Сергей Леонидович
Должность: Директор ИТЖТ - филиал ПривГУПС
Дата подписания: 06.12.2024 13:55:56
Уникальный программный ключ:
705b520be7c208010fd7fb4dfc76dbd29d240bbe

Дидактический материал по ОП. 01

«Электротехническое черчение»

для студентов специальности

27.02.03. Автоматика и телемеханика

на транспорте (железнодорожном транспорте)

Базовая подготовка среднего профессионального образования
(квалификация - техник)

Основные сведения по оформлению чертежей

Условиями успешного овладения техническими знаниями являются умение читать чертежи и знание правил их выполнения и оформления. Чертеж является одним из главных носителей технической информации, без которой не обходится ни одно производство.

В настоящее время нельзя представить себе работу и развитие большинства отраслей народного хозяйства, а также науки и техники без чертежей. На вновь создаваемые приборы, машины, сооружения и разрабатываемые сети сначала разрабатывают чертежи (проекты). По ним определяют их достоинства и недостатки, вносят изменения в конструкцию. Только после обсуждения чертежей (проектов) изготавливают опытные образцы изделия или разрабатывают сетевую инфраструктуру. Рабочие, инженеры и техники должны уметь читать чертеж, чтобы понять как саму конструкцию, так и работу изображенного изделия, а также изложить свои технические мысли, используя чертеж. Чертежи широко используются и в учебных заведениях при изучении теоретических, общетехнических и специальных предметов.

Чертежом называется графическое изображение объекта (например, изделия) или его части на плоскости (чертежной бумаге, экране монитора и др.), передающее с определенными условностями в выбранном масштабе его геометрическую форму и размеры. В техническом черчении, объектами которого являются изделия и сооружения, применяются различные виды чертежей, представляющие собой отдельные конструкторские документы. Правила выполнения основных видов этих чертежей регламентируются государственными стандартами. Целью изучения настоящего курса является успешное овладение начертательной геометрией, инженерной и компьютерной графикой, техническими знаниями и требованиями стандартов при выполнении, оформлении и чтении чертежей, навыками работы в системах автоматизированного проектирования, таких, как КОМПАС, AutoCAD, CorelDraw. Изучение курса «Инженерная компьютерная графика» поможет студентам овладеть специальными учебными

дисциплинами, расширит их технический кругозор и позволит осознанно читать любую техническую литературу, содержащую чертежи и схемы, а также работать в системах автоматизированного проектирования. Государственные стандарты ЕСКД

Появление стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) было вызвано: потребностью выработки общих правил выполнения и оформления чертежей, что обеспечивало их понимание во всех отраслях промышленности; необходимостью проведения унификации (приведение к единообразию) форм и размеров изделий; необходимостью представления на мировой рынок конкурентоспособных изделий. Стандарт ЕСКД — это нормативный документ, устанавливающий единые правила выполнения и оформления конструкторских документов для всех отраслей ИКГ

1 курс Основные сведения по оформлению чертежей промышленности, строительства, транспорта и учебных заведений, утвержденный компетентным органом (Государственным комитетом по стандартизации). Комплекс стандартов ЕСКД в нашей стране введен с января 1971 года. Каждому стандарту ЕСКД присваивается свой номер с указанием года регистрации, например, стандарт на чертежный шрифт ГОСТ 2.304-81. Эта запись читается следующим образом: Государственный стандарт, регистрационный номер два, точка, триста четыре, утвержденный в 1981 году. Соблюдение Государственных стандартов (сокращенно ГОСТ) ЕСКД обязательно для всех предприятий, организаций, учебных заведений и отдельных лиц. Стандарты периодически обновляются. Шрифт чертежный Первый стандарт, с которым вы познакомитесь, устанавливает правила начертания букв, цифр чертежного шрифта, а также условных знаков, используемых на чертежах. Стандарт устанавливает десять размеров шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. За размер шрифта принимается величина, определяющая высоту прописной (заглавной) буквы. Шрифт может быть выполнен как с наклоном в 75° , так и без наклона. Начертание букв чертежного шрифта. Высота буквы измеряется перпендикулярно к основанию строки. Прописные буквы. Высота прописной буквы (h) равна размеру шрифта. Нижние элементы букв Д, Ц, Щ и верхний элемент буквы Й выполняются за счет расстояний между строками. Толщину

линии шрифта (d) выбирают равной $0,1 h$. Используя названные параметры (h , $0,1h$), выстраивают вспомогательную сетку, в которую вписывают буквы (рис. 1). Ширина большинства прописных букв (g) равна $0,6h$ или $6d$, что примерно соответствует размеру h ближайшего наименьшего номера шрифта. Исключение составляют буквы А, Д, М, Х, Ц, Ы, Ю, ширина которых равна $0,7d$, ширина букв Ж, Ф, Щ, Ш, Ъ принимается за $0,8d$, а ширина букв Г, З, С составляет $0,5d$. Написание прописных букв дано на рис. 1. Строчные буквы. Высота большинства строчных букв (c) равна $0,7h$, что примерно соответствует размеру (h) ближайшего наименьшего номера шрифта. Например, для шрифта № 10 высота строчной буквы будет равна 7 мм, а для размера № 7 — 5 мм. Верхние и нижние элементы строчных букв выполняются за счет расстояний между строками и выходят на величину $3d$ (рис. 2). Ширина большинства строчных букв равна $5d$. Ширина букв а, м, ц, ь равна $6d$, букв ж, т, ф, ш, щ, ы, ю — $7d$, а букв з, с — $4d$.



Рис. 1 Прописные буквы чертежного шрифта

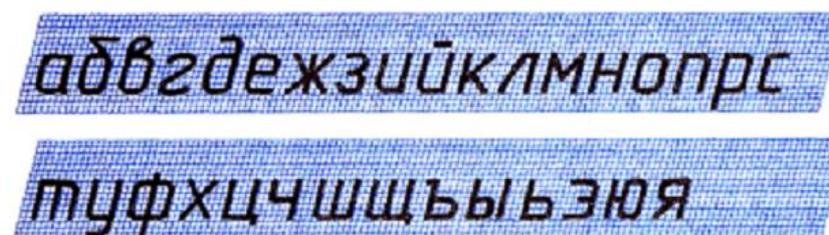


Рис. 2 Строчные буквы чертежного шрифта

Рассмотрев написание букв чертежного шрифта (рис. 1, 2), нетрудно заметить, что 16 прописных и строчных букв русского алфавита имеют одинаковое начертание. Написание других прописных букв отличается от написания строчных. Начертание цифр и знаков чертежного шрифта представлено на рис. 3.

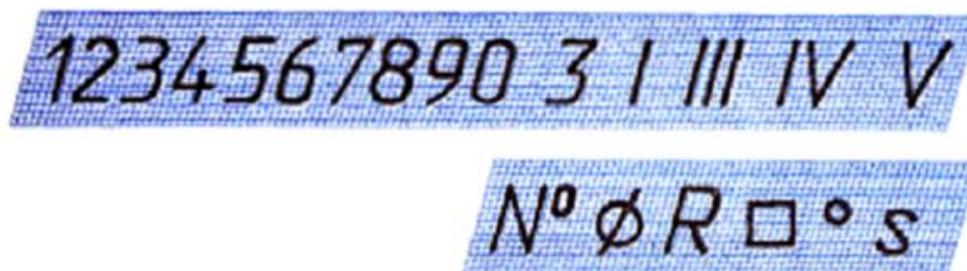


Рис 3 Цифры и знаки чертежного шрифта

На начальной стадии овладения навыком написания чертежным шрифтом следует писать по вспомогательной сетке и только потом переходить к свободному письму с использованием строки, состоящей из двух параллельных линий, проведенных друг от друга на расстоянии высоты прописной или строчной буквы. При написании чертежного шрифта следует усвоить следующие правила:

1. Все надписи на чертеже должны быть выполнены от руки.
2. Высота букв, цифр и знаков на чертежах должна быть не менее 3,5 мм.
3. Начертание букв выполняйте по частям. Движение руки при выполнении прямолинейных элементов букв осуществляется сверху вниз или слева направо, а закругленных — движением вниз и влево или вниз и вправо. Стрелка указывает направление движения рук (рис. 4).
4. Одинаковые элементы различных букв, цифр, знаков следует выполнять одним и тем же приемом, что способствует выработке автоматизма при их написании.
5. Выдерживайте заданный наклон шрифта с помощью направляющих штрихов.

6. Строго соблюдайте конструкцию каждой буквы и соотношение высоты и ширины буквы, используя таблицу 1.

7. Старайтесь выдерживать такое расстояние между буквами, чтобы зрительно оно казалось одинаковым.



Рис. 4 Последовательность написания букв и цифр чертежного шрифта

8. Четкость, ясность и удобство чтения чертежа зависят от качества его выполнения и правильного выбора размеров шрифта.

9. Все надписи на чертеже должны быть аккуратными.

Типы линий

Любая линия чертежа выполняется строго по ГОСТ 2.303-68.

Стандарт устанавливает девять типов линий различной толщины и начертания.

Толщина основной линии обозначается S . Толщина других линий выбирается в зависимости от S . Каждая линия имеет свое назначение и начертание.

В таблице 1 приведены основные сведения о линиях чертежа. Почти все типы линий на чертеже выполняются с использованием чертежных инструментов.

1. Сплошная толстая основная— применяется для выполнения линий видимого контура, линий контура сечений. Этой линией вы будете обводить внутреннюю рамку чертежа, графы основной надписи. Толщина сплошной основной линии (S) выбирается в пределах от 0,5 до 1,4 мм.

2. Сплошная тонкая линия предназначается для нанесения размерных и выносных линий, нанесения штриховки, проведения полук линий-выносок, для изображения воображаемых линий перехода одной поверхности в другую. Толщина линии выбирается от $S/3$ до $S/2$.

3. Сплошная волнистая линия применяется для изображения линии обрыва, разграничения вида и разреза. Толщина линии от $S/3$ до $S/2$. Этот тип линии выполняется от руки.

4. Сплошная тонкая с изломом. Этой линией изображают длинные линии обрыва. Толщина линии от $S/3$ до $S/2$.

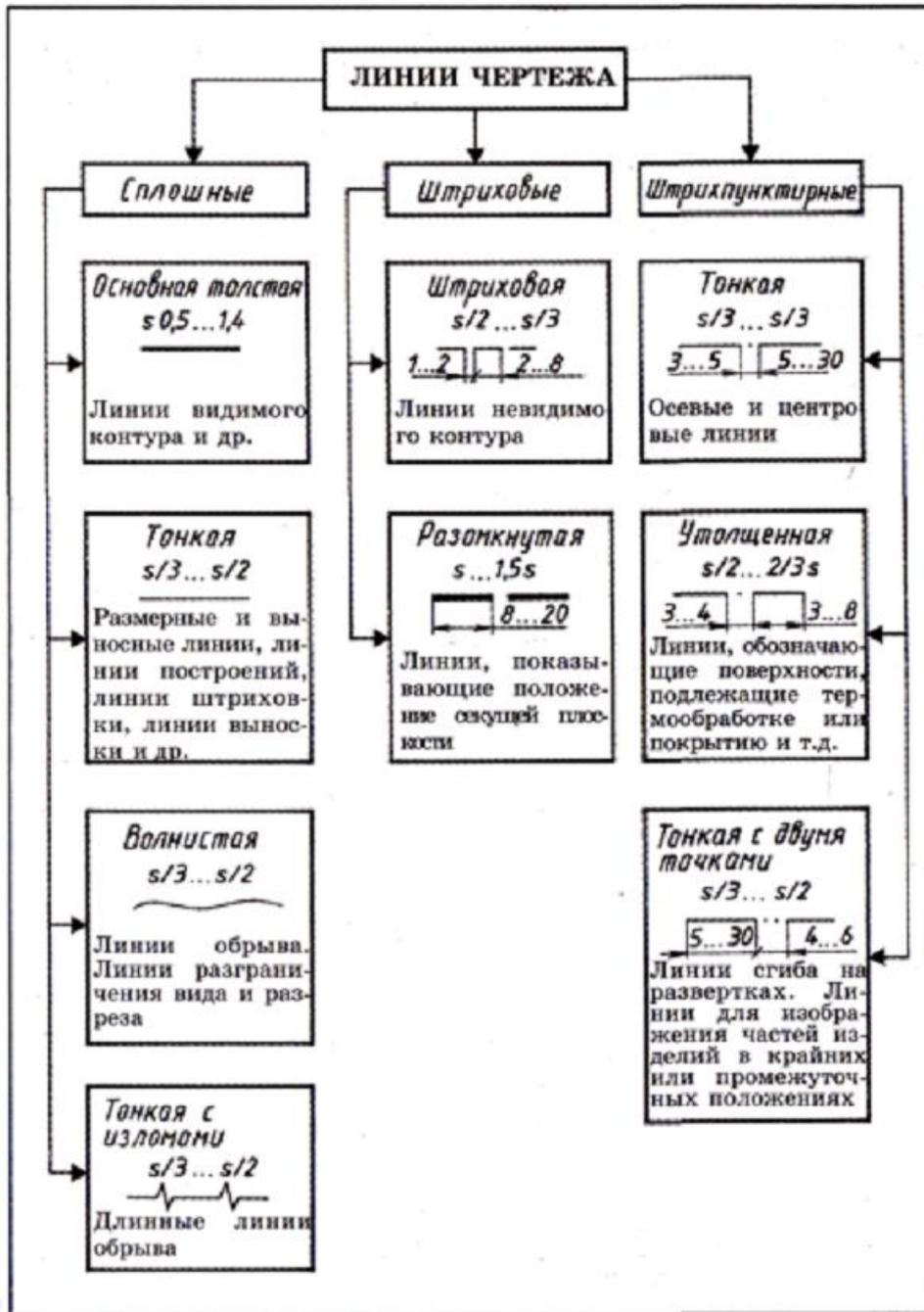
5. Штриховая линия используется для изображения линий невидимого контура, невидимых линий перехода. Длину штриха выбирают от 2 до 8 мм, расстояние между штрихами от 1 до 2 мм. Толщина линии от $S/3$ до $S/2$.

6. Разомкнутая линия предназначается для изображения места секущей плоскости при построении сечений и разрезов. Толщина линии от S до $1,5 S$.

7. Штрихпунктирная тонкая линия применяется для изображения осевых и центровых линий. Длина штриха выбирается от 5 до 30 мм, расстояние между штрихами от 3 до 5 мм. Штрихи чередуются с точками. Толщина линии от $S/3$ до $S/2$.

Таблица 1

Типы линий



Штрихпунктирная (осевая и центровая) линия должна выступать за контуры изображения предметов на 3-5 мм (рис. 5, а). Если необходимо задать центр окружности для отверстия диаметром менее 12 мм, то центровые линии выполняют одним штрихом (рис. 5, б). На рисунке 5 показано нанесение осевых и центровых линий.

10. Штрихпунктирная утолщенная линия применяется для изображения поверхности, подлежащей термообработке или покрытию (в школьном курсе не используется).

11. Штрихпунктирная тонкая линия с двумя точками применяется для изображения линий сгиба на развертках, для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Длина штриха от 5 до 30 мм, расстояние между штрихами от 4 до 6 мм. Толщина линии от $S/3$ до $S/2$. На рис. 6 представлен чертеж изделия, при выполнении которого использованы некоторые типы линий. Рассматривая его, обратите внимание на то, что:

1. Чертеж выполняется различными типами линий.
2. Толщина линий одного и того же типа на чертеже должна быть одинаковой.
3. Наименьшая толщина линий, выполненных в карандаше, должна быть 0,3 мм, а наименьшее расстояние между штрихами линий от 0,8 до 1,0 мм.
4. Штрихи, промежутки между штрихами для одного и того же типа линий должны быть приблизительно одинаковой длины.
5. Штрихпунктирная линия пересекается в центре окружностей штрихами и заканчивается изображением штриха.
6. Вычерчивание изображений предметов начинается с проведения осевых и центровых линий, от которых ведутся все последующие построения.

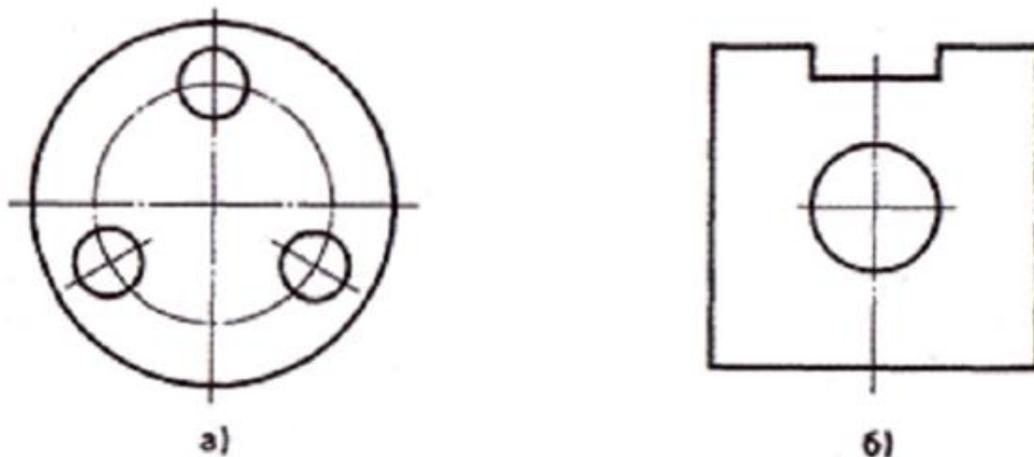


Рис. 5 Нанесение осевых и центровых линий

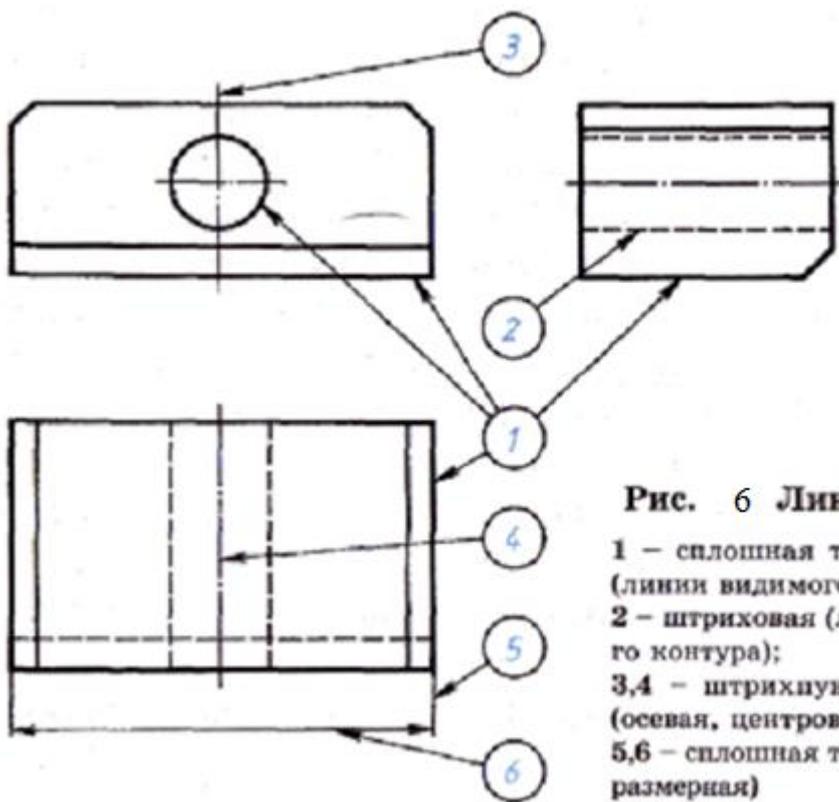


Рис. 6 Линии чертежа:

- 1 – сплошная толстая основная (линии видимого контура);
- 2 – штриховая (линии невидимого контура);
- 3,4 – штрихпунктирная тонкая (осевая, центровая);
- 5,6 – сплошная тонкая (выносная, размерная)

Форматы

ГОСТ 2.301 -68 устанавливает форматы чертежной бумаги, предназначенной для выполнения чертежей и других конструкторских документов. Форматом называется размер листа бумаги (рис. 7)

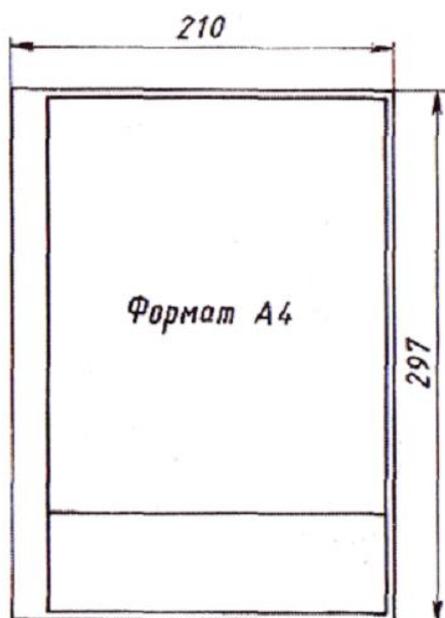


Рис. 7 **Формат А4**

На занятиях вы будете использовать лист формата А4 с размерами сторон 210X297 мм. По внешней рамке производится обрезка листа чертежной бумаги. Но если вы решили работать на бумаге, размеры которой чуть больше размера формата, то необходимо на нем выполнить сплошной тонкой линией внешнюю рамку (рис. 8). На формате проводится внутренняя рамка чертежа сплошной толстой основной линией на расстоянии 5 мм сверху, снизу, справа и 20 мм слева от внешней рамки. Левая сторона формата служит для подшивки чертежей. Пространство бумаги, ограниченное внутренней рамкой, называется полем чертежа. Оно предназначено для выполнения изображения, простановки размеров изделия, написания технических требований, предъявляемых к изделию (рис. 8).

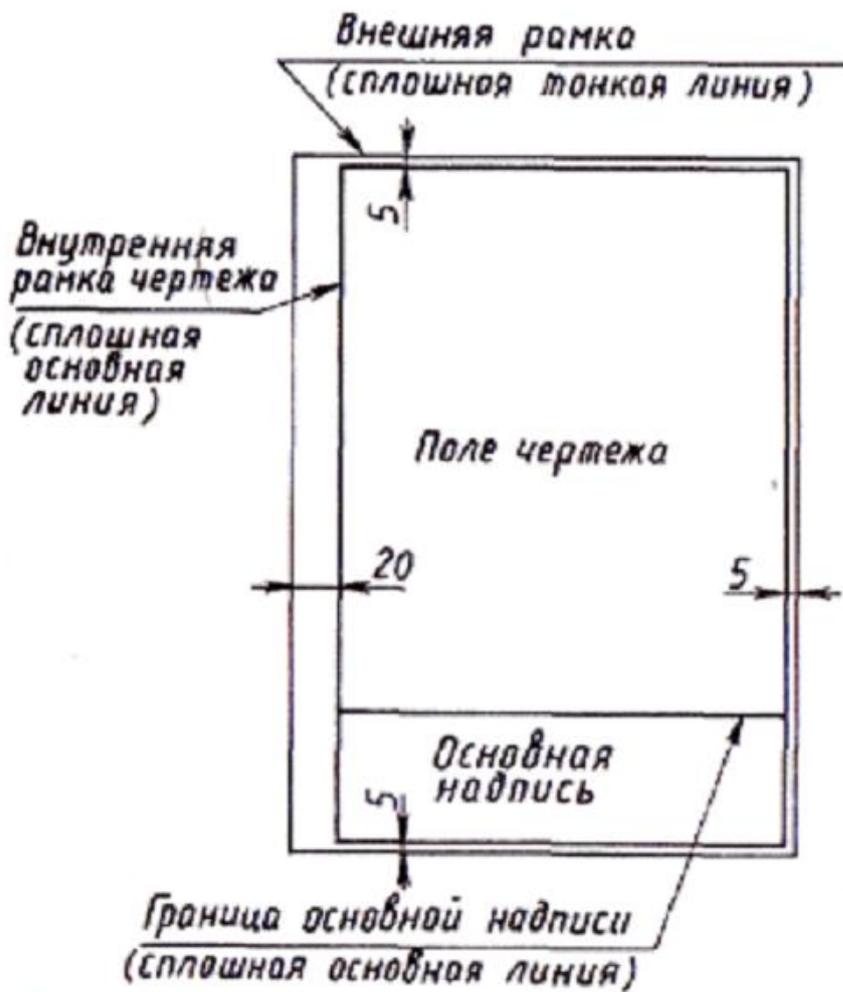


Рис. 8 Внешняя и внутренняя рамки чертежа

Основные форматы

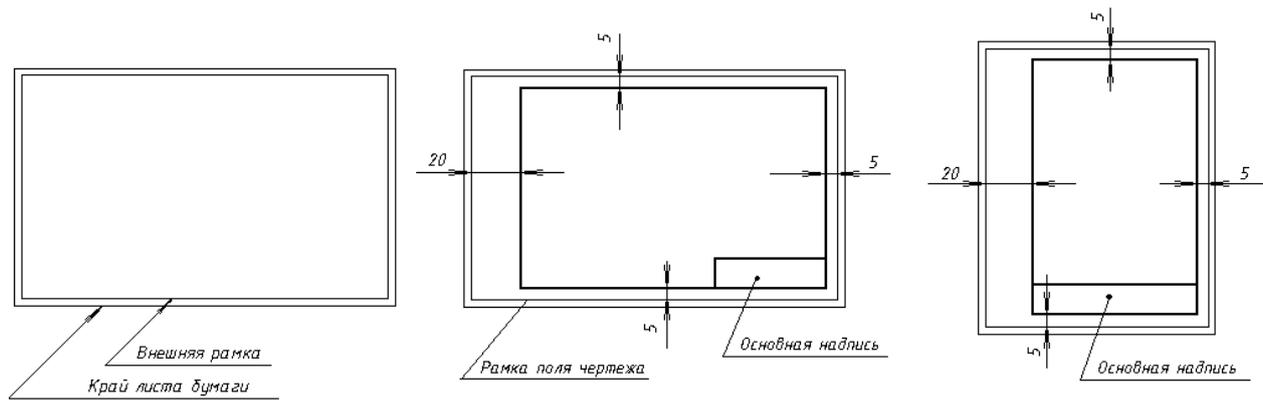
Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

Кроме основных форматов допускается применение дополнительных форматов. Они образуются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам (таблица 2).

Обозначение дополнительных форматов состоит из обозначения основного формата и его кратности:

Дополнительные форматы

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм	Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0 x 2	1189 x 1682	A3 x 6	420 x 1783
A0 x 3	1189 x 2523	A3 x 7	420 x 2080
A1 x 3	841 x 1783	A4 x 3	297 x 630
A1 x 4	841 x 2378	A4 x 4	297 x 841
A2 x 3	591 x 2181	A4 x 5	297 x 1051
A2 x 4	591 x 1682	A4 x 6	297 x 1261
A2 x 5	591 x 2102	A4 x 7	297 x 1471
A3 x 3	420 x 891	A4 x 8	297 x 1682
A3 x 4	420 x 1189	A4 x 9	297 x 1892
A3 x 5	420 x 1486		



Масштабы.

Выполняя чертеж, не всегда можно изобразить предмет в его действительных размерах. Такие предметы как здание или станок изображают в уменьшенном виде, а мелкие предметы (детали часового механизма и др.) необходимо увеличить, чтобы проставить на нем размеры и прочесть чертеж. Поэтому при выполнении чертежей пользуются масштабами. Масштаб представляет собой отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к их натуральной величине. Для изображения предмета в увеличенном виде применяется масштаб увеличения, а в уменьшенном виде – масштаб уменьшения.

Масштабы согласно ГОСТ 2.302 – 68 приведены в таблице 3.

Масштабы

Масштабы уменьшения	1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40; 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100; 1 : 200; 1 : 400; 1 : 500; 1 : 800; 1 : 1000
Натуральная величина	1 : 1

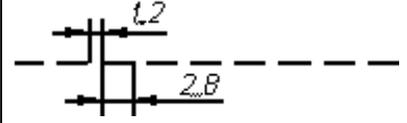
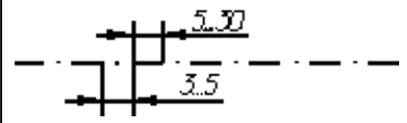
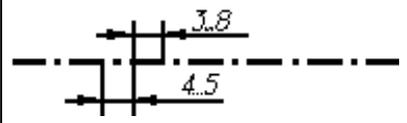
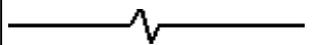
Масштабы увеличения	2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1; 20 : 1; 40 : 1; 50 : 1; 100 : 1
---------------------	---

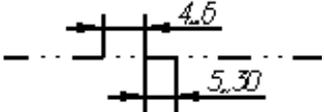
В каком бы масштабе ни выполнялось изображение, на чертеже проставляются действительные размеры детали. На чертеже должен обязательно указываться масштаб. Он проставляется в специальной графе основной надписи: 1:1; 1:2; 4:1 и т.д.

Если масштаб указывается на поле чертежа, то перед числами ставится буква М, например: М1:1;

М1:2; М5:1.

1	Сплошная толстая основная		S	<p>Линия видимого контура</p> <p>Линии перехода видимые</p> <p>Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)</p>
2	Сплошная тонкая		От S/3 до S/2	<p>Линии размерные и выносные, линии штриховки</p> <p>Полки линий - выносок и подчеркивание надписей</p> <p>Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях</p> <p>Следы плоскостей, линии построения характерных точек при</p>

				специальных построениях
3	Сплошная волнистая		От S/3 до S/2	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4	Штриховая		От S/3 до S/2	Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
5	Штрих - пунктирная тонкая		От S/3 до S/2	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6	Штрих - пунктирная утолщенная		От S/2 до 2S/3	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью
7	Разомкнутая		От S до 1,5 S	Линии сечений
8	Сплошная тонкая с изломами		От S/3 до S/2	Длинные линии обрыва

9	Штрих - пунктирная с двумя точками тонкая		<p>Линии сгиба на развертках</p> <p>Линии для изображения частей изделия в крайних или промежуточных положениях.</p> <p>От $S/3$ до $S/2$</p>
---	--	---	---

Общие положения

Схема — конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. При выполнении схем используются следующие термины.

Элемент схемы — составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резисторы, трансформаторы, диоды, транзисторы и т.п.).

Устройство — совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата, шкаф, панель и т.п.). Устройство может не иметь в изделии определенного функционального назначения.

Функциональная группа — совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию (панель синхронизации главного канала и др.).

Функциональная часть — элемент, функциональная группа, а также устройство, выполняющее определенную функцию (усилитель, фильтр).

Функциональная цепь — линия, канал, тракт определенного назначения (канал звука, видеоканал, тракт СВЧ и т.п.).

Линия взаимосвязи — отрезок прямой, указывающий на наличие электрической связи между элементами и устройствами.

Классификацию схем по видам и типам устанавливает ГОСТ 2.701-84*) Виды схем определяются в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, и обозначаются буквами русского алфавита. Различают десять видов схем; электрическая — Э, гидравлическая — Г, пневматическая — П, газовая — Х, кинематическая — К, вакуумная — В, оптическая — Л, энергетическая — Р, деления — Е, комбинированная — С.

Схемы деления изделия на составные части (буквенное обозначение Е) разрабатывают для определения состава изделия. Комбинированные схемы выполняют, если в состав изделия входят элементы разных видов.

Схемы в зависимости от назначения подразделяют на типы и обозначают арабскими цифрами. Установлены восемь типов схем: структурная — 1, функциональная — 2, принципиальная (полная) — 3, соединений (монтажная) — 4, подключения — 5, общая — 6, расположения — 7, объединенная — 0.

На объединенной схеме совмещаются различные типы схем одного вида -например схема электрическая соединений и подключения (см. рис. 6.17).

Наименование и код схемы определяются ее видом и типом. Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы. Например, схема электрическая принципиальная — ЭЗ, схема гидравлическая соединений — Г4 и т.д.

Наименование комбинированной схемы определяется видами схем, входящими в ее состав, и соответствующим типом, например схема электрогидравлическая принципиальная — СЗ.

Наименование объединенной схемы определяется видом схемы и типами схем, входящими в ее состав, например схема электрическая соединений и подключения — ЭО. При выполнении комбинированных и объединенных схем должны соблюдаться правила, установленные для соответствующих видов и типов схем.

В технических документах, разрабатываемых при проектировании, эксплуатации и исследовании электротехнических устройств, применяют все типы схем, указанные выше, при этом на стадиях эскизного и технического проектирования разрабатывают структурные и функциональные схемы, на стадии рабочего проектирования — принципиальные, соединений, подключения, общие и расположения. Общее количество схем, входящих в комплект конструкторской документации на изделие, выбирается минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, эксплуатации, контроля и ремонта изделия. Между схемами одного комплекта осуществляется однозначная связь с помощью буквенно-цифровых позиционных обозначений. Такая связь необходима для быстрого отыскания одних и тех же элементов или устройств, входящих в схемы различного типа.

Общие правила выполнения схем устанавливают ГОСТ 2.701-84* и ГОСТ 2.702-75*. Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей не учитывается или учитывается приближенно. Электрические элементы и устройства на схеме изображают в состоянии, соответствующем обесточенному. Элементы и устройства, которые приводятся в действие механически, изображают в нулевом или отключенном положении. При отклонении от этого правила на поле схемы необходимо давать соответствующие указания.

Форматы листов для выполнения схем следует выбирать из основного ряда форматов согласно ГОСТ 2.301-68*. При выборе форматов схемы следует учитывать объем и сложность схемы, условия хранения и обращения схем, возможность внесения изменений, особенности техники выполнения схем. Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схем без ущерба для ее наглядности и удобства использования.

Схемы могут выполняться на нескольких листах, при этом формат листов должен быть по возможности одинаковым. При выполнении схемы на нескольких листах или в виде совокупности схем одного типа рекомендуется:

для схем, поясняющих принцип работы изделия (принципиальная, функциональная), изображать на каждом листе определенную функциональную цепь, например цепи управления, блокировок, сигнализации, силовые и др.;

для схем соединений изображать на каждом листе часть изделия, расположенную в определенном месте пространства (конструкция, пост, помещение и т.п.).

Линии на схемах всех типов выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.303-68. Толщины линий выбирают в пределах от 0,2 до 1 мм и выдерживаются постоянными во всем комплекте схем. Графические обозначения элементов и линии взаимосвязи выполняют линиями одинаковой толщины. Допускается утолщением линий выделить отдельные электрические цепи, например силовые. На одной схеме рекомендуется применять не более трех типоразмеров линий по толщине. Назначение, применение и начертание линии в электрических схемах представлены в табл. 5.1.

Назначение	Наименование	Начертание
Электрические связи, графические обозначения элементов	Сплошная	—————
Механические связи, экраны	Штриховая	- - - - -
Условные границы устройств, функциональных групп	Штрихпунктирная	- · - · - · -

Таблица 5.1

На электрической схеме изображают: элементы и устройства в виде графических обозначений, линии взаимосвязи, буквенно-цифровые обозначения, таблицы; помещают текстовую информацию, основную надпись.

Графические обозначения

Для изображения на электрических схемах элементов и устройств применяют условные графические обозначения УГО, установленные соответствующими стандартами ЕСКД (см. приложение 2). На схемах определенных типов кроме УГО могут применяться другие категории графических обозначений:

прямоугольники произвольных размеров, содержащие пояснительный текст;

внешние очертания, представляющие собой упрощенные конструктивные изображения соответствующих частей изделия;

нестандартизованные условные графические обозначения;

прямоугольники, выполненные штрихпунктирной линией для выделения устройств и функциональных групп.

При использовании вышеуказанных графических обозначений на поле схемы или в технических требованиях следует приводить поясняющий текст. Более подробно эти вопросы рассмотрены ниже в правилах выполнения схем соответствующих типов.

Следует подчеркнуть, что имеют место случаи, когда на один элемент стандартами установлено несколько допустимых (альтернативных) вариантов УГО, различающихся геометрической формой, например коммутационные устройства по ГОСТ 2.755-87 (см. приложение 2). В этом случае следует выбирать один из вариантов обозначения, исходя из назначения и типа разрабатываемой схемы, и применять его на всех схемах одного типа, входящих в комплект документации на изделие. Размеры УГО элементов схемы приведены в соответствующих стандартах. Линейные и угловые размеры, указанные в стандартах, допускается в отдельных случаях пропорционально увеличивать или уменьшать. Размеры УГО увеличивают при необходимости:

графически выделить (подчеркнуть) особое или важное значение соответствующего элемента;

поместить внутри условного графического обозначения квалифицирующий символ и дополнительную информацию.

Условные УГО элементов используемых как составные части обозначений других элементов, допускается изображать уменьшенными по сравнению с другими элементами, например фоторезистор, фотодиод и др.

Для обеспечения визуального восприятия схемы расстояние (зазор) между любыми графическими элементами (точками, линиями и т.п.) условного обозначения не должно быть меньше

1 мм. Выбранные размеры УГО и толщины линий для них должны быть выдержаны постоянными во всех схемах одного типа на данном чертеже.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , а также зеркально повернутыми (рис. 5.1). Допускается УГО поворачивать на угол, кратный 45° , если это упрощает графику схемы (рис. 5.2). Квалифицирующие символы (световой поток и т.п.) при поворотах УГО не должны менять своей ориентации (рис. 5.3). Следует иметь в виду, что повороты и зеркальные изображения некоторых УГО приводят к искажению их смысла, например УГО двоичных логических элементов, различных символов. Такие обозначения должны быть выполнены в том положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах (рис. 5.4).

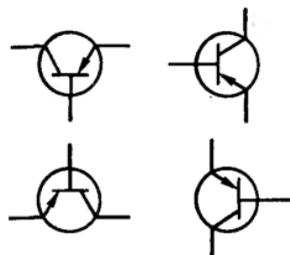


Рис. 5.1. Примеры допустимого положения электрических элементов

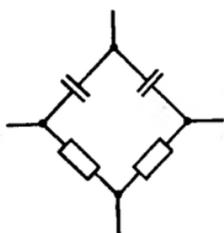


Рис. 5.2. Пример допустимого положения электрических элементов



Рис. 5.3. Положение квалифицирующих символов относительно УГО

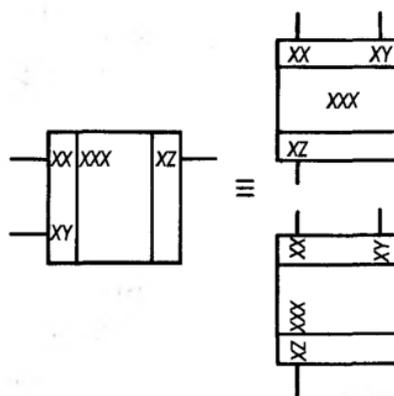


Рис. 5.4. Ориентация условного графического обозначения в схеме

Общие правила построения графического изображения схемы

Графические обозначения элементов (устройств, функциональных групп) и соединяющие их линии взаимосвязи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей. Устанавливается расстояние (просвет) между соседними линиями условного графического обозначения не менее 1 мм, между отдельными условными графическими обозначениями не менее 2 мм; между соседними параллельными линиями взаимосвязи не менее 3 мм.

Линии должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь по возможности наименьшее количество изломов и взаимных пересечений (рис. 5.5). В отдельных случаях, если это упрощает графику схемы, допускается применять наклонные участки линий на небольшом участке схемы.

Допускается на схеме графически выделять устройства, функциональные группы, части схемы, относящиеся к определенным постам, помещениям и т.п., а также части схем, непосредственно не входящие в изделие, но изображаемые для лучшего понимания схемы. Такие фрагменты схемы выделяют штрихпунктирной линией в форме прямоугольника или фигуры неправильной формы (рис. 5.6).

Для упрощения графики схемы (уменьшения количества линий) рекомендуется применять условное графиче-

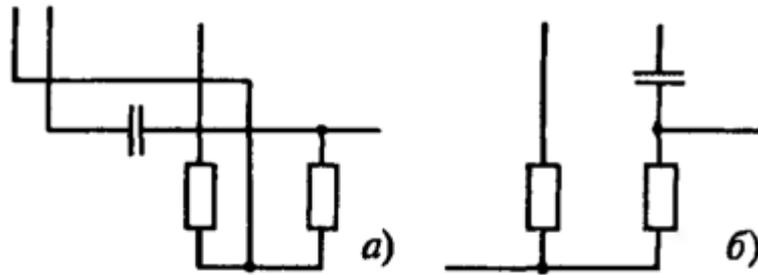


Рис. 5.5. Изображение фрагмента схемы:
a — нерациональное; *б* — рациональное

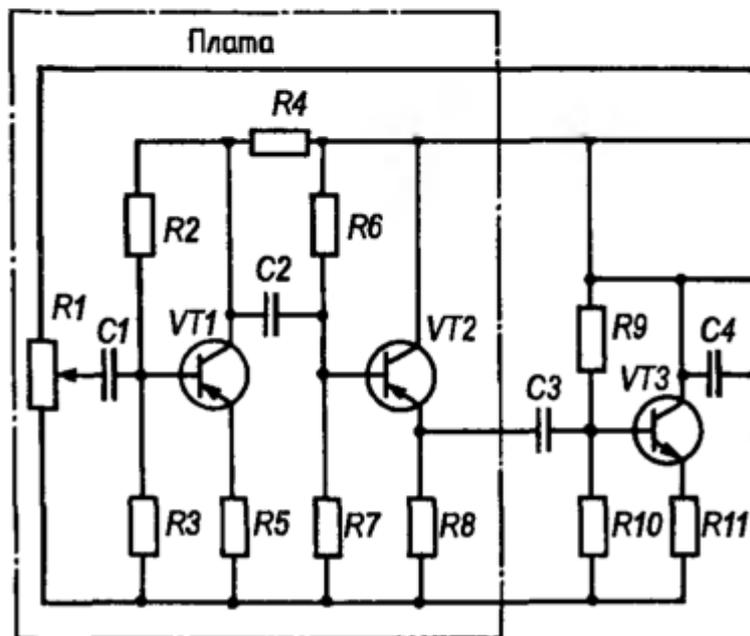


Рис. 5.6. Фрагменты схемы «Плата»

ское слияние отдельных линий в групповые линии связи по следующим правилам. Каждая линия в месте слияния должна быть помечена порядковым номером (рис. 5.7, *a*). Линии, соединяемые в групповую связь, как правило, должны иметь разветвлений, т.е. всякий условный номер должен встречаться на линии групповой связи только 2 раза. При необходимости разветвлений их количество указывают после порядкового номера линии через дробную черту (рис. 5.7, *б*). Линии групповой связи допускается выполнять утолщенными. Во всем комплекте схем соединяемые линии должны быть изображены одного из двух способов — под прямым углом или с изломом под углом 45° к групповой линии (рис. 5.8). Точка излома должна быть удалена от линии групповой связи не менее чем на 3 мм.

Для уменьшения количества параллельных линий, следующих в одном направлении и имеющих большую протяженность, применяют однолинейное представление таких линий по следующим правилам:

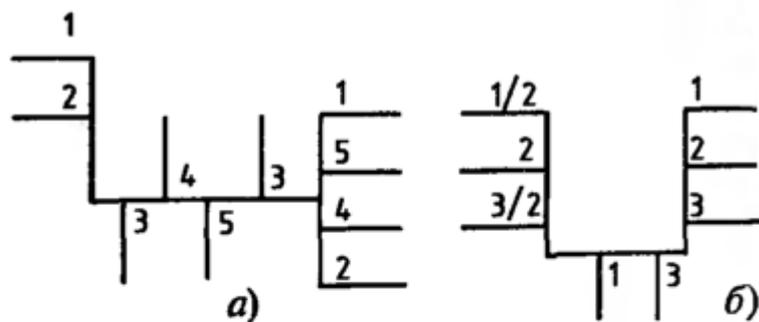


Рис. 5.7. Изображение групповых линий связи:
a — без разветвлений; *б* — с разветвлениями

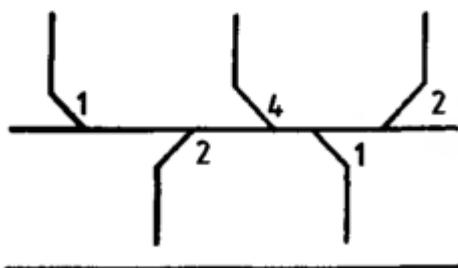


Рис. 5.8. Изображение ответвлений линий групповой связи

вместо всех линий изображают только одну с указанием количества линий числом или меткой (рис. 5.9);

при нарушении порядка следования линий должны быть нанесены соответствующие метки (рис. 5.10);

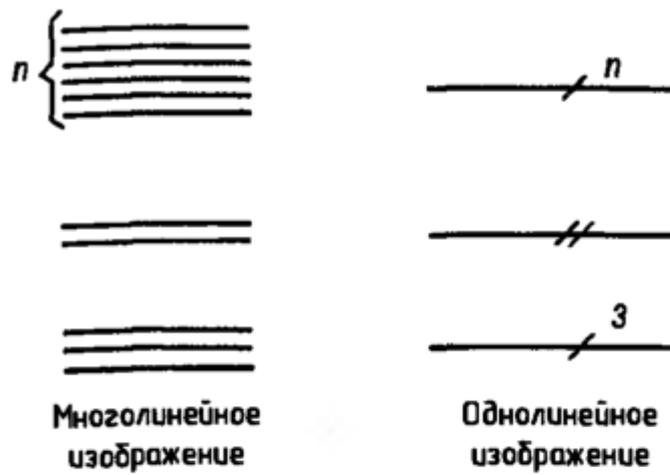


Рис. 5.9. Однолинейное представление линий связи

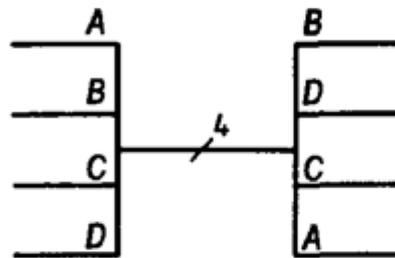


Рис. 5.10. Изображение слияния и разветвлений линий связи

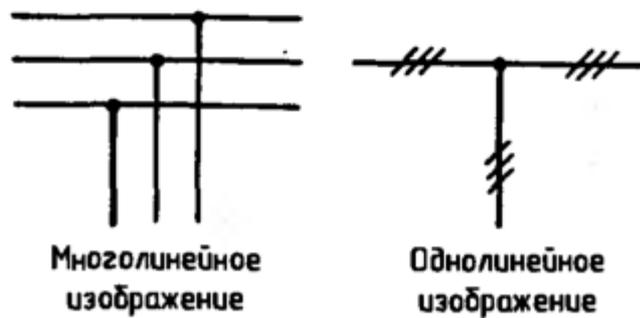


Рис. 5.11. Изображение группы линий связи с ответвлениями

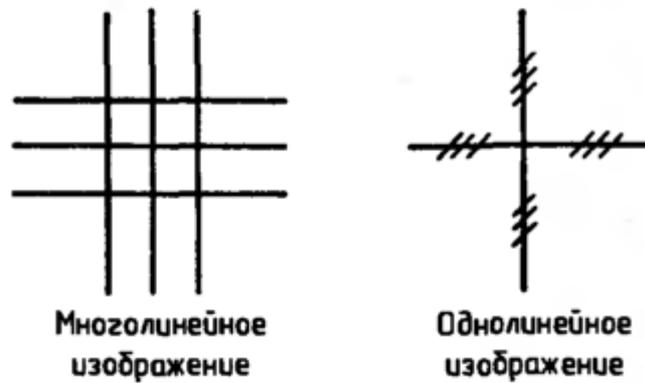


Рис. 5.12. Однолинейное представление группы линий электрической связи

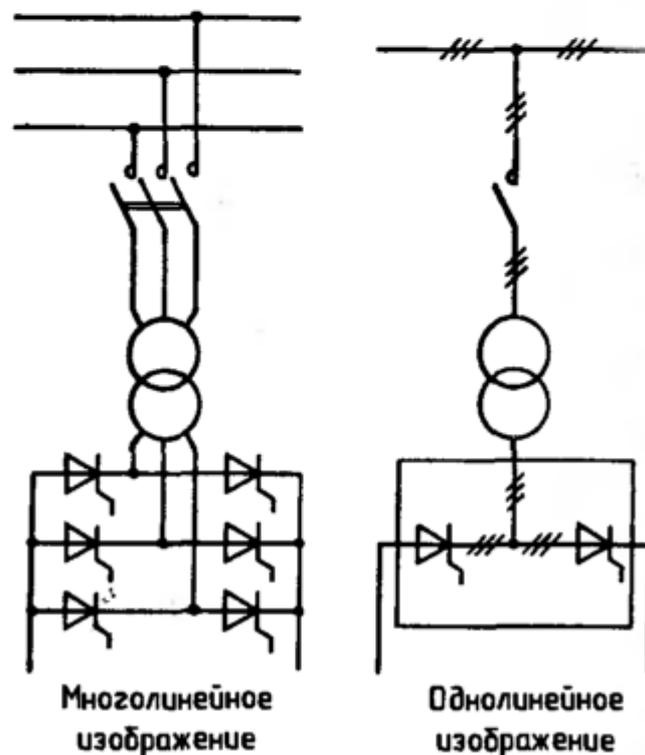


Рис. 5.13. Схемы управляемого выпрямителя

группа линий связи, имеющих ответвления, изображается так, как показано на рис. 5.11;

группы линий связи, не имеющие ответвлений и не пересекающиеся между собой, представлены на рис. 5.12.

На рис. 5.13 показан переход от многолинейного изображения к однолинейному на примере схемы управляемого выпрямителя. В данном примере однолинейному представлению линий связи соответствует однолинейное изображение электрических элементов (тиристоров). Если одинаковые элементы находятся не во

всех цепях, изображенных однолинейно, то справа от позиционного обозначения или под ним в квадратных скобках указывают обозначения цепей, в которых находятся эти элементы (рис. 5.14). На одной схеме допускается применять сочетание однолинейного и многолинейного изображений (рис. 5.15).

Элементы и устройства на схеме изображают совмещенным и разнесенным способами. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг к другу и присваивают буквенно-цифровое обозначение один раз всему устройству или элементу. При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно. При этом буквенно-цифровые обозначения присваивают всем частям устройства или элемента, изображенного разнесенным способом. На

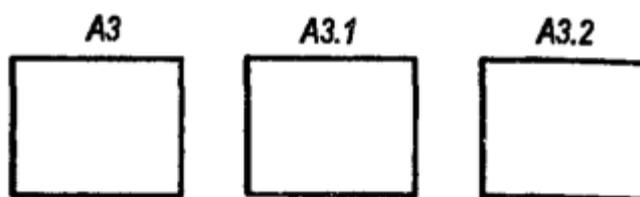


Рис. 5.16. Изображение устройства разнесенным способом

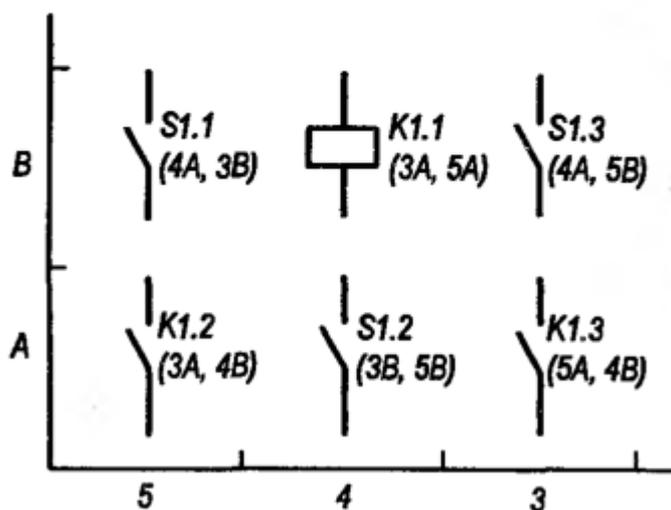


Рис. 5.17. Обозначение элементов на чертеже, разбитом на зоны

рис. 5.16 показано обозначение устройства А3, изображенного разнесенным способом. Если поле схемы разбито на зоны, то справа от позиционного обозначения элемента или устройства или под ним указывается обозначение зон, в которых изображены остальные составные части. На рис. 5.17 катушка реле

$K1$ (обозначение $K1.1$) изображена в зоне 4В; под обозначением указано, что его контакты $K1.2$ и $K1.3$ расположены в зонах 5А и 3А, контакты выключателя $S1$ ($S1.1$, $S1.2$, $S1.3$) — в зонах 5В, 4А, 3В.

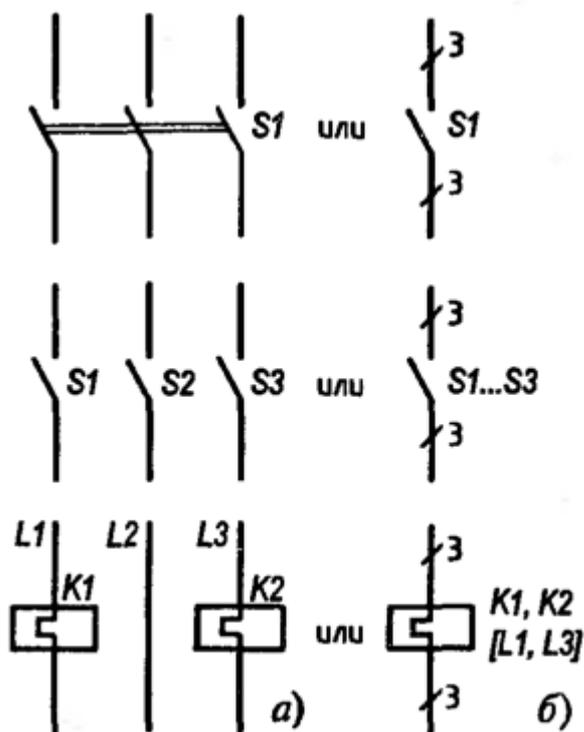


Рис. 5.14. Изображение электрических элементов при однолинейном представлении

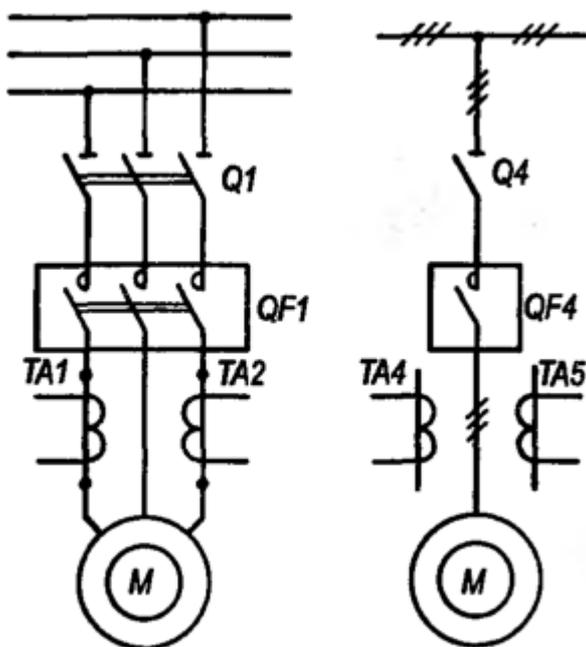


Рис. 5.15. Сочетание однолинейного и многолинейного изображений элементов в пределах одной схемы

При изображении схемы разнесенным способом часто применяют обрывы линий электрической связи. Допускается обрывать линии связи удаленных друг от друга элементов, если графическое изображение линий затрудняет чтение схемы, если схема выполнена на нескольких листах и т.д. Обрывы линий заканчивают стрелками с указанием мест подключения. На рис. 5.18 изображен фрагмент схемы электрической принципиальной. Около обрывов линий электрической связи указаны адреса подключения, например *D10:6* следует читать так: к устройству *D10*, вывод *6*. Утолщенной линией показана линия групповой связи.

При выполнении схемы на нескольких листах рядом с обрывом линии должно быть указано обозначение или наименование, присвоенное данной линии, например номер провода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение и т.п., а в круглых скобках — номер листа, на который переходит линия, например *A125(2)* — линия с условным обозначением *A125* переходит на лист 2; *A125(1)* — линия с условным обозначением *A125* переходит на данный лист с листа 1. Стрелки в этом случае допускается не указывать. Аналогичным способом допускается прерывать однолинейное представление групп линий (рис. 5.19). На рис. 5.19 около обрыва линии групповой связи указано обозначение линии и зоны, в которой расположено ее продолжение.

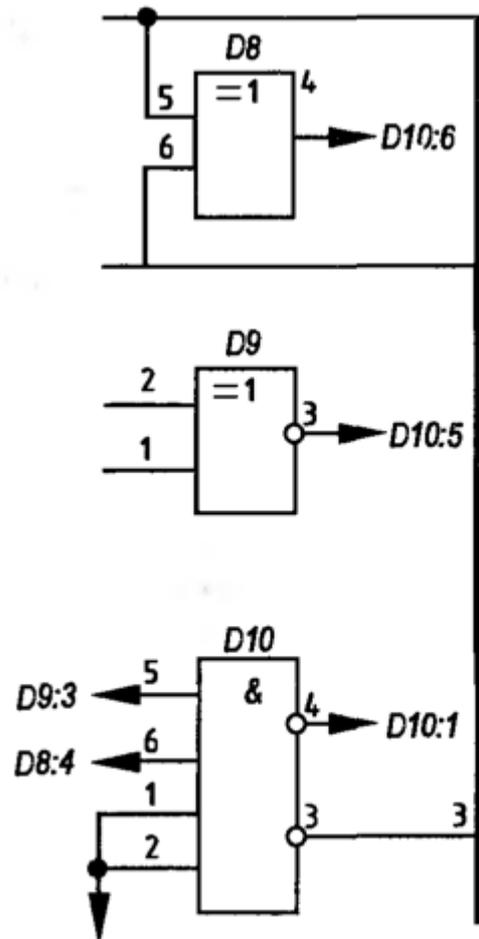


рис. 5.18. Изображение обрыва линий связи

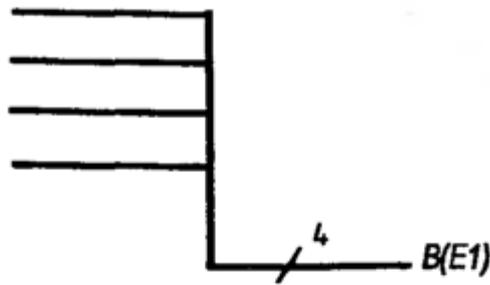


Рис 5.19. Обрыв линий связи в однолинейном представлении

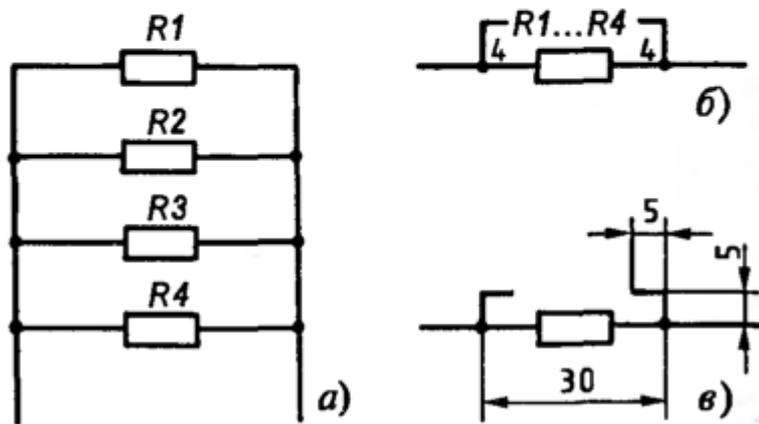


Рис. 5.20. Изображение одинаковых элементов, соединенных параллельно:

a — развернутое; *б* — упрощенное; *в* — рекомендуемые размеры

Для упрощения схемы при наличии в ней нескольких одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных параллельно, допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указав количество ветвей с помощью обозначения ответвления.

Около графических обозначений элементов, изображенных в одной ветви, проставляют их буквенно-цифровые обозначения, при этом должны быть учтены все элементы, устройства или функциональные группы, входящие в это параллельное соединение (рис. 5.20). На рис. 5.20, *в* указаны рекомендуемые размеры упрощенного изображения параллельного соединения.

При наличии в изделии трех и более одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных последовательно, допускается вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (устройств,

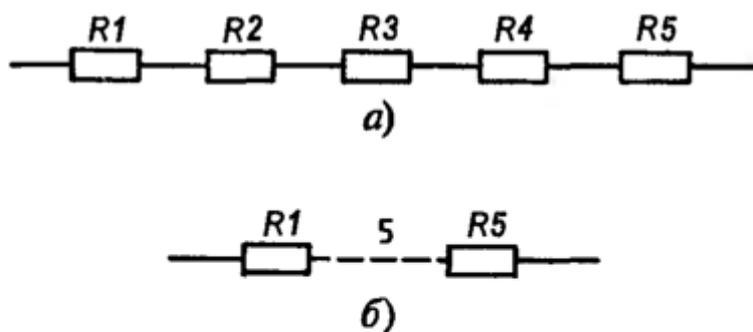


Рис. 5.21. Изображение одинаковых элементов, соединенных последовательно:

a — развернутое; *б* — упрощенное

функциональных групп) изображать только первый и последний элементы, показывая связи между ними штриховыми линиями. При присвоении элементам обозначений должны быть учтены элементы, не изображенные на схеме (рис. 5.21). Над штриховой линией при этом указывают общее количество одинаковых элементов.

Текстовая информация на электрической схеме

На схеме могут быть указаны различные данные имеющие текстовую и символическую формы. Эти данные в зависимости от содержания и назначения могут быть расположены:

рядом с графическими обозначениями (буквенно-цифровые обозначения, обозначения сигналов, формы импульсов, технические параметры и др.);

внутри графических обозначений (наименования устройств, функциональных групп, условные обозначения мощности резисторов и др.);

рядом с линиями (обозначения линий связи, адреса, квалифицирующие символы);

на свободном поле схемы.

Текстовая информация, представленная на свободном поле схемы, может иметь следующие формы записи:

сплошной текст (технические требования, пояснения);

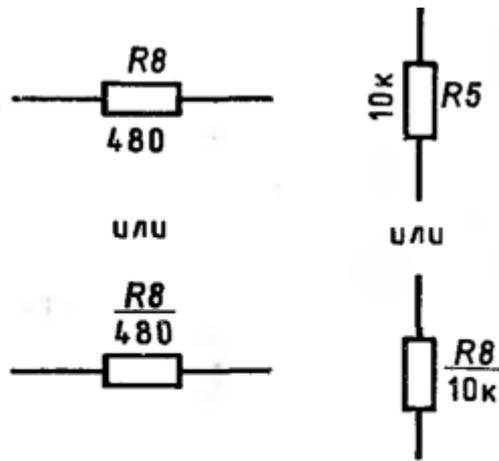


Рис. 5.22. Условные обозначения технических параметров

таблицы (перечень элементов, обозначение входных и выходных цепей, таблицы соединений и др.).

Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий. При большой плотности схемы допускается вертикальная ориентация данных.

Технические параметры резисторов и конденсаторов указывают так, как изображено на рис. 5.22, при этом применяют упрощенный способ обозначения единиц измерения.

Для резисторов:

от 0 до 999 Ом — без указания единиц измерения;

от 1×10^3 до 999×10^3 Ом — в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой «к»;

от 1×10^6 до 999×10^6 Ом — в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой М;

свыше 1×10^9 Ом — в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой Г.

Для конденсаторов:

от 0 до 999×10^{-12} Ф — в пикофарадах без указания единицы измерения;

от 1×10^{-8} до 999×10^{-6} Ф — в микрофарадах с обозначением единицы измерения строчными буквами «мк».

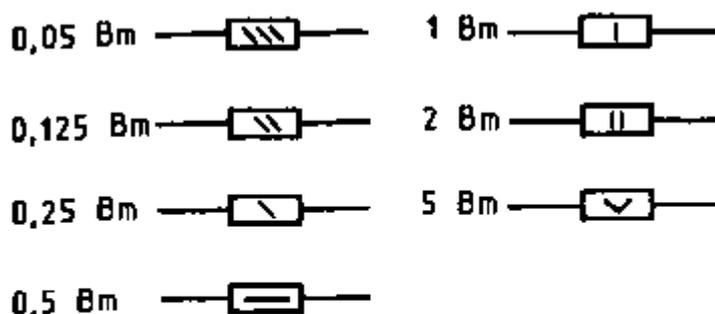


Рис. 5.23. Символы, обозначающие номинальную мощность резисторов

Номинальную мощность резисторов для диапазона от 0,05 до 5 Вт можно указать на схеме, пользуясь обозначениями, представленными на рис. 5.23.

Надписи, предназначенные для нанесения на изделие, должны быть заключены в кавычки.

Буквенно-цифровые обозначения элементов и функциональных групп должны обеспечивать взаимосвязь документов в комплекте документации на объект, быть одинаковыми на всех документах комплекта.

Позиционные обозначения образуются с применением прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и знаков (квалифицирующих символов) по ГОСТ 2.710-81*. Структура буквенноцифрового обозначения состоит из обязательной и дополнительных частей. Обязательная часть — буквенный код и номер элемента. Буквенный код устанавливает ГОСТ 2.710-81* (см. приложение 3), номер элемента определяется местонахождением элемента на схеме и присваивается в направлении сверху вниз и слева направо. Дополнительные части обозначаются квалифицирующими символами:

Устройство высшего уровня	=
Функциональная группа высшего уровня	≠ или #
Конструктивное обозначение	+
Обозначение элемента	—
Обозначение контакта	:
Адресное обозначение	()

Условное буквенно-цифровое обозначение записывается в виде последовательности букв, цифр и знаков в одну строку без пробелов, и их число в обозначении не устанавливается.

Порядок записи составного обозначения определяется порядком вхождения, например $\# T1 = A2 - R5$ означает: резистор $R5$ входит в состав устройства $A2$, которое входит в функциональную группу 77 . Перед обозначением устройства или элемента, стоящим в начале основного обозначения, допускается не указывать квалифицирующий символ, если это не приведет к неправильному пониманию обозначения, например $K1:2$ — второй контакт реле $K1$. Обозначение на схеме наносят над графическим обозначением устройства или элемента или справа от него.

Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов. Перечень элементов оформляют в виде таблицы по форме, показанной на рис. 5.24, и помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм. Продолжение перечня помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68* (форма 2 для первого листа, форма 2а для последующих листов). Перечню элементов, выполненному в виде самостоятельного документа, присваивают код П и в основной надписи указывают наименования изделия и конструкторского документа «Перечень элементов».

В графах перечня помещают следующие данные:

в графе «Поз.обозначение» — позиционное буквенно-цифровое обозначение элемента, устройства или функциональной группы;

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание

а)

Зона	Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание

б)

Рис. 5.24. Форма таблицы перечни элементов:

а — поле схемы на зоны не разбито; *б* — поле разбито на зоны

в графе «Наименование» — наименование элемента или устройства, тип и обозначение документа, на основании которого этот элемент или устройство применены;

в графе «Примечание» — технические данные, не содержащиеся в обозначении типа элемента, значения параметров, подбираемые регулировкой, и др.

Связь перечня с графическими обозначениями осуществляется через позиционные обозначения. Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Допускается оставлять несколько незаполненных строк между группами элементов. Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами записывают в перечень в одну строку, при этом в графе «Кол.» указывают общее количество одинаковых элементов.

При записи одинаковых по наименованию элементов рекомендуется объединять их в группы, выполнять общий заголовок и записывать в графе «Наименование» только тип и документ, на основании которого этот элемент применен.

Допускается обозначения документов, на основании которых применены элементы, записывать в общем наименовании (заголовке). Если продолжение перечня перенесено на следующий лист или свободное поле схемы, заголовок группы элементов повторяют.

Если в изделие входят несколько одинаковых функциональных групп или устройств, то элементы, входящие в такие группы и устройства, записываются в перечень элементов отдельно в пределах каждого устройства или функциональной группы. Запись элементов,

входящих в каждое устройство (функциональную группу), начинают с наименования устройства или функциональной группы, которое записывают в графе «Наименование». Ниже наименования устройства должна быть оставлена одна свободная строка, выше — не менее одной свободной строки. При этом если на схеме изделия имеются элементы, не входящие в устройства (функциональные группы), то вначале записывают эти элементы без заголовка, а затем — устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, и функциональные группы с элементами, входящими в них. Если в изделии имеется несколько устройств или функциональных групп, то в перечне указывают количество элементов, входящих в одно устройство. Общее количество одинаковых устройств указывают в графе «Кол.» на одной строке с заголовком (рис. 5.25).

Групповой способ оформления схем

Схемы, имеющие одинаковую топологию, отличающиеся параметрами некоторых составных частей, входными и выходными данными, а также незначительным различием построения рисунка схемы, могут быть оформлены групповым способом по ГОСТ 2.113-75. При этом на схему разрабатывают групповой документ, содержащий постоянные и переменные данные для исполнений. На групповом документе изображение схемы изделия является основным или базовым. Базовое изображение имеет обозначение, записанное в основную надпись. Каждому исполнению должно быть присвоено самостоятельное обозначение, состоящее из базового обозначения и порядкового номера исполнения, отделяемого от базового обозначения знаком дефис.

Базовые обозначения являются одинаковыми для всех исполнений, оформленных одним групповым документом; порядковый номер исполнения устанавливается в

пределах каждого базового обозначения. При групповом способе выполнения схемы одно исполнение следует условно принимать за основное. Такое исполнение должно иметь только базовое обозначение, без порядкового номера исполнения, например АБВГ.362118.010. Для всех других исполнений к обозначению добавляют порядковые номера исполнений от 01 до 98, например АБВГ.362118.010-01.

На групповой схеме полностью изображают схему, относящуюся к основному исполнению (рис. 5.26). Исполнения, отличия которых от основного исполнения должны быть показаны на изображениях, становятся переменными. Эти исполнения дополнительно должны быть изображены на свободном поле схемы. При этом выполняют частично или полностью только те элементы схемы и связи, которые необходимы для показа отличия от основного изображения. Эти изображения рассматривают как самостоятельный рисунок. Каждому рисунку должен быть присвоен порядковый номер в пределах конструкторского документа. Основному изображению присваивают первый порядковый номер рисунка. Номера рисунков (рис. 1, рис. 2 и т.д.) записывают над соответствующим изображением в виде заголовка. Под наименованием рисунка, начиная со второго, делают запись «Остальное — см. рис. 1».

Все сведения о переменных данных (изображениях, технических характеристиках и др.), которые подлежат включению в схему согласно ее назначению, должны быть приведены в таблице исполнений. В таблице исполнений помещают графу с заголовком «Рис.», буквенно-цифровые обозначения элементов (переменных) и др. На схеме таблицу исполнений не помещают, если между исполнениями имеются только такие различия, которые можно отразить в перечне элементов.

Перечень элементов для схемы, оформленной в виде группового документа, представляют двумя способами:

по общим правилам, при этом для переменных данных исполнений должна быть ссылка на соответствующий рисунок или таблицу (см. рис. 5.31, 5.32);

как групповой документ, при этом после записи в перечень всех постоянных устройств и элементов по общим правилам помещают заголовок «Переменные данные для исполнений», подчеркивают и записывают переменные данные для каждого исполнения (рис. 5.27—5.29).

На рис. 5.26 изображена электрическая принципиальная схема фильтра для разных частот, выполненная групповым способом. Над основным изображением помещена надпись «Рис. 1». Переменные данные для исполнений выполнены двумя способами. Данные, имеющие отличия в расположении элементов и связей между ними, приводятся на поле схемы в виде «Рис. 2», «Рис. 3» и таблицы исполнений. Данные, имеющие отличия номинальных параметров ($C4$, $C5$, $L3$, $P7$, $P10$, см. рис. 5.27—5.29), записываются в перечень элементов с заголовками «Переменные данные для исполнений».

На рис. 5.30 приведено изображение схемы электрической принципиальной фильтра для различных частот. Вместо шести схем разработан один документ групповым способом. Изображение схемы является базовым (одинаково для всех шести схем).

Переменные данные для исполнений приведены в таблице. Перечень элементов оформлен по общим правилам. При записи в перечень элементов, имеющих переменные данные, для исполнений дается ссылка на таблицу исполнений (рис. 5.31, 5.32). Знаком * обозначены элементы, подбираемые при регулировке.

Чертежи жгутов, кабелей и проводов

Жгутом называется изделие, состоящее из двух и более изолированных проводников (проводов, кабелей), скрепляемых в пучок сплетением, связыванием или каким-либо другим способом, и других составных частей (соединительных устройств, наконечников и т.п.). Кабель представляет собой изделие, состоящее из одного кабеля или провода и каких-либо других составных частей (соединительных устройств). Таким образом, чертеж жгута и кабеля следует рассматривать как сборочный чертеж и выполнять его по правилам, изложенным выше, учитывая особенности, приведенные в ГОСТ 2.414-75*.

Чертеж жгута (кабеля) должен содержать изображение изделия, дающее представление о расположении и связи его составных частей (проводов, разъемов, наконечников, бирок и т.п.); таблицы или схемы, поясняющие соединения составных частей (при необходимости); размеры и предельные отклонения Длин всех участков жгута; номера позиций составных частей, входящих в жгут (кабель); технические требования к изготовлению и контролю жгута (кабеля). Основным конструкторским документом чертежа жгута является спецификация, выполняемая на отдельных листах формата А4 по правилам, установленным ГОСТ 2.106-96.

Направление ответвлений, расположение жгута и его элементов на поле чертежа относительно основной надписи должны соответствовать фактическому их положению в готовом жгуте. При выполнении чертежа жгута изображают:

проводники и их соединения, запасные проводники, переходные контакты, соединительные устройства (штепсельные разъемы, наконечники), маркировочные бирки, которыми производится маркировка кабелей, жгутов, отдельных ветвей, размеры длин всех участков жгута с указанием допустимых отклонений (размеры радиусов изгиба допускается не указывать), указания о присоединении проводников.

Ленту, нитки и другой подобный материал, которым должен быть обмотан жгут или кабель, на чертеже не изображают. Данные об этих материалах указывают в спецификации, а об их применении — в технических требованиях чертежа.

Чертеж жгута может быть выполнен упрощенно или условно. Упрощенное выполнение чертежа предполагает изображение всех составных частей внешними очертаниями. При этом неэкранированные проводники показывают двумя линиями (рис. 4.1, а), экранированные выделяют штриховкой (рис. 4.1, б).

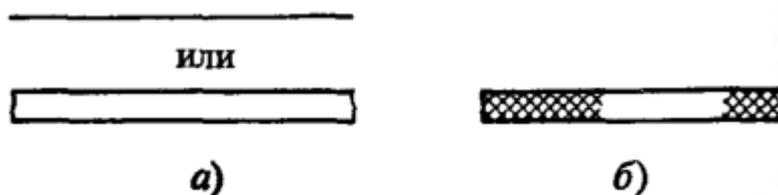


Рис. 4.1. Изображение проводников:
а — неэкранированных; б — экранированных

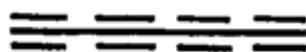


Рис. 4.3. Условное изображение экранированного проводника

Электрические соединители (штепсельные разъемы), наконечники, лепестки и т.п. изображают внешними очертаниями (рис. 4.2). На чертеже жгута, выполненном условно, проводники показывают одной линией, экранированные проводники — согласно требованиям ГОСТ 2.721-74* (рис. 4.3), штепсельные разъемы, наконечники — прямоугольником.

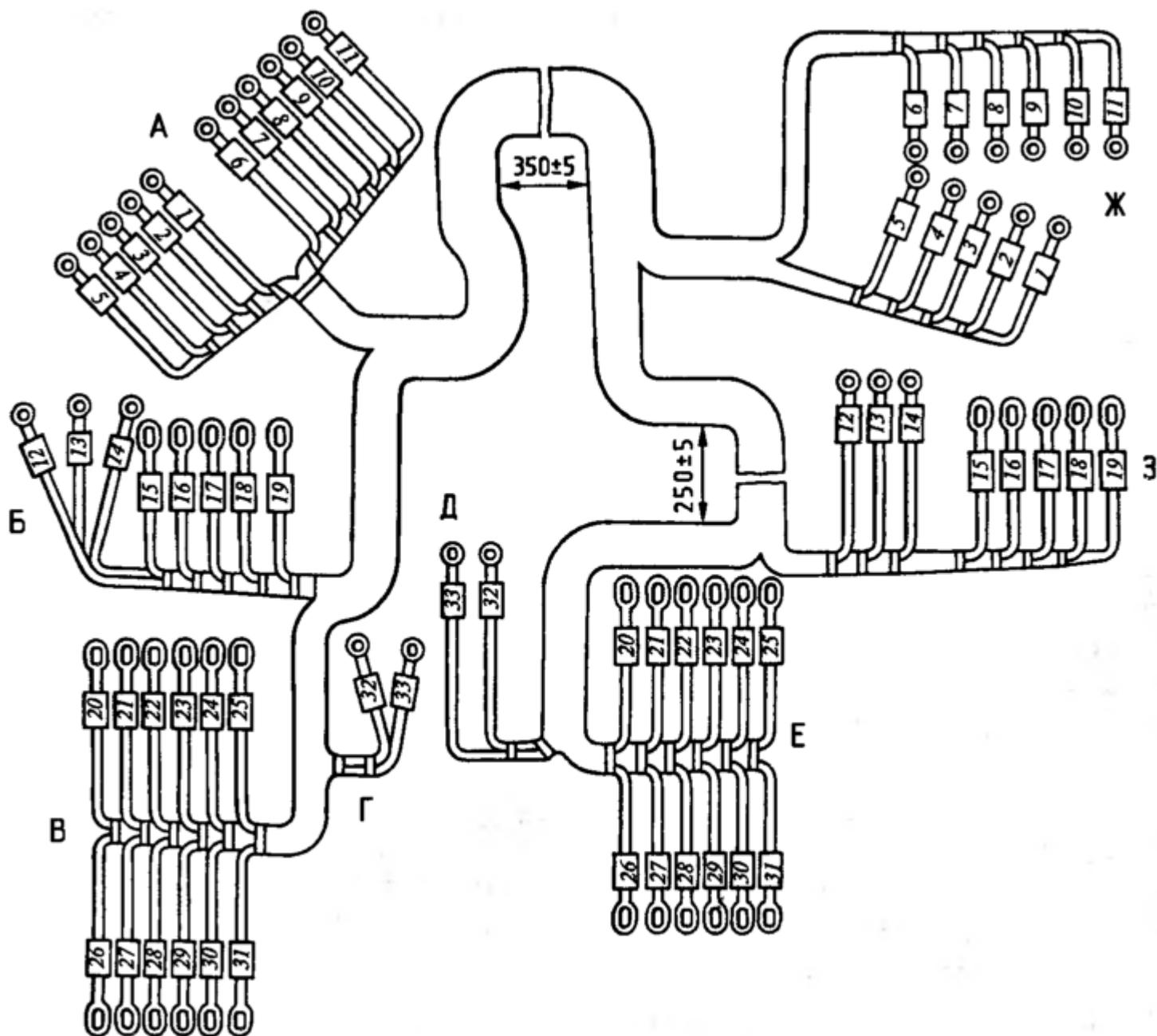


Рис. 4.2. Упрощенное изображение жгута

На чертеже жгута (кабеля) должны быть помещены сведения о присоединении проводников. Поэтому для каждого проводника указывают цифровое обозначение, присвоенное ему на чертеже для электромонтажа или на электрической схеме. Обозначение проводника наносят около обоих концов изображений проводника и, при необходимости, у мест разветвления (рис. 4.4). Цифровое обозначение допускается указывать на изображении маркировочной бирки и присваивать условное обозначение группе проводников у места ее разветвления на отдельные провода. При этом группы следует обозначать прописными буквами русского алфавита в алфавитном порядке в соответствии с расположением групп на изображении, считая сверху вниз в направлении слева направо (см. рис. 4.2).

Допускается на изображении соединительных устройств или около них наносить обозначения, присвоенные этим устройствам на электрической принципиальной схеме или на схеме соединений.

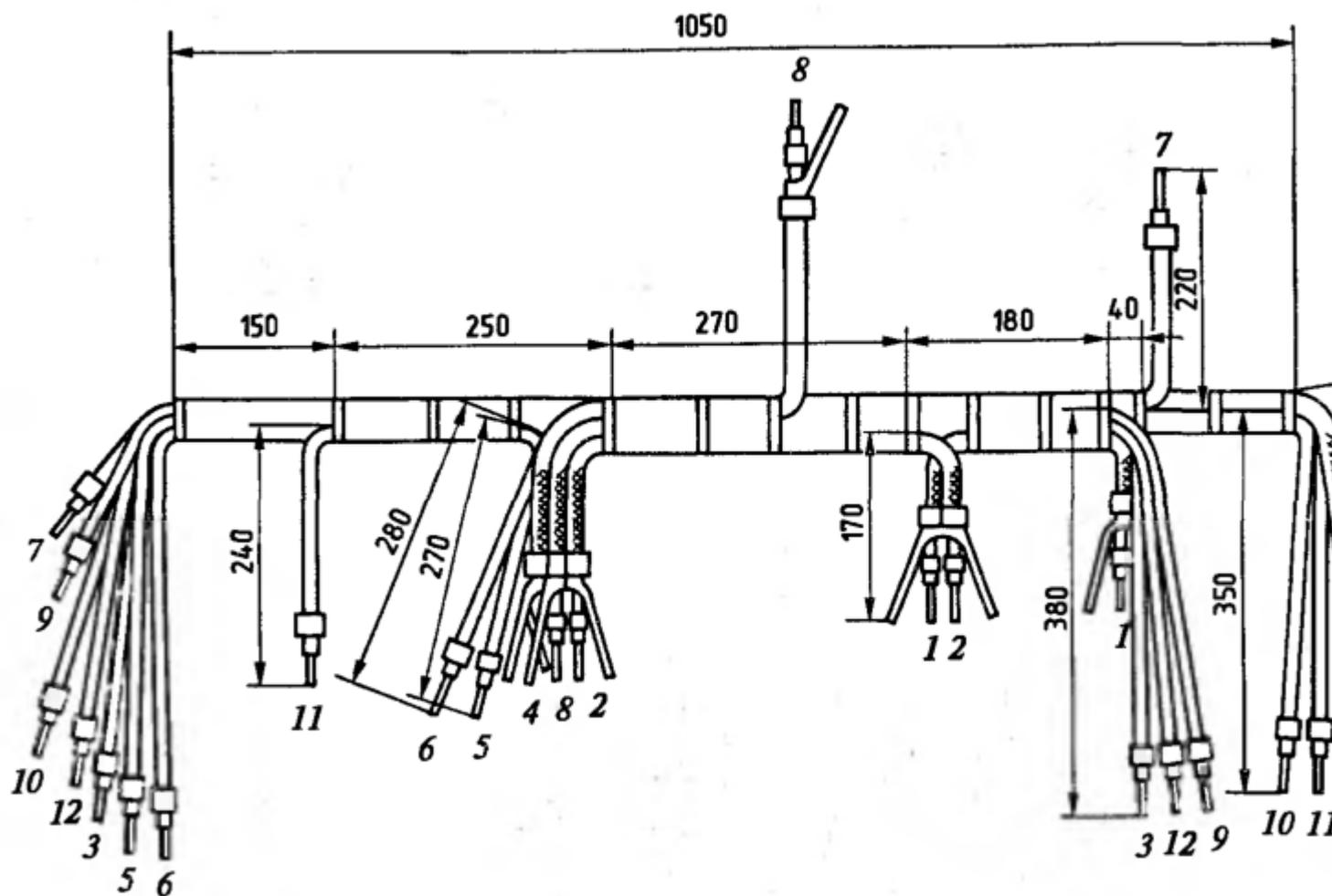


Рис. 4.4. Изображение жгута с размерами и обозначениями проводников

Указания о присоединении проводов можно приводить в таблице, помещаемой около изображения соединительного устройства или на свободном поле чертежа (рис. 4.5). В таблице указываются контакт разъема, номер проводника или адрес присоединения вторых концов проводов. В последнем случае обозначения проводников не наносят.

В некоторых случаях сведения о присоединении удобно помещать в таблице, приведенной на поле чертежа, или оформлять последующими листами сборочного чертежа. Таблицу присоединений выполняют по форме, приведенной на рис. 4.6. В графах таблицы указывают:

в графе «Проводник» — обозначение проводника;

в графе «Поз.» — номер позиции материала провода жгута по спецификации;

в графе «Присоединения» — адреса присоединений обоих концов проводника. Когда конец проводника снабжается наконечником или остается свободным, следует давать ссылку на номер позиции. При этом допускается ссылаться на обозначение, присвоенное группе проводников, например «А. поз. ...»;

в графе «Длина» — длину провода жгута, если она не указана на изображении.

На рис. 4.7 показан пример оформления сборочного чертежа жгута. Изображение жгута выполнено условно. Проводники обозначены арабскими цифрами в пределах жгута. Сведения о присоединении проводников приведены в таблицах колодок *XТ1 ... XТ14*, размещенных на свободном поле чертежа; данные проводника (марка, сечение) указаны в спецификации (для данного примера спецификация не приводится): длина отдельных проводников и сведения о присоединениях даны в таблице присоединений, оформленной на после дующих листах сборочного чертежа (рис. 4.8).

Для жгутов и кабелей, применяемых в радиоэлектронной промышленности, сведения о присоединениях проводов удобно указывать на схеме соединений, выполненной на поле чертежа (рис. 4.9). Оформление схемы соединений должно соответствовать ГОСТ 2.701-84* и ГОСТ 2.702-75*, при этом должны быть изображены все незадействованные контакты, на которые заведены запасные провода. Расстояния между линиями, изображающими электрические связи, выбираются в пределах 8 ... 10 мм. Разъемы, одинаковые наконечники и т.п. изображают разнесенным способом: контакты соединяют сплошной тонкой

-

Провод	Поз.	Присоединение	Длина, м	Примечание
1	5	ХТ3:3; SB2	0,5	
2	5	ХТ4:4; FU1	0,35	
3	5	ХТ2:6; FU1	0,35	
4	5	ХТ1:4; SB2	0,5	
		и т. д.		
33	8		0,24	
34	8		0,24	
35	8		0,24	
АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ СБ				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Копировал				Формат А4

Рис. 4.8. Таблица присоединений, оформленная последующими листами сборочного чертежа

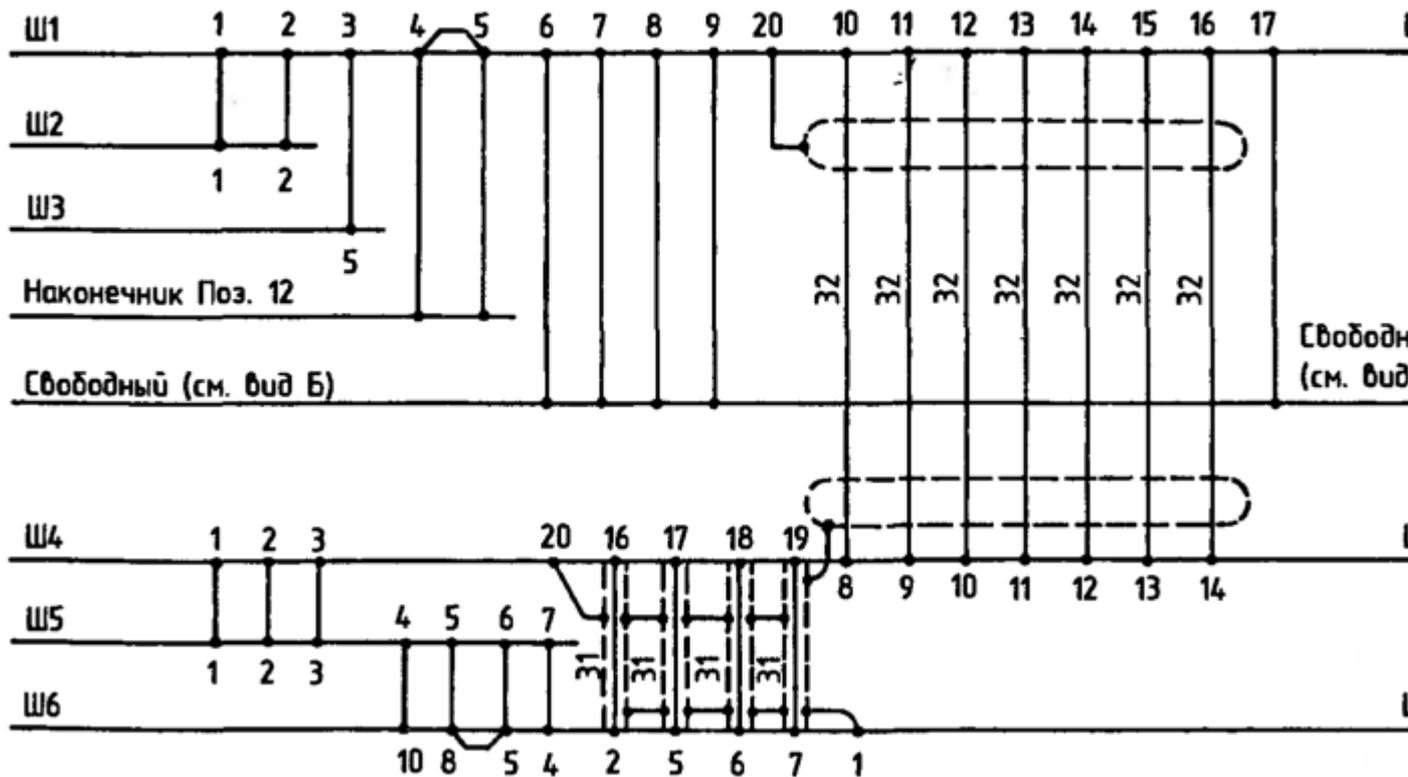


Рис. 4.9. Схема соединений

линией, на концах которой указывают буквенно-цифровые позиционные обозначения соединительных устройств, присвоенные им на принципиальной схеме. Располагать разъемы рекомендуется по возрастанию порядковых номеров позиционных обозначений сверху вниз. Запасные провода и свободные контакты разъемов следует изображать упрощенно в конце схемы в правой ее части. Обозначение контактов соединительных устройств наносят у точки, обозначающей присоединение. При выполнении отдельных цепей жгута проводами различных марок и сечений на линиях электрической связи указывают номера позиций этих проводов по спецификации жгута (см. рис. 4.9). Указания о марках и сечениях проводов, которыми выполнена большая часть соединений, помещают в технических требованиях чертежа.

Переход от одной цепи к нескольким цепям или от проводов одного сечения к проводам другого сечения в кабеле необходимо производить с помощью переходных контактов. Место установки переходных контактов определяется конструктором и указывается на чертеже.

На чертеже жгута (кабеля) должны быть помещены технические требования к их изготовлению и контролю. Первым пунктом технических требований является ссылка на ОСТ, устанавливающий правила выполнения внешнего электро монтажа кабельных изделий.

В следующих пунктах технических требований помещают указания о технологических особенностях выполнения жгута или кабеля, данные по дополнительным испытаниям с учетом специфики данного жгута или кабеля, сведения о применении наружной изоляции и другие указания, уточняющие конструкцию (см. рис. 4.7).

Пример выполнения сборочного чертежа жгута приведен на рис. 4.10, спецификации — на рис. 4.11. Жгут изображен условно, кабельные вилка и розетка — упрощенно. Сведения о соединении проводников содержатся в схеме, размещенной на поле чертежа.

Чертежи изделий с электрическими обмотками и магнитопроводами (электрические машины, трансформаторы, приборы, аппараты) выполняют в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, изложенными выше. Особенности выполнения чертежей таких изделий отражены в ГОСТ 2.415-68* и ГОСТ 2.416-68*. Чертеж изделия с обмотками, как правило, является сборочным чертежом и в общем случае должен содержать изображение изделия, дающее представление о

составе, расположении и взаимодействии его составных частей, схему соединений обмоток, таблицу обмоточных данных, габаритные, присоединительные и исполнительные размеры, номера позиций составных частей, технические требования к изготовлению и контролю изделия. Основным конструкторским документом чертежа с обмотками и магнитопроводами является спецификация, выполненная в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106-96.

При изображении изделий типа роторов, статоров и индукторов электрических машин в продольном разрезе, как правило, показывают верхнюю половину изделия. Нижняя половина показывается упрощенно без разреза (рис. 4.12). ГОСТ 2415-68* устанавливает правила изображения различных видов обмоток ротора и статора в продольном и поперечном разрезах (рис. 4.13, 4.14). В поперечном разрезе многовитковую обмотку заштриховывают «в клетку» (рис. 4.12, 4.15), при этом направление штриховки должно быть параллельно оси паза (для статоров и роторов) или оси каркаса катушки (для трансформаторов и дросселей). При разрезе катушки вдоль проводов обмотки ее изображают, как показано на рис. 4.16.

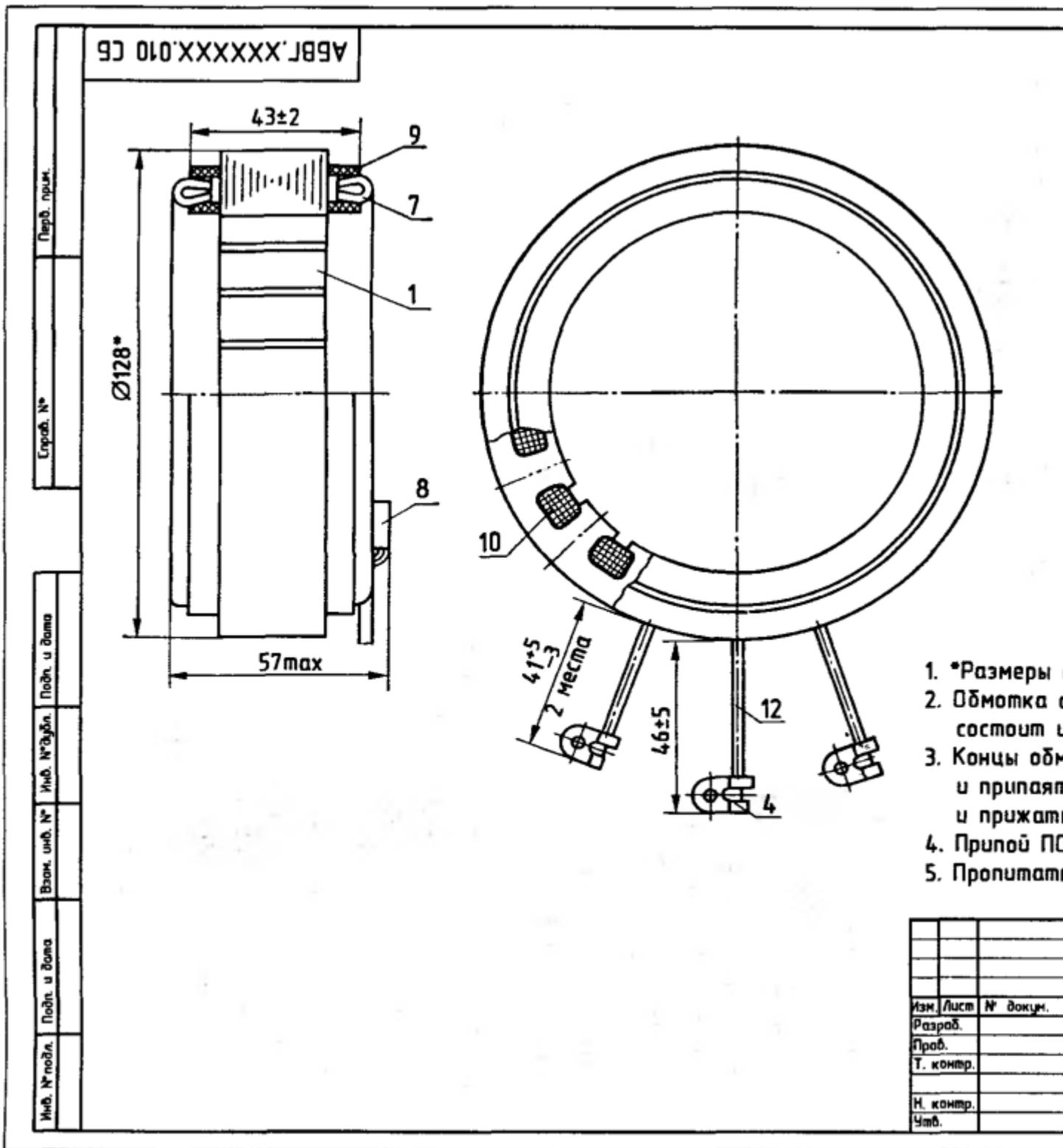


Рис. 4.12. Сборочный чертеж статора

Изоляцию однослойную и многослойную в разрезах и сечениях заштриховывают как неметаллический материал (рис. 4.16), при толщине менее 2 мм зачерняют (см. рис. 4.12). Магнитопроводы в поперечных разрезах штрихуют в направлении

расположения листов или лент (см. рис. 4.16). При отсутствии разрезов магнитопроводов допускается проводить несколько штриховых линий, указывая направление листов (рис. 4.17).

Если секущая плоскость проходит через ось сердечника ротора или статора, то независимо от расположения пазов разрез показывают по зубу (см. рис. 4.12). Бандаж, закрепляющий обмотку, изображают так, как показано на рис. 4.16. Часть материалов, используемых при изготовлении изделия с обмотками, может быть не показана непосредственно на изображении изделия, например изоляция, бандаж и др. Сведения об этих материалах должны быть записаны в соответствующих разделах спецификации, а применение должно быть отражено в таблице обмоточных данных и технических требованиях чертежа. В технических требованиях или в таблице обмоточных данных помещают также указания о количестве слоев и витков обмотки, изоляции и бандажа и данные об их расположении.

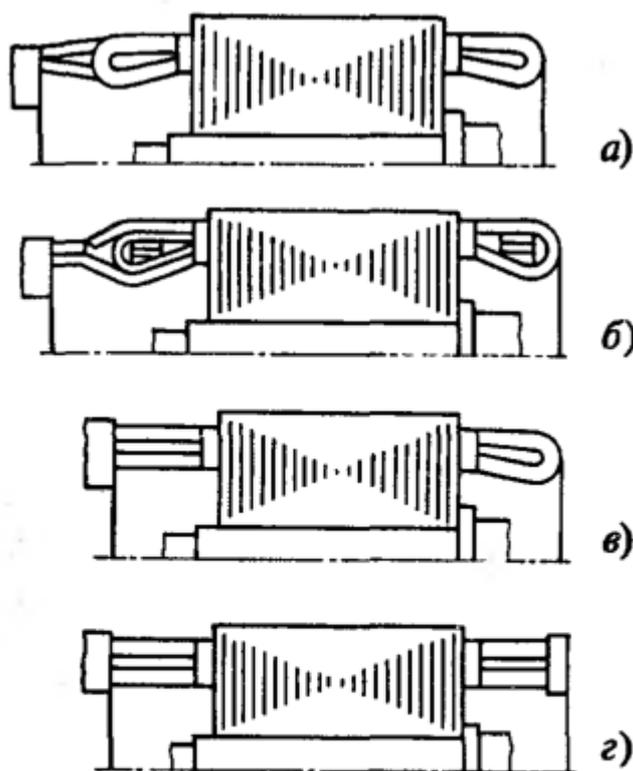


Рис. 4.13. Изображение обмоток ротора в продольном разрезе:

а — многослойная; *б* — двухслойная; *в* — однослойная; *г* — стержневая

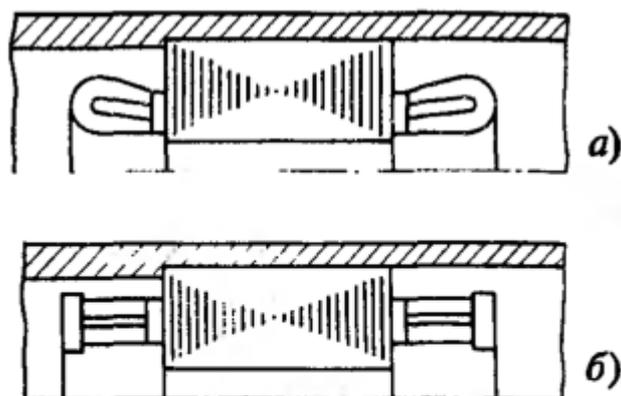


Рис. 4.14. Изображение обмоток статора в продольном разрезе:

а — многослойная; *б* — стержневая

Форма таблицы обмоточных данных установлена ГОСТ 2.415-68* и содержит данные о материале провода, количестве витков, изоляции, типе и порядке намотки и др. Размеры граф и их содержание определяются разработчиком и ГОСТом не регламентируются. Дополнительные данные о технологии изготовления изделия записываются в технических требованиях чертежа. В таблице обмоточных данных и в технических требованиях могут содержаться ссылки на номера позиций спецификации, не вынесенные на изображении изделия (см. рис. 4.15, 4.16).

Как правило, на сборочном чертеже изделия с обмотками помещают схему обмотки (см. рис. 4.12, 4.15, 4.16). Начало и конец обмотки обозначают точкой или буквами Н и К соответственно. Более подробно правила выполнения схем обмоток изложены в гл. 6.

На рис. 4.12 приведен пример оформления сборочного чертежа статора электрической машины. На фронтальном разрезе изображена только верхняя половина статора, нижняя показана упрощенно. Разрез выполнен по пазу. В поперечном разрезе обмотка заштри-

АВВГ.ХХХХХХ.010 СБ

Перед. прим.

Спроб. №

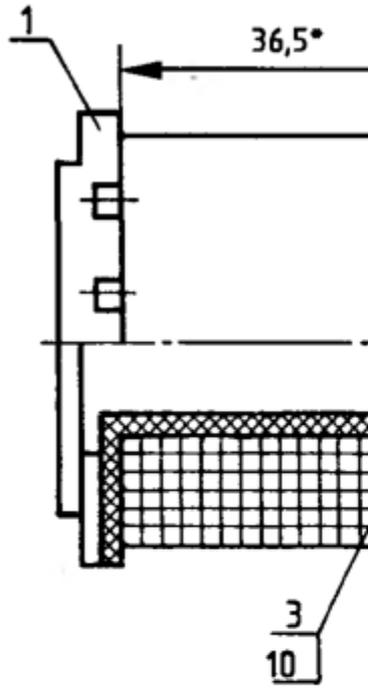
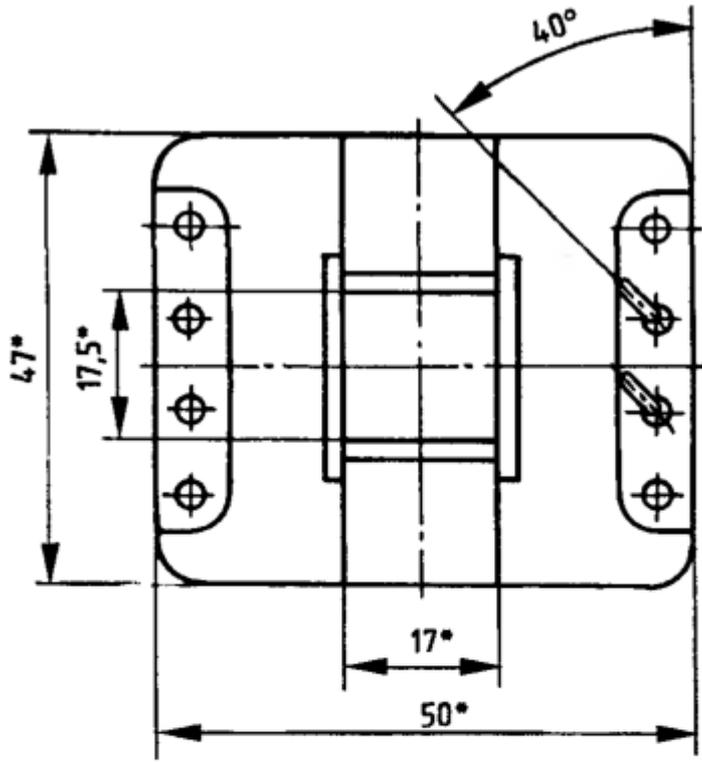
Полн. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Полн. и дата

Инд. № подл.



Данные обмотки					
Провод	Число витков	Тип намотки	Изоляция		Тип выводов
			поверх обмотки	выводов	
поз. 3	100	Открытая многослойная	поз. 10	поз. 10	Проводом обмотки

1. *Размеры д
2. Перед намо
3. Намотку пр
4. Катушку д
5. Маркировка

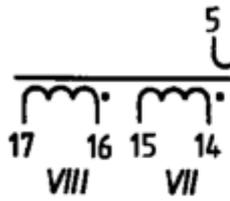
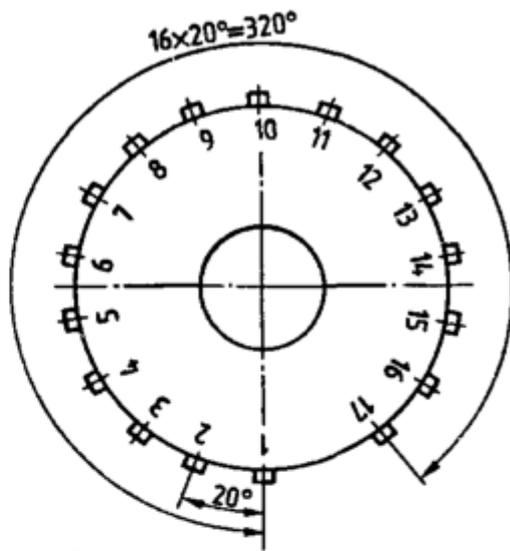
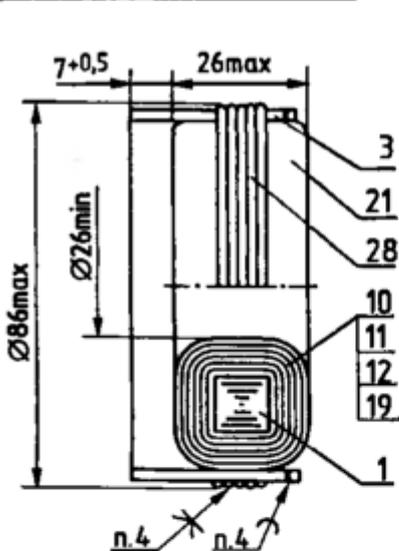
Изм	Лист	№ докум
Разраб.		
Проб.		
Т. контр		
И. контр		
Утв.		

Рис. 4.15. Сборочный чертеж катушки

ABBT.XXXXXX.020 CB

Перв. прам

Спроб. №



Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Данные обмоток							
Номер обмотки	Провод	Число витков	Тип намотки	Порядок намотки	Изоляция		Тип выводов
					между обмотками	лепестков от обмотки	
I	Поз. 12	110+110	Кольцевая многослойная	1	Поз. 19	Поз. 21	Поз. 12 на лепесток
II	Поз. 12	55	То же	2	То же	То же	То же
III	Поз. 10	82	" "	3	" "	" "	Поз. 10 на лепесток
IV	Поз. 10	23	" "	4	" "	" "	То же
V	Поз. 11	18	" "	5	" "	" "	Поз. 11 на лепесток
VI	Поз. 10	55	" "	6	" "	" "	Поз. 10 на лепесток
VII	Поз. 10	18	" "	7	" "	" "	То же
VIII	Поз. 11	92	" "	8	" "	" "	Поз. 11 на лепесток

1. Предельное и любым др
2. Перед намоткой думати поз. 12 на лепесток
3. Намотку притянуть нитками по
4. ПОС 40 ГОС Клей БФ-4
5. Перекрещив
6. Трансформа
7. Маркировка

Изм.	Лист	№ докум.
Разраб.		
Проб.		
Т. контр.		
И. контр.		
Чтв.		

Рис. 4.16. Сборочный чертеж трансформатора

хована «в клетку», причем направление штриховки совпадает с направлением оси соответствующего паза. На чертеже содержатся сведения о всех составных частях изделия. Связь чертежа со спецификацией осуществляется через позиционные обозначения. Схема соединений обмотки выполнена на свободном поле чертежа согласно требованиям ГОСТ 2.705-70. Начало и конец обмотки обозначены буквами *H* и *K*. На чертеже нанесены габаритные и исполнительные размеры. В технических требованиях приведены сведения о порядке намотки, припое, пропитке.

На рис. 4.15 приведен пример оформления сборочного чертежа катушки дросселя. Каркас катушки (поз. 1) представляет собой сборочную единицу. Обмотка дросселя (поз. 5) в поперечном разрезе заштрихована «в клетку». На изображении изделия нанесены габаритные и присоединительные размеры (отмечены *), а также исполнительные, относящиеся к выводу обмотки. Приведена схема обмотки, на которой начало обмотки обозначено точкой. Данные обмотки приведены в таблице на поле чертежа. Позиции спецификации, относящиеся к материалам провода и изоляции обмотки, указаны в таблице обмоточных данных и технических требованиях чертежа.

На рис. 4.16 приведен пример оформления чертежа многообмоточного кольцевого трансформатора. На фронтальном разрезе, выполненном по общим правилам, установленным ГОСТ 2.305-68**, обмотка разрезана вдоль проводов и заштрихована в соответствии с требованиями ГОСТ 2.415-68*. На свободном поле чертежа приведена схема соединений обмоток. Обмотки обозначены римскими цифрами, начало обмотки — точкой. Данные обмоток приведены в таблице. В технических требованиях содержатся сведения по технологии изготовления трансформатора, приведены марки клея и припоя.

чертежи печатных плат

Сущность печатного монтажа заключается в формировании на изоляционном основании тонких электропроводящих покрытий, выполняющих функции монтажных проводов и элементов схемы — резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, контактных Деталей и др.

Ниже приведены основные термины, которые используются при описании Документации.

Печатный проводник — участок токопроводящего покрытия, нанесенного на изоляционное основание, выполняющий функции обычного монтажного провода.

Печатный монтаж — система печатных проводников, обеспечивающих электрическое соединение элементов схемы.

Печатная плата — изоляционное основание с нанесенным на нем печатным монтажом.

Навесные элементы — объемные электро- и радиоэлементы, установленные и закрепленные на печатной плате и имеющие электрический контакт с печатными проводниками.

Контактная площадка — металлизированный участок вокруг монтажного отверстия, имеющий электрический контакт с печатным проводником и обеспечивающий электрическое соединение навесных элементов схемы с печатным монтажом.

Монтажное отверстие — отверстие в печатной плате предназначенное для закрепления выводов навесных элементов и электрического соединения их с печатными проводниками.

Координатная сетка — сетка, наносимая на изображение платы и служащая для определения положения монтажных отверстий, печатных проводников и других элементов платы.

Шаг координатной сетки — расстояние между соседними линиями координатной сетки. Шаг координатной сетки должен быть кратным 0,625 мм (0,625; 1,25; 1,875; 2,5 и т.д.).

Узел координатной сетки — точка пересечения линий координатной сетки.

Свободные места — участки печатной платы, где при размещении проводников могут быть выдержаны рекомендуемые значения ширины проводников и расстояния между проводниками и контактными площадками.

Узкие места — участки печатной платы, где при размещении проводников их ширина и расстояния между ними и контактными площадками выполняются меньше рекомендуемых (вплоть до минимально допустимых).

Печатный блок — печатная плата с печатной схемой, навесными элементами и другими деталями, прошедшая все стадии изготовления.

Конструкторская документация на печатные платы и блоки оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.417-91 и действующими нормативно-техническими документами. Чертеж печатной платы односторонней или двусторонней классифицируется как чертеж детали. Чертеж печатной платы должен содержать все сведения, необходимые для ее изготовления и контроля: изображение печатной платы со стороны печатного монтажа; размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхностей печатной платы и всех ее элементов (отверстий, проводников), а также размеры расстояний между ними; необходимые технические требования; сведения о материале.

Размеры каждой стороны печатной платы должны быть кратными 2,5 при длине до 100 мм, 5 при длине до 350 мм, 20 при длине более 350 мм. Максимальный размер любой из сторон печатной платы не должен превышать 470 мм. Соотношение линейных размеров сторон печатной платы должно быть не более 3:1 и выбирается из ряда 1:1; 1:2; 2:3; 2:5. Толщину плат определяют исходя из механических требований, предъявляемых к конструкции печатного блока, с учетом метода изготовления. Рекомендуются платы толщиной 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм. Чертежи печатных плат выполняют в натуральную величину или с увеличением 2:1, 4:1. 5:1. 10:1.

Разработку чертежа печатной плат начинают с нанесения координат сетки. За основной шаг прямоугольной координатной сетки по ГОСТ 10317-7 принимается 2,5 мм. Для малогабаритной аппаратуры и в технически обоснованных случаях допускается применять дополнительные шаги 1,25 и 0,5 мм.

Центры всех отверстий на печати плате должны располагаться в узле координатной сетки. Если из-за конструктивных особенностей навесного элемента этого сделать нельзя, то центр отверстий располагают согласно указаниям чертежа на этот элемент. Так расположение центров отверстий используют для ламповых панелей, малогабаритных реле, разъемов и других элементов. При этом должны соблюдаться следующие требования: центр одного из отверстий, принятого за основное, должен быть расположен в узле координатной сетки; центры остальных отверстий нужно по возможности располагать на вертикальных или горизонтальных линиях координатной сетки. На рис. 4.18 показано расположение отверстий на печатной плате.

Диаметры монтажных и переходник металлизированных и неметаллизированных отверстий выбирают из ряда (0,2); 0,4; (0,5); 0,6; (0,7); 0,8; (0,9); 1, (1,2); 1,3; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; (2,4); (2,6)

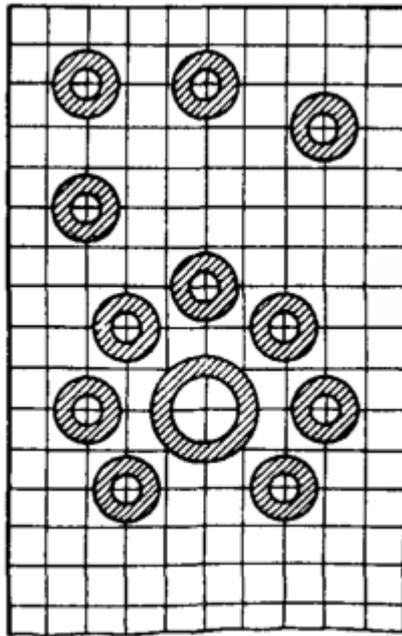


Рис. 4.18. Изображение отверстий

Таблица 4.1

Номинальный диаметр монтажного неметаллизированного отверстия, мм	Номинальный диаметр монтажного и переходного металлизированного отверстия, мм	Максимальный диаметр вывода навесного элемента, мм
0,5	0,4	—
0,7	0,6	До 0,4
0,9	0,8	От 0,4 до 0,6 включительно
1,1	1	От 0,6 до 0,8 вкл.
1,6	1,5	» 0,8 » 1,3 »
2,1	2	» 1,3 » 1,7 »

(2,8); (3,0). Диаметры, не взятые в скобки, являются предпочтительными. Не рекомендуется на одной печатной плате иметь более трех различных диаметров отверстий. Диаметры металлизированных отверстий выбирают в зависимости от диаметров выводов навесных элементов и толщины платы, а диаметры неметаллизированных отверстий — в зависимости от диаметров выводов навесных элементов, устанавливаемых в эти отверстия (табл. 4.1).

Необходимость зенковки монтажных и переходных отверстий диктуется конкретными конструктивными требованиями и методом изготовления платы.

При применении других диаметров металлизированных отверстий по ГОСТ 10317-79* разница между диаметром металлизированного отверстия и диаметром вывода должна быть не более 0,4 мм для выводов диаметром от 0,4 до 0,8 мм и 0,6 мм для выводов диаметром свыше 0,8 мм.

Шероховатость поверхности монтажных неметаллизированных отверстий и торцов печатных плат должна быть $Rz < 80$ по ГОСТ 2789-73*. Шероховатость поверхности монтажных и переходных металлизированных отверстий — $Rz < 40$.

Для упрощения изображения платы отверстия показывают окружностями одинакового диаметра с обозначением по табл. 4.2.

При выполнении отверстий таким способом на поле чертежа помещают таблицу отверстий (рис. 4.19). Размеры

Диаметр отверстия, мм	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0
Условное обозначение							

Обозначение	Диаметр, мм	Диаметр зенковки, мм	Наличие металлизации	Количество
	$0,6^{+1}$	$1,1^{+0,2} \times 100^\circ$	Есть	2
	$0,8^{+1}$	$1,1^{+0,2} \times 100^\circ$	«	3
	$1,5^{+0,12}$	$2,0^{+0,2} \times 100^\circ$	«	1
	$2,7^{+0,1}$	—	Нет	4
	$3,6^{+0,3}$	—	«	2

Рис. 4.19. Таблица отверстий

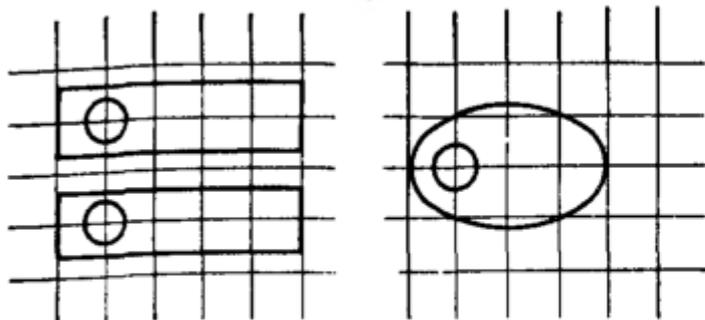


Рис. 4.20. Изображение контактных площадок

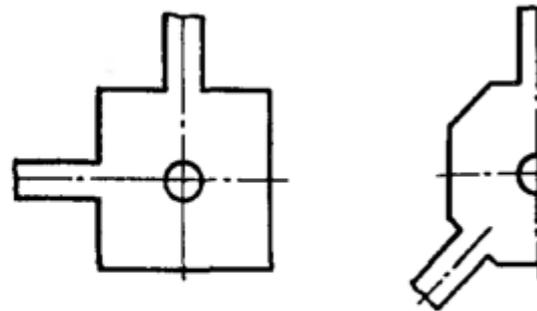


Рис. 4.22. Изображение контактных с проводником

граф и форма таблицы ГОСТом не устанавливаются.

Все монтажные отверстия должны иметь контактные площадки. Форма контактной площадки может быть произвольной, круглой, прямоугольной или близкой к ним. Центр контактной площадки симметричной формы должен совпадать с центром монтажного отверстия, для контактных площадок прямоугольной и овальной форм центр монтажного отверстия может быть смещен

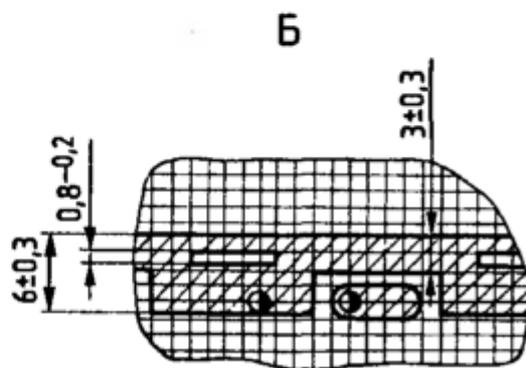
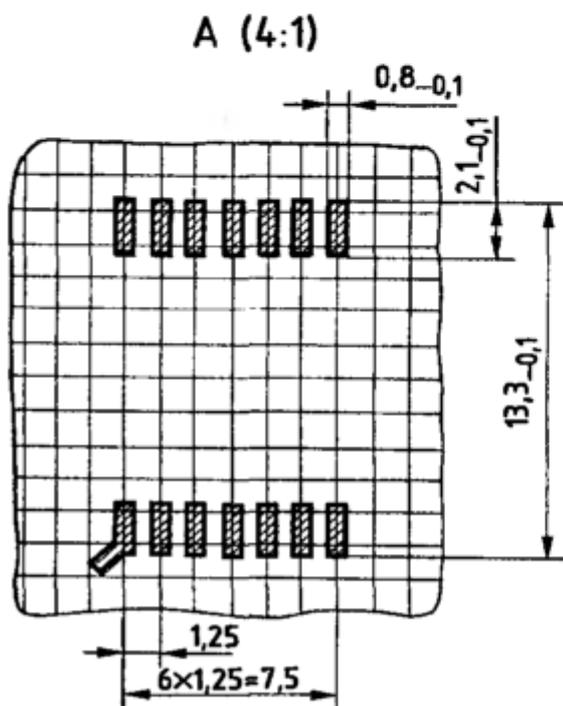
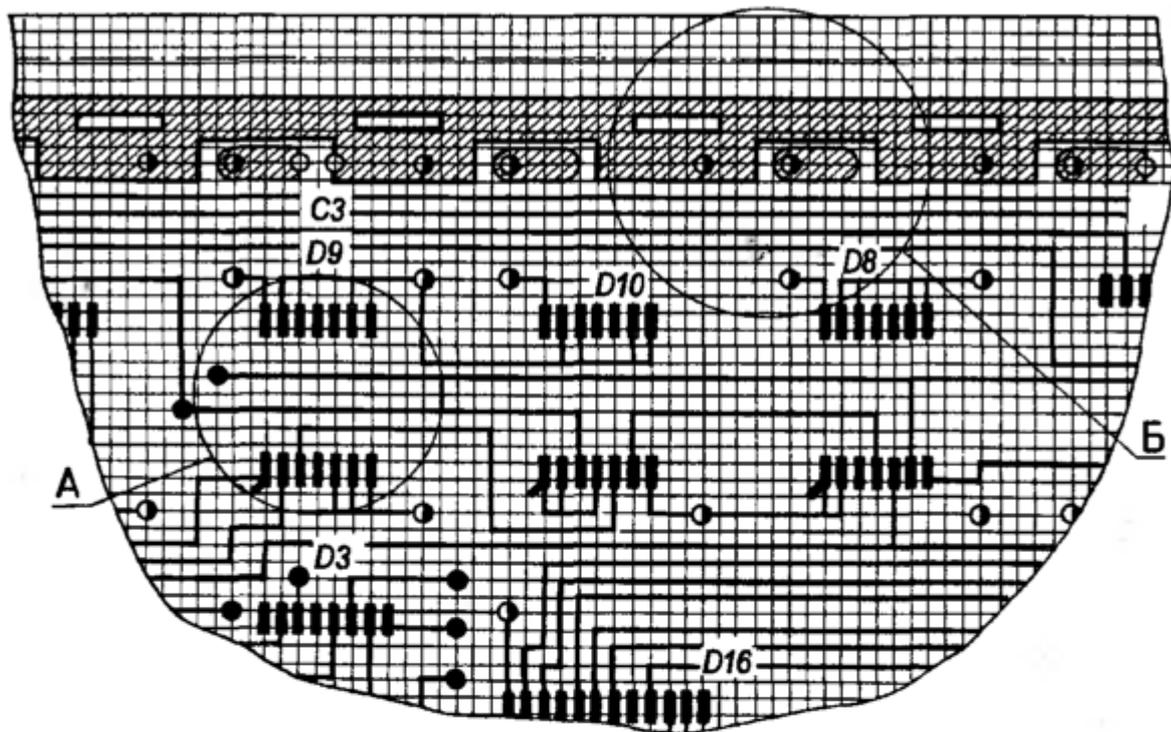


Рис. 4.21. Изображение контактных групп

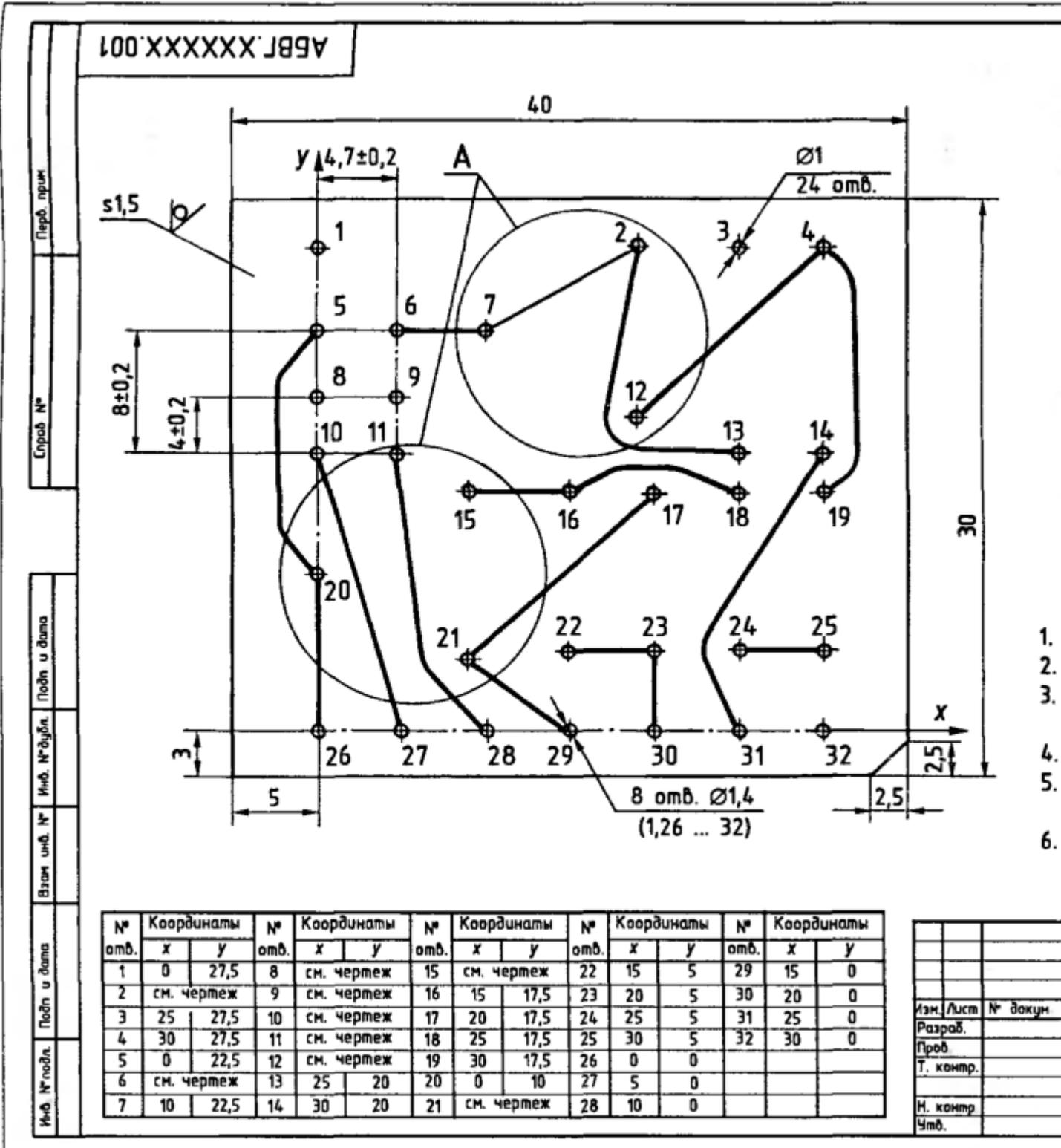


Рис. 4.23. Чертеж печатной платы

(рис. 4.20). Круглые контактные площадки и отверстия с зенковкой изображают одной окружностью, диаметр которой должен соответствовать минимальному размеру контактной площадки. Диаметр контактных площадок следует указывать в

технических требованиях чертежа. При наличии на плате контактных площадок неоговоренных размерами, или по форме отличных от круглых допускается все контактные площадки изображать окружностью, равной диаметру отверстия. Форму и размеры следует задавать записью в технических требованиях «Форма контактных площадок произвольная, $i >_{mjn} = = \dots \text{мм}$ ».

Для простановки размеров групповых контактных площадок рекомендуется вынести изображение контактной группы в увеличенном масштабе с простановкой необходимых размеров на поле чертежа (рис. 4.21). Рекомендуется делать плавный переход контактной площадки в проводник. При этом ось симметрии печатного проводника должна быть перпендикулярна касательной к контуру контактной площадки или самому контуру контактной площадки (рис. 4.22). Расстояние от края проводника и контактной площадки неметалли-зированного отверстия до края платы должно быть не менее толщины платы T . Печатные проводники следует изображать в виде отрезков линий, совпадающих с линиями координатной сетки или под углом, кратным 15° . Допускаются выполнение проводников произвольной конфигурации и округление перегибов проводников (рис. 4.23).

Печатные проводники следует выполнять одинаковой ширины на всем протяжении. В узких местах сужают проводники до минимально допустимых значений на возможно меньшей длине. Взаимное расположение проводников не регламентируется. При необходимости прокладки проводников шириной $0,3—0,4$ мм на всем протяжении рекомендуется через $25—30$ мм предусматривать расширение проводника типа контактной площадки.

Проводники шириной менее $2,5$ мм изображают одной линией, являющейся осью симметрии проводника, более $2,5$ мм — двумя линиями и штрихуют j под углом 45° или зачерняют. Проводники шириной более 5 мм следует выполнять как экран (рис. 4.24). Форма вырезов в широких проводниках и экранах должна быть показана на чертеже и определена размерами (см. рис. 4.21). В целях упрощения чертежа допускается выполнять проводники любой ширины одной линией, при этом в технических требованиях чертежа указывав ширину проводника.

При прокладке печатных проводников следует по возможности избегать ответвлений проводников (рис. 4.25); концы печатных проводников, предназначенные для подключения печатной схемы, рекомендуется располагать с

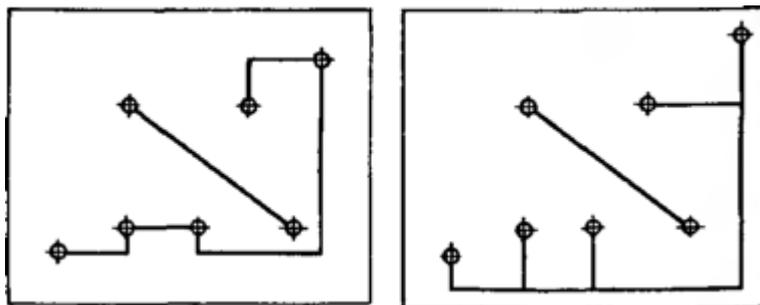


Рис. 4.25. Примеры трассировки печатных проводников:

а — правильное; *б* — неправильное

На рис. 4.29 приведен пример выполнения чертежа печатной платы комбинированным способом простановки размеров — с помощью размерных и выносных линий и координатной сетки. Линии координатной сетки нанесены через одну, и поэтому приведена соответствующая запись в технических требованиях чертежа. На поле чертежа выполнена таблица отверстий. Все недостающие данные относительно печатного монтажа указаны в технических требованиях чертежа.

Пример выполнения чертежа печатной платы с указанием размеров в таблице координат приведен на рис. 4.23. Диаметры отверстий указаны на чертеже, относительное расположение отверстий — в таблице координат; все отверстия обозначены арабскими цифрами согласно ГОСТ 2.307-68*.

На чертеже печатной платы указывают габаритные размеры платы, проводников, имеющих строго определенную или переменную ширину (при этом расчетную ширину следует указывать на каждом участке между двумя соседними контактными площадками, переходными или монтажными отверстиями), диаметры и координаты крепежных, технологических и других отверстий, не связанных с печатным монтажом.

На поле чертежа указывают метод изготовления платы, технические условия (если не все данные содержатся на чертеже), шаг координатной сетки, ширину проводников и расстояния между ними, расстояния между контактными площадками, между контактной площадкой и проводником, допуски на выполнение проводников, контактных площадок, отверстий и расстояний между ними, особенности конструкции, технологии и другие параметры печатных плат.

Технические требования располагают над основной надписью, формулируют и излагают в следующей последовательности:

1. Плату изготовить ... методом.
2. Плата должна соответствовать (ГОСТ, ОСТ).
3. Шаг координатной сетки ... мм.
4. Конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке с отклонением от чертежа ... мм.

5. Допускается скругление углов контактных площадок и проводников.
6. Места, обведенные штрихпунктирной линией, проводниками не занимать.
7. Требования к параметрам элементов платы — в соответствии с конструктивными данными.
8. Ширина проводников в свободных местах ... мм, в узких ... мм.
9. Расстояние между двумя проводниками, между двумя контактными площадками или проводником и контактной площадкой в свободных местах ... мм, в узких — ... мм.
10. Форма контактных площадок произвольная.
11. Допускается занижение контактных площадок металлизированных отверстий: на наружных слоях до зенковки, на внутренних слоях ...
12. Предельные отклонения расстояний между центрами отверстий, кроме оговоренных особо, в узких местах \pm ... мм, в свободных местах \pm ... мм.
13. Предельные отклонения расстояний между центрами контактных площадок в группе \pm ... мм.
14. Маркировать эмалью ... ГОСТ ..., шрифт ... по ГОСТ ...

Пример записи технических требований в зависимости от содержания чертежа печатной платы приведен на рис. 4.23, 4.27, 4.29.

ABVL XXXXXX J8VA

Перв. прим.

Спраб. №

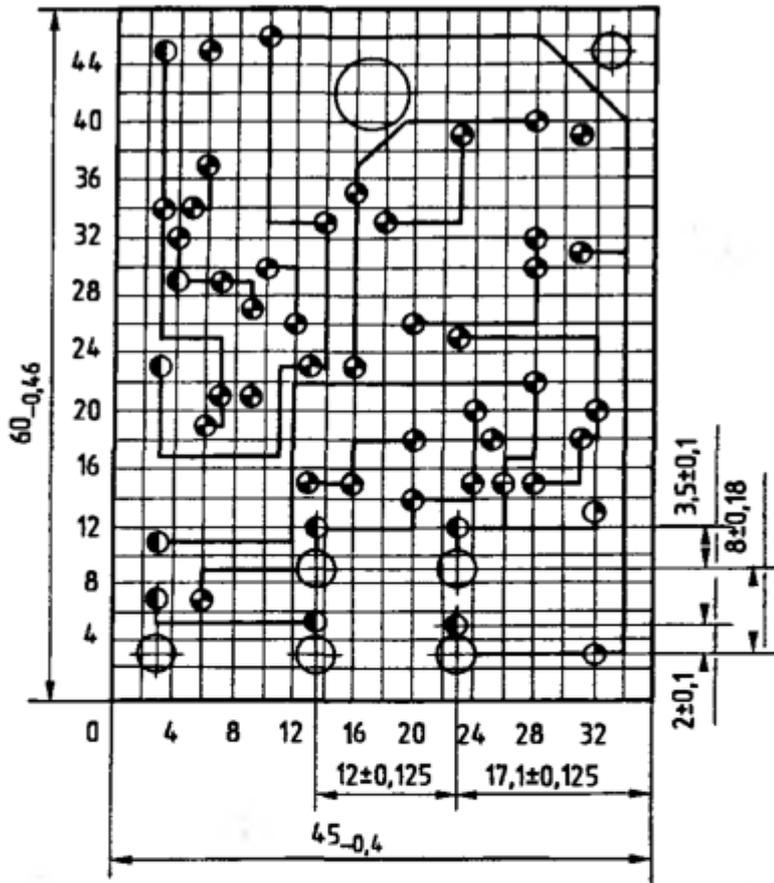
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



15°

1. *Размер для сп...
2. Плату изгото...
3. Плата должна
4. Шаг координа...
5. Линии координ...
6. Минимальная ш...
7. Минимальное р...
- 0,8 мм на дли...
8. Неуказанные п...
- отверстий ±0,

Обозначение отв.	Диаметр отв., мм	Диаметр контактной площадки	Кол. отв.
	1,0+0,14	2,0 min	39
	1,3+0,14	3,0 min	9
	2,0+0,14	4,0 min	2

Изм.	Лист	№ докум.
Разраб.		
Проб.		
Т. контр.		
Н. контр.		
Чтв.		

Рис. 4.29. Чертеж печатной платы с нанесением размеров комб

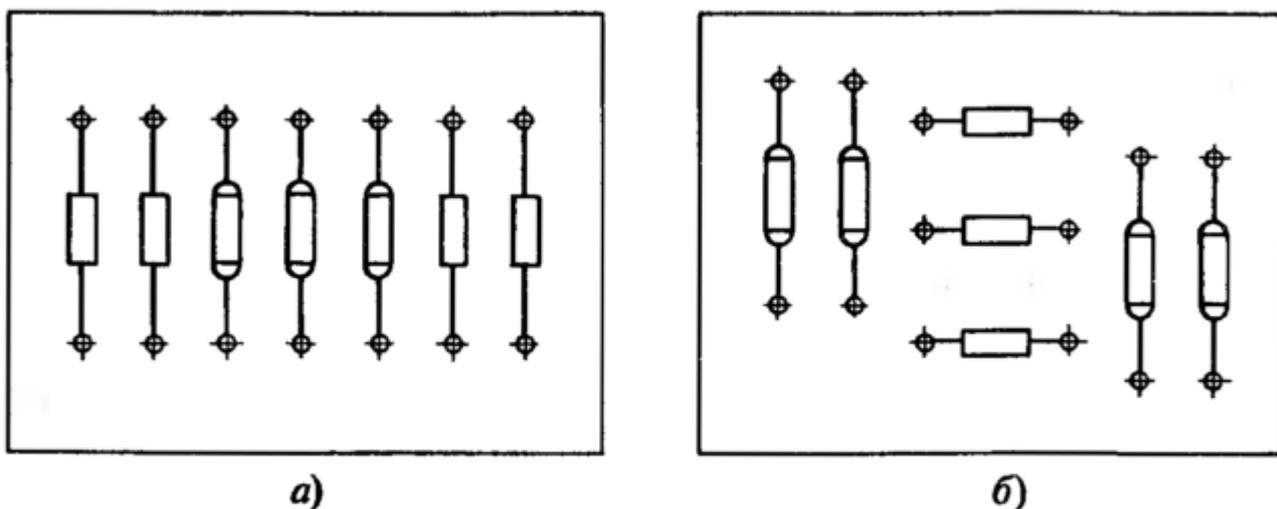


Рис. 4.30. Размещение навесных элементов на печатной плате:
а — рекомендуемое; *б* — нереконмендуемое

К числу особенностей печатного монтажа относятся: плоское расположение печатных проводников, что не позволяет осуществлять переход с одной платы на другую без перемычек, переходных колодок или разъемов; установка навесных элементов и крепление выводов только путем пропускания их в отверстия; одновременная пайка всех элементов, установленных на печатной плате.

Навесные элементы следует размещать правильными рядами, параллельно один другому, на той стороне платы, где отсутствуют печатные проводники (рис. 4.30). Такое размещение позволяет устанавливать и закреплять навесные элементы на автоматических линиях и выполнять пайку погружением или волной, исключая воздействие припоя на навесные элементы.

Все навесные элементы крепятся на плате с помощью выводов, которые вставляют в монтажные отверстия и подгибают. Не рекомендуется в монтажном отверстии размещать два и более выводов. Некоторые элементы, например, маломощные транзисторы, крепят клеем.

Сборочный чертеж печатной платы при минимальном количестве изображений должен давать полное представление о расположении и выполнении всех печатных и навесных элементов и деталей. Сборочный чертеж выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73* учетом требований ГОСТ 2.413-72*. Конструкции навесных элементов вычерчиваются в виде упрощенных изображений, им присваивается буквенно-цифровое позиционное обозначение в соответствии с электрической принципиальной схемой, по которой выполняют электрический монтаж платы (рис. 4.31). На сборочном чертеже печатной платы должны быть указаны номера позиций всех составных частей, габаритные и присоединительные

размеры, должны содержаться сведения о способах присоединения навесных элементов к печатной плате.

В технических требованиях сборочного чертежа должны быть ссылки на документы (ГОСТ, ОСТ), устанавливающие правила подготовки и закрепления навесных элементов, сведения о припое и др.

Основным конструкторским документом сборочного чертежа печатной платы является спецификация, оформляемая в виде таблицы по правилам ГОСТ 2.106-96. При записи в спецификацию составных частей, являющихся элементами электрической принципиальной схемы, в графе «Примечание» указывают буквенно-цифровые позиционные

АВВГ.ХХХХХХ.010 СБ

Перв. прунт.

Спроб. №

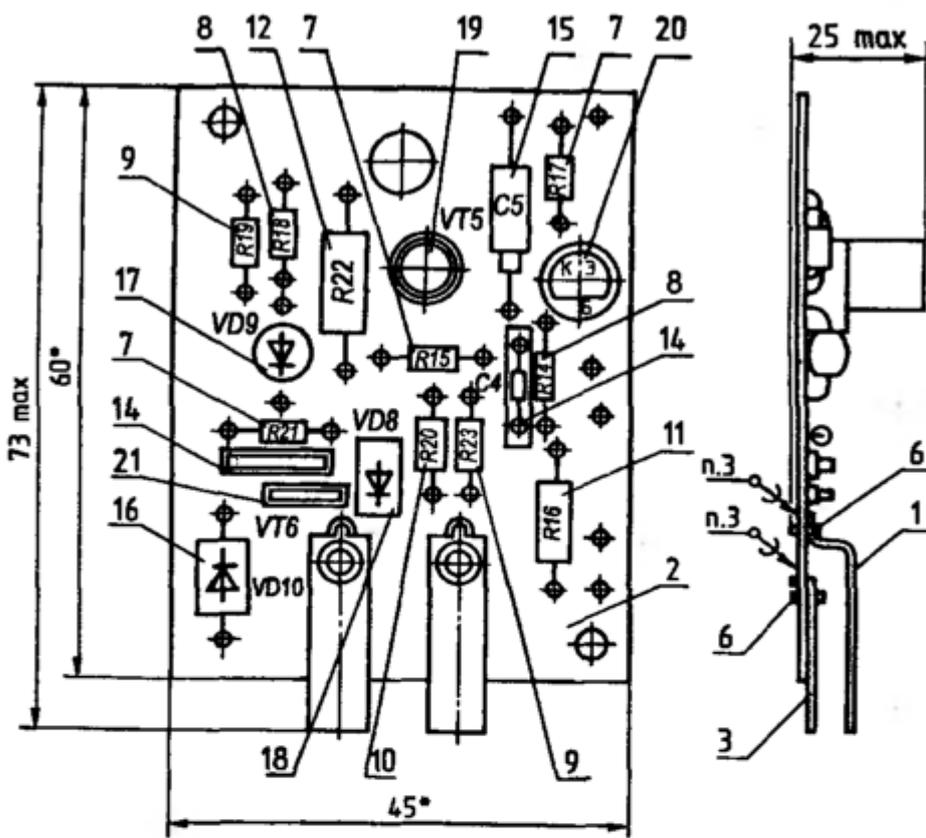
Подп. и дата

Инд. № дубл.

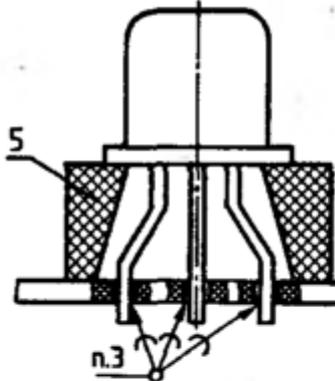
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Установка дет. поз. 19, 20 (5:1)



1. *Размеры для ...
2. Установку эле... Шаг координа... VD9, VD10 ус... Б — база.
3. Припой ПОС 61
4. Обозначения э...
5. **Размеры обе...
6. Заклепки поз.

Изм.	Лист	№ докум.
Разраб.		
Проб.		
Т. контр.		
Н. контр.		
Чтв.		

Рис. 4.31. Сборочный чертеж печатной пла...

обозначения этих элементов (рис. 4.32, 4.33).

Разработка конструкторской документации печатных плат может осуществляться ручным, полуавтоматическим или автоматизированным методом.

Ручной метод предусматривает разбивку навесных элементов на функциональные группы, размещение групп элементов на площади платы, трассировку печатных проводников и обеспечивает оптимальное распределение проводящего рисунка.

При ручном методе конструирования разрабатывается чертеж платы содержащий изображение платы с проводящим рисунком и отверстиями, а также, при необходимости, дополнительное отдельное изображение части платы, требующей графического пояснения или нанесения размеров, координатную сетку, выполненную в соответствии с требованиями ГОСТ 2.417-91, размеры всех элементов проводящего рисунка и их предельные отклонения; технические требования. Чертеж платы должен выполняться в масштабе не менее 2:1, максимальный формат А1.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.	Перв. прим.	Справ. №	Подл. и дата	Инв. № подл.
				Прочие изделия						
				Конденсаторы						
		14		КМ-58-Н90-0,068 мкФ±10%						
				... ТУ	2					С4,С6
		15		К53-14-10В-15 мкФ±20%						
				... ТУ	1					С5
				Диоды полупроводниковые						
		16		КД 105Б ... ТУ	1					VD10
		17		КД 102А ... ТУ	1					VD9
		18		Стабилитрон КС533А						
				... ТУ	1					VD8
				Транзисторы						
		19		КТ3102Б ... ТУ	1					VT5
		20		КТ3107Б ... ТУ	1					VT4
		21		КТ814D ... ТУ	1					VT6
АБВГ.ХХХХХХ.010										
										Лист
										2
										Копировал
										Формат А4

Рис. 4.33. Продолжение спецификации сборочного чертежа печатной платы

Электромонтаж — соединение составных частей с помощью электрических проводников. Чертежи изделий с применением электромонтажа относятся к сборочным, поэтому содержат как минимум два документа — спецификацию и сборочный чертеж. В электротехнике значительная группа изделий изготавливается с применением электромонтажа, например электро- и

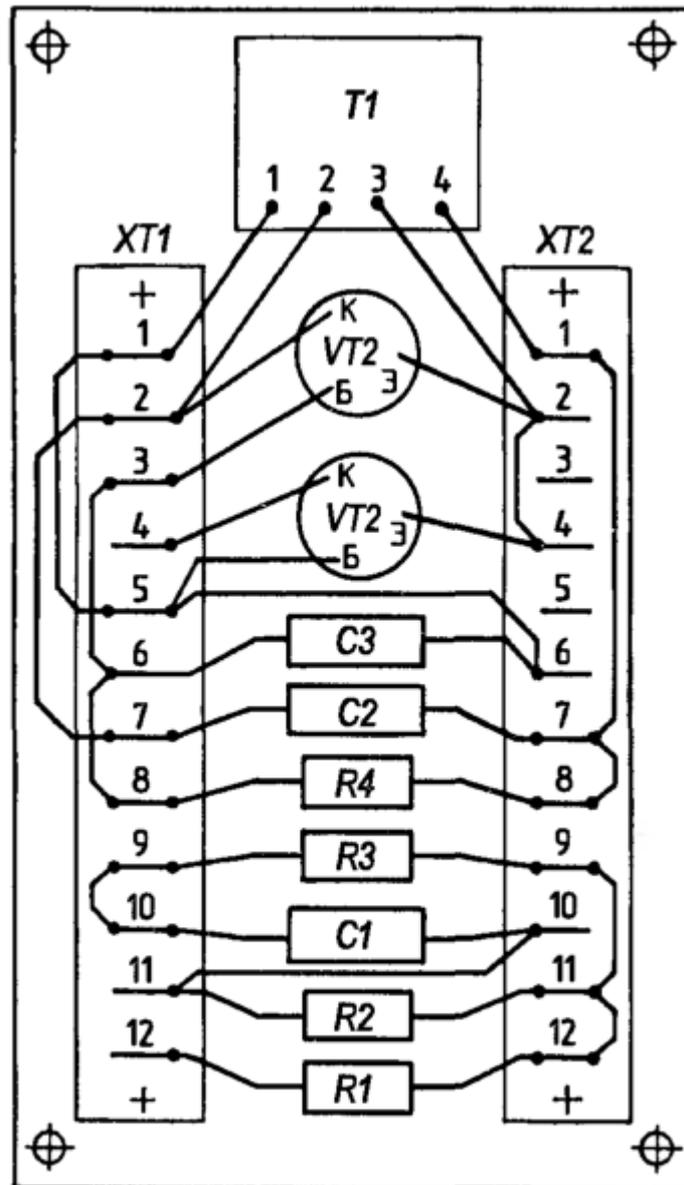


Рис. 4.34. Изображение элементов электрической принципиальной схемы на электромонтажном чертеже

радиоприборы, электроустановки и т.п. Конструкторскую документацию на такие изделия выполняют с учетом требований ГОСТ 2.413-72*.

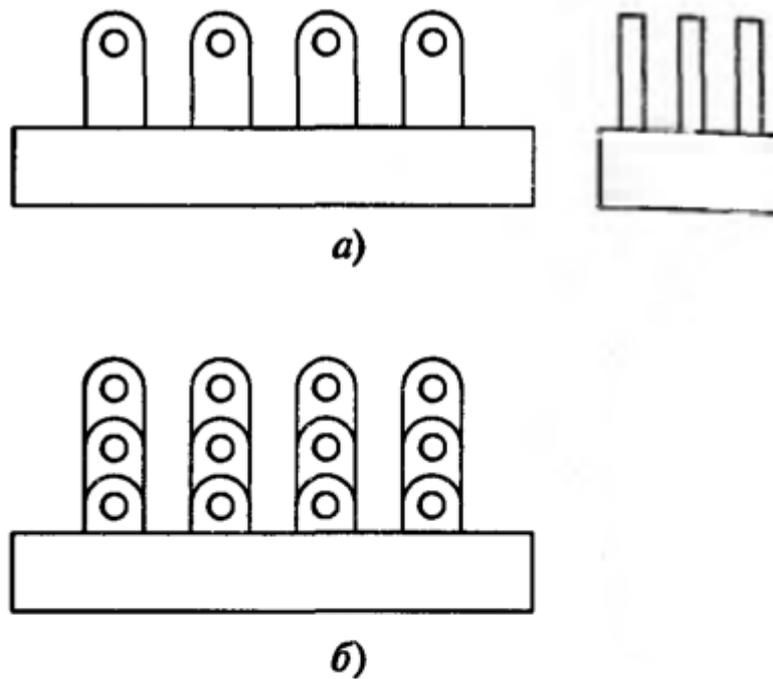


Рис. 4.35. Изображение составных частей электроустановочного чертежа:

a — истинное; *б* — с искажением

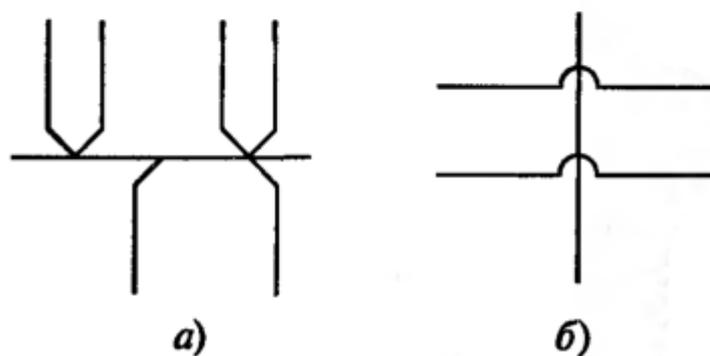


Рис. 4.36. Изображение проводников:

a — разветвление проводников; *б* — пересечение проводником

В состав чертежа с применением электроустановочного, как правило, входят элементы электрической принципиальной схемы или схемы соединений: трансформаторы, резисторы, конденсаторы и др. Таким элементам должны быть присвоены буквенно-цифровые позиционные обозначения по соответствующей схеме (рис. 4.34).

Для удобства чтения чертежа допускается смещать изображения составных частей, при этом от смещенного изображения проводят линию-выноску, на полке которой

наносит надпись «Смещено», или указывают в технических требованиях чертежа «Изображения ... смещены». В тех же целях допускается условно изменять (укорачивать, удлинять и т.д.) очертания составных частей, если их изображения закрывают друг друга (рис. 4.35). При этом искажения очертаний не должны нарушать ясности чертежа.

Проводники изображают в соответствии с требованиями ГОСТ 2.414-75* (см. выше). Разветвления, изломы, слияния проводников и кабелей изображают отрезками под углом 45° (рис. 4.36, а). Пересечения проводников показывают в соответствии с рис. 4.36, б. Обрывы проводников изображают по общим правилам, указывая номер проводника арабскими цифрами и обозначение листа или вида, на котором содержится продолжение проводника. Линию, изо-

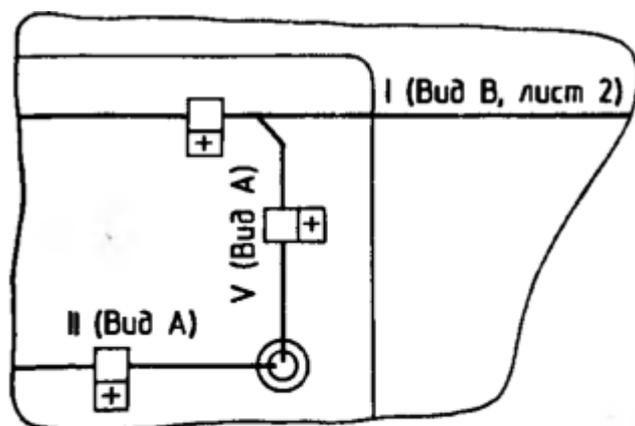


Рис. 4.37. Изображение проводников при переходе на другой лист

бражающую два и более проводников, у мест обрыва обозначают одним порядковым номером римскими цифрами или указывают у мест обрыва линии обозначения всех проводников, изображаемых этой линией (рис. 4.37).

Каждый проводник (провод, кабель, жгут, шину) обозначают в соответствии со схемой соединений. При отсутствии схемы соединений проводнику на чертеже присваивают шифр, состоящий из цифрового обозначения соответствующей цепи в электрической принципиальной схеме, знака дефис и порядкового номера проводника в цепи: например, 2-1, 2-2 следует читать как 7-й и 2-й проводники цепи 2.

При отсутствии обозначений в схемах проводники обозначают на чертежах одним из следующих способов:

а) нумеруют арабскими цифрами одиночные провода и жилы кабелей, записанные в спецификацию как материал, — в пределах чертежа, жилы кабеля, оформленного самостоятельным документом, — в пределах кабеля, провода жгутов — в пределах жгута;

б) нумеруют арабскими цифрами цепи в пределах чертежа и проводники в пределах цепи; обозначения проводников составляют из номера цепи, дефиса и номера проводника в пределах цепи.

Обозначение короткого проводника, изображение которого отчетливо просматривается на чертеже, допускается проставлять на чертеже один раз — посередине изображения, а у длинных провод-

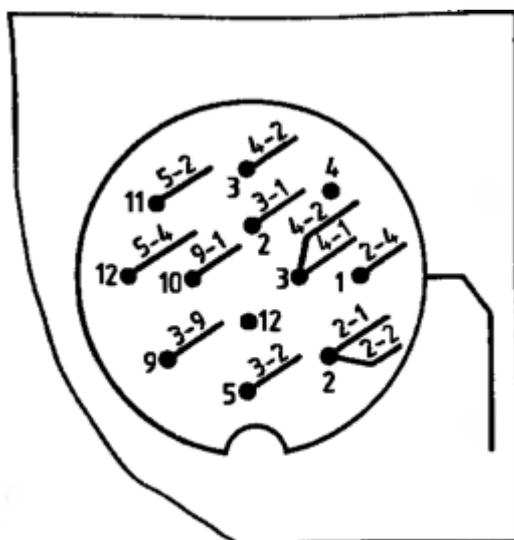


Рис. 4.38. Присоединение проводников к многоконтактному изделию

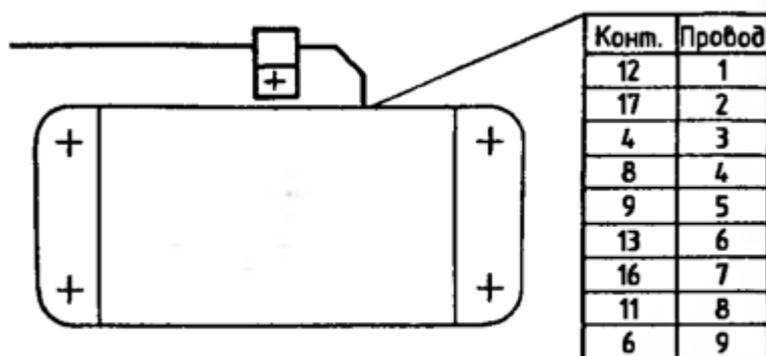


Рис. 4.39. Таблица соединений

ников — около обоих их концов. Проводники, идущие рядом, допускается изображать в виде одной линии; жгуты, кабели и их проводники изображают одной линией не разрешается.

На чертеже для электромонтажа должны быть однозначно определены все соединения между составными частями. При этом линии, изображающие проводники, присоединяемые к многоконтактному изделию, допускается не проводить до изображения контактов и заканчивать у линии, показывающей

внешние очертания изделия. Указания о присоединении проводников к контактам приводят в этом случае одним из следующих способов: обозначения проводников указывают около обозначения контакта (рис. 4.38), обозначения проводников приводят в таблице (рис. 4.39). Если контакты изделия, к которому должны быть присоединены проводники, не имеют обозначений, то на чертеже им присваивают обозначения и

поясняют их схемой соединений или указанием в технических требованиях чертежа.

Проводник	Поз.	Откуда идет	Куда поступает	Длина	Примечание
-----------	------	-------------	----------------	-------	------------

Рис. 4.40. Форма таблицы соединений

Электрическое соединение, осуществляемое пайкой или сваркой изображают точкой диаметром от $1,5S$ до $3S$, где S — толщина сплошной основной линии данного чертежа. Обозначение соединений производят по общепринятым правилам. В технических требованиях чертежа указывают припой и другие данные о соединениях.

Связь чертежа для изделий с применением электромонтажа со спецификацией осуществляется через позиционные обозначения. Допускается не наносить на чертеже номера позиций, под которыми в спецификации записаны элементы электрической принципиальной схемы в разделах «Стандартные изделия» и «Прочие изделия» и провода и кабели в разделе «Материалы».

На чертеже для электромонтажа выполняют технические требования, которые записывают в следующем порядке.

1. Технические требования к электромонтажу. Пять ПОС ... ГОСТ ...
2. Технические требования на жгуты.
3. Технические требования к конструкциям разделки проводов и креплению их жил.
4. Технические требования к монтажу навесных элементов.
5. Технические требования к электромонтажу приборных частей соединителей,
6. Изображения плат ... смещены.

7. Места распайки проводов на платах залить клеем ... ГОСТ ...
8. После настройки прибора места Распайки проводов покрыть лаком ... ТУ ...
9. Таблицы соединений ХХХХ. ХХХХХХ.ХХХ ТБ.
10. На выводы разъемов надеть трубку поз. ...
11. Конденсаторы, резисторы, дроссели, диоды ставить на клей ... ГОСТ ...
12. *Подбирают при регулировке.
13. Маркировка элементов показана условно.
14. Проводники имеют обозначения для монтажа по схеме ХХХХ. ХХХХХХ.ХХХ ЭЗ.

На чертежах для электромонтажа может быть выполнена схема соединений, размещаемая на первом листе или оформляемая последующими листами. Таблица соединений разрабатывается в том случае, когда на чертеже не указаны адреса присоединения проводников. Таблицу соединений рекомендуется выполнять по форме, приведенной на рис. 4.40. Размеры граф таблицы стандартом не регламентированы.

В таблице соединений проводники перечисляют по возрастанию номеров в следующем порядке: провода жгутов; жилы кабелей, записанных в спецификацию как материал; одиночные провода. На рис. 4.41 приведен пример заполнения таблицы соединений. В графе «Проводник» указывают номер проводника (одиночного провода, жилы кабеля, провода жгута). В графе «Поз.» указывают номер позиции, под которым соответствующий жгут, кабель или отдельный проводник записан в спецификации. В строках таблицы соединений, в которых записаны жилы кабелей и провода жгутов, оформленных самостоятельными документами, графу «Поз.» не заполняют. В графе «Откуда идет» указывают наименования разделов, например «Жгуты», «Кабели», «Провода»; наименование и обозначение соответствующих изделий, например «Жгут ХХХХ.ХХХХХХ.010» «Кабель ХХХХ. ХХХХХХ.020», и адреса присоединения проводников или жил кабеля. В графе «Откуда поступает» — адреса присоединения проводников. Графа «Длина» заполняется только для изделий, записанных в разделе «Материалы» спецификации, т.е. для тех изделий, на которые не оформляются самостоятельные чертежи.

Проводник	Поз.	Откуда идет	Куда поступает	Длина, см	Примечание
		<u>Жгуты</u>			
	16	<u>Жгут 1</u>			
1		ХТ2:11а	С7:+		
2		ХТ2:13с	ХS1:4		
		(и т. д)			
		<u>Кабели</u>			
	19	<u>Кабель №1</u>			
1		ХS1	R15		
2		ХS2	R6		
		(и т. д)			
	44	<u>Кабель №4</u>			
1		ХТ8:3а	HL7:2		
		(и т. д)			
		<u>Провода</u>			
1	75	HL4:1	T:12/4		
2	76	С9	HL8:2		
		(и т. д)			

Рис. 4.41. Пример записи в таблице соединений

В зависимости от объема, сложности и характера производства чертежи изделий с применением электромонтажа выполняют одним из следующих вариантов:

Вариант А. Механическая сборка и электромонтаж изделия производится по одному и тому же чертежу. В этом случае разрабатывают сборочный чертеж с учетом требований ГОСТ 2.109-73* и ГОСТ 2.413-72* и спецификацию с учетом ГОСТ 2.106-96 и ГОСТ 2.413-72*. Примером чертежа, выполненного по способу А, может служить сборочный чертеж печатной платы, показанный на рис. 4.31—4.33.

Вариант Б. Электромонтаж изделия производят по самостоятельному чертежу.

При этом разрабатывают четыре конструкторских документа: сборочный чертеж и спецификацию для механической сборки с учетом требования ГОСТ 2.109-73* и ГОСТ 2.106-96, сборочный чертеж и спецификацию для электромонтажа с учетом ГОСТ 2.413-72*.

Вариант В. Электромонтаж изделия производят по электромонтажному чертежу (шифр МЭ) При этом разрабатывают три конструкторских документа: сборочный чертеж со спецификацией для механической сборки и электромонтажный чертеж (МЭ) по ГОСТ 2.413-72*. Составные части, устанавливаемые по

электромонтажному чертежу, вносят спецификацию сборочного чертежа механической сборки в дополнительные разделы.

Вариант Г. Электромонтаж изделий производят по другим документам. При этом разрабатывают два конструкторских документа: сборочный чертеж спецификацию для механической сборки. В технических требованиях сборочного чертежа указывают документ, по которому производят электромонтаж, схему электрическую принципиальную (ЭЗ), схему электрическую соединений (Э4) или таблицу соединений (ТБ)

в зависимости от характера производства. Составные части, устанавливаемые при электромонтаже, записывают в спецификацию сборочного чертежа в дополнительных разделах.

Рассмотрим более подробно правила выполнения чертежей с применением электромонтажа для различных вариантов оформления конструкторской документации. Вариантом А пользуются в тех случаях, когда электромонтаж и механическую сборку целесообразно производить по одному и тому же чертежу. В этом случае разрабатывают сборочный чертеж, на котором изображают составные части для механической сборки и электромонтажа (см. рис. 4.31). При заполнении спецификации к этому чертежу составные части, являющиеся элементами электрической принципиальной схемы, записывают в разделы «Стандартные изделия» или «Прочие изделия» в начале соответствующего раздела группами в порядке расположения буквенных позиционных обозначений (по ГОСТ 2.710-81*). Внутри группы составные части записывают в порядке возрастания основных параметров. При этом буквенно-цифровые позиционные обозначения, присвоенные элементам на электрической принципиальной схеме, записывают в графе «Примечание» спецификации (см. рис. 4.32, 4.33). Допускается буквенно-цифровые обозначения элементов не указывать, если им присвоены позиционные обозначения по спецификации.

При выполнении конструкторской документации по варианту Б из состава изделия с электромонтажом выделяют в виде самостоятельной сборочной единицы изделие механической сборки и выполняют на нее сборочный чертеж и спецификацию. На изделие с электромонтажом тоже выпускают сборочный чертеж и спецификацию. На этом (последнем) сборочном чертеже составные части, входящие в изделие механической сборки, изображают упрощенно сплошными тонкими линиями. Если составные части изделия расположены на стенках, находящихся в разных плоскостях, допускается изображать стенки развернутыми в плоскость чертежа. Такое изображение должно сопровождаться надписью «Стенка развернута». При выполнении спецификации чертежа с электромонтажом в раздел «Сборочные единицы» включают запись изделия механической сборки первой позицией. Составные части, являющиеся элементами электрической принципиальной схемы, записывают в спецификацию в разделах «Стандартные изделия» и «Прочие изделия» по правилам, установленным для варианта А (см. выше). Провода и

кабели, которыми производится монтаж изделия, записывают в раздел «Материалы», при этом в графе «Примечание» указывают «Устанавливают при электромонтаже».

При оформлении конструкторской документации по варианту В для выполнения электромонтажа разрабатывают электромонтажный чертеж, которому присваивают шифр МЭ (рис. 4.42). Электромонтажный чертеж выполняют в том же масштабе, что и сборочный чертеж изделия. При необходимости отдельные изделия допускается выполнять в другом масштабе. Все изделия, устанавливаемые до электромонтажа, изображают тонкими линиями упрощенно — в виде контурных очертаний без графических подробностей, составные части, устанавливаемые при электромонтаже, и места присоединения проводников — сплошными основными линиями. Для удобства изображения составных частей допускается разворачивать стенки и совмещать с плоскостью чертежа, поворачивать составные части, сопровождая такие изображения соответствующими надписями.

Составные части, устанавливаемые при электромонтаже, записывают тонкими линиями. На чертеже приведены буквенно-цифровые позиционные обозначения, присвоенные элементам на электрической принципиальной схеме. Провода обозначены арабскими цифрами в пределах жгута (поз. 45). На рис. 4.43, 4.44 приведены фрагменты спецификации сборочного чертежа для механической сборки изделия. Составные части, устанавливаемые по электромонтажному чертежу, записаны в спецификацию в дополнительных разделах

ABBL'XXXXXX'J89V

Стенка развернута

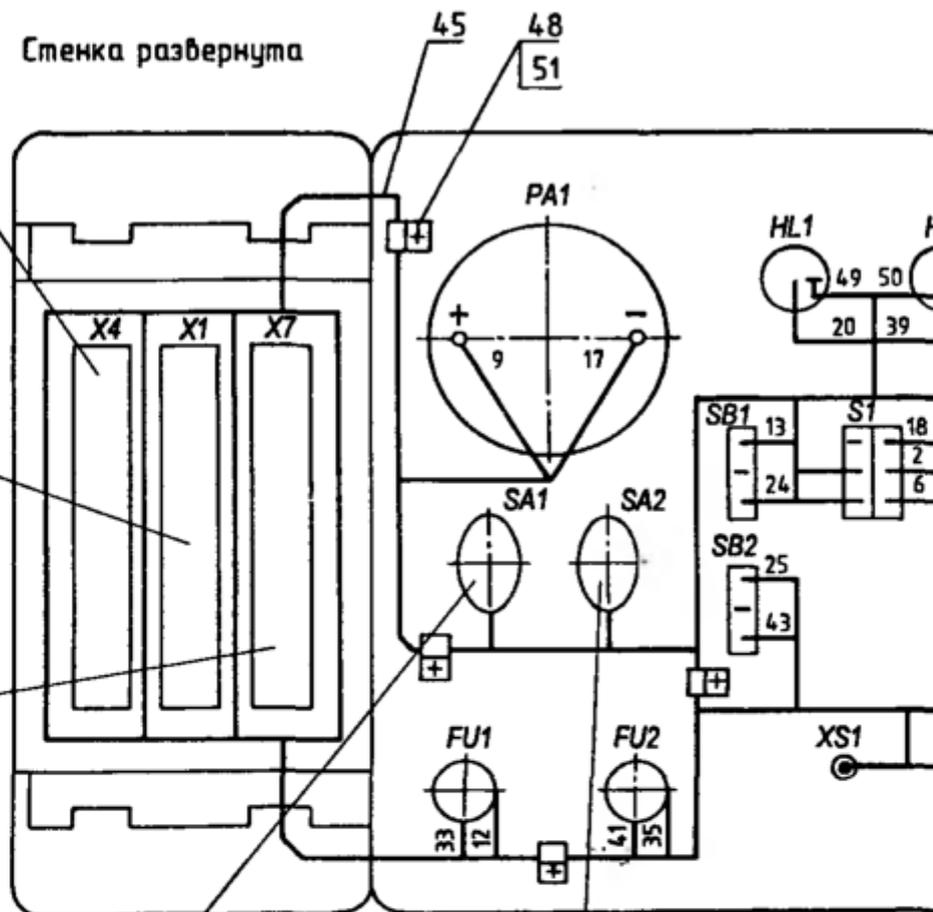
Конт.	Провод	Конт.	Провод
1	18	5	5
2	23	6	4
3	17	7	3
4	10	8	15

Конт.	Провод	Конт.	Провод
1	1	4	16
2	13	5	9
3	24	6	7

Конт.	Провод	Конт.	Провод
1	2	4	11
2	6	5	12
3	8	6	14

Конт.	Провод	Конт.	Провод
1	19	4	22
2	28	5	31
3	21	6	42

Конт.	Провод	Конт.	Провод
1	20	4	39
2	29	5	26
3	25	6	40



1. Технические требования
2. Припой ПОС 61 ГОСТ 9400-77
3. Контакты колоды

Изм.	Лист	№ докум.	По
Разраб.			
Проб			
Т. контр.			
Н. контр.			
Чтб.			

Перв. прим.
Спроб. №
Взак. инв. №
Инд. № дубл.
Подп. и дата
Инд. № подл.

Рис. 4.42. Пример выполнения электромонтажного чертежа

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.	Перв. прим.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.
												A4	45	A4
							<u>Устанавливают</u>							
							по АБВГ.ХХХХХХ.020 МЭ							
							<u>Сборочные единицы</u>							
							Жгут	1						
							<u>Детали</u>							
							Скоба	4						
							<u>Стандартные изделия</u>							
							Винт М3х6.36.019							
							ГОСТ...	4						
							<u>Материалы</u>							
							Трубка пластиковая							
							М50, натуральная							
							МРТУ...							
							1,5 l = 8	168						

Инв. № подл.						АБВГ.ХХХХХХ.020		Лист
							5	
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал		Формат А4

Рис. 4.44. Продолжение спецификации сборочного чертежа, выполненного по варианту В