

К.К. Александров
Е.Г. Кузьмина

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ И СХЕМЫ



Издательство МЭИ

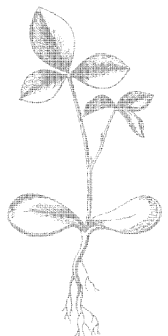
**К.К. Александров
Е.Г. Кузьмина**

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ И СХЕМЫ

Второе издание, исправленное и дополненное



Москва
Издательство МЭИ
2004



Scan AAW

УДК 744.4
ББК 30.11
А465

Федеральная программа книгоиздания России

Р е ц е н з е н т канд. техн. наук, профессор А.О. Горнов

Александров К.К., Кузьмина Е.Г.

А465 Электротехнические чертежи и схемы. — 2-е изд., испр. и доп.
— М.: Издательство МЭИ, 2004. — 300[4] с., ил.

ISBN 5-7046-0930-9

Рассмотрены сведения о технической документации на проектно-конструкторские разработки электротехнических изделий, правила ее выполнения в соответствии с Государственными стандартами Российской Федерации и Межгосударственными стандартами. Приведены примеры оформления чертежей, схем и других технических документов.

Предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся проектными и конструкторскими разработками, а также может быть полезна студентам электротехнических и электроэнергетических специальностей.

**УДК 744.4
ББК 30.11**

ISBN 5-7046-0930-9

© Александров К.К., Кузьмина Е.Г., 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5	4.2. Чертежи изделий с обмотками и магнитопроводами	111
Введение	6	4.3. Чертежи печатных плат	117
Глава первая. Разработка конструкторской документации.	10	4.4. Чертежи изделий с применением электро монтажа	130
1.1. Процесс разработки и постановки изделий на производство.	10	Глава пятая. Правила выполнения схем электромеханических изделий. . .	139
1.2. Техническое задание	13	5.1. Общие положения	139
1.3. Чертежи, схемы и текстовые конструкторские документы.	15	5.2. Графические обозначения	141
1.4. Классификация изделий и обозначение конструкторских документов	25	5.3. Общие правила построения графического изображения схемы . .	142
1.5. Стадии разработки и комплектность конструкторских документов	27	5.4. Текстовая информация	147
Глава вторая. Общие требования к оформлению конструкторских документов	30	5.5. Групповой способ оформления схем	151
2.1. Форматы и основные надписи	30	Глава шестая. Выполнение схем различных типов.	160
2.2. Шрифты чертежные.	34	6.1. Схемы структурные.	160
2.3. Линии на чертежах и схемах.	37	6.2. Схемы функциональные	160
2.4. Стандартные изображения: виды, разрезы, сечения	37	6.3. Схемы принципиальные	164
2.5. Наглядные изображения на чертежах	47	6.4. Схемы соединений.	177
2.6. Размеры на чертежах	53	6.5. Схемы подключения	184
2.7. Текстовая информация на чертежах	58	6.6. Схемы общие	186
Глава третья. Общие правила выполнения электротехнических чертежей	61	6.7. Схемы электрических обмоток и изделий с обмотками	188
3.1. Чертеж общего вида	61	Глава седьмая. Схемы цифровой и аналоговой вычислительной техники	194
3.2. Чертежи деталей	71	7.1. Общие положения	194
3.3. Спецификация и сборочный чертеж.	82	7.2. Структурные схемы.	196
3.4. Групповые и базовые конструкторские документы.	94	7.3. Функциональные схемы	196
Глава четвертая. Выполнение чертежей различных видов электротехнических изделий	103	7.4. Принципиальные схемы	199
4.1. Чертежи жгутов, кабелей и проводов	103	Глава восьмая. Выполнение конструкторской документации интегральных микросхем	210
		8.1. Основные понятия и определения . .	210
		8.2. Особенности конструирования интегральных микросхем	210
		8.3. Топологические чертежи.	212
		8.4. Чертежи толстопленочных гибридных микросхем	219
		8.5. Чертежи полупроводниковых интегральных микросхем	228

Глава девятая. Текстовые	
документы	234
9.1. Виды текстовых документов	234
9.2. Общие правила составления и оформления текстовых документов	235
9.3. Иллюстрации в текстовых документах	239
Глава десятая. Компьютерное	
выполнение конструкторских	
документов	243
10.1. Технические средства и программное обеспечение	243
10.2. Элементы пользовательского интерфейса	246
10.3. Построение чертежей и схем на экране компьютера	249
10.4. Оформление конструкторских документов	253
10.5. Программная документация	256
Приложение 1. Перечень стандартов	261
Приложение 2. Условные графические	
обозначения, применяемые	
в схемах	265
Приложение 3. Обозначения буквенные	
в электрических схемах	
(ГОСТ 2.710-81*)	298
Список литературы	300

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с развитием электротехники, электроники, вычислительной техники, усложнением конструкций машин, приборов, сооружений увеличивается поток технической документации: чертежей, схем, текстовых документов. Появляются новые виды документов: программы, алгоритмы, чертежи и схемы, выполняемые в системах автоматизированного проектирования (САПР). Вопросы разработки, оформления и обращения технической документации вырастают в серьезные проблемы.

Правила выполнения и обращения технической документации регламентируются существующими системами государственных стандартов (ЕСКД, СПДС, ЕСПД и др.). Общее количество стандартов достаточно велико, поэтому авторы поставили перед собой задачу разъяснить принципы разработки технической документации на электротехнические и электронные устройства и дать основные сведения о правилах оформления этих документов в соответствии со стандартами на техническую документацию.

Авторы не ставили своей задачей охватить в приведенных примерах чертежей и других документов все типы электротехнических изделий и устройств. Приведены только те примеры,

которые наиболее полно отражают общие правила выполнения конструкторской документации.

В книге дано много графического материала, иллюстрирующего правила разработки и оформления чертежей, схем и текстовых документов, выполненных как ручным, так и автоматизированным способом.

Издание предназначено для широкого круга читателей, но наиболее полезно оно будет инженерно-техническим работникам в области электротехники, электроники, вычислительной техники и студентам соответствующих специальностей.

Введение, гл. 1—3, 9, 10, приложение 1 написаны К.К. Александровым, гл. 4—8, приложения 2, 3 — Е.Г. Кузьминой.

Авторы выражают благодарность рецензенту заведующему кафедрой инженерной графики МЭИ (ТУ) А.О. Горнову, сделавшему полезные замечания по тексту и графическому материалу, а также А.Л. Кузьмину за помощь в подготовке рукописи (гл. 4—8), приложение 2, 3).

Все пожелания и замечания по содержанию книги авторы просят направлять в Издательство МЭИ по адресу: 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14.

Трудно переоценить роль чертежа в творческой деятельности инженера. На протяжении многих столетий чертежи являются наиболее употребляемым средством выражения информации об устройстве технического объекта. Обычно под чертежом понимают изображение какого-либо технического объекта или его части, выполненное с использованием чертежных инструментов при соблюдении определенных правил черчения. Если необходимо представить только структуру технической системы и связи составляющих ее элементов между собой, применяется схема. В тех случаях, когда чертежа и схемы недостаточно для передачи технической информации, используют технические описания на обычном речевом языке, диаграммы, функциональные зависимости, таблицы и другие средства фиксирования и передачи информации.

При проектировании технического объекта (машины, прибора, аппарата, сооружения и т.п.) чертежи, схемы и описания рассматриваются как технические документы, содержащие определенную информацию, предназначенную для передачи от проектировщика и конструктора к изготовителю и эксплуатационнику.

Проектирование — это процесс создания проекта, прототипа, прообраза предполагаемого или возможного технического решения изделия в промышленности или сооружения в строительстве. Проектирование представляет собой процесс описания свойств технического предмета, который предполагается изготовить или соорудить. Проект содержит исходные данные, необходимые для

последующего изготовления. Обычно проект состоит из комплекта документов, в которых содержится информация об устройстве, составе, принципе действия, условиях эксплуатации проектируемого технического объекта.

Документом в широком смысле мы называем материальный объект, содержащий информацию, зафиксированную созданным человеком способом и специально предназначенную для передачи во времени и пространстве. Документ должен быть, подписан составителем, и должна быть проставлена дата составления. Носителем информации может быть бумага, фотопленка, магнитная лента и т.п. Совокупность взаимосвязанных документов, относящихся к какому-либо техническому объекту, процессу, составляет техническую документацию.

Документация, выпускаемая в процессе проектирования, носит название проектной документации, проектно-конструкторской документации или конструкторской документации.

Правила выполнения документов, их виды и комплектность при проектировании изделий и сооружений устанавливают стандарты на конструкторскую и проектную документацию.

Государственная система стандартизации Российской Федерации устанавливает следующие категории стандартов (ГОСТ Р 1.0-92):

государственные стандарты Российской Федерации — ГОСТ Р;

межгосударственные стандарты — ГОСТ;

стандарты отрасли — ОСТ;

стандарты предприятия — СТП;

стандарты научно-технического общества — СТО;

международные стандарты.

Государственные стандарты Российской Федерации принимает Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации (Госстандарт России) и Государственный комитет по жилищной и строительной политике.

Межгосударственные стандарты принимает Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации или Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве (ГОСТ 1.0-92).

Стандарты отрасли принимают государственные органы управления Российской Федерации в пределах компетенции данного органа и обязательны для предприятий и организаций отрасли.

Стандарты предприятия принимают отдельные предприятия. Эти стандарты обязательны только для предприятия, установившего стандарт.

Стандарты научно-технического общества принимают научно-технические, инженерные или другие общественные объединения.

Международные стандарты принимают международные организации по стандартизации. Среди международных организаций по стандартизации следует отметить International Standards Organization — ISO (Международная организация по стандартизации — ИСО). Работами по стандартизации в области электротехники, электроники и связи занимается International Electrotechnical Commission — IEC (Международная электротехническая комиссия — МЭК). На основе аутентичного текста международного стандарта возможно оформление государственного стандарта Российской Федерации. Например, международный стандарт ИСО 9591:1992, принятый в качестве государственного

стандарта РФ, обозначается: ГОСТ Р. ИСО 9591:1992.

Существует несколько систем стандартов, определяющих правила оформления технической документации. Основной среди них является Единая система конструкторской документации (ЕСКД), которая содержит комплекс взаимосвязанных норм и правил по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.).

Конструкторская документация является товаром, и на нее распространяются все нормативно-технические акты, как на товарную продукцию (ГОСТ 2.001-93).

В ЕСКД входят межгосударственные стандарты. В соответствии с этим определены назначение, область распространения, классификация и правила обозначения стандартов ЕСКД. Основное назначение ЕСКД состоит в установлении единых оптимальных правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации в целях применения современных методов и средств при проектировании изделий, взаимообмена конструкторской документацией без ее переоформления, обеспечения высокого качества изделий, возможности создания единой информационной базы и автоматизированных систем, гармонизации с соответствующими международными стандартами и др. Стандарты ЕСКД распространяются на изделия машиностроения и приборостроения, правила и положения ЕСКД — на научную и учебную литературу.

Установленные в стандартах ЕСКД нормы и правила применяются при разработке документации предприятиями и предпринимателями (субъектами хозяйственной деятельности) стран участни-

ков межгосударственного соглашения (СНГ).

Конструкторскую документацию составляют графические и текстовые документы, которые определяют конструкцию технического объекта и содержат данные, необходимые для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Термин «конструкция» означает строение, устройство, построение, сооружение. В технике конструкция — это схема, устройство и принцип работы технического предмета (машины, прибора, аппарата, сооружения и т.п.), а также сам предмет и его составные части. Конструкция определяет взаимное расположение частей и элементов технического предмета, способ их соединения, взаимодействия, а также материал, из которого составные части (элементы) должны быть изготовлены.

Графический конструкторский документ содержит информацию в виде графического изображения технического объекта.

Графическое изображение — это воспроизведение комплекса геометрических свойств предмета в образной форме, т.е. в образном представлении с помощью средств графики (линий, штрихов, точек). Под геометрическими свойствами мы понимаем форму, размеры и взаимное расположение составных частей предмета. Графические изображения в конструкторских документах могут быть: а) полные, т.е. отражающие форму предмета; б) упрощенные, на которых опущены отдельные элементы и детали формы; в) условные или обозначения.

К графическим конструкторским документам относятся чертежи и схемы. Чертеж — документ, содержащий изображение технического предмета или его составной части и другие данные, поясняющие функциональное значение предмета и позволяющие его изгото-

вить. Схема — документ, содержащий условные графические изображения составных частей технического предмета и связи между составными частями.

Текстовые конструкторские документы содержат информацию на естественном или формализованном языке. Текстовые документы подразделяют на документы, содержащие в основном сплошной текст (технические условия, технические описания, расчеты, пояснительные записки, паспорта, инструкции и т.п.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.).

Межгосударственные стандарты ЕСКД распределены по следующим классификационным группам:

Номер группы	Наименование классификационной группы стандартов
0	Общие положения
1	Основные положения
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах
3	Общие правила выполнения чертежей
4	Правила выполнения чертежей различных изделий
5	Правила изменения и обращения конструкторских документов
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
7	Правила выполнения схем
8	Правила выполнения документов при макетном методе проектирования
9	Прочие стандарты

Обозначение стандарта ЕСКД состоит: из индекса категории стандарта — ГОСТ;

цифры «2» — комплекса стандартов ЕСКД;

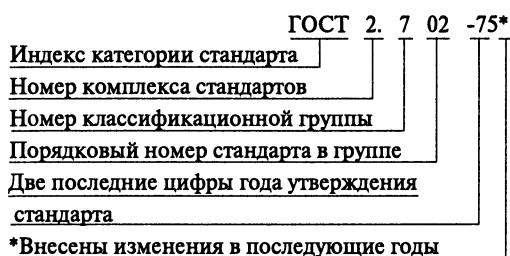
номера группы стандартов;

порядкового номера группы стандарта в данной группе;

двух последних цифр года утверждения стандарта до 1 января 2000 г.

Пример обозначения межгосударственного стандарта ЕСКД ГОСТ 2.702-75*

«Правила выполнения электрических схем»:



Кроме ЕСКД в электротехническом производстве используются другие системы стандартов при разработке и оформлении технической документации.

Последовательность процесса проектирования изделий новой техники и постановка их на производство регламентируются стандартами Системы разработки и постановки продукции на производство (СРПП).

При разработке проектной документации на строительные сооружения применяются стандарты Системы проек-

тной документации по строительству (СПДС).

Стандарты СПДС дополняют ЕСКД с учетом специфики проектной документации для строительства (ГОСТ 21.001-93).

Правила оформления отчетов о научно-исследовательских работах, издательских материалов, рефератов, аннотаций, докладов и других печатных работ устанавливает Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.

Широкое применение вычислительной техники привело к появлению комплекса стандартов, устанавливающих правила разработки, оформления и обращения программ и программной документации. Эти стандарты объединены в Единую систему программной документации (ЕСПД).

Общие положения о ЕСПД приведены в ГОСТ 19.001-77*.

1.1. Процесс разработки и постановки изделий на производство

На основании изучения потребностей общества определяются технико-экономические показатели новых изделий. Требования, заложенные при разработке продукции, должны гарантировать возможность ее выпуска с показателями, находящимися на уровне лучших отечественных и мировых достижений или превосходящими их и обеспечивающими конкурентоспособность на внешнем рынке, экономическую эффективность и удовлетворение потребностей народного хозяйства, населения и экспорта.

Технико-экономические показатели новой продукции должны содержать наименование продукции, цель и назначение разработки, предполагаемого разработчика, ориентировочную потребность в заказываемой продукции на определенный срок, сроки изготовления опытного образца, начало промышленного производства и поставок, источники финансирования.

В зависимости от наличия целевых программ развития выпуска продукции, наличия или отсутствия заказчика, характера взаимоотношений между субъектами хозяйственной деятельности разработку и постановку продукции на производство осуществляют по следующим моделям работ (ГОСТ Р 15.201-2000):

1 — по государственному и муниципальному заказам, а также другим заказам, финансируемым из федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации;

2 — по заказу конкретного потребителя (заинтересованных организаций, обществ, коммерческих структур);

3 — инициативные разработки без конкретного заказчика при коммерческом риске разработчика и изготовителя.

На основе исходных требований по технико-экономическим показателям проводятся необходимые научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы.

Начальным этапом комплекса работ по созданию, освоению и внедрению новой техники являются научно-исследовательские работы (НИР), которые проводятся в целях получения научно обоснованных исходных данных для разработки технического задания на новую и модернизированную продукцию.

Проведение НИР подразделяется на следующие этапы: а) разработка технического задания на выполнение НИР; б) выбор направления исследований; в) теоретические и (или) экспериментальные исследования; г) обобщение и оценка результатов исследований.

Обязательным исходным документом, определяющим цель, содержание, порядок проведения работ, а также намечаемый способ реализации результатов НИР, является техническое задание на выполнение НИР, которое в общем случае должно состоять из следующих разделов: основание для проведения работ, этапы НИР, основные требования к выполнению НИР, способ реализации результатов НИР, перечень технической документации, предъявляемой по окончании работ, порядок

рассмотрения и приемки НИР, технико-экономическое обоснование, приложения.

Этап «Выбор направления исследований» выполняют для систематизированного анализа исследуемой задачи и выявления на его основе направления исследований, методов решения задачи и их сравнительной оценки, описания выбранной общей методики проведения НИР.

Этап «Теоретические и (или) экспериментальные исследования» проводят в целях получения необходимых теоретических обоснований предлагаемого решения по объекту исследования, подтвержденных при необходимости экспериментальными исследованиями. Этот этап включает определение характера и содержания теоретических исследований, методов исследований, методов расчета, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ, принцип действия разработанных объектов и их характеристики.

Этап «Обобщение и оценка результатов исследований» включает оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по дальнейшим направлениям работ, оценку достоверности полученных результатов и сравнение их с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований.

По результатам выполненных НИР составляют отчет, который должен содержать обобщение результатов работ, проведенных на всех этапах НИР, и рекомендации по разработке продукции. Структура и правила оформления отчета приведены в ГОСТ 7.32-2001.

Разработка и постановка продукции на производство в общем случае предусматривают проведение следующих работ: а) разработку, согласование и утверждение технического задания;

б) разработку и экспертизу технической документации; в) изготовление опытных образцов (опытных партий); г) испытание и приемку опытных образцов (опытных партий); д) принятие решения о постановке продукции на производство; е) подготовку производства продукции; ж) освоение производства продукции.

Выпуск продукции предприятием включает в себя изготовление различных технических предметов.

В процессе изготовления основной структурной единицей является изделие. Любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению на предприятии, носит название — изделие.

Устанавливаются следующие виды изделий (ГОСТ 2.101-68*):

- а) детали;
- б) сборочные единицы;
- в) комплексы;
- г) комплекты.

Деталью считается изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус, пластина из биметаллического листа, печатная плата, маховичок из пластмассы, отрезок кабеля или провода заданной длины. Деталью считаются эти же изделия с нанесенными защитными или декоративными покрытиями, независимо от вида, толщины и назначения покрытия или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки, сшивки и т.п., например: винт, подвергнутый хромированию; трубка, сваренная или спаянная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона.

Сборочной единицей называется изделие, составленное из двух или нескольких деталей. Составные части сборочной единицы подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями: свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, разваль-

цовкой, склеиванием, сшивкой и т.п. Например, автомобиль, станок, телефонный аппарат, микромодуль, сварной корпус и т.п.

В понятие «комплекс» входят два или более изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких функций всего комплекса. Например, цех-автомат, автоматическая телефонная станция, бурильная установка, комплекс для запуска метеорологических ракет и т.п.

Комплектом является набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера: комплект запасных частей, комплект инструмента, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т.п.

Термин «изделие» используется, в основном, для обозначения машиностроительных и приборостроительных объектов. В строительстве чаще говорят о строительных объектах: зданиях и сооружениях. Строительные объекты не изготавливаются на предприятиях, как сборочные единицы или комплексы, а возводятся непосредственно на строительных площадках. Составные части зданий и сооружений могут быть изготовлены на специализированных предприятиях строительных конструкций и поэтому относятся к изделиям.

В зависимости от назначения здания можно подразделить на четыре группы:

гражданские здания, которые объединяют жилые и общественные (учебные, медицинские, административные, зрелищные, торговые и пр.) здания;

промышленные здания: фабрики, заводы, электростанции, гаражи, котельные и т.п.;

сельскохозяйственные здания: скотные дворы, птичники, хранилища продукции и др.

К сооружениям относятся мосты, тоннели, эстакады, линии электропередачи, газопроводы, плотины и т.п.

Опытно-конструкторские работы выполняются в соответствии с техническим заданием для разработки конструкторской документации на изделие, включая приемочные испытания опытных образцов (опытных партий).

Разработка конструкторской документации в общем случае проводится в несколько стадий: техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая конструкторская документация (ГОСТ 2.103-68*).

При разработке электротехнической и электронной продукции конструкторская документация выполняется в две стадии: эскизный или технический проект и рабочая документация. При наличии предварительной проработки или создании модернизируемых изделий разрабатывают только рабочую документацию.

Эскизный (технический) проект должен содержать художественно-конструкторскую часть, которую выполняет организация (предприятие) — разработчик конструкторской документации или специализированная художественно-конструкторская организация.

Неотъемлемыми частями художественно-конструкторской разработки являются макет изделия в натуральную величину с имитацией отделки внешнего вида, карта вариантов цветофактурного решения отделки изделия (при необходимости), а также макет индивидуальной упаковки, если она предусмотрена.

Техническая документация подвергается экспертизе. Экспертизу документации проводят ведущие (головные) организации по виду продукции одновременно с экспертизой потребительских свойств изделий. На экспертизу технической документации электробыто-

вых изделий направляют копию технического задания, чертеж общего вида, габаритный чертеж, пояснительную записку, принципиальные схемы, карту технического уровня и качества продукции, патентный формуляр или отчет о патентных исследованиях, макет внешнего вида или его цветные фотографии.

Экспертизу технической документации проводят для определения соответствия разрабатываемой продукции техническому заданию и необходимому техническому уровню, включая степень унификации и стандартизации.

Стадии разработки, на которых проводят экспертизу, виды продукции, документацию которой подвергают экспертизе, устанавливают ведущие министерства или ведущие организации. Результаты экспертизы должны учитываться при разработке технической документации.

После завершения разработки необходимой технической документации и передачи ее на предприятие-изготовитель организация-разработчик осуществляет авторский надзор за освоением и производством продукции.

Целью авторского надзора является обеспечение реализации технических решений, предусмотренных технической документацией, и своевременного устранения выявленных недостатков продукции и технологического процесса.

Объектами авторского надзора являются продукция или ее составные части, техническая документация, материалы, полуфабрикаты и комплектующие изделия, применяемые при изготовлении продукции, технологический процесс, метрологическое обеспечение.

Необходимость авторского надзора устанавливается по согласованию разработчика и изготовителя.

1.2. Техническое задание

Техническое задание (ГОСТ Р15.201-2000) разрабатывают на основе

исходных требований, а также на основе результатов выполненных научно-исследовательских и экспериментальных работ, научного прогнозирования, анализа передовых достижений отечественной и зарубежной техники, перспективных типажей и систем машин, оборудования и другой техники, изучения патентной документации, а на продукцию, предназначенную для экспорта, — с учетом внешнего рынка.

Техническое задание на продукцию машиностроения, имеющую важное народно-хозяйственное значение, разрабатывают на основе аванпроекта, выполненного разработчиком по заданию заказчика в целях технико-экономического обоснования создания продукции и изыскания путей реализации в разработке высокоэффективных технических решений.

Техническое задание должно содержать необходимые и достаточные требования для разработки продукции и не ограничивать инициативу разработчика при поиске и выборе им оптимального решения поставленной задачи.

Техническое задание является исходным документом для разработки продукции и технической документации на нее. Техническое задание на продукцию, разрабатываемую и выпускаемую по документации, предусмотренной стандартами ЕСКД, должно состоять из следующих разделов: наименование и область применения (использования), основание для разработки, цели и назначение для разработки, источники разработки, технические требования, экономические показатели, стадии и этапы разработки, порядок контроля и приемки, приложения.

Техническое задание оформляют в соответствии с общими требованиями к текстовым конструкторским документам по ГОСТ 2.105-95 на листах формата А4 без рамки, основной надписи и дополнительных граф к ней. Номера

листов проставляют в верхней части листа над текстом.

В разделе «Технические требования» указывают требования и нормы, определяющие показатели качества и эксплуатационные (потребительские) характеристики продукции с учетом действующих стандартов и норм, а также современного технического уровня.

Раздел в общем случае должен состоять из следующих подразделов:

а) состав продукции и требования к конструкторскому устройству;

б) назначение и экономное использование сырья, материалов, топлива, энергии;

в) требования к надежности;

г) требования к технологичности и метрологическому обеспечению разработки;

д) требования к унификации и стандартизации;

е) требования к безопасности и охране природы;

ж) эстетические и эргономические требования;

з) требования к патентной чистоте;

и) требования к составным частям продукции, сырья, неходовым и эксплуатационным материалам;

к) условия эксплуатации (использования), требования к техническому обслуживанию и ремонту;

л) дополнительные требования;

м) требования к маркировке и упаковке;

н) требования к транспортированию и хранению;

о) требования к категории качества.

В подразделе «а» указывают наименование, количество и назначение основных составных частей продукции, конструктивные требования к продукции и составным частям (габаритные, установочные, присоединительные размеры, способы крепления, регулировки органов управления, соответствие образцов эталонам, виды покрытий и т.п.), требования к монтажной пригодности,

массу продукции и, при необходимости, ограничение массы отдельных составных частей, удельную материалоемкость, требования к средствам защиты (от влаги, вибрации, шума, вредных испарений, коррозии, микроорганизмов и др.), требования к взаимозаменяемости продукции и ее составных частей, устойчивость к моющим средствам, топливу, маслам и др., требования к виду и составу запасных частей инструмента и принадлежностей.

В подразделе «б» указывают основные технические параметры продукции, определяющие ее целевое использование, а также свойства, отражающие ее техническое совершенство по уровню или степени потребляемого сырья, материалов, топлива и энергии при эксплуатации или потреблении. Например, мощность, производительность, чувствительность, удельный расход сырья (материалов), топлива, энергии, коэффициенты полезного действия.

Подраздел «ж» должен отражать требования технической эстетики, а также эргономические требования: удобство обслуживания, комфортабельность, усилия, требуемые для управления и обслуживания, и т.п.

В подразделе «и» приводят требования к сырью, жидкостям, смазкам, краскам и другим материалам, намечаемым для применения в составе продукции, а также при ее изготовлении и эксплуатации, физико-химические, механические и другие свойства материалов (прочность, твердость, шероховатость поверхности и др.), ограничение в применении составных частей, возможность применения и ограничения в применении дефицитных материалов и сплавов и др.

В подразделе «к» должны быть описаны условия эксплуатации, при которых обеспечивается использование продукции: допустимое воздействие климатических условий (температуры, влажности, пыли, агрессивных сред) и др.

В разделе технического задания «Экономические показатели» указывают ориентировочную эффективность и срок окупаемости затрат на разработку и освоение производства продукции, лимитную цену, предполагаемую годовую потребность продукции, а также экономические преимущества разрабатываемой продукции по сравнению с лучшими отечественными и зарубежными образцами.

При разработке технического задания разработчик учитывает информацию об аналогичной продукции, содержащуюся в базах данных Госстандарта России.

В техническом задании рекомендуется предусматривать следующие положения:

- прогноз развития требований на данную продукцию на предполагаемый период ее выпуска;

- рекомендуемые этапы модернизации с учетом прогноза на развитие требований;

- соответствие требованиям стран предполагаемого экспорта;

- характеристики ремонтпригодности;
- доступность и безопасность эффективного использования продукции инвалидами и гражданами пожилого возраста.

Техническое задание является исходным документом для разработки новых и модернизации существующих электроизделий и технической документации на них. Требования к продукции должны быть приведены в техническом задании с учетом действующих государственных стандартов, а также рекомендаций международных организаций (ИСО, МЭК и т.п.).

1.3. Чертежи, схемы и текстовые конструкторские документы

Конструкторская документация определяет устройство и состав изделия, содержит необходимые данные для его

изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

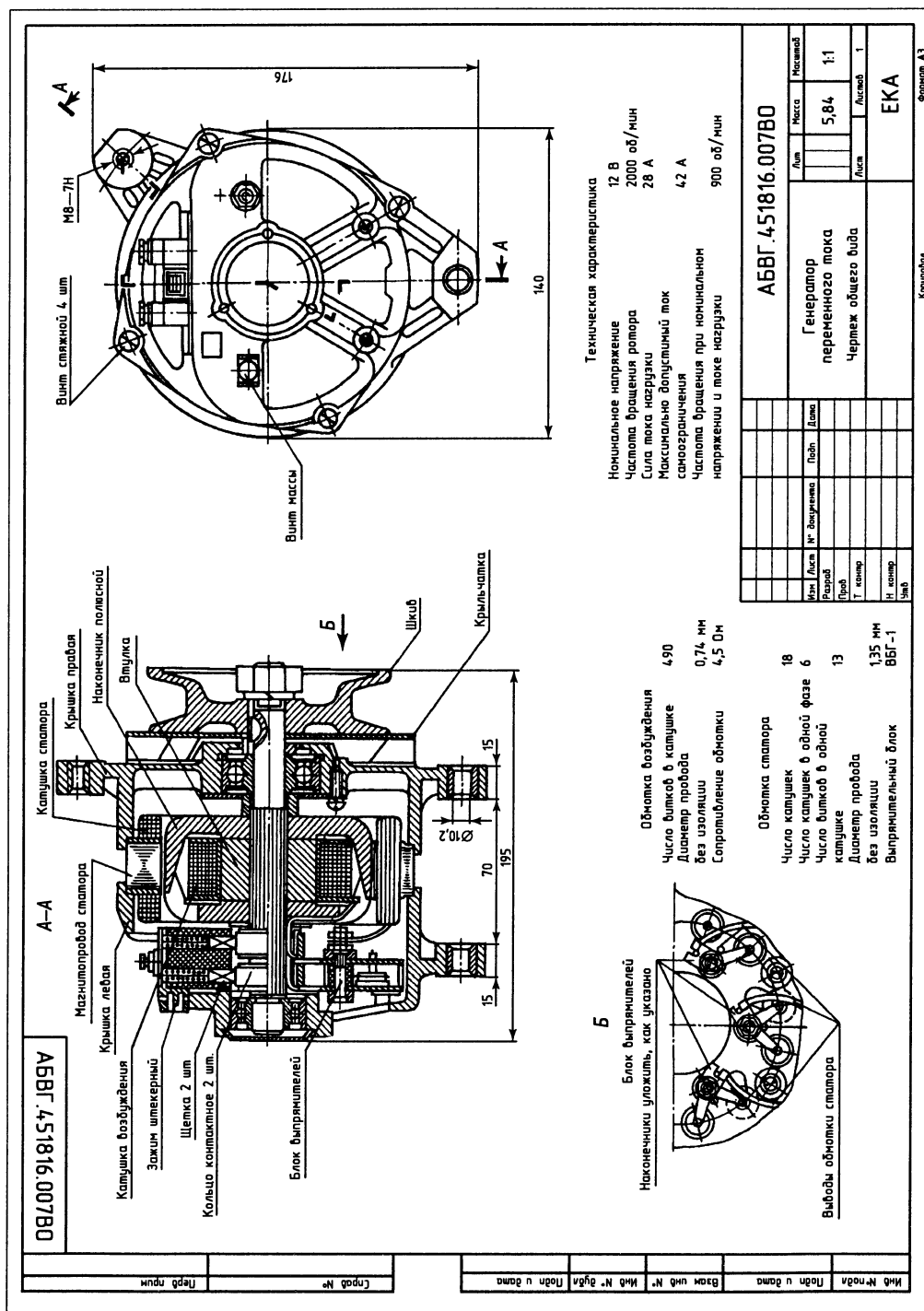
Конструкторские документы в зависимости от представленной в них информации подразделяют на графические (чертежи и схемы) и текстовые (спецификации, пояснительные записки, расчеты, ведомости, инструкции, технические условия и т.п.).

В графическом конструкторском документе основная информация о техническом предмете представлена в виде графического изображения, выполненного черным цветом с помощью линий, штрихов и точек. Информация о предмете в виде графического изображения наиболее удобна при рассмотрении устройства и принципа действия изделия, взаимного расположения и устройства его составных частей, геометрической формы деталей. Часто графическая информация сопровождается текстовой или знаковой (знаки и цифры) информацией. Текстовые документы содержат речевую описательную информацию, а также расчеты и их результаты. Текстовый документ оформляется в виде сплошного текста или текста, разбитого на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.).

Стандарты ЕСКД (ГОСТ 2.102-68*) предусматривают номенклатуру конструкторских документов. Наиболее употребительными документами являются чертеж общего вида, чертеж детали, спецификация, сборочный чертеж, схема, пояснительная записка, расчеты.

Чертеж общего вида содержит изображения сборочной единицы и другие данные, необходимые для понимания принципа работы и взаимодействия составных частей сборочной единицы. Чертеж общего вида является основанием для разработки чертежей деталей и спецификации.

На рис. 1.1 приведен чертеж общего вида автомобильного трехфазного син-



хронного генератора переменного тока с электромагнитным возбуждением. На чертеже представлено изображение генератора, состоящее из продольного разреза, вида слева и вида на кремниевые диоды (вид Б), смонтированные в выпрямительном блоке. Чертеж содержит также текстовую информацию в виде наименований составных частей генератора, данных по обмотке возбуждения, обмотке статора, техническую характеристику. На изображения нанесены габаритные и присоединительные размеры.

Чертеж генератора дает представление о его конструкции. Магнитопровод статора закреплен между двумя крышками (левой и правой) с помощью четырех стяжных винтов. Для уменьшения вихревых токов магнитопровод набран из тонких листовых пластин. Внутренняя поверхность статора имеет 18 зубцов, на которые надето 18 катушек статора (см. данные «Обмотка статора»).

Ротор состоит из двух шестиполусных наконечников. Наконечники одной половины ротора входят в пазы между наконечниками второй половины. В полости между наконечниками ротора помещена катушка возбуждения, закрепленная на магнитопроводе, выполненном в виде втулки, посаженной на шлицевой вал. Опорами ротора служат два шариковых подшипника качения, которые заполнены консистентной смазкой и защищены кольцевыми уплотнениями.

Выводы обмотки возбуждения соединены с контактными кольцами, к которым прижимаются пружинами две щетки генератора. Одна из щеток соединена со штекерным зажимом, вторая присоединена к корпусу генератора.

Привод генератора осуществляется от двигателя автомобиля посредством ременной передачи, шкив которой закреплен на валу генератора с помощью сегментной шпонки. Та же шпонка передает вращение крыльчатке, служащей для охлаждения генератора.

На чертеже общего вида, как правило, не приводят сведения, необходимые для изготовления деталей и осуществления сборки. Эти данные помещают на чертежах деталей и сборочных чертежах. Основное назначение чертежа общего вида состоит в том, чтобы дать представление об устройстве сборочной единицы и взаимодействии ее составных частей.

Чертеж детали — это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные (размеры, предельные отклонения размеров, шероховатость поверхности, сведения о материале и др.), необходимые для ее изготовления и контроля.

На чертеже детали «Гайка» (рис. 1.2) приведено изображение детали, нанесены все размеры и их предельные отклонения. В правом верхнем углу чертежа знаком $\sqrt[25]{}$ обозначена шероховатость поверхности: $Ra = 2,5$ мкм. В соответствующей графе основной надписи указаны наименование и марка материала детали: «Сплав ЛС-59-1» по ГОСТ 15527-70*.

Графическая и текстовая информация, помещенная на чертеже, полностью определяет геометрическую форму детали и позволяет изготовить ее с требуемой степенью точности из материала заданной марки.

Заготовкой для детали, изображенной на рис. 1.3, служит отрезок кабеля марки РК 50-2-22. Изготовление детали состоит в том, что необходимо снять часть изоляции и оплетки на заданную длину. Затем оголенные концы жилы кабеля залудить припоем. Поэтому размеры, обозначенные *, даются без предельных отклонений. Шероховатость поверхности не обозначена, но приведены данные о припое.

Состав сборочной единицы, необходимые сведения по соединению деталей в сборочную единицу и требования к готовой сборочной единице приводятся в спецификации и на сборочном

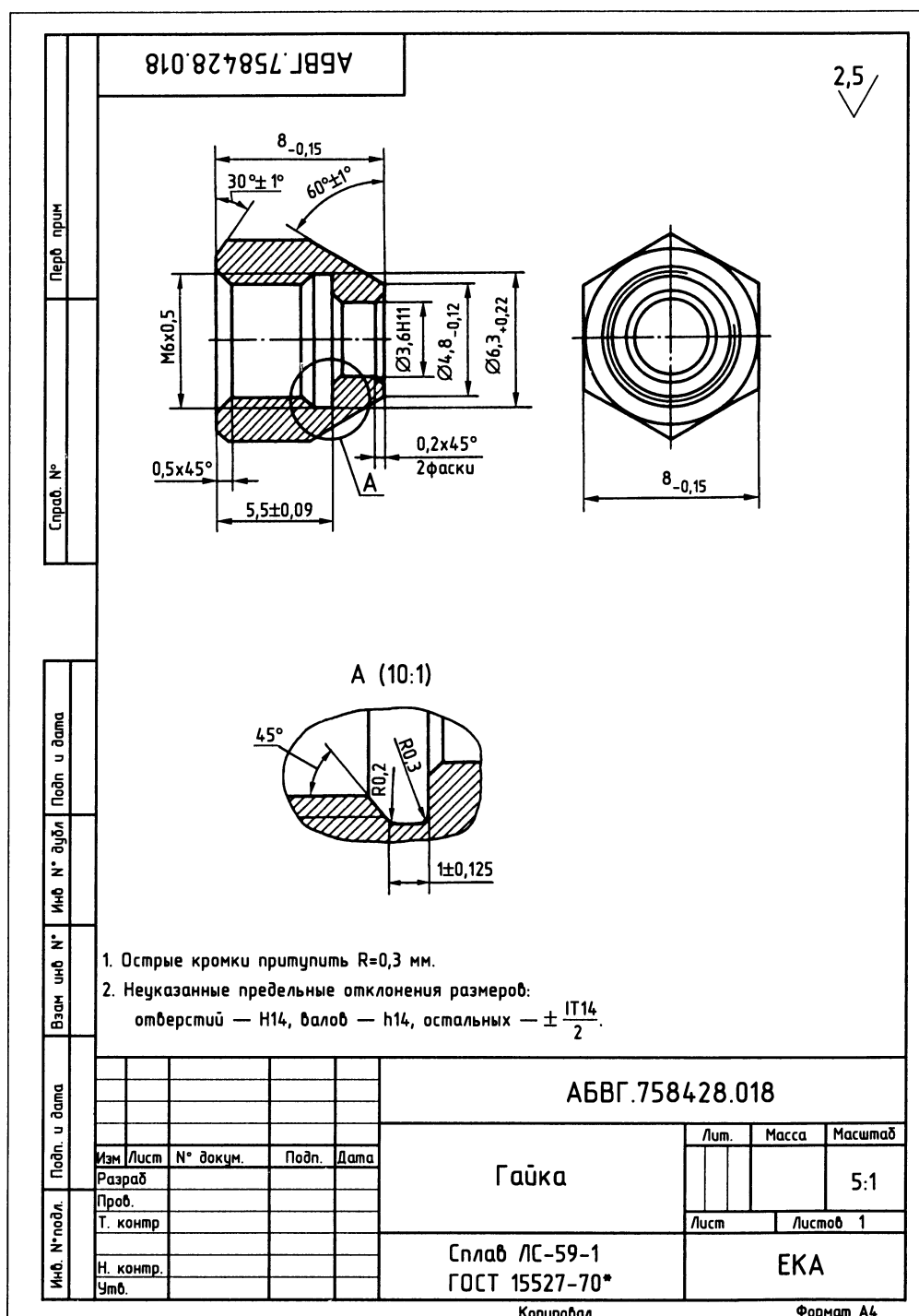


Рис. 1.2. Конструкторский документ — чертеж детали «Гайка»

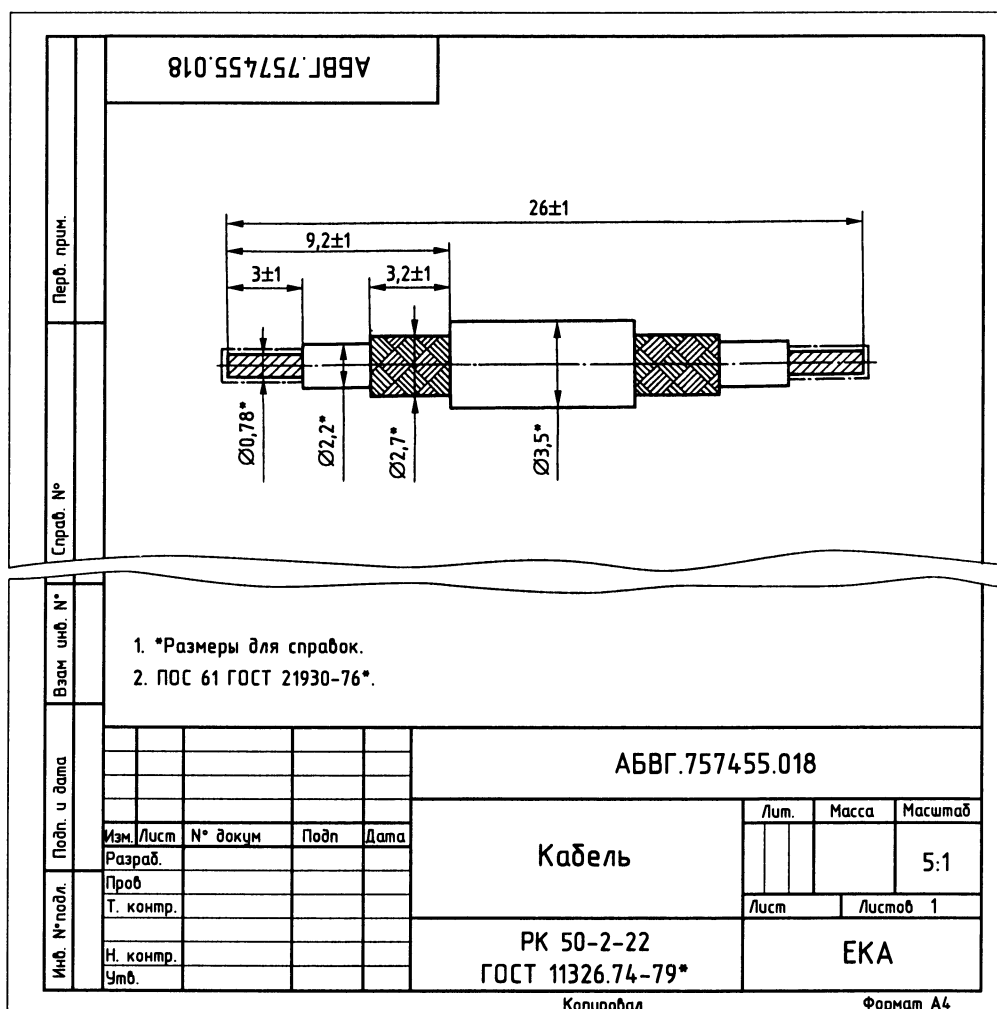


Рис. 1.3. Конструкторский документ — чертеж детали «Кабель»

чертеже. Спецификация и сборочный чертеж являются самостоятельными конструкторскими документами, но разрабатываются совместно.

Спецификация является текстовым документом, который содержит сведения о составе сборочной единицы. Спецификация (рис. 1.4) представляет собой перечень документов, относящихся к данной сборочной единице, и составных частей этой сборочной единицы. Перечень документов составляется согласно ГОСТ 2.106-96.

Сборочный чертеж содержит упрощенное изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее изготовления (сборки). На сборочном чертеже (рис. 1.5) составные части сборочной единицы снабжаются полками-выносками, на которых проставляются номера позиций этих составных частей в соответствии с порядковым номером позиции в спецификации. На сборочном чертеже (рис. 1.5) приведены требования по условиям пайки п. 2 и габарит-

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перф. прим.						
				Документация		
	A3		АБВГ.685661.018 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
Справ. №	A4	1	АБВГ.713352.018	Втулка	2	
	A4	3	АБВГ.713521.004	Заглушка	2	Примен.
	A4	5	АБВГ.757455.018	Кабель	1	
	A4	7	АБВГ.758428.018	Гайка	2	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.685661.018	Лист	Лист	Листов	
Разработ					Кабель ВЧ			1	
Провер						ЕКА			
Н. контр.									
Утв.									

Копировал _____ Формат А4

Рис. 1.4. Конструкторский документ — спецификация

ный размер по длине кабеля ВЧ после сборки.

Схема представляет собой конструкторский документ, на котором в виде условных графических обозначений показаны составные части изделия, а также связи между ними. В зависимости от входящих в состав изделия элементов и связей между ними схемы подразделяют на следующие виды (ГОСТ 2.701-84*): электрические, гидравлические, пневматические, газовые (кроме пневматических), кинематические, вакуумные, оптические, энергетические, деления, комбинированные.

Назначение схемы определяет ее тип: структурная, функциональная, принципиальная (полная), соединений (монтаж-

ная), подключения, общая, расположения, объединенная.

Схема кинематическая принципиальная «Электропривод» (рис. 1.6) содержит:

а) изображение схемы, которое состоит из условных графических обозначений элементов, связей между элементами, буквенно-цифровых позиционных обозначений элементов;

б) перечень составных элементов схемы, выполненный в виде таблицы.

По изображению можно представить передачу и преобразование движения в электроприводе от двигателя до ведомого звена. В перечне составных элементов разъясняются обозначения элементов и приводятся некоторые их параметры.

Перв. прим.	АБВГ.685661.018 СБ								
Справ. №									
Подп. и дата	Инв. № докл.	Инв. №	<p>1. *Размеры для справок. 2. ПОС 61 ГОСТ 21930-76*.</p>						
Подп. и дата	АБВГ.685661.018 СБ								
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Кабель ВЧ Сборочный чертеж	Лист	Масса	Масштаб	
	Разраб.								5:1
	Проб.						Лист	Листов 1	
	Т. контр						ЕКА		
	Н контр								
	Утв								
Копировал						Формат А4			

Рис. 1.5. Конструкторский документ — сборочный чертеж

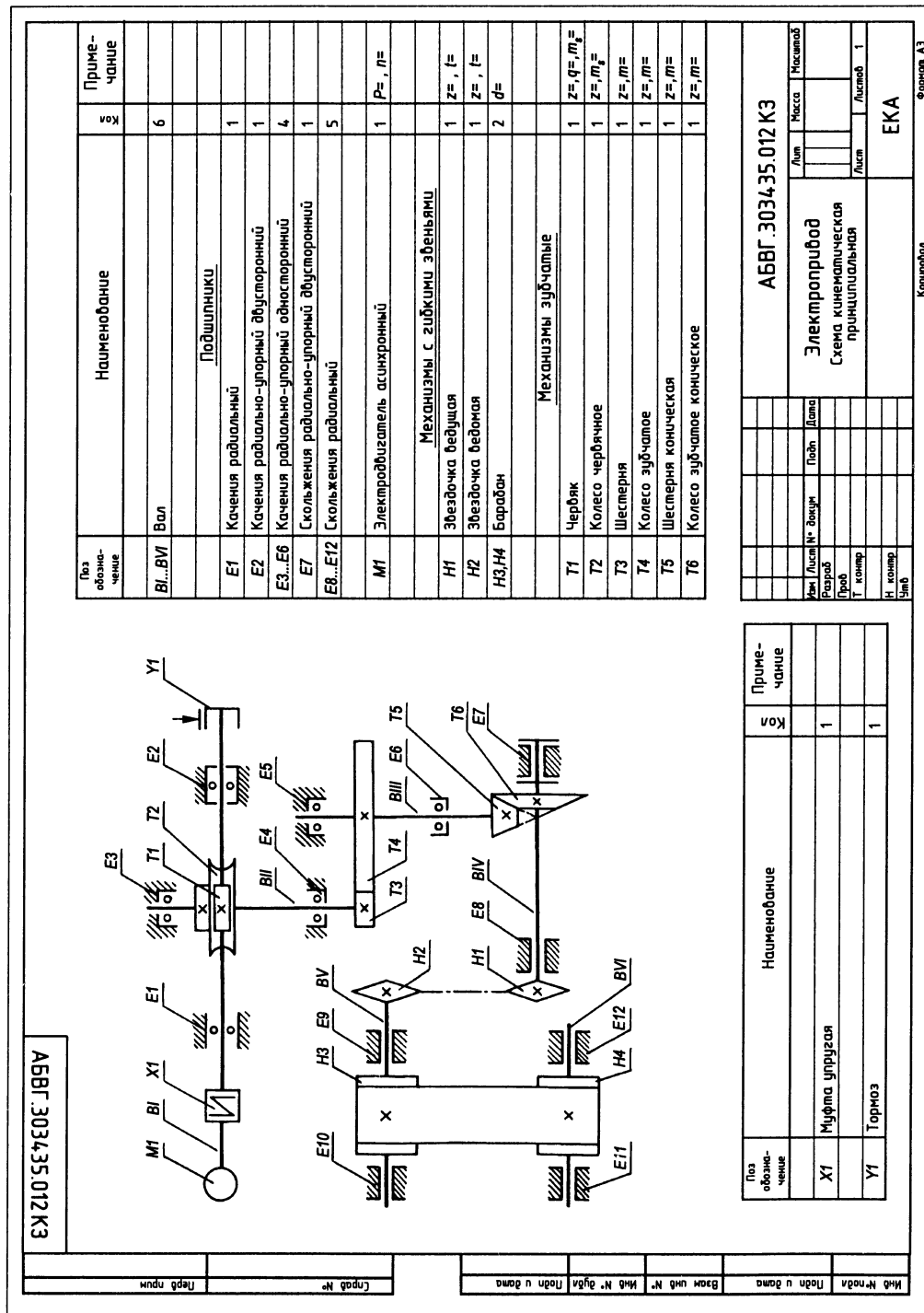


Рис. 1.6. Конструкторский документ — схема

Пояснительная записка (ГОСТ 2.106-96) содержит в общем случае сведения о назначении и области применения проектируемого изделия, техническую характеристику, описание устройства и принципа действия изделия, обоснование принятых при разработке технических решений, технико-экономические показатели.

Первым листом пояснительной записки является титульный лист (рис. 1.7),

который выполняется на формате А4 и содержит наименование организации, разработавшей документ, код изделия по классификатору продукции (ОКП), грифы согласования и утверждения, наименование изделия, обозначение документа, подписи разработчиков документа, год издания документа. Пример выполнения промежуточной страницы пояснительной записки приведен на рис. 1.8.

ОАО ЕКА			
42 1821XXXX		<p style="text-align: center;">УТВЕРЖДАЮ:</p> <p style="text-align: center;">Главный инженер завода _____ Ю.П. МЕДВЕДЕВ «_» _____ 2002 г.</p>	
<p>ПРИБОР СП-4</p> <p>Пояснительная записка АБВГ.4.11246.004ПЗ</p>			
Инф. №-глав	Подп. и дата	<p style="text-align: center;">СОГЛАСОВАНО:</p> <p>Главный технолог _____ И.П. БЫКОВ</p> <p>Начальник отделения _____ Л.В. КУБИКОВ</p> <p>Начальник отдела _____ Ю.А. ЕСИНОВ</p> <p>Начальник цеха _____ В.А. СЫРОВ</p>	<p style="text-align: center;">РАЗРАБОТАНО:</p> <p>Начальник отдела _____ А.М. ВОРОБЬЕВ</p> <p>Начальник лаб. _____ В.М. ЧИКУЛАЕВ</p> <p>Рук. группы _____ В.В. МОШИН</p> <p>Ст. инженер _____ А.Г. ЕРЕМЕЕНКО</p>
Инф. №-цеха	Подп. и дата	<p>2002</p>	

Рис. 1.7. Конструкторский документ — пояснительная записка (тит. лист)

3. ТЕРМОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ

3.1. Общие положения.

3.1.1. Термоэлектронная эмиссия — процесс выхода электронов из материала при его нагревании.

3.1.2. Плотность тока термоэлектронной эмиссии определяется формулой Ричардсона—Дешмана

$$J_3 = CT^2 e^{-11600\phi/T}, \quad (3.1)$$

где J_3 — плотность тока эмиссии, А/м²; T — температура, К; C — постоянная, А/(м² · К²); ϕ — работа выхода электрона, В.

3.1.3. Значения константы C и работы выхода ϕ для некоторых материалов приведены в табл. 3.1

Таблица 3.1

Значения величин C и ϕ

Материал	$C, 10^4 \text{ А}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^2)$	$\phi, \text{ В}$
Cs	162	1,89
Ba	60	2,29
Th	70	3,41
Mo	50	4,27
W	75	4,54

3.1.4. Для изготовления металлических катодов чаще всего используется вольфрам как один из наиболее тугоплавких металлов.

3.1.5. Образование на поверхности металла мономолекулярных пленок некоторых веществ сопровождается поляризацией атомов пленки или ионизацией и вследствие этого возникновением ускоряющего электрического поля, снижающего работу выхода ϕ электронов из катода.

АБВГ.411246.004 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Изм. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Рис. 1.8. Образец текста пояснительной записки

Расчеты включают эскиз или схему рассчитываемого изделия, задачу расчета, данные для расчета, условия расчета, расчет, заключение.

Из других конструкторских документов следует упомянуть:

а) теоретический чертеж, который определяет геометрическую форму

(обводы) изделия и координаты расположения составных частей;

б) габаритный чертеж, содержащий контурное изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;

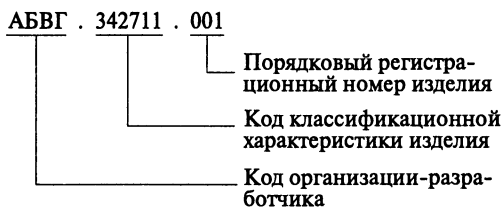
в) монтажный чертеж, необходимый для монтажа изделия на месте применения.

Каждый конструкторский документ имеет код по ГОСТ 2.102-68*. Так, чертеж общего вида имеет код ВО, сборочный чертеж — СБ, пояснительная записка — ПЗ и т.д. Код схемы по ГОСТ 2.701-84* состоит из кода вида и типа схемы. Чертеж детали и спецификация кода не имеют. Это обусловлено тем, что эти документы приняты в качестве основных для детали и сборочной единицы. Шифры остальных конструкторских документов приведены ниже (см. § 1.5).

1.4. Классификация изделий и обозначение конструкторских документов

По ГОСТ 2.201-80 каждому изделию должно быть присвоено обозначение, которое включает в себя четырехзначный буквенный код организации-разработчика, шестизначный цифровой код классификационной характеристики изделия и трехзначный порядковый регистрационный номер изделия. В чертежах и документах, используемых в книге, буквенный код и наименование организации приведены условно.

Пример обозначения изделия:



Основной конструкторский документ имеет обозначение, которое по ГОСТ 2.201-80 совпадает с обозначением изделия. Обозначение других конструкторских документов состоит из обозначения изделия и кода документа по ГОСТ 2.102-68* и ГОСТ 2.701-84*. Например, сборочный чертеж изделия, которое имеет обозначение АБВГ.342711.001, обозначается АБВГ.342711.001СБ.

Четырехзначный буквенный код организации-разработчика назначается по кодификатору организаций-разработчиков и присваивается в централизованном порядке.

Код классификационной характеристики присваивают изделию и конструкторскому документу по общероссийскому классификатору изделий и конструкторских документов (классификатору ЕСКД) ОК-012-93.

Классификатор ЕСКД состоит из следующих документов:

1. Введение.
2. Классы классификатора ЕСКД.
3. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71—76.
4. Иллюстрированный определитель деталей. Пояснительная записка.
5. Приложение. Классы 71—76. Алфавитно-предметный указатель. Термины и толкования. Перечень сокращений слов. Условные обозначения.

Классы классификатора ЕСКД представляют собой систематизированный свод наименований изделий машиностроения и приборостроения. В классификатор включены все разработанные и разрабатываемые изделия (детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты) основного и вспомогательного производств во всех отраслях народного хозяйства, на которые разрабатывается конструкторская документация. Классификатор включает также общетехнические документы: нормы, правила, требования, методы и т.п.

В основе построения классификатора ЕСКД лежит единая обезличенная система обозначений предметов производства. Особенностью обезличенной системы является то, что классификационные характеристики изделия и его составных частей не связаны между собой. Каждая из составных частей (узел, деталь) подвергается классификации на тех же методических принципах, по которым классифицируется изделие в сборе. Классификационная характеристика любого предмета производства (изделие, узел, деталь) определяется его функциональным назначением (сборочная единица) или геометрической формой (деталь) и не зависит от того, в какое изделие данный предмет

входит и каким предприятием разрабатывается.

Обезличенная система обозначений обладает рядом положительных качеств по сравнению с предметной системой обозначения, которая построена на принципе принадлежности предметов производства как составных частей конкретному изделию. Основными преимуществами являются:

а) возможность заимствования для новых разработок конструкторских документов из старых разработок;

б) обеспечение отраслевой и межотраслевой унификации изделий в масштабе страны;

в) возможность создания единой автоматизированной системы поиска конструкторской документации.

В классификаторе ЕСКД все изделия поделены на классы по функциональному признаку. Так, класс 30 «Сборочные единицы общемашиностроительные» содержит классификационные характеристики на такие изделия, как базовые устройства, трубопроводы и их элементы, устройства, передающие движение, направляющие устройства и т.п. В классе 56 «Источники электрической энергии, системы электроснабжения, комплекты электрооборудования» представлены классификационные характеристики на различные типы источников электрической энергии, систем электроснабжения и комплектов электрооборудования.

Классы 71—76 отведены для классификационных характеристик деталей отдельно от специфицируемых изделий (сборочных единиц, комплексов, комплектов). Детали классифицируются в зависимости от геометрической формы, которая является наиболее объективным показателем детали независимо от ее функционального назначения и принадлежности к другим изделиям.

Всего в классификаторе ЕСКД предусмотрено 100 классов. Часть из них являются резервными и с течением времени могут быть по необходимости

использованы для размещения новых видов изделий.

Изделия каждого класса делятся на подклассы, группы, подгруппы и виды. Из шести цифр классификационной характеристики первые две обозначают класс изделия, третья — подкласс, четвертая — группу, пятая — подгруппу и шестая — вид изделия. Например, изделие «Механический привод с двигателем и винтовой передачей» по классификатору ЕСКД имеет шестизначную классификационную характеристику — 303441. Структура данной классификационной характеристики и место, которое занимает изделие в классификаторе ЕСКД, представлены в табл. 1.1. Из таблицы видно, как с углублением уровня классификации (класс, подкласс, группа и т.д.) последовательно конкретизируется функциональное значение изделия.

Приведенные на рис. 1.2 и 1.3 детали имеют классификационные характеристики: 758428 — гайка и 757455 — кабель. Первые две цифры классификационных характеристик говорят о том, что обе детали относятся к 75-му классу деталей классификатора ЕСКД. Последующие цифры определяют подкласс: 8 — «крепежные детали» (гайка),

Таблица 1.1. Структура классификационной характеристики

Изделие	3 0 3 4 4 1	Механический привод с двигателем и винтовой передачей
Класс	30 — — — —	Сборочные единицы общемашиностроительные
Подкласс	— — — 3 — — —	Устройства, передающие движение
Группа	— — — — 4 — —	Приводы, кроме мотор-редукторов
Подгруппа	— — — — — 4 —	Механические приводы с двигателями, с передачами, кроме зубчатых
Вид	— — — — — — 1	Механические приводы с двигателями с винтовыми передачами

7 — «электрорадиоэлектронные детали» (кабель). Соответствующим образом можно расшифровать остальные цифры. Следует заметить, что классификационные характеристики присваиваются только нестандартным крепежным деталям, т.е. таким, на которые выпускаются чертежи.

1.5. Стадии разработки и комплектность конструкторских документов

Конструкторская документация в общем случае разрабатывается на нескольких стадиях (ГОСТ 2.103-68*): техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая конструкторская документация.

Техническое предложение (ГОСТ 2.118-73*) — совокупность конструктор-

ских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделия, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого изделия и патентные исследования. Техническое предложение содержит следующие документы: чертеж общего вида, схемы, таблицы, расчеты и др. Обязательными для технического предложения являются пояснительная записка и ведомость технического предложения (табл. 1.2).

Эскизный проект (ГОСТ 2.119-73*) — совокупность конструкторских документов, которые должны содержать

Таблица 1.2. Номенклатура конструкторских документов по ГОСТ 2.102-68*

Шифр документа	Наименование документа	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация			
					Деталь	Сборочная единица	Комплекс	Комплект
—	Чертеж детали			○ ¹	● ¹			
СБ	Сборочный чертеж				—	● ²		
ВО	Чертеж общего вида	○	○	●				
ТЧ	Теоретический чертеж		○	○	○	○	○	
ГЧ	Габаритный чертеж	○	○	○ ¹	○ ¹	○ ²	○	
МЭ	Электромонтажный чертеж					○		
МЧ	Монтажный чертеж					○ ²	○	○
УЧ	Упаковочный чертеж				○	○	○	○
По ГОСТ 2.701-84	Схемы	○	○	○		○	○	○
—	Спецификация					●	●	●
ПТ	Ведомость технического предложения	●						
ЭП	Ведомость эскизного проекта		●					
ТП	Ведомость технического проекта			●				
ПЗ	Пояснительная записка	● ³	● ³	● ³				
ТУ	Технические условия			○	○	○	○	○
ТБ	Таблицы	○	○	○	○	○	○	○
РР	Расчеты	○ ³	○ ³	○ ³	○	○	○	○
И...	Инструкции				○	○	○	○

Примечание. ● — документ обязательный; ○ — документ составляют в зависимости от характера, назначения или условий производства изделия; верхний индекс 1 ... 3 — документы могут быть совмещены.

конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия. В эскизный проект обязательно включаются пояснительная записка, ведомость

эскизного проекта. Кроме того, могут быть включены чертеж общего вида, теоретический и габаритный чертежи, схемы и другие документы (см. табл. 1.2).

Технический проект (ГОСТ 2.120-73*) — совокупность конструкторских документов, которые должны содержать

№ строки формат	Обозначение	Наименование	Кол листов	№ экз.	Приме- чание
1		<u>Документация общая</u>			
2					
3		Вновь разработанная			
4					
5 А1	АБВГ.411237.034 В0	Чертеж общего вида	1		
6 А2	АБВГ.411237.034 Э1	Схема электрическая структурная	1		
7 А1	АБВГ.411237.034 Э3	Схема электрическая принципиальная	1		
8 *)	АБВГ.411237.034 ПЗ	Пояснительная записка	1		*) А4, А3
9					
10		<u>Документация по</u>			
11		<u>сборочным чертежам</u>			
12					
13		Вновь разработанная			
14					
15 А3	АБВГ.301234.034 В0	Шасси. Чертеж общего вида	1		
16 А3	АБВГ.418115.034 Э3	Плата П/1. Схема электрическая	1		
17		принципиальная			
18					
19		Примененная			
20					
21 А3	АБВГ.418119.032 Э3	Плата П/2. Схема электрическая	1		
22		принципиальная			
23 А3	АБВГ.418131.032 Э3	Плата П/3. Схема электрическая	1		
24		принципиальная			
25					
26					

Взам шифр №		Инф № докум		Подп и дата	
Взам шифр №		Инф № докум		Подп и дата	
Инф № докум		Подп и дата			
Изм		Лист	№ докум	Подп	Дата
Разраб		Гордеева			
Проб		Боброва			
Н контр		Чухеева			
Утв		Кузьмина			

АБВГ.411237.034 ЭП		
Прибор СП4		
Ведомость эскизного проекта		
Лист	Лист	Листов
3		1
ЕКА		

Копировал _____ Формат А4

Рис. 1.9. Конструкторский документ — ведомость эскизного проекта

окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации. В технический проект обязательно включаются чертеж общего вида, пояснительная записка, ведомость технического проекта. Могут быть также включены чертежи деталей, теоретические и габаритные чертежи, схемы и т.п. (см. табл. 1.2).

Рабочая конструкторская документация (ГОСТ 2.109-73*) — совокупность конструкторских документов, которые предназначены для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии) изделия, изготовления и испытания установочной серии.

Рабочая документация на деталь обязательно содержит чертеж детали, а также могут быть чертежи теоретический, габаритный, упаковочный, технические условия и другие документы (см. табл. 1.2).

Рабочая документация на сборочную единицу обязательно содержит спецификацию и сборочный чертеж, могут быть

также другие чертежи, схемы и текстовые документы (см. табл. 1.2).

В комплект конструкторской документации на стадиях проектной разработки (техническое предложение, эскизный и технический проект) входит ведомость проекта, которая является обязательным документом (см. табл. 1.2).

В ведомость записывают все конструкторские документы, вновь разработанные для данного комплекта и примененные из других проектов и рабочей документации на ранее разработанные изделия.

Ведомость проекта представляет собой таблицу (рис. 1.9), составленную по специальной форме (ГОСТ 2.106-96). Запись документов производят по разделам в следующей последовательности: документация общая, документация по сборочным единицам. Каждый раздел документации должен состоять из подразделов: вновь разработанная документация, примененная документация.

Документы технического предложения, эскизного и технического проектов комплектуют в папки, книги или альбомы.

2.1. Форматы и основные надписи

Конструкторские документы выполняются на листах определенных размеров, которые носят название форматов (ГОСТ 2.301-68*). Форматы листов определяются размерами внешней рамки листа (рис. 2.1). Форматы разделяются на основные и дополнительные.

За основные приняты форматы, приведенные ниже.

Формат	Размер сторон, мм
A0.....	841×1189
A1.....	594×841
A2.....	420×594
A3.....	297×420
A4.....	210×297

Дополнительные форматы образуются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Обозначение произ-

водственного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности, например A0×2 (1189×1682), A4×8 (297×1682) и т.д. Допускается применять формат A5 с размерами сторон 148×210 мм. Соотношение сторон основного формата равно $\sqrt{2}$, т.е. большая сторона в 1,414 раза больше меньшей.

Все конструкторские документы сопровождаются основной надписью и дополнительными графами к ней. Расположение основных надписей и дополнительных граф на форматах, а также размеры рамок показаны на рис. 2.1. Графы, выполненные штриховой линией, вводят по необходимости.

Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторских документов. На листах формата A4 основные надписи располагают только

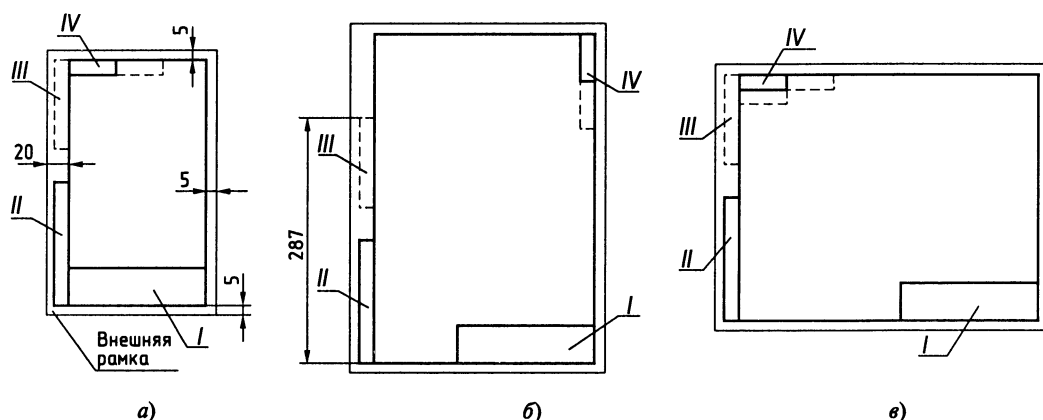


Рис. 2.1. Расположение основной надписи и дополнительных граф на стандартных форматах:

а — формат A4; б — форматы больше A4 с основной надписью вдоль короткой стороны листа; в — форматы больше A4 с основной надписью вдоль длинной стороны листа; I — основная надпись; II, ..., IV — дополнительные графы

вдоль короткой стороны листа, т.е. формат А4 всегда имеет вертикальное расположение.

Для быстрого нахождения на чертеже (схеме) составной части изделия или его элемента рекомендуется разбивать поле чертежа (схемы) на зоны.

Основные надписи, дополнительные графы и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями.

Содержание и размеры основных надписей, обозначенных на рис. 2.1 римской цифрой I, приведены на рис. 2.2.

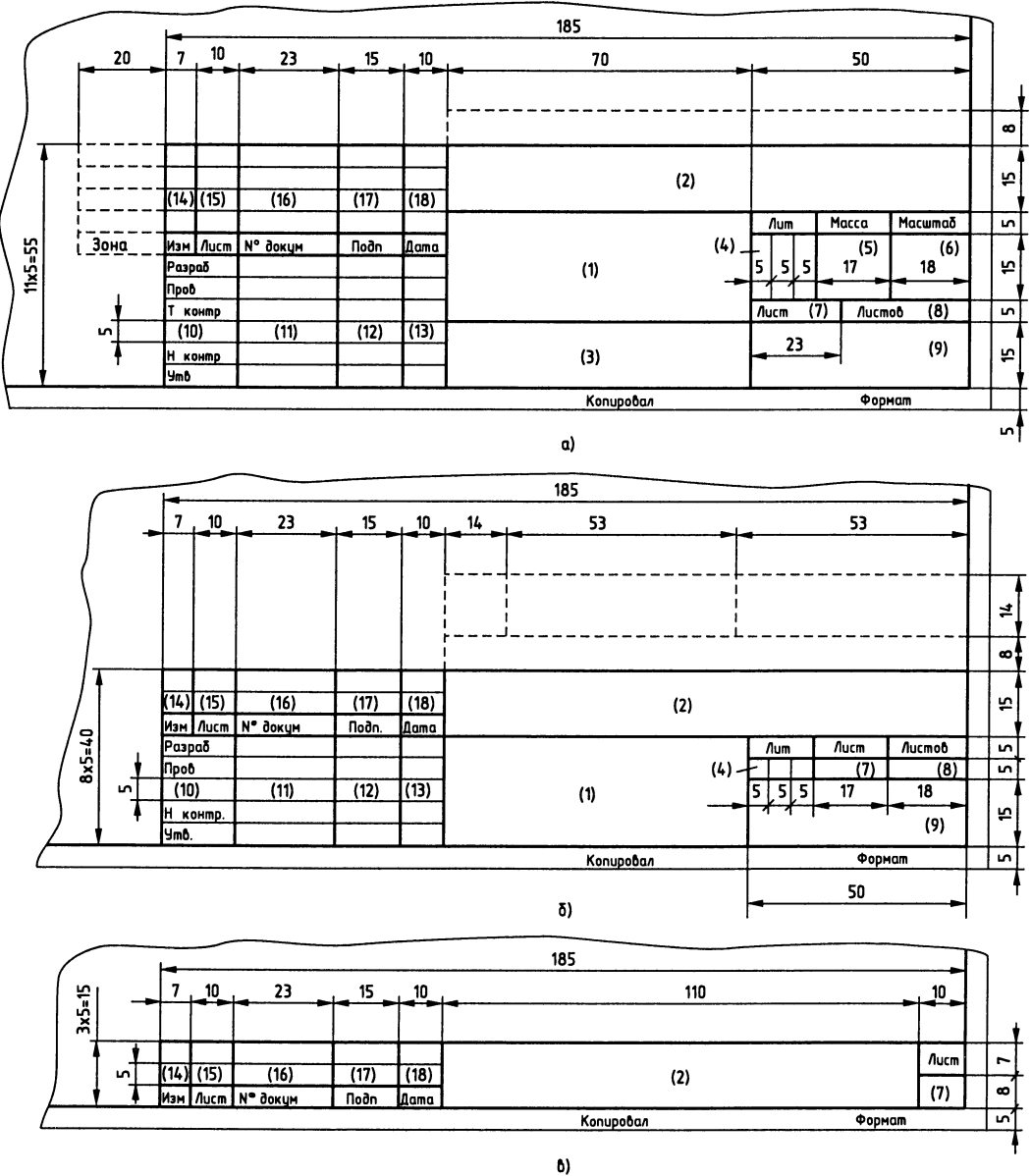


Рис. 2.2. Основные надписи:

а — для чертежей и схем; б — для текстовых документов; в — для последующих листов чертежей, схем и текстовых документов

В графах основной надписи (ГОСТ 2.104-68*) и дополнительных графах (номера граф на рис. 2.2 даны в скобках) указывают:

1 — наименование изделия в соответствии с ГОСТ 2.109-73*, а также наименование документа, если этому документу присвоен код. Для изделий народно-хозяйственного назначения допускается не указывать наименование документа, если его код определен ГОСТ 2.102-68*, ГОСТ 2.601-95*, ГОСТ 2.602-95*, ГОСТ 2.701-84*;

2 — обозначение документа по ГОСТ 2.201-80;

3 — обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

4 — литеру по ГОСТ 2.103-68*, соответствующую стадии разработки документа; для рабочей конструкторской документации, предназначенной для изготовления и испытаний опытного образца, литера не присваивается;

5 — массу изделия по ГОСТ 2.109-73;

6 — масштаб в соответствии с ГОСТ 2.302-68* и ГОСТ 2.109-73*;

7 — порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

8 — общее количество листов документа;

9 — наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ; графу не заполняют, если различительный индекс содержится в обозначении документа;

10—12 — характер работы, фамилии и подписи лиц, разрабатывавших документ;

13 — дата подписания документа;

14—18 — таблица изменений в соответствии с ГОСТ 2.503-74;

II, III — инвентарные номера подлинников и дубликата, а также подписи и дата приемки, обозначение документов в соответствии с ГОСТ 2.501-88, ГОСТ 2.502-68*, ГОСТ 2.503-90;

IV — обозначение документа (графа является обязательной для чертежей и схем).

Стандартом 2.104-68* предусмотрено три типа основных надписей: а) для первых листов чертежей или схем (рис. 2.2, а); б) для первых листов текстовых документов (рис. 2.2, б); в) для последующих листов любых конструкторских документов (рис. 2.2, в).

Основные надписи отличаются размерами по высоте и количеством граф. Основная надпись для чертежей и схем имеет высоту 55 мм, для текстовых документов — 40 мм, для последующих листов — 15 мм. В основной надписи для текстовых документов отсутствуют

3		АБВГ 130-82		9.09.03	АБВГ.521721.003 СБ				
2		АБВГ 169-82		7.06.03	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Двигатель асинхронный</div> <div>Лист</div> <div>Масса</div> <div>Масштаб</div> </div>				
1		АБВГ 115-82		5.03.03					
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата					
Разраб	Ильин			4.02.03					
Проф	Карпов			4.02.03					
Т контр.	Петров			5.02.03	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Сборочный чертёж</div> <div>Лист 1</div> <div>Листов 2</div> </div>				
Заб. сект.	Зверев			5.02.03					
Н контр.	Лисицин			5.02.03					
Утв.	Волков			6.02.03					
					ЕКА				

а)

1		АБВГ 84-83		7.02.03	АБВГ.521721.003 СБ				Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата					2

б)

Рис. 2.3. Пример заполнения основной надписи для чертежа, выполненного на нескольких листах:

а — первый лист; б — последующие листы

					АБВГ.757221.002			
1		АБВГ 140-83		5 10 03	Лист статорный	Лист	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		A		
Разраб		Кузина		5 03 03			0,015	1:1
Проб		Щукин		5 03 03				
Т контр		Петров		6 03 03		Лист		Листов 1
Заб. сект.		Зверев		6 03 03	Лента 0,5×95-П-2-ТО- БП-А-2013 ГОСТ 21427.2-75			ЕКА
Н контр		Лисицин		7 03 03				
Утв.		Волков		7 03 03				

Рис. 2.4. Пример заполнения основной надписи для чертежа детали

					АБВГ.343823.007 33			
1		АБВГ 17-83		5 03 03	Плата Б7 Схема электрическая принципиальная	Лист	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		Э		
Разраб		Зайцев		6 04 03				
Проб		Лютиков		6 04 03				
Т контр		Репин		7 04 03		Лист		Листов 1
Заб сект		Орлов		8 04 03				ЕКА
Н контр		Насов		9 04 03				
Утв.		Медведев		0 04 03				

Рис. 2.5. Пример заполнения основной надписи для схемы

					АБВГ.343823.003				
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Плата Б7	Лист	Лист	Листов	
Разраб		Ильин		2.02.03		01	А	1	5
Проб		Карнов		4.02.03		ЕКА			
Заб. сект		Зверев		5.02.03					
Н контр		Лисицин		5.02.03					
Утв		Волков		6.02.03					

а)

1		АБВГ 14-83		2 04 03	АБВГ.343823.003			Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата				2

б)

Рис. 2.6. Пример заполнения основной надписи для спецификации:

а — первый лист; б — последующие листы

					АБВГ.521721.003 ПЗ				
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Двигатель асинхронный Пояснительная записка	Лист	Лист	Листов	
Разраб		Ильин		2 02 03		01	A	1 34	
Проб.		Карлов		4 02 03		ЕКА			
Заб сект		Зверев		5 02 03					
Н контр		Лисицин		5 02 03					
Утв		Волков		6 02 03					

а)

					АБВГ.521721.003 ПЗ			Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				6

б)

Рис. 2.7. Пример заполнения основной надписи для пояснительной записки:

а — первый лист; б — последующие листы

графы «Масштаб», «Масса», «Обозначение материала». Основная надпись для последующих листов содержит графы «Обозначение документа», «Номер листа», «Внесенные изменения». Примеры заполнения основных надписей для различных конструкторских документов приведены на рис. 2.3—2.7.

В настоящем издании не на всех иллюстрациях, представляющих конструкторские документы, удалось выдержать стандартное соотношение сторон формата и размера основной надписи. Это объясняется спецификой производства.

2.2. Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах и схемах выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81*.

Установлены следующие типы шрифта: тип А без наклона, тип А с наклоном примерно 75° , тип Б без наклона, тип Б с наклоном примерно 75° . Все типы шрифтов могут быть использо-

а) Электродвигатель
 б) Электродвигатель
 в) Электродвигатель
 г) Электродвигатель

Рис. 2.8. Сравнение стандартных чертежных шрифтов:

а — тип А без наклона; б — тип А с наклоном;
 в — тип Б без наклона; г — тип Б с наклоном

ваны при оформлении конструкторских документов. Однако следует придерживаться одного какого-либо типа.

Для сравнения на рис. 2.8 приведено написание термина «Электродвигатель» шрифтами различного типа. Буквы шрифта типа А являются более узкими, чем буквы шрифта типа Б, при одинаковой высоте и написаны более тонкими линиями. Параметры шрифтов приведены в табл. 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1. Соотношение между параметрами шрифта типа А

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм					
			3,5	5	7	10	14	
Высота прописных букв (размер шрифта)	<i>h</i>	$14d$	3,5	5	7	10	14	
Высота строчных букв	<i>c</i>	$10d$	2,5	3,5	5	7	10	
Расстояние между буквами	<i>a</i>	$2d$	0,5	0,7	1	1,4	2	
Минимальное расстояние между словами	<i>e</i>	$6d$	1,5	2,1	3	4,2	6	
Минимальный шаг строк	<i>b</i>	$22d$	5,5	8	11	16	22	
Толщина линий	<i>d</i>	<i>d</i>	0,25	0,35	0,5	0,7	1	

Таблица 2.2. Соотношение между параметрами шрифта типа Б

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм					
			3,5	5	7	10	14	
Высота прописных букв (размер шрифта)	<i>h</i>	$10d$	3,5	5	7	10	14	
Высота строчных букв	<i>c</i>	$7d$	2,5	3,5	5	7	10	
Расстояние между буквами	<i>a</i>	$2d$	0,7	1	1,4	2	2,8	
Минимальное расстояние между словами	<i>e</i>	$6d$	2,1	3	4,2	6	8,4	
Минимальный шаг строк	<i>b</i>	$17d$	6	8,5	12	17	24	
Толщина линий	<i>d</i>	<i>d</i>	0,35	0,5	0,7	1	1,4	

За основной параметр букв и цифр в каждом типе шрифта принята толщина линий d . Через этот параметр выражены все остальные параметры. Обозначение элементов букв, использованных в таблицах, показано на рис. 2.9. Размер шрифта h определяется высотой прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Высота строчных букв (без отростков) примерно соответствует

высоте прописных букв ближайшего меньшего размера. Кроме шрифтов, приведенных в табл. 2.1 и 2.2, разрешается использовать шрифты высотой 2,5; 20; 28; 40 мм.

Написание букв русского алфавита (кириллицы), латинского (латиницы) и греческого, а также арабских, римских цифр и знаков шрифтом типа А без наклона показано на рис. 2.10—2.14.

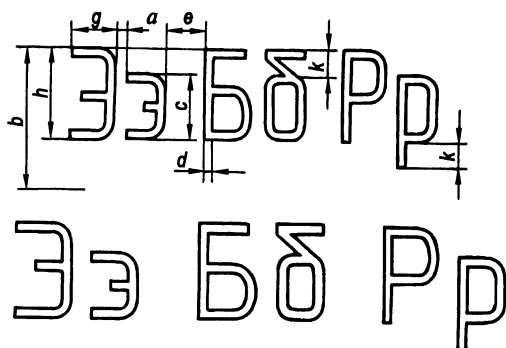


Рис. 2.9. Элементы букв чертежного шрифта (тип А без наклона)

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР
СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ
абвгдежзийклмнопрст
уфхцчшщъыьэюя

Рис. 2.10. Русский алфавит (кириллица)

АВСDEFGHIJKLMNOPQR
STUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

Рис. 2.11. Латинский алфавит

ΑαΒβΓγΔδΕεΖζΗηΘθΙιΚκ
ΛλΜμΝνΞξΟοΠπΡρΣσΤτ
ΥυΦφΧχΨψΩω

Рис. 2.12. Греческий алфавит

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3
I II III IV V VI VII VIII IX V

Рис. 2.13. Арабские и римские цифры

! ? & § = ≈ < > + - × : % †
‡ ▹ ▸ ◌ ^ φ √ ∫ ∞ [] () № ~ *

Рис. 2.14. Знаки

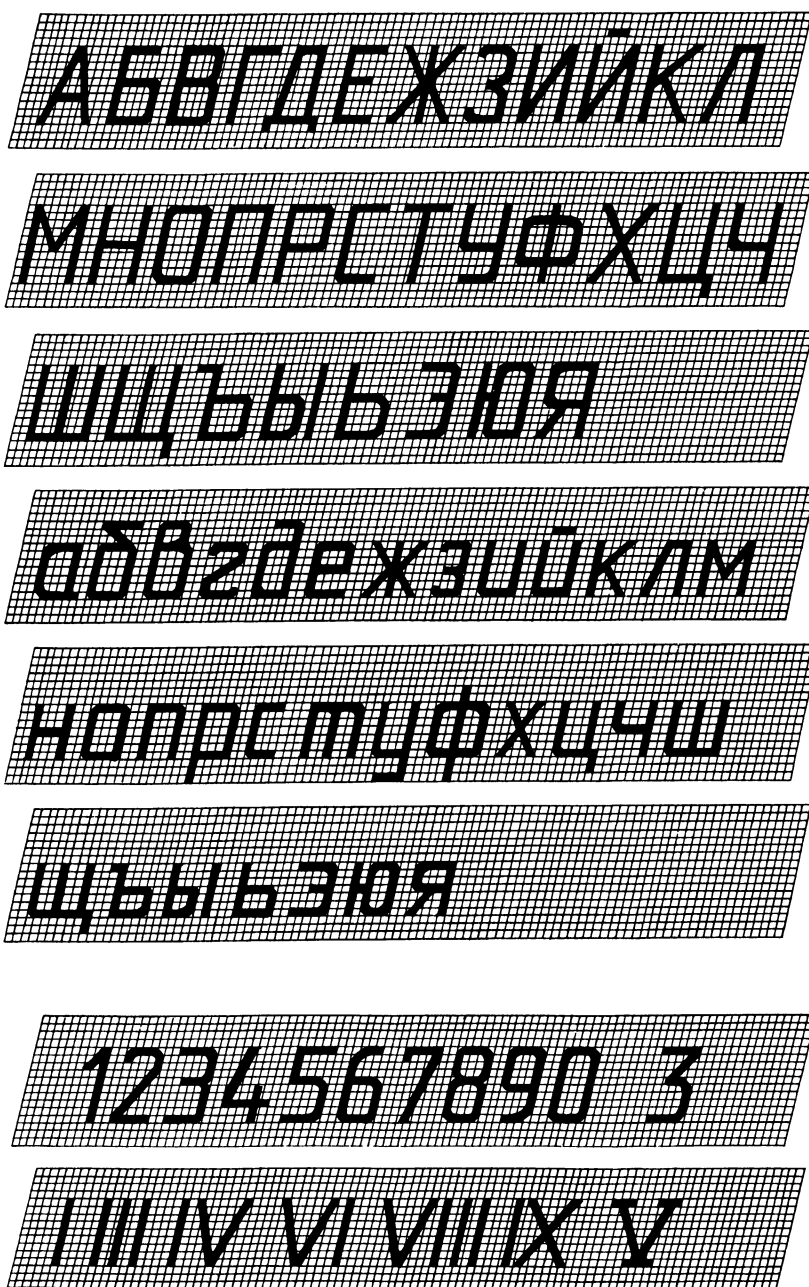


Рис. 2.15. Шрифт типа Б с наклоном

Буквы русского алфавита, арабские и римские цифры, написанные шрифтом типа Б с наклоном, приведены на рис. 2.15.

2.3. Линии на чертежах и схемах

Любые чертежи и схемы представляют собой совокупность отрезков прямых и кривых линий определенного начертания. По ГОСТ 2.303-68* установлено девять типов линий, начертание которых показано на рис. 2.16.

Толщина сплошной основной линии s должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от размеров и сложности изображения, а также от формата чертежа. Наименьшая толщина линии чертежа, выполненного в карандаше — 0,3 мм.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от размеров изображения. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

На рис. 2.17 можно видеть большую часть стандартных линий. Для построения видимого изображения использована сплошная толстая основная линия. Этой же линией проведена рамка чертежа и большая часть графической основной надписи.

Тонкая сплошная линия использована для выполнения размерных и выносных линий, штриховки, подчеркивания надписей, оформления некоторых графической основной надписи.

Сплошная волнистая линия применяется для разграничения вида и разреза.

Невидимый контур изображения выполнен штриховой линией.

Оси и центровые линии проведены штрихпунктирной тонкой линией. Если диаметр окружностей менее 12 мм, в качестве центральной применена сплошная тонкая линия.

Штрихпунктирная утолщенная с короткими штрихами линия использована для обозначения поверхностей, подлежащих специальному покрытию.

Паяный шов отмечен сплошной линией толщиной $2s$.

Назначение линий других типов представлено в ГОСТ 2.303-68*.

2.4. Стандартные изображения: виды, разрезы, сечения

Чертеж как конструкторский документ содержит изображение изделия и другие данные, необходимые для изготовления и контроля этого изделия (ГОСТ 2.102-68*). Так, на чертеже детали приводится изображение детали, на сборочном чертеже — изображение сборочной единицы.

Изображения на чертежах являются графическими, т.е. построенными с помощью линий, штрихов и точек. Все изображения на чертежах выполняются в определенном масштабе. Масштаб — это отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему

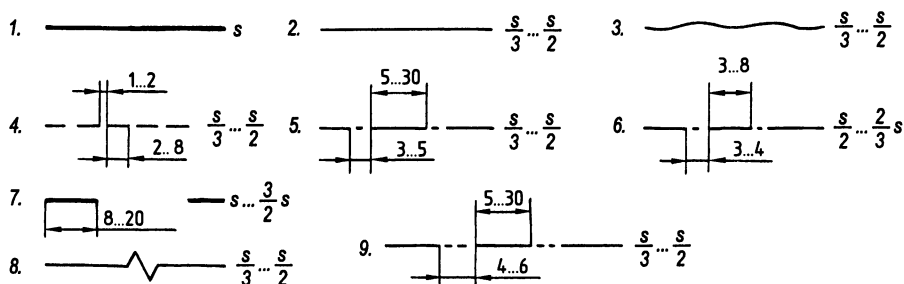
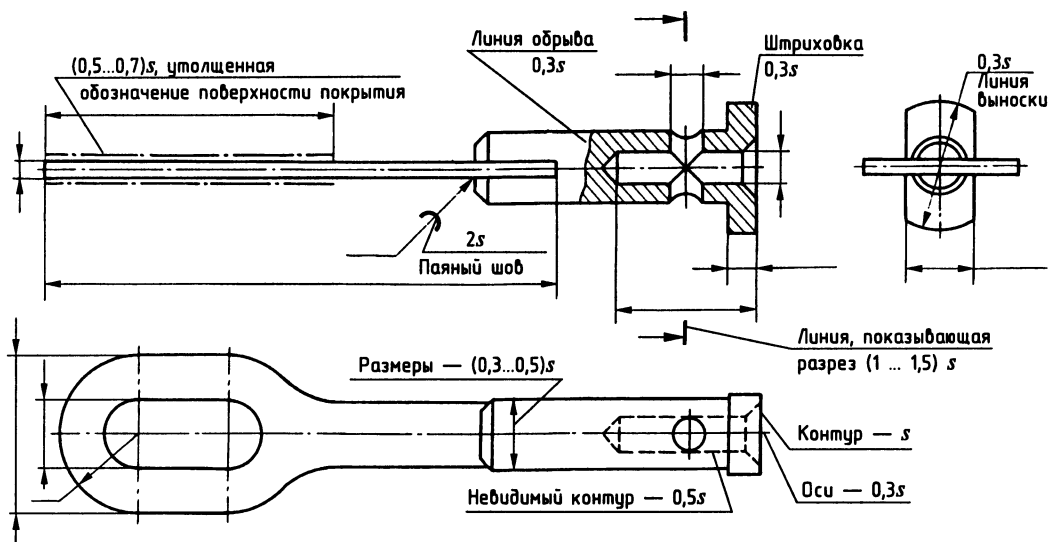


Рис. 2.16. Начертание линий по ГОСТ 2.303-68*:

1 — сплошная толстая основная; 2 — сплошная тонкая; 3 — сплошная волнистая; 4 — штриховая; 5 — штрихпунктирная; 6 — штрихпунктирная утолщенная; 7 — разомкнутая; 8 — сплошная тонкая с изломами; 9 — штрихпунктирная с двумя точками



Размер s принимается в зависимости от размеров и сложности изображения на чертеже, но не менее 0,3 мм

Рис. 2.17. Пример использования стандартных линий

щему линейному размеру того же отрезка в натуре. По ГОСТ 2.302-68* установлены следующие масштабы изображений на чертежах:

а) 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;

б) масштаб натуральной величины 1:1;

в) масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д., а во всех остальных случаях — по типу М1:1; М1:2 и т.д.

В основе построения графических изображений предметов лежит принцип отображения геометрических фигур, который заключается в том, что каждой точке изображаемого предмета ставится в соответствие единственная точка изображения фигуры на плоскости. В инженерной практике принцип отображения находит применение в виде метода проекций.

Сущность метода проецирования показана на рис. 2.18. Предмет помещается перед плоскостями, которые носят название плоскостей проекций.

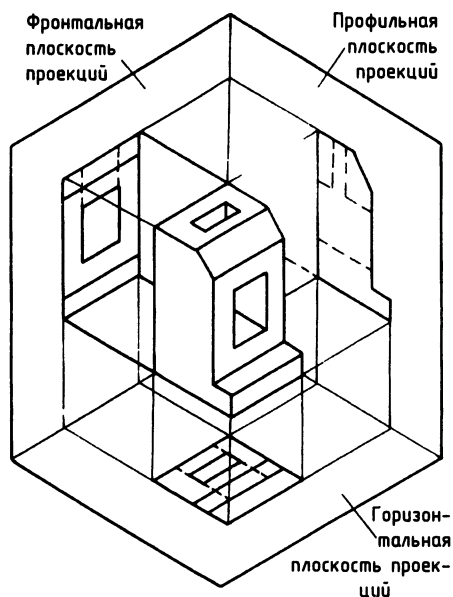


Рис. 2.18. Метод прямоугольного проецирования

Через каждую точку предмета проводят прямую, перпендикулярную соответствующей плоскости проекций. Совокупность точек пересечения этих прямых с плоскостями проекций образует проекционное изображение предмета, или просто проекцию. На рис. 2.18 показано построение трех проекций предмета на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций.

Изложенный метод построения проекций называется прямоугольным проецированием, так как проецирующие прямые образуют прямой угол с плоскостями проекций.

По ГОСТ 2.305-68* изображение на фронтальной плоскости принимается в качестве главного. Поэтому предмет следует располагать таким образом, чтобы наибольшая графическая информация о предмете была сосредоточена на фронтальной плоскости проекций.

Несколько прямоугольных проекций предмета, расположенных в проекционной связи, образуют комплексный

чертеж предмета. На рис. 2.19 приведен комплексный чертеж, состоящий из трех проекций: фронтальной, горизонтальной и профильной. В большинстве случаев для передачи информации о геометрии предмета бывает достаточно двух-трех его проекций.

Изображения на комплексном чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения. Изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета носит название вида. Невидимые части предмета на видах показываются штриховыми линиями или не показываются вообще.

Виды разделяются на основные, дополнительные и местные.

Основные виды получают при проецировании предмета по шести направлениям проецирования (рис. 2.20) и соответственно называются: 1 — вид спереди (главный вид), 2 — вид сверху, 3 — вид слева, 4 — вид справа, 5 — вид снизу, 6 — вид сзади. Вид спереди соответствует фронтальной проекции пред-

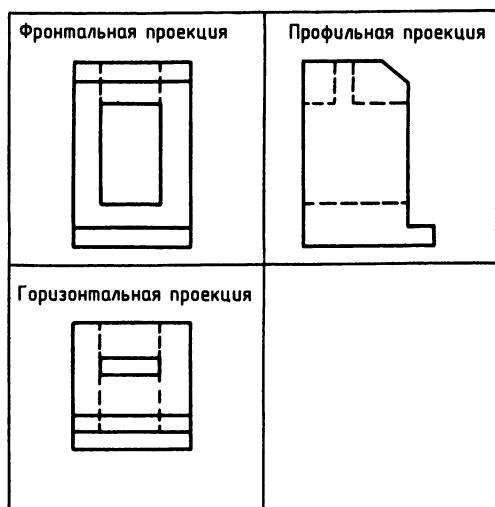


Рис. 2.19. Комплексный чертеж

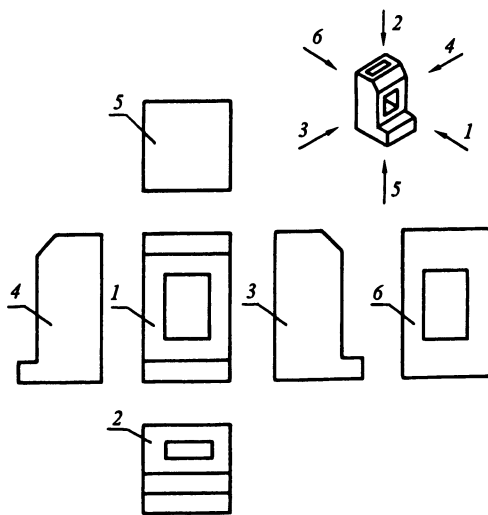


Рис. 2.20. Основные виды:

1 — вид спереди (главный вид); 2 — вид сверху; 3 — вид слева; 4 — вид справа; 5 — вид снизу; 6 — вид сзади

мета, вид сверху — горизонтальной, вид слева — профильной.

Предполагается, что для получения основных видов предмет условно располагается внутри куба и проецируется на шесть его граней с внутренней стороны. Затем все грани разворачиваются в одну плоскость и образуют комплексный чертеж, состоящий из шести проекций. Расположение основных видов относительно друг друга на комплексном чертеже строго определено по ГОСТ 2.305-68. Так, вид слева располагается справа от главного вида, а вид сверху — снизу от него и т.д. (см. рис. 2.20). При таком расположении видов надписывать и обозначать их необязательно. Оси плоскостей проекций и линии проекционной связи на комплексном чертеже не показывают.

Использование всех шести видов на чертеже необязательно. Из шести видов на рис. 2.20 вид сзади, вид справа и вид снизу можно опустить, так как вся геометрическая информация о предмете представлена на видах спереди, сверху и слева. Однако для предметов сложной

формы оправдано использование шести видов. Асинхронный электродвигатель (рис. 2.21) имеет сложную геометрическую форму, поэтому целесообразно изобразить его в шести основных видах. На каждом из шести видов имеется информация, которая отсутствует на других видах либо чтение которой затруднительно.

Если какой-либо из основных видов не может быть расположен в проекционной связи с главным видом, как требует ГОСТ 2.305-68, то разрешается расположить его на свободном месте чертежа. В этом случае требуется стрелкой показать направление проецирования и сделать соответствующую надпись над этим видом. Например, на рис. 2.22 вид снизу на предмет следовало бы расположить над главным видом, как этого требует ГОСТ 2.305-68*. Но компоновка чертежа не позволяет этого сделать. Поэтому вид снизу расположен в нижней части чертежа. Над ним выполнена надпись *В*, а на главный вид нанесена стрелка *В*, показывающая соответствующее направление проецирования для

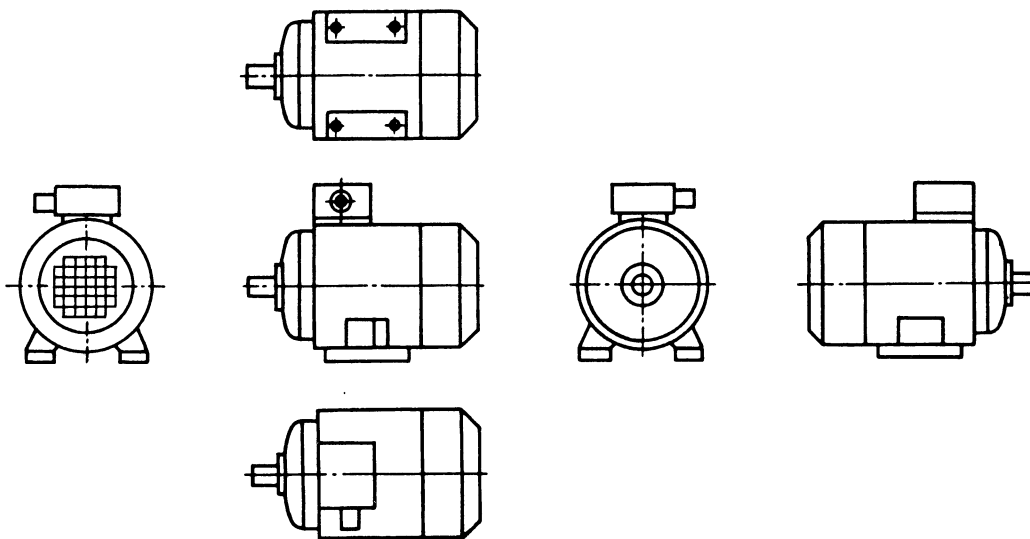


Рис. 2.21. Основные виды асинхронного двигателя

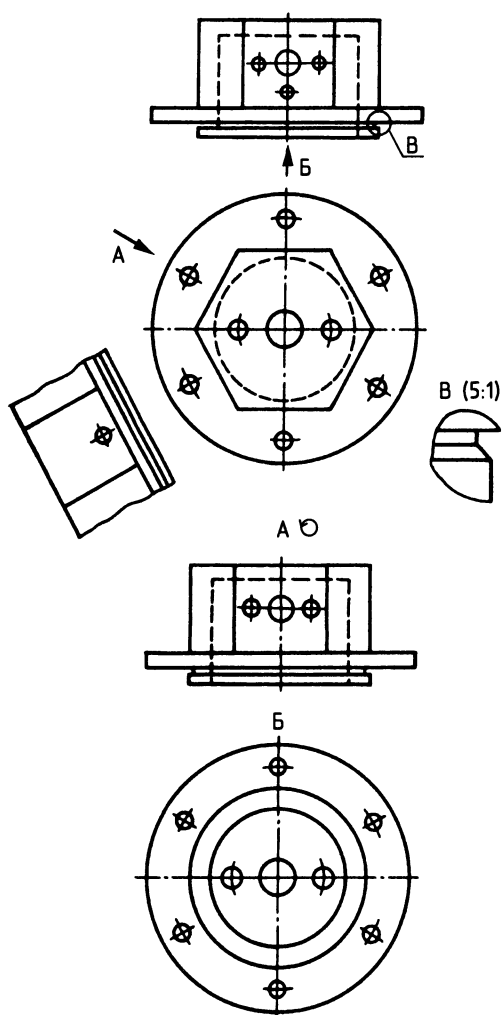


Рис. 2.22. Построение дополнительных и местных видов

построения обозначенного вида. Для обозначения видов в таких случаях используются прописные буквы русского алфавита (кроме букв Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь) или сочетание прописной буквы с арабской цифрой. Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков.

Если какую-либо часть предмета, невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то

используют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций.

Дополнительный вид может быть расположен в проекционной связи с одним из основных видов, и в этом случае он не требует дополнительных обозначений и надписей, как это сделано на рис. 2.22 в левой его части, где показан дополнительный вид на одну из граней шестигранника. Если дополнительный вид не находится в проекционной связи с основным видом, то он оформляется в соответствии с правилами, изложенными для оформления основного вида, не расположенного в проекционной связи с главным видом, т.е. с указанием направления проецирования и надписью. Допускается дополнительный вид поворачивать, но с сохранением положения, принятого для данного предмета на главном виде. В этом случае обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением \odot . При необходимости указывают угол поворота (см. рис. 2.22, вид А).

Изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета называется местным видом. Местный вид ограничивается волнистой линией обрыва (см. рис. 2.22). Обозначается местный вид так же, как и дополнительный вид.

Дополнительное увеличенное изображение какой-либо части предмета, требующее графического и других пояснений, называется выносным элементом. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем виде. Оформление выносного элемента осуществляется следующим образом. Нужно место обводят замкнутой тонкой сплошной линией (окружностью и т.п.) и обозначают прописной буквой на полке линии-выноски. У выносного элемента указывают мас-

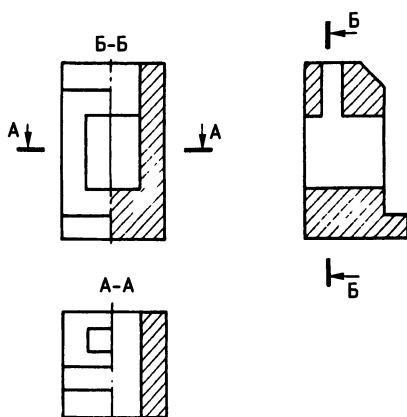


Рис. 2.23. Обозначение разрезов

штаб вынесенного изображения (см. рис. 2.22).

Как уже отмечалось выше, для изображения внутренней формы предмета при построении видов используются штриховые линии (см. рис. 2.19). Если предмет имеет сложную внутреннюю конфигурацию, то большое количество

штриховых линий затрудняет чтение чертежа. Поэтому на чертежах, чтобы показать внутреннее устройство предмета, применяют специфические изображения — разрезы. Для построения разреза предмет мысленно рассекают плоскостью. Часть предмета, расположенную перед секущей плоскостью, мысленно удаляют. Остальную часть проецируют на плоскость проекций обычным способом. Тогда линии невидимого контура становятся видимыми и будут изображены сплошными линиями. Для большей наглядности чертежа фигуру сечения, расположенную в секущей плоскости, заштриховывают (рис. 2.23, 2.24). Чтобы уменьшить количество изображений на чертеже, часто на одной проекции соединяют часть вида и часть разреза. Если предмет имеет ось симметрии, то при выполнении проекции часть вида и часть разреза соединяются по штрихпунктирной линии, изображающей ось симметрии.

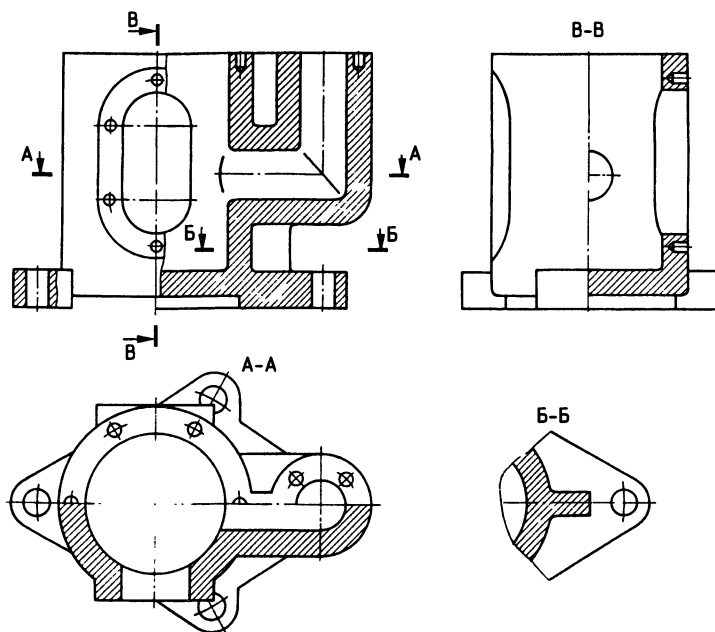


Рис. 2.24. Построение разрезов

В общем случае часть вида и часть разреза на одной проекции разрешается соединять сплошной волнистой линией (см. рис. 2.24, главный вид).

Секущая плоскость и разрез не обозначаются на чертеже только в том случае, если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии изображаемого предмета. В других случаях секущая плоскость обозначается утолщенной разомкнутой линией, двумя стрелками, показывающими направление взгляда, и прописными буквами русского алфавита. Разрез обозначается соответствующими буквами через тире по типу $A-A$ (если секущая плоскость обозначена буквами A , см. рис. 2.23, 2.24).

Допускается располагать разрез в любом месте с поворотом до положения, соответствующего принятому на главном виде. В этом случае к надписи должно быть добавлено условное графическое обозначение \curvearrowright (см. рис. 2.24, 2.25, разрез $B-B$).

При выполнении разрезов для большей наглядности чертежа могут использоваться условности по ГОСТ 2.305-68*. Некоторые из них показаны на рис. 2.24: тонкие ребра, лежащие в плоскости разреза, не заштриховываются, отверстия в круглом фланце, не попадающие в плоскость разреза, «выкатываются» условно в плоскость разреза и т.д.

Для выяснения устройства предмета в отдельном ограниченном месте используется местный разрез, который выделяется на виде сплошной тонкой линией (см. рис. 2.24, 2.25).

Разрезы могут выполняться одной секущей плоскостью, в этом случае они носят название простых разрезов, или несколькими плоскостями — сложные разрезы.

На рис. 2.25 показан сложный разрез $A-A$, выполненный двумя параллель-

ными плоскостями. Такой разрез называется ступенчатым. При ступенчатом разрезе секущие плоскости условно совмещаются в одну плоскость.

На рис. 2.26 показан сложный разрез, выполненный двумя плоскостями, расположенными под углом, — ломаный разрез. При ломаном разрезе секущие плоскости условно разворачиваются по направлению стрелок до совмещения в одну плоскость.

Во многих случаях для выявления формы предмета бывает достаточно представить на чертеже не весь разрез предмета, а только изображение фигуры, лежащей в секущей плоскости, не показывая тех элементов формы предмета, которые расположены за секущей плоскостью. Эта фигура носит название сечения. Сечение проще выполнить, чем разрез, так как не надо показывать контуры предмета, расположенные за секущей плоскостью.

Сечения разделяют на вынесенные и наложенные. Вынесенные сечения располагаются в любом свободном месте чертежа и оформляются так же, как и разрезы. Контур вынесенного сечения изображают сплошными основными линиями, внутри контура накладывается штриховка (рис. 2.27). В том случае, если сечение имеет симметричную форму и располагается так, что ось симметрии совпадает с изображением секущей плоскости, то обозначать секущую плоскость и сечение не нужно.

Наложённое сечение изображается тонкими сплошными линиями и выполняется непосредственно на изображении предмета, причем контур изображения предмета в месте расположения сечения не прерывается. Обозначение секущей плоскости и сечения не производят, показывают только расположение секущей плоскости и направление

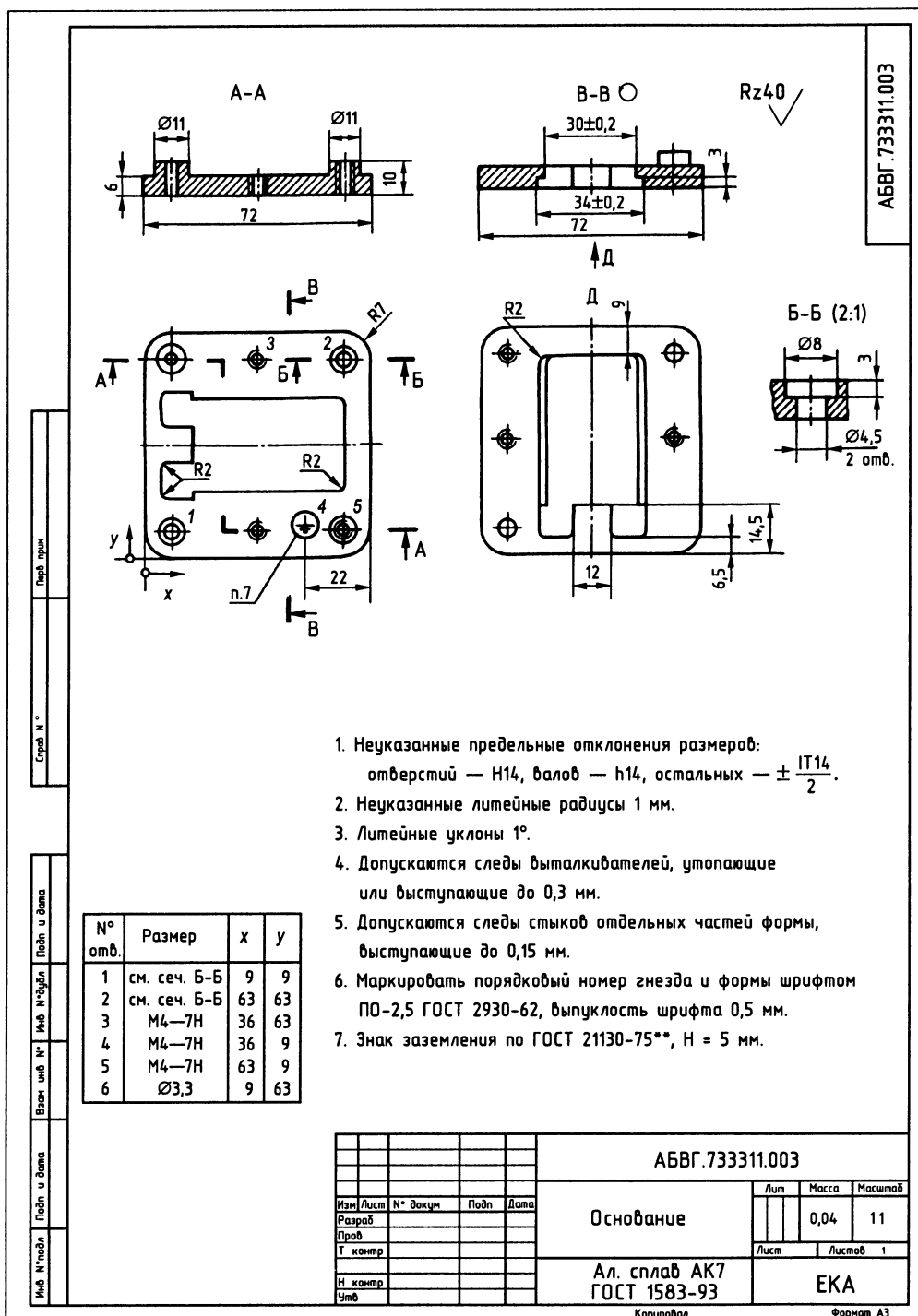


Рис. 2.25. Пример разрезов на чертежах

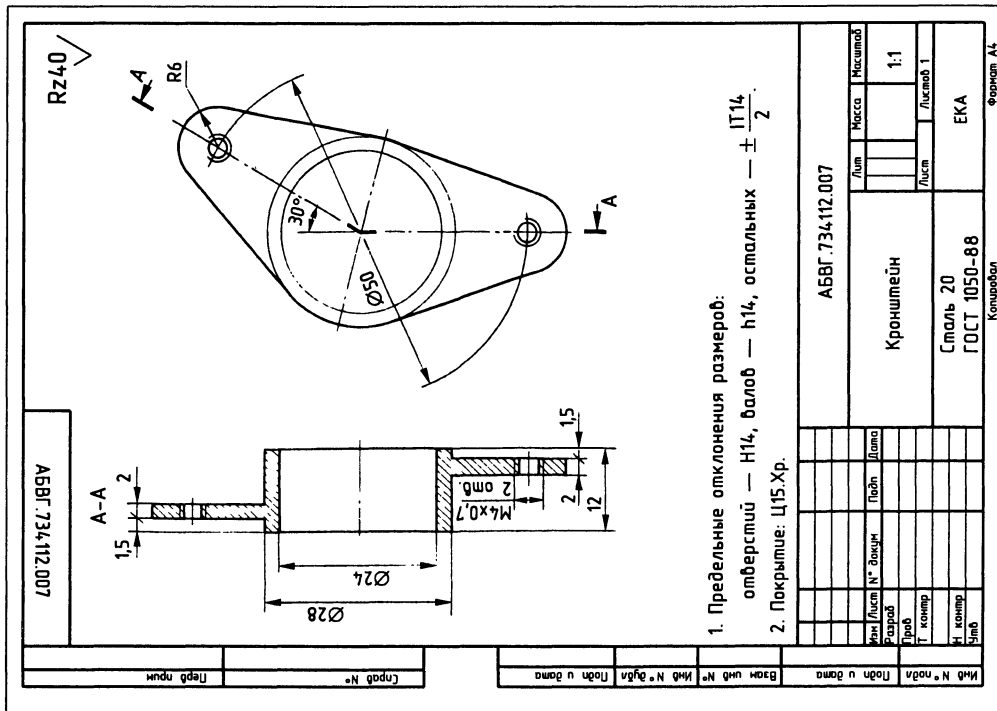


Рис. 2.26. Пример изображения ломаного разреза

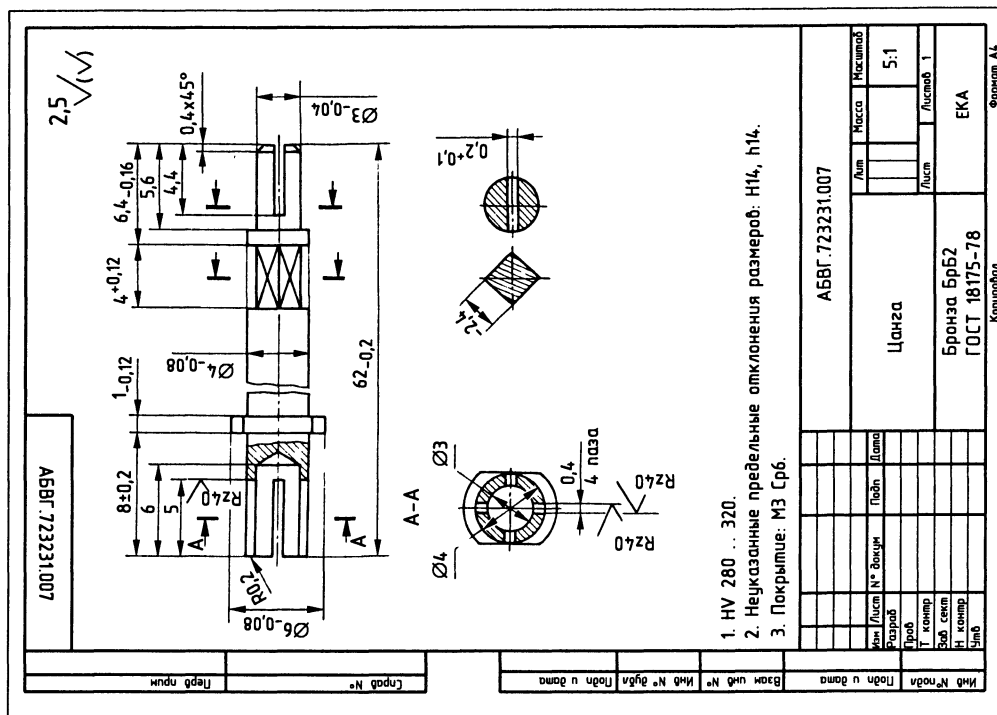


Рис. 2.27. Применение сечений на чертежах

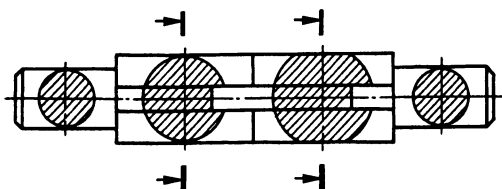


Рис. 2.28. Пример изображения наложенных сечений

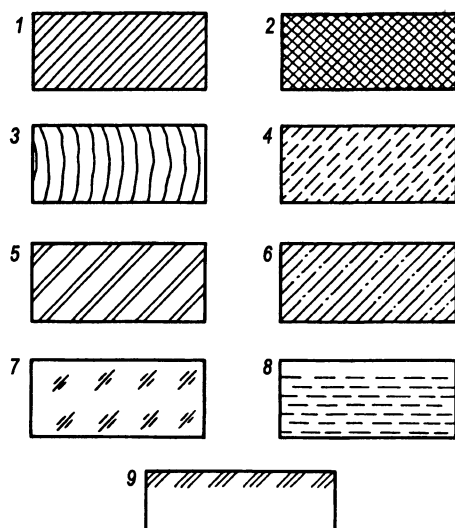


Рис. 2.29. Графические обозначения материалов:
1 — металл; 2 — неметаллические материалы, кроме 3—9; 3 — дерево; 4 — камень естественный; 5 — керамика и силикатные материалы для кладки; 6 — бетон; 7 — светопрозрачные материалы; 8 — жидкости; 9 — грунт естественный

взгляда (рис. 2.28). При симметричном наложенном сечении нет необходимости указывать направление взгляда.

Графические обозначения некоторых материалов в сечениях установлены по ГОСТ 2.306-68* и показаны на рис. 2.29.

При нанесении штриховки в сечениях следует соблюдать определенные правила. Расстояние между линиями штриховки выбирается в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных областей. Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа. Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45° , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° или 60° . Для смежных сечений двух деталей следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого влево (встречная штриховка). При штриховке «в клетку» для смежных сечений двух

деталей расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть иным.

В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменить расстояние между линиями штриховки или сдвигать эти линии в сечении по отношению к другому, не изменяя угла наклона.

Пример выполнения штриховки разнородных материалов показан на рис. 2.30.

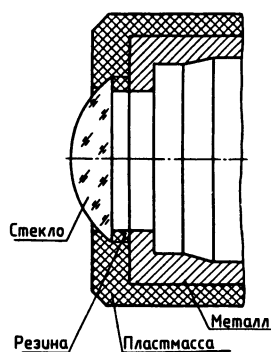


Рис. 2.30. Штриховка разнородных материалов

2.5. Наглядные изображения на чертежах

При построении комплексного чертежа изображаемый предмет обычно располагают так, чтобы направления трех главных измерений (длина l , высота h , ширина b) были параллельны координатным осям плоскостей проекций (рис. 2.31, а). Обычно $l \parallel x$, $h \parallel z$, $b \parallel y$. В этом случае на каждой из проекций два измерения проецируются в натуральную величину без искажения, но третье измерение проецируется в точку, т.е. отсутствует. Поэтому для полного представления о форме предмета необходимы еще одна или несколько проекций на другие плоскости проекций. Несколькими проекциями можно добиться полной информативности комплексного чертежа о форме предмета. Однако на таком чертеже теряется одно из основных качеств изображения, а именно наглядность. Представить истинную пространственную форму предмета по такому чертежу бывает достаточно трудно, особенно для предметов сложной геометрической формы.

Для того чтобы чертеж стал наглядным, необходимо построить проекцию предмета, на которой ни одно из главных измерений не проецировалось бы в точку. Для этого предмет следует соответствующим образом расположить

перед плоскостями проекций, чтобы он был виден сразу с трех сторон: спереди, сверху и слева (рис. 2.31, б).

Наглядные изображения могут быть выполнены в свободной манере с приближенным соблюдением соотношений размеров по осям, а могут быть построены по определенным законам. В наглядных изображениях искажаются углы между координатными осями $\varphi_1, \dots, \varphi_3$ (рис. 2.31, в) и линейные размеры по этим осям. Отношение длины проекции отрезка, параллельного координатной оси, к его истинной длине определяет коэффициент искажения размера по этой оси:

$J_x = l_A/l$ — коэффициент искажения вдоль оси x ;

$J_y = b_A/b$ — то же вдоль оси y ;

$J_z = h_A/h$ — то же вдоль оси z .

Наглядные изображения, построенные с заданными коэффициентами искажения по главным измерениям и углами между координатными осями, называют аксонометрическими проекциями.

Для прямоугольных аксонометрических проекций существует зависимость между коэффициентами искажения

$$J_x^2 + J_y^2 + J_z^2 = 2.$$

Правила построения стандартных аксонометрических проекций устанавливает ГОСТ 2.317-69. Наиболее широкое

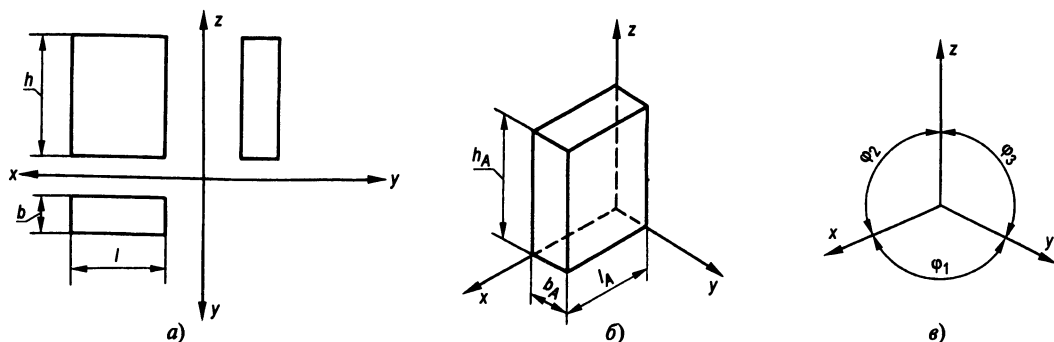


Рис. 2.31. Построение наглядного изображения:

а — комплексный чертеж; б — наглядное изображение; в — расположение координатных осей

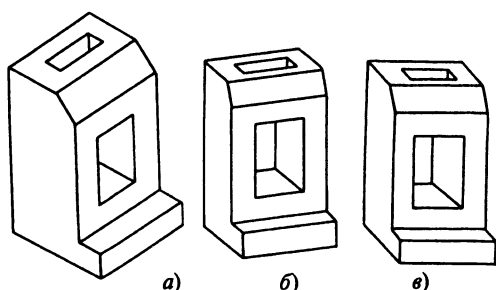


Рис. 2.32. Стандартные аксонометрические проекции:

а — изометрическая; *б* — диметрическая; *в* — косоугольная фронтальная диметрическая

применение на практике имеют следующие аксонометрические проекции: изометрическая и диметрическая прямоугольные проекции, косоугольная фронтальная диметрическая проекция (рис. 2.32).

Изометрическая прямоугольная проекция предполагает, что коэффициенты искажения по всем трем осям одинаковы:

$$J_x = J_y = J_z = J,$$

и в соответствии с вышеуказанной формулой равны 0,82. Углы между координатными осями также одинаковы: $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$, и равны $360^\circ/3 = 120^\circ$ (рис. 2.33, *а*). Как правило, при построении изображения предмета в изометрической проекции в целях упрощения используют приведенный коэффициент искажения $J_{\text{п}} = 1$. Изображение в этом случае получается несколько увеличен-

ным, как бы построенным в масштабе $M 1,22:1$.

Диметрическая прямоугольная проекция предполагает одинаковыми коэффициенты искажения по двум осям. В стандартной форме диметрической прямоугольной проекции приняты одинаковыми коэффициенты искажения по осям x и z , а по оси y — в 2 раза меньший, т.е. $J_x = J_z = 2J_y$. Действительные коэффициенты искажения равны $J_x = J_z = 0,94$, $J_y = 0,47$. В целях упрощения построения диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям x и z ($J_x = J_z = 1$) и с коэффициентом искажения $J_y = 0,5$ по оси y . Положение координатных осей для диметрической прямоугольной проекции приведено на рис. 2.33, *б*.

Косоугольная фронтальная диметрическая проекция имеет те же коэффициенты искажения, что и прямоугольная диметрическая проекция, но выгодно отличается от нее более удобным расположением координатных осей, что упрощает геометрические построения.

Из других косоугольных аксонометрических проекций, которые рекомендует ГОСТ 2.317-69, следует назвать изометрические фронтальную и горизонтальную проекции, каждая из которых выполняется без искажения по всем трем осям. (Подробнее об этих проекциях см. ГОСТ 2.317-69.)

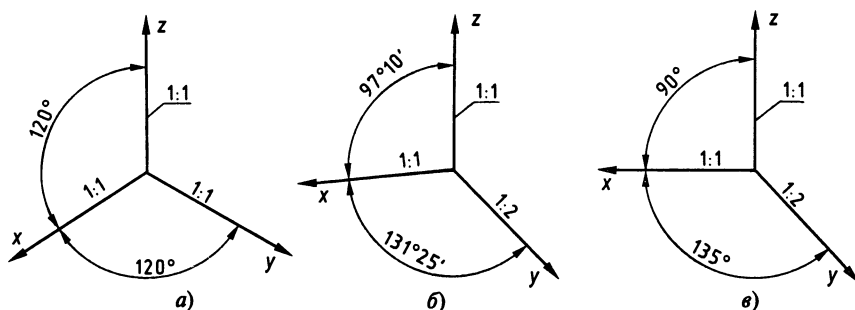


Рис. 2.33. Положение аксонометрических осей:

а — изометрия; *б* — диметрия; *в* — косоугольная фронтальная диметрия

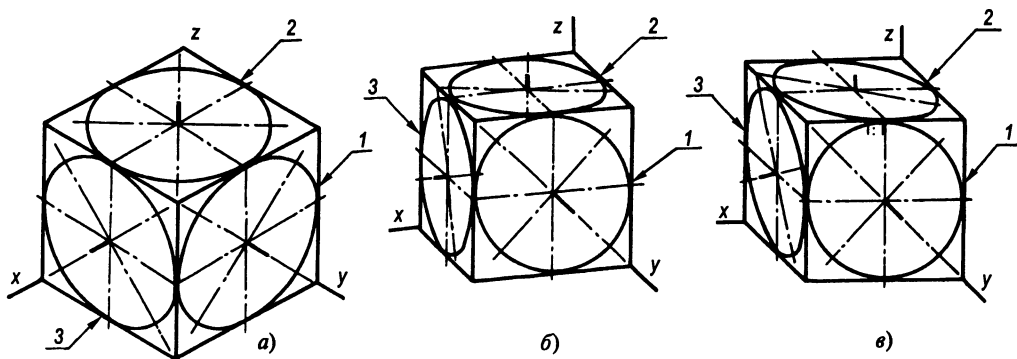


Рис. 2.34. Аксинометрические проекции окружностей

Необходимо остановиться на построении проекций окружностей в аксонометрии. Проекциями окружностей являются эллипсы (рис. 2.34). Исключение составляет косоугольная фронтальная диметрическая проекция окружности, лежащей в плоскости, параллельной фронтальной плоскости. Эта проекция представляет собой заданную окружность без искажений. Параметры эллипсов, представляющих собой проекции окружностей, лежащих в координатных плоскостях, приведены в табл. 2.3. Следует заметить, что размеры осей эллипсов, параллельных координатным осям, равны диаметрам заданных окружностей.

Чаще всего аксонометрические проекции применяются для построения наглядных изображений деталей. Но возможны случаи, когда в целях усиления наглядности изображение сборочной единицы строится в аксонометрической проекции. На рис. 2.35 представлена фронтальная изометрическая проекция сборочного узла «Переходник».

Для показа внутренних форм предмета в аксонометрических проекциях используют разрезы. Чаще всего плоскости разреза совпадают с главными плоскостями симметрии (рис. 2.35). В аксонометрических проекциях, как правило, не применяют полных разрезов, не пользуются теми условностями, которые применяют в комплексных чертежах. Линии штриховки сечений наносят параллельно диагоналям квадратов, лежащих в соответствующих плоскостях проекций. При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии — параллельно измеряемому отрезку.

Аксинометрические изображения являются самыми простыми из наглядных изображений, применяемых в технике, и используются достаточно широко. Но метод параллельного проецирования, который используется при построении аксонометрических проекций, не позволяет строить изображения предметов такими, как мы их видим в действительности. Метод параллельного проециро-

Таблица 2.3. Проекции окружности в аксонометрии

Параметр эллипса	Изометрия (рис. 2.34, а)			Диметрия (рис. 2.34, б)			Косоугольная фронтальная ди- метрия (рис. 2.34, в)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Отношение большой оси эллипса к диаметру окружности	1,22	1,22	1,22	1,06	1,06	1,06	1	1,07	1,07
Отношение малой оси эллипса к диаметру окружности	0,71	0,71	0,71	0,95	0,35	0,35	1	0,33	0,33

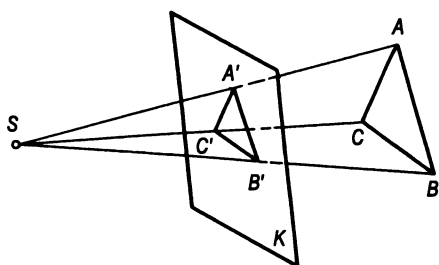


Рис. 2.36. Метод центрального проецирования

вания не учитывает следующие основные законы зрения человека:

1) равные между собой расстояния при удалении от наблюдателя, кажутся уменьшающимися;

2) параллельные линии сходятся в одной точке.

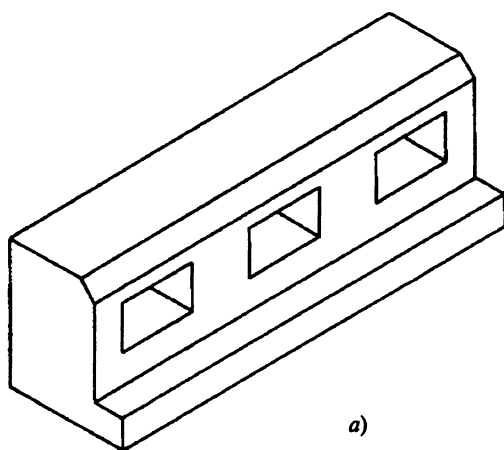
Построить изображение предметов с учетом этих зрительных законов можно, используя метод центрального проецирования, при котором все проецирующие прямые пересекаются в одной точке, называемой центром проецирования.

Сущность метода центрального проецирования представлена на рис. 2.36. Проецирующие прямые выходят из центра проецирования S . Изображение предмета строится на плоскости K ,

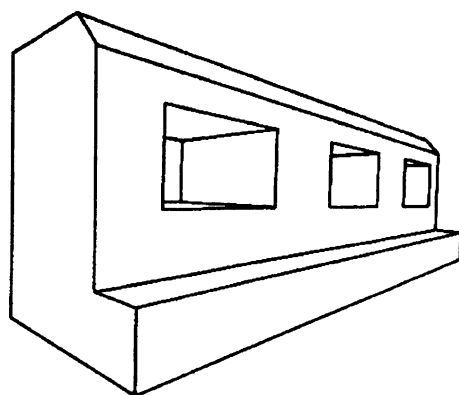
которая носит название картинной плоскости. Изображение предмета, построенное по методу центрального проецирования с учетом отмеченных выше законов зрения, носит название перспективного изображения, или просто перспективы. Часто перспективой называют метод построения изображений на картинной плоскости в соответствии с теми кажущимися сокращениями размеров и изменениями очертаний формы, которые наблюдаются в действительности.

Сравнение различных изображений одного и того же предмета комплексного чертежа (см. рис. 2.21, 2.25), аксонометрических проекций (см. рис. 2.32) и перспективы (рис. 2.37) говорит о преимуществах и недостатках того или иного изображения. Комплексный чертеж дает полную информацию о форме и размерах предмета, однако изображение не является наглядным. Перспективное изображение является наиболее натуральным из всех видов изображений, но размеры предмета на чертеже кажутся искаженными. Аксонометрические наглядные изображения являются более простыми для построения, чем перспективные изображения.

Наиболее широко перспектива используется в строительных и архитек-



а)



б)

Рис. 2.37. Изометрическая проекция (а) и перспектива предмета (б)

турных чертежах, где изображаемые предметы имеют значительную протяженность в пространстве и изображение зданий и сооружений на чертежах должно соответствовать восприятию их глазом человека.

Иллюстративный материал архитектурно-строительной документации включает в себя чертежи, в которых

изображения, построенные в линейной графике, дополняются передачей светотени, фактуры материалов здания (рис. 2.38, 2.39). Для усиления реальности изображения здания дополняются окружающими их предметами: соседней застройкой, растительностью, людьми и т.п. (рис. 2.40).

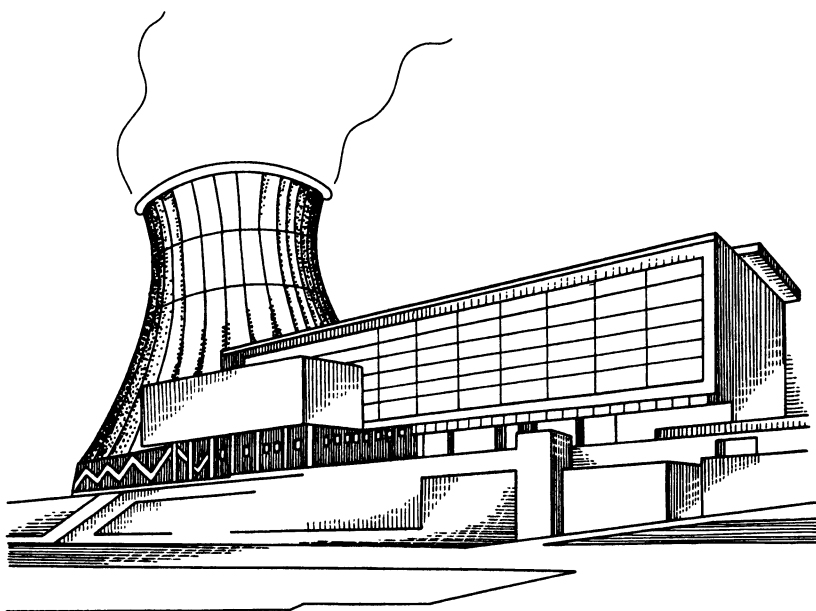


Рис. 2.38. Перспектива тепловой электростанции

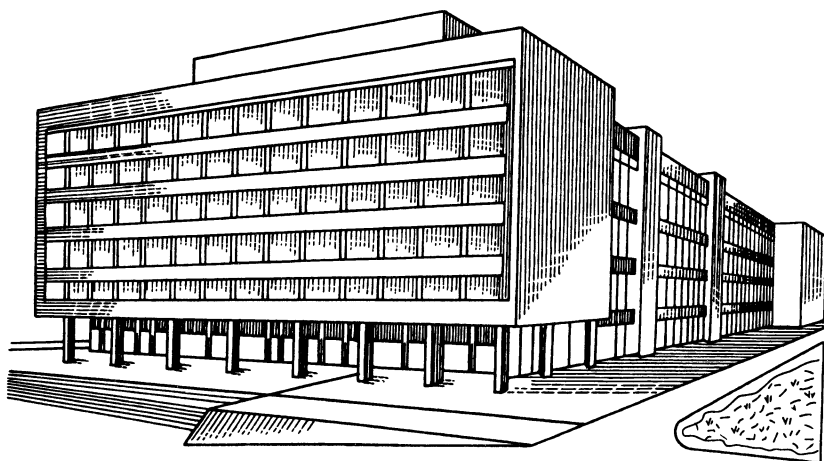


Рис. 2.39. Перспектива здания приборостроительного завода

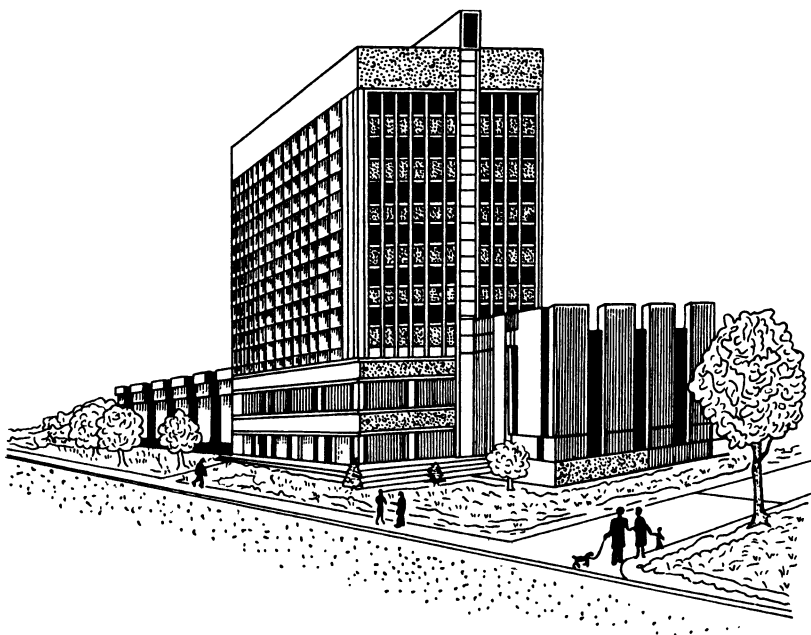


Рис. 2.40. Перспектива здания научно-исследовательского института

2.6. Размеры на чертежах

Геометрическая точность выполнения графических изображений определяется толщиной линий, используемых для построения изображения, и точностью чертежных инструментов. С увеличением масштаба можно уменьшить относительную погрешность построения чертежа. Однако требуемая точность изготовления деталей машиностроения и приборостроения всегда остается выше точности выполнения чертежа. К тому же чертежи выполняются на материале (бумаге), который легко деформируется и изнашивается. Поэтому для определения габаритов предмета и его элементов на изображении наносят размеры, за исключением некоторых случаев, когда величину изделия или его элементов определяют по изображениям, выполненным с достаточной степенью точности (ГОСТ 2.307-68*). Особенно высокие требования по нанесению размеров предъявляются к чертежам рабочей конструктор-

ской документации (чертежам деталей, сборочным чертежам), по которым производится изготовление деталей и сборочных единиц.

Графическое оформление размера на чертеже осуществляется с помощью размерных линий со стрелками, которые упираются в выносные линии, и размерными числами, определяющими размеры предмета, выраженные в миллиметрах без указания единицы измерения (рис. 2.41, а). Если необходимо указать размеры в других единицах (сантиметрах, метрах и т.п.), то соответствующие размерные числа записывают с указанием единицы измерения.

Размерные и выносные линии выполняют сплошной тонкой линией по ГОСТ 2 303-68*.

Допускается в качестве выносных использовать линии видимого контура, осевые, центровые и другие линии. Запрещено использование отмеченных линий в качестве размерных. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Минималь-

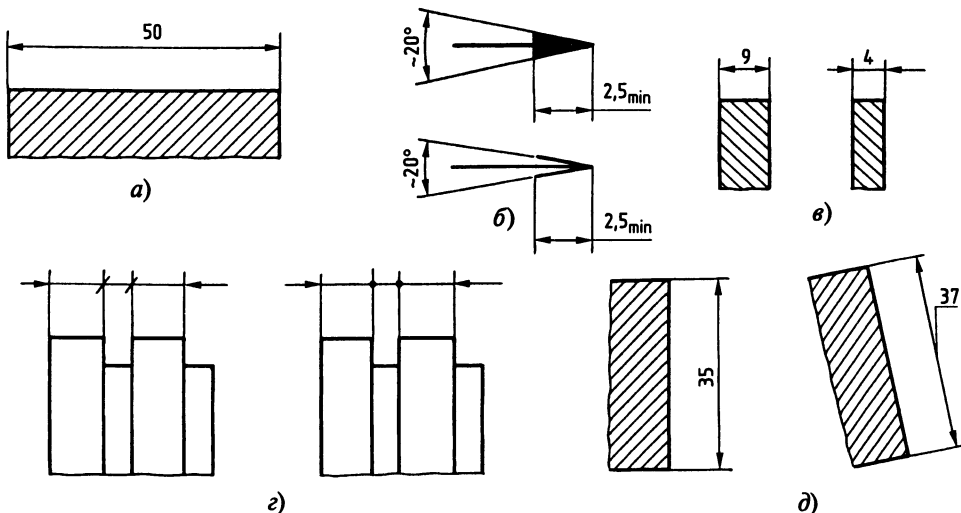


Рис. 2.41. Нанесение линейных размеров

ное расстояние от размерной линии до контура предмета 6 мм. Выносные линии должны выходить за концы стрелок не более чем на 1...5 мм. Форма стрелок и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 2.41, б.

Если расстояние между выносными линиями недостаточно для размещения стрелок и размерных чисел, то допускается размерную линию продолжить за выносные линии (рис. 2.41, в).

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки разрешается заменять засечками под углом 45° к размерным линиям или четко наносимыми точками (рис. 2.41, г).

Размерные числа располагаются примерно по середине между стрелками на высоте 1...2 мм над размерной линией.

Наиболее часто употребляется высота цифр 3,5...5 мм. Для вертикально расположенных размеров размерные числа пишутся с поворотом чертежа по часовой стрелке на угол 90° . Допускается наносить размерные числа на полке-выноске (рис. 2.41, д).

В соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.307-68*) на чертежах указываются линейные размеры

(рис. 2.41), размеры дуги окружности (рис. 2.42, а) и угловые размеры (рис. 2.42, б).

При нанесении линейного размера размерную линию проводят параллельно отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным. При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят концентрично дуге, а выносные линии — параллельно биссектрисе угла и над размерным числом наносят знак \frown . При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии — радиально. Размерное число углового размера обязательно сопровождается единицами измерения угла: градусами — $^\circ$, минутами — $'$, секундами — $''$. Для углов малых разме-

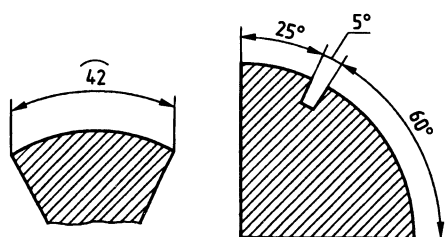


Рис. 2.42. Нанесение размеров дуги окружности (а) и угловых размеров (б)

ров размерные числа помещают на полках-выносах (рис. 2.42, б). При нанесении размеров на аксонометрические проекции выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии — параллельно измеряемому отрезку (см. рис. 2.35). Примеры нанесения линейных и угловых размеров — см. рис. 1.2, 2.17, 2.25, 2.26 и др.

При назначении размеров изделия (детали, сборочной единицы) рекомендуется размерные числа выбирать из ряда нормальных линейных размеров (табл. 2.4, по ГОСТ 6636-69*).

При выборе размерных чисел предпочтение должно отдаваться более крупным градациям (ряд *Ra5* следует предпочитать ряду *Ra10* и т.д.). Дополнительные линейные размеры, приведенные в табл. 2.4, допускается применять лишь в отдельных технически обосно-

ванных случаях. В таблице приведены значения нормальных размеров в пределах 1...10. Нормальные линейные размеры вне этого интервала можно получить умножением или делением на числа 10^n , где n — целые положительные или отрицательные числа. В интервале 0,001 ... 0,009 мм установлен ряд нормальных размеров: 0,001; 0,002; 0,003; 0,004; 0,005; 0,006; 0,007; 0,008; 0,009.

Кроме рядов, указанных в таблице, допускается применять производные ряды, получаемые отбором каждого второго, третьего или n -го члена одного и того же ряда по таблице.

Угловые размеры изделий рекомендуется выбирать из ряда нормальных углов (табл. 2.5, по ГОСТ 8908-81).

В целях усиления информативности размеров перед размерными числами ставятся знаки и буквы, поясняющие

Таблица 2.4. Нормальные линейные размеры, мм

Ряды				Дополнительные размеры	Ряды				Дополнительные размеры
<i>Ra5</i>	<i>Ra10</i>	<i>Ra20</i>	<i>Ra40</i>		<i>Ra5</i>	<i>Ra10</i>	<i>Ra20</i>	<i>Ra40</i>	
1,0	1,0	1,0	1,0		—	3,2	3,2	3,2	3,3
—	—	—	1,05		—	—	—	3,4	3,5
—	—	1,1	1,1	—	—	—	3,6	3,6	3,7
—	—	—	1,15	—	—	—	—	3,8	3,9
	1,2	1,2	1,2	1,25	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1
—	—	—	1,3	1,35	—	—	—	4,2	4,4
—	—	1,4	1,4	1,45	—	—	4,5	4,5	4,6
—	—	—	1,5	1,55	—	—	—	4,8	4,9
1,6	1,6	1,6	1,6	1,65	—	5,0	5,0	5,0	5,2
—	—	—	1,7	1,75	—	—	—	5,3	5,5
—	—	1,8	1,8	1,85	—	—	5,6	5,6	5,8
—	—	—	1,9	1,95	—	—	—	6,0	6,2
—	2,0	2,0	2,0	2,05	6,3	6,3	6,3	6,3	6,5
—	—	—	2,1	2,15	—	—	—	6,7	7,0
—	—	2,2	2,2	2,3	—	—	7,1	7,1	7,3
—	—	—	2,4	—	—	—	—	7,5	7,8
—	—	2,5	2,5	—	—	8,0	8,0	8,0	8,2
2,5	2,5	—	2,6	2,7	—	—	—	8,5	8,8
—	—	2,8	2,8	2,9	—	—	9,0	9,0	9,2
—	—	—	3,0	3,1	—	—	—	9,5	9,8
					10	10	10	10	

Таблица 2.5. Нормальные углы

1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
0°	0°	0°	—	10°	10°	—	—	70°
—	—	0°15′	—	—	12	—	75°	75
—	0°30′	0°30′	15°	15	15	—	—	80
—	—	0°45′	—	—	18	—	—	85
1°	1°	1°	—	20	20	90°	90	90
—	—	1°30′	—	—	22	—	—	100
—	2	2°	—	—	25	—	—	110
—	—	2°30′	30	30	30	120	120	120
—	3	3°	—	—	35	—	—	135
—	—	4	—	—	40	—	—	150
5	5	5	45	45	45	—	—	180
—	—	6	—	—	50	—	—	270
—	—	7	—	—	55	—	—	360
—	8	8	60	60	60	—	—	—
—	—	9	—	—	65	—	—	—

форму элемента, к которому относится размерное число.

Перед размерным числом, определяющим диаметр окружности, всегда ставится знак \varnothing (см. рис. 1.1 ... 1.3, 2.17 и др.). Во многих случаях использование знака \varnothing позволяет сократить количество изображений на чертеже. На рис. 1.3 выполнена только одна проекция детали. Знаки \varnothing , нанесенные перед размерными числами, говорят, что данная деталь представляет собой тело вращения, поэтому другие проекции детали в данном случае не нужны.

Различные способы нанесения размеров диаметра показаны на рис. 2.43. Способ нанесения размеров определяется диаметром окружности и удобством чтения.

Для обозначения размера радиуса окружности перед размерным числом

помещается прописная латинская буква R такой же высоты, как и размерные числа. Размерная линия при обозначении радиуса располагается между центром и дугой окружности. На размерную линию наносится только одна стрелка со стороны дуги окружности. Центр окружности показывается в виде пересечения центровых или выносных линий (рис. 2.44). Допускается размерную линию радиуса не доводить до центра дуги окружности и смещать ее относительно центра, если не требуется указывать положение центра. Различные способы нанесения размеров радиуса показаны на рис. 2.44.

В тех случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, перед размерными числами, определяющими диаметр или радиус

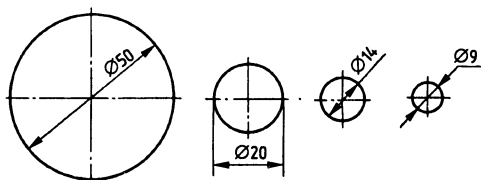


Рис. 2.43. Нанесение размеров диаметра окружности

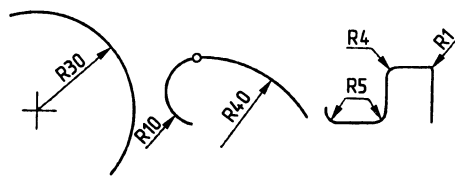


Рис. 2.44. Нанесение размеров радиуса

сферы, допускается наносить слово «сфера» или знак \bigcirc (рис. 2.45).

Для обозначения квадрата используют знак \square (рис. 2.46), который наносят перед размерным числом, относящимся к стороне квадрата.

Для обозначения формы деталей на чертежах часто используются уклон и конусность.

Уклон U — величина, характеризующая отклонение прямой линии или плоскости по отношению к базовой прямой или плоскости. Уклон представляет собой тангенс угла наклона и указывается в виде соотношения (1:n), в процентах (%), в промилле (‰). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносится знак \angle , острый угол которого направлен в сторону уклона (рис. 2.47). Наиболее употребительные значения уклонов (ГОСТ 8908-81): 1:500 ($6'52,5''$), 1:200 ($17'11,3''$); 1:100

($34'22,6''$); 1:50 ($1'8'44,7''$); 1:20 ($2'51'44,7''$); 1:10 ($5'42'38,1''$).

Конусность C — величина, представляющая отношение диаметра основания прямого конуса к его высоте. Для усеченного конуса конусность определяется отношением разности диаметров к высоте. Для обозначения конусности используется знак ∇ , который острым углом направлен в сторону вершины конуса. Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над осевой линией конуса или на полке линии-выноски (рис. 2.48). При выборе конусности следует руководствоваться ГОСТ 8593-81. Наиболее употребительные значения конусностей: 1:500; 1:200; 1:100; 1:50; (1:30); 1:20; (1:15); (1:12); 1:10; (1:8); (1:7); (1:6); 1:5; (1:4); 1:3. Числовые значения без скобок следует предпочитать числовым значениям в скобках.

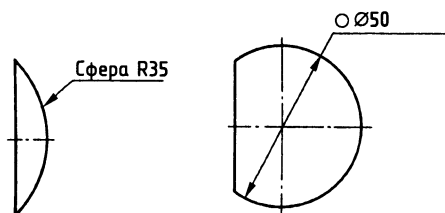


Рис. 2.45. Нанесение размеров сферы

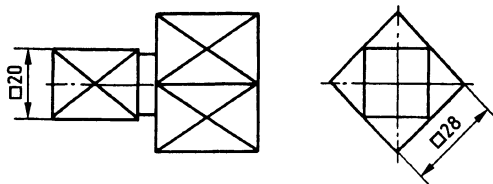


Рис. 2.46. Нанесение размеров квадрата



Рис. 2.47. Обозначение уклона

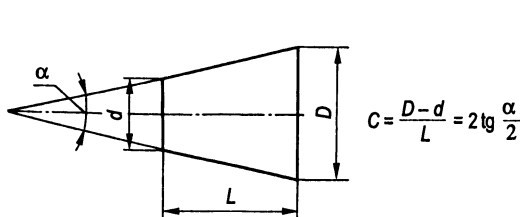
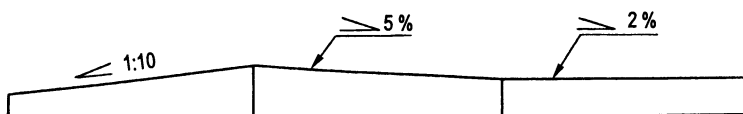
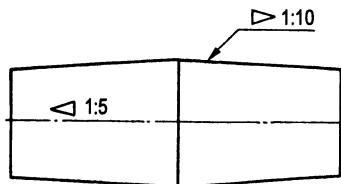


Рис. 2.48. Обозначение конусности



Отметки уровней (высота, глубина) элементов конструкции или сооружения от плоскости нулевого отсчетного уровня обозначают знаком в виде вертикальной стрелки с прямым углом при вершине и длиной сторон 2 ... 4 мм. Стрелка направлена вниз и опирается на выносную линию или линию контура, соответствующую отметке уровня. Стрелка выполняется сплошными тонкими линиями. Размерные числа указываются в метрах с точностью до третьего знака без указания единиц измерения и наносятся на полках-выносах. На виде сверху (плане) размерные числа наносятся в рамке без условного знака уровня (рис. 2.49).

При изображении в одной проекции плоских деталей и длинных деталей постоянного поперечного сечения перед размерным числом, обозначающим толщину или длину детали, помещается латинская буква *s* (толщина) или *l* (длина). Размер оформляется в соответствии с рис. 2.50.

Часто на чертежах вместо размерных чисел используются буквенные обозначения (см. рис. 2.48). Основные буквенные обозначения геометрических величин в этом случае следует применять по ГОСТ 2.321-84:

Длина	<i>L, l</i>
Ширина	<i>B, b</i>
Высота, глубина	<i>H, h</i>
Толщина (листов, стенок, ребер и т.п.).	<i>s</i>
Диаметр	<i>D, d</i>

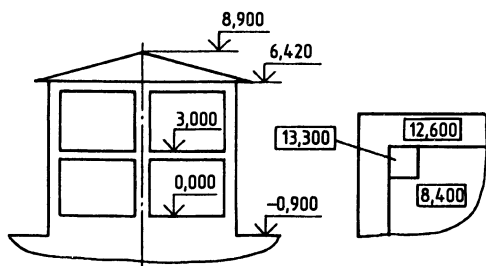


Рис. 2.49. Обозначение отметки уровня

Радиус	<i>R, r</i>
Межосевое и межцентровое расстояние	<i>A, a</i>
Шаг винтовых пружин, болтовых соединений, заклепочных соединений и т.п., кроме зубчатых зацеплений и резьб.	<i>t</i>
Углы	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ и другие строчные буквы греческого алфавита

Прописные буквы рекомендуется применять для обозначения габаритных и суммарных размеров.

В данном параграфе рассмотрены правила нанесения отдельных размеров на элементы конструкции. Принципы нанесения системы размеров и размерных цепей, определяющих составные части и конструкцию в целом, представлены в гл. 3. Там же рассмотрены правила нанесения предельных отклонений размеров и формы.

2.7. Текстовая информация на чертежах

В тех случаях, когда информацию об изделии невозможно или нецелесообразно выразить в виде изображения или условными обозначениями, в графический конструкторский документ включают текстовую часть, надписи и таблицы (ГОСТ 2.316-68*). Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. Текст на поле чертежа, таблицы, надписи, связанные непосред-

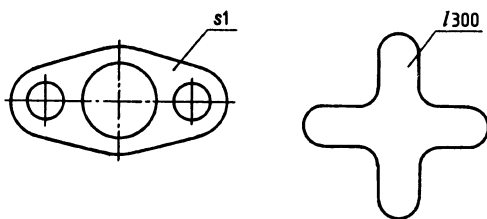


Рис. 2.50. Обозначение толщины и длины деталей

ственно с изображением, располагают параллельно основной надписи.

Текстовая часть состоит из технических требований и технических характеристик. Располагается текстовая часть над основной надписью (см. рис. 2.25). Между текстовой частью и основной надписью не должно быть изображений, таблиц и т.п.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру сведения, по возможности в следующей последовательности:

а) требования к материалу, заготовке, технической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность и т.п.);

б) размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т.п., не указанные на графическом изображении;

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;

г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

д) требования к настройке и регулированию изделия;

е) требования к качеству изделий: бесшумность, вибростойкость и т.п.;

ж) условия и методы испытаний;

з) указания о маркировании и клеймении;

и) правила транспортирования и хранения;

к) особые условия эксплуатации;

л) ссылки на другие документы.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт записывают с новой строки.

Заголовок «Технические требования» пишут только в том случае, если на чертеже приведена техническая характеристика изделия. Заголовок не подчеркивают.

Техническую характеристику размещают отдельно от технических требований на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характери-

ка». Заголовок не подчеркивается (см. рис. 1.1).

При выполнении чертежа на двух и более листах текстовую часть помещают только на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания технических требований или технической характеристики.

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски или под ней. Эти надписи содержат сведения о наименовании составных частей изделия (см. рис. 1.1), о количестве конструктивных элементов (отверстий, канавок и т.п.) (см. рис. 1.1, 1.2, 2.17, 2.27, 2.35).

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой (см. рис. 1.1, 2.35, 2.50).

Линию-выноску, отводимую от линии видимого или невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхность, заканчивают стрелкой (см. рис. 1.3, 2.17, 2.45, 2.47, 2.48).

На конце линий-выносок, отводимых от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки (см. рис. 2.25, 2.41, 2.42).

Таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его (см. рис. 2.25). Исключение составляют таблицы параметров изделия, для которых стандартом предусмотрено определенное место для ее расположения на чертеже. Например, таблица параметров зубчатого колеса, червяка и т.п. всегда располагается в правом верхнем углу чертежа (рис. 2.51).

Таблицы нумеруют в пределах чертежа при наличии ссылок на них в технических требованиях, при этом справа над таблицей ставят слово «Таблица» с порядковым номером без знака №. Если на чертеже одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.



Рис. 2.51. Текстовая информация на чертеже

Глава третья

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

3.1. Чертеж общего вида

Чертеж общего вида (см. рис. 1.1, 2.35, 3.1) относится к проектным документам и разрабатывается на стадиях технического предложения, эскизного и технического проектов. Требования к выполнению чертежа общего вида регламентируют ГОСТ 2.118-73*, ГОСТ 2.119-73*, ГОСТ 2.120-73*.

Назначение чертежа общего вида и анализ содержащейся на нем информации приведены в гл. 1 на примере рис. 1.1 «Чертеж общего вида „Генератор переменного тока“».

Чертеж общего вида «Переходник» (см. рис. 2.35) содержит графическую часть, выполненную в виде фронтальной косоугольной диметрической проекции, и текстовую часть, включающую описание назначения изделия и его техническую характеристику. Наименование составных частей изделия и материалы, из которых выполнены изделия, указаны на полках линий-выносок. На чертеже приведены габаритные и присоединительные размеры. Присоединительными размерами являются диаметр отверстий на фланце и размеры, определяющие их расположение.

На чертеже общего вида «Мотор-редуктор» (рис. 3.1) показана конструкция объединенных в одно устройство одноступенчатого зубчатого редуктора вертикального типа и асинхронного трехфазного электродвигателя.

Ведущая шестерня редуктора насажена на вал электродвигателя. Корпус электродвигателя соединен с корпусом редуктора с помощью шпилечных

соединений. Ведомый вал редуктора вращается в подшипниках качения.

Изображение конструкции содержит главный вид, вид слева и вид снизу на опорный фланец редуктора.

Наименование и обозначение составных частей приведены в таблице, расположенной на поле чертежа. Каждой составной части в таблице присвоен позиционный номер. Номера позиций нанесены на изображение и проставлены на полках линий-выносок.

На изображение нанесены габаритные и присоединительные размеры. Указаны посадки цилиндрических соединений.

На чертеже имеется техническая характеристика мотор-редуктора.

Чертеж общего вида при разработке эскизного проекта в общем случае должен содержать (ГОСТ 2.119-73*):

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

б) наименование, а также обозначения (если они имеются) тех составных частей изделия, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, количество, сведения о материале, принципе работы и др.) или запись которых необходима для пояснения изображений, описания принципа работы изделия, указания о составе и др.;

в) размеры и другие наносимые на изображение данные (при необходимости);

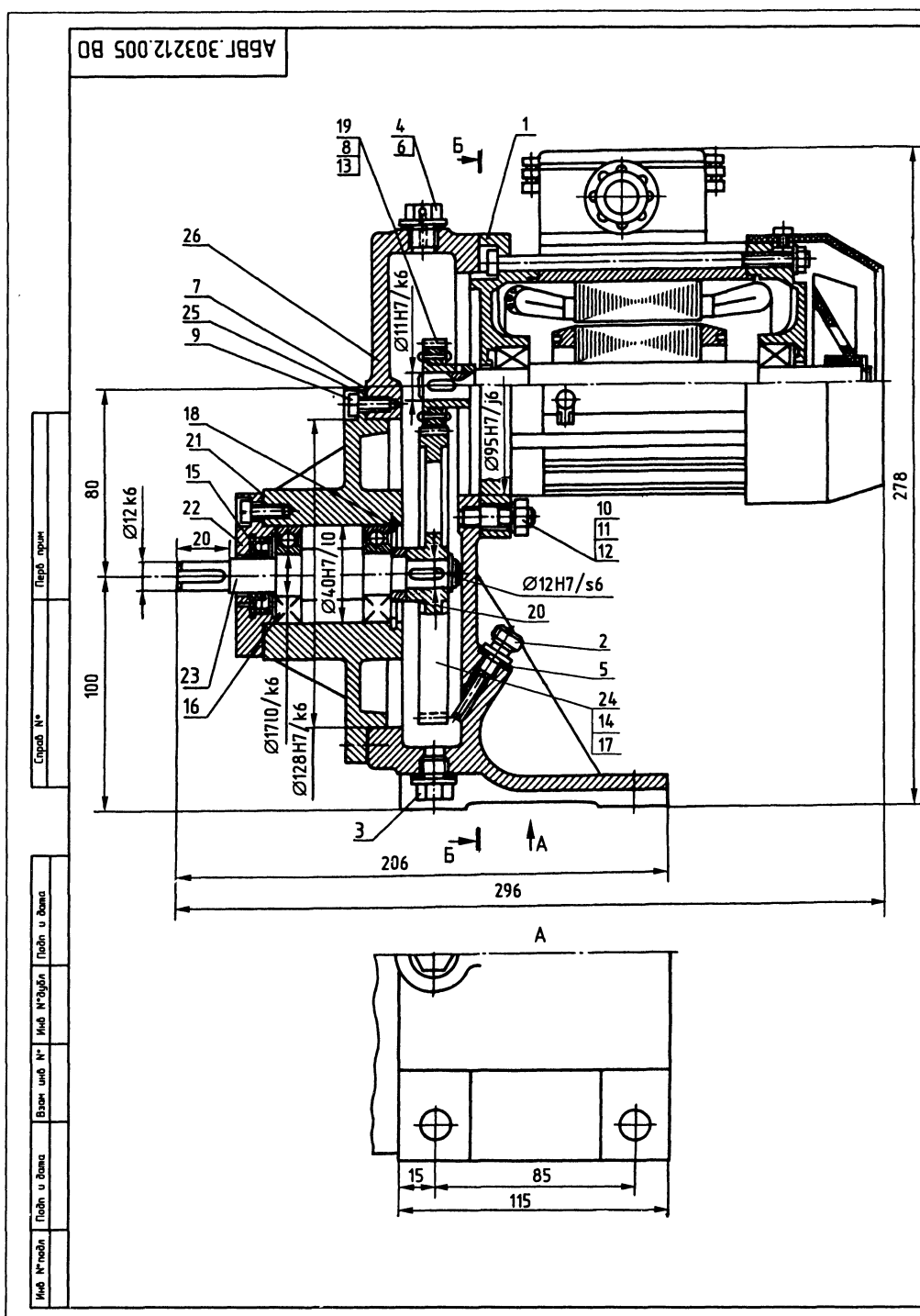
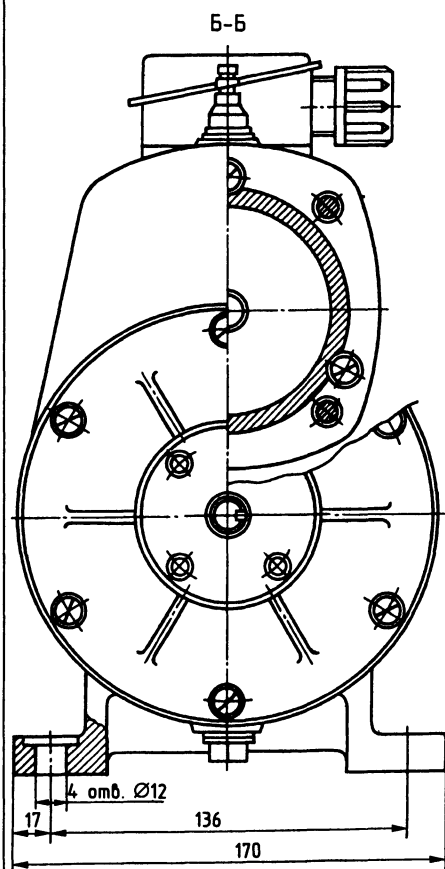


Рис. 3.1. Чертеж общего вида «Мотор-редуктор»



Техническая характеристика

1. Мощность на ведущем валу $P_1 = 0,18$ кВт.
2. Частота вращения ведущего вала $n_1 = 1500$ об/мин.
3. Передаточное отношение $i = 3,33$.
4. Номинальный вращающий момент на выходном валу $M_2 = 3816,18$ Н·мм.

Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Заимствованные изделия</u>				
1	АБВГ.521721.003	Электродвигатель 4ААМ5643	1	
2	АБВГ.715715.002	Маслоуказатель	1	
3	АБВГ.753125.002	Пробка	1	
4	АБВГ.753126.002	Пробка-отдушина	1	
5	АБВГ.754152.002	Прокладка	1	
6	АБВГ.754153.002	Прокладка	2	
7	АБВГ.754154.002	Прокладка	1	
<u>Покупные изделия</u>				
8		Винт А МЗ-6г5 48		
		ГОСТ 1476-93	1	
9		Винт А М6-6г×12 48		
		ГОСТ 1491-80	10	
10		Гайка М8-Н5 ГОСТ 15521-70	4	
11		Шайба 8/1.65Г		
		ГОСТ 6402-70	4	
12		Шпилька М8-6г×20.48		
		ГОСТ 22034-76	4	
		Шпонки ГОСТ 23360-78		
13		4×4×16	1	
14		4×4×20	2	
15		Манжета 1.1-14×30-1		
		ГОСТ 8752-79	1	
16		Подшипник 203		
		ГОСТ 8338-75	2	
17		Кольцо 1А12 ГОСТ 13940-86	1	
18		Кольцо 1А40 ГОСТ 13941-86	1	
<u>Вновь разрабатываемые изделия</u>				
19	АБВГ.303711.005	Шестерня	1	$m=1, z=37$
20	АБВГ.711141.005	Втулка	1	
21	АБВГ.711142.005	Прокладка регулировочная	1	
22	АБВГ.711352.005	Крышка подшипника	1	
23	АБВГ.715423.005	Вал	1	
24	АБВГ.721251.005	Колесо зубчатое	1	$m=1, z=123$
25	АБВГ.725616.005	Крышка корпуса	1	
26	АБВГ.731245.005	Корпус	1	

					АБВГ.303212.005 ВО			
					Мотор-редуктор Чертеж общего вида	Лист	Масса	Масштаб
						T		1:1
						Лист	Листов 1	
						ЕКА		
Изм	Лист	И* докум	Подп	Дата				
Разраб		Вавилова						
Проб		Сазонов						
Т. контр		Баброва						
Заб. отв		Петров						
Н. контр		Власова						
Утв		Александров						

Копиребал

Формат А2

г) схему, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно;

д) технические характеристики изделия, если это необходимо для удобства сопоставления вариантов по чертежу общего вида.

Изображение изделия и составных частей допускается выполнять с упрощениями (иногда в виде контурных очертаний), если при этом обеспечено понимание конструктивного устройства разрабатываемого изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия.

Наименование и обозначение составных частей изделия на чертежах общего вида указывают одним из следующих способов:

а) на полках линий-выносок (см. рис. 1.1, 2.35);

б) в таблице, размещаемой на том же листе, что и изображение изделия (см. рис. 3.1);

в) в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4 в качестве последующих листов чертежа общего вида.

Таблица в общем случае состоит из граф: «Поз.», «Обозначение», «Наименование», «Дополнительные указания».

Запись составных частей в таблицу рекомендуется производить в следующем порядке: заимствованные изделия (ранее разработанные), покупные изделия, вновь разрабатываемые изделия.

Запись заимствованных и вновь разработанных изделий производят в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение. Покупные изделия группируются по функциональному назначению (крепежные изделия, подшипники и т.п.), в пределах каждой группы — в алфавитном порядке, в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначения стандартов, в пре-

делах каждого обозначения стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Номера позиций располагают параллельно основной надписи вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Размер шрифта цифр должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций:

а) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления;

б) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью;

в) для отдельных составных частей изделия, если графически изобразить их затруднительно.

Элементы чертежа общего вида выполняют с упрощениями по правилам, установленным ЕСКД для рабочих чертежей (ГОСТ 2.109-73*).

По ГОСТ 2.102-68* чертеж общего вида является обязательным документом в техническом проекте. На этой стадии к чертежу общего вида предъявляются те же требования, что и на стадии эскизного проекта. Дополнительно при необходимости приводятся следующие сведения:

указания о выбранных посадках (наносит размеры и предельные отклонения по ГОСТ 2.307-68);

технические требования к изделию, которые учитываются при последующей разработке рабочей конструкторской документации (способы пропитки обмоток, методы сварки и т.п.);

технические характеристики изделия, которые необходимы для последующей разработки рабочих чертежей.

Изделие, изображаемое на чертеже общего вида, чаще всего представляет собой сборочную единицу, составные части которой соединяются различными способами: посадкой, навинчиванием, сваркой, пайкой, склеиванием и т.п.

Изображение и обозначение соединений в сборочной единице являются важной информацией и осуществляются по правилам, устанавливаемым соответствующими стандартами ЕСКД.

Посадки используются для обеспечения относительной подвижности или неподвижности деталей, находящихся в соединении.

В соединении двух цилиндрических деталей внутренняя условно называется валом, наружная — отверстием. Номинальные (расчетные) диаметры поверхностей вала и отверстия, по которым происходит соединение, принимаются одинаковыми.

В процессе изготовления действительные размеры детали (вала или отверстия) отклоняются от номинальных и выдерживаются между двумя допускаемыми предельными размерами, разность которых образует допуск. По ГОСТ 25346-89 предусмотрены гаммы допусков, создающих направленное отклонение действительных размеров от номинальных в сторону как увеличения, так и уменьшения. Поэтому соединение двух деталей с одним номинальным размером может быть и подвижным, и неподвижным в зависимости от назначенных допусков.

Подвижное соединение деталей характеризуется зазором S (положительной разностью между размерами отверстия и вала), неподвижное — натягом N (положительной разностью между размерами вала и отверстия). В подвижном соединении вал должен быть меньше отверстия на величину зазора, в

неподвижном — больше отверстия на величину натяга (до сборки).

Задать зазор или натяг в соединении деталей с одинаковым номинальным размером можно, выбрав соответствующие допуски для вала и отверстия.

Обычно допуск задают в виде двух предельных отклонений: верхнего, соответствующего наибольшему предельно допустимому размеру, и нижнего, соответствующего наименьшему предельно допустимому размеру.

Предельное отклонение представляет собой алгебраическую разность между допустимым предельным размером и номинальным размером. Допуск, таким образом, определяется как абсолютная величина алгебраической разности между верхним предельным отклонением и нижним предельным отклонением.

На рис. 2.51 ширина шпоночного паза имеет номинальный размер 2 мм. Верхнее предельное отклонение этого размера составляет +0,020 мм, нижнее предельное отклонение равно +0,006 мм. Следовательно, допуск размера равен +0,020 – (+0,006) = 0,014 мм.

Часто допуск размера на чертеже обозначают латинской буквой — прописной для отверстий и строчной для валов. После обозначения допуска ставят номер квалитета (ГОСТ 25346-89), например: 18H7, 12e8.

В обоснованных случаях допускаются обозначать поле допуска с основным отклонением H символом $+IT$, основным отклонением h — символом $-IT$, с отклонениями js или JS — символом $\pm IT/2$ (см. рис. 1.2; 2.26; 3.16).

Квалитет — совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров. Установлено 20 квалитетов: 01, 0, 1, 2, ..., 18. С увеличением номера квалитета уменьшается степень точности и увеличивается значение допуска.

Совокупность допусков вала и отверстия образует посадку. В зависимости от выбранных допусков посадка может

быть с гарантированным натягом, гарантированным зазором и переходной, в которой возможно получение как зазора, так и натяга.

Условность изображения соединения посадки на чертеже состоит в том, что ни зазор, ни натяг графического изображения не имеют. Вал и отверстие на чертеже имеют одинаковый размер, соответствующий номинальному диаметру. Характер соединения определяется по обозначению посадки, которое наносится после размерного числа, определяющего номинальный размер.

В обозначение посадки входят обозначения допусков соединяемых деталей, начиная с отверстия:

$$\varnothing 40H7/g6, \varnothing 40H7 - g6, \varnothing 40 \frac{H7}{g6}.$$

Разрешается посадку обозначать в виде дроби, в числителе которой указывают числовые значения предельных отклонений отверстия, а в знаменателе — числовые значения предельных отклонений вала:

$$\varnothing 40 \frac{+0,025}{-0,009} \text{ или } \varnothing 40 \frac{N7(+0,025)}{g6(-0,025)}.$$

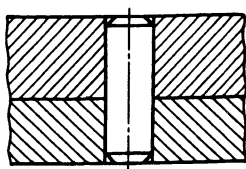


Рис. 3.2. Штифтовое соединение

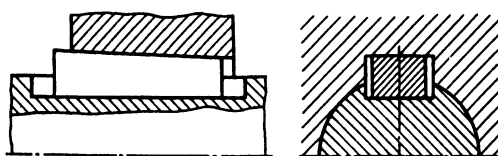


Рис. 3.4. Соединение клиновой шпонкой

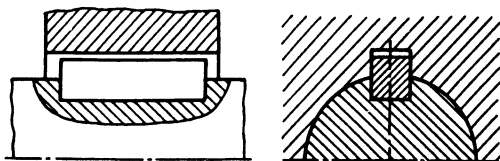


Рис. 3.3. Соединение призматической шпонкой

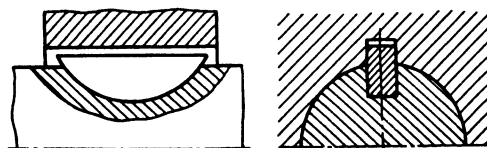


Рис. 3.5. Соединение сегментной шпонкой

Примеры обозначения различных посадок приведены на рис. 3.1. Определить характер сопряжения можно по относительному расположению допусков вала и отверстия или путем подсчета зазора (натяга) по числовым значениям предельных отклонений, приведенным в таблицах ГОСТ 25346-89.

Посадки широко используются как в сопряжениях круглых цилиндрических деталей, так и в соединениях штифтовых, шпоночных, шлицевых, резьбовых.

Штифтовые соединения (рис. 3.2) применяются для фиксации взаимного расположения сопрягаемых деталей. В некоторых конструкциях штифты используются как крепежные детали для передачи нагрузок. Наиболее распространены штифты цилиндрической и конической форм. Размеры цилиндрических штифтов принимают по ГОСТ 3128-70*, конических — по ГОСТ 3129-70*.

Шпоночные соединения получили широкое распространение в соединениях типа вал-втулка для передачи вращающего момента. Чаще других используются призматические, клиновые и сегментные шпонки (рис. 3.3—3.5). Размеры шпонок и пазов под

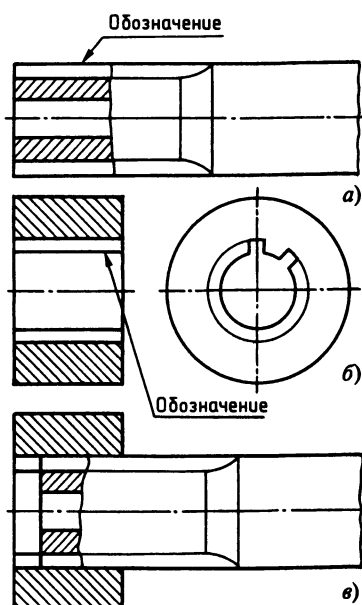


Рис. 3.6. Шлицевое соединение:

а — шлицевой вал; *б* — шлицевая втулка; *в* — соединение шлицевых деталей

шпонку на валу и во втулке приводятся в соответствующих стандартах: для призматических шпонок в ГОСТ 23360-78*, для клиновых в ГОСТ 24068-80*, для сегментных в ГОСТ 24071-97.

В конструкции мотор-редуктора (см. рис. 3.1) приняты соединения с помощью призматических шпонок (поз. 13, 14). Обозначение призматических шпонок, приводимое в таблице составных частей, включает размеры поперечного сечения (ширину, высоту) и длину шпонки.

Шлицевые соединения (рис. 3.6) можно рассматривать как шпоночные, в которых шпонки выполнены заодно с валом. Такая конструкция соединения является более прочной и обеспечивает лучшее центрирование сопрягаемых деталей.

В зависимости от геометрии профиля шлицевые соединения разделяют на прямоточные (ГОСТ 1139-80*),

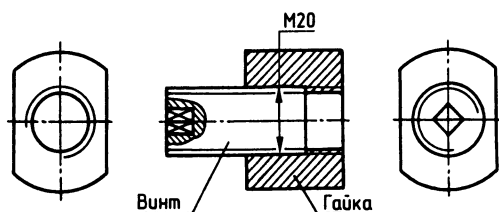


Рис. 3.7. Изображение резьбы

эвольвентные (ГОСТ 6033-80*) и треугольные.

Изображение шлицевых соединений выполняется по ГОСТ 2.409-74*. Условное обозначение шлицевого соединения, вала и втулки должно содержать: для прямоточного профиля указание о поверхности центрирования, число и номинальные размеры зубьев (наружный и внутренний диаметры, ширина); для эвольвентного профиля номинальный диаметр соединения и модуль. После размеров в обозначении проставляют посадки или допуски. Обозначения пишут на полках линий-выносок или в технических требованиях.

Соединение деталей с помощью навинчивания осуществляется в том случае, если на их поверхности выполнена резьба.

Резьбы подразделяют на крепежные (неподвижное соединение) и ходовые (подвижное соединение). В качестве крепежных используются резьбы с треугольным профилем: метрическая (ГОСТ 9150-81, ГОСТ 8724-81) и трубная (ГОСТ 6357-81). К ходовым резьбам относят трапецеидальную (ГОСТ 9484-81, ГОСТ 24738-81), упорную (ГОСТ 10177-82) и прямоугольную (не стандартизована). Деталь с резьбой, выполненной на наружной поверхности, называют винтом, а на внутренней — гайкой (рис. 3.7). По ГОСТ 2.311-68* резьбу изображают:

а) на стержне (винт) — сплошными основными толстыми линиями по

наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему диаметру; б) в отверстии (гайка) — сплошными основными толстыми по внутреннему (наименьшему) диаметру и сплошными тонкими по наружному (наибольшему) (см. рис. 3.7).

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси, резьбу изображают дугой приблизительно в $\frac{3}{4}$ полной окружности, выполненной тонкой сплошной линией. Для стержня дуга проводится по внутреннему диаметру резьбы, а для отверстия — по наружному (наибольшему) (см. рис. 3.7).

Штриховку в разрезах и сечениях резьбовых деталей проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего (наименьшего) диаметра в отверстиях, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии.

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, показывают только ту часть резьбы отверстия, которая не закрыта резьбой стержня.

На изображение резьбы наносят ее обозначение, которое включает обозначение профиля и параметры. В обозначение метрической цилиндрической резьбы входят буква *M* и номинальный диаметр резьбы. Для резьб с мелким шагом дополнительно указывают шаг. Левую резьбу обозначают буквами *LH*. Например, *M24×2LH* означает, что это метрическая резьба номинальным диаметром 24 мм с мелким шагом 2 мм левого направления. На рис. 3.7 обозначена метрическая резьба диаметром 20 мм с крупным шагом ($p = 2,5$ мм по ГОСТ 8724-81), правая.

При необходимости в обозначение включается посадка резьбового соединения: в числителе дроби указываются

квалитет и допуск резьбы гайки, а в знаменателе — винта. Например: *M36×1,5—6H/6g*.

Примеры изображения резьбовых соединений и отдельных деталей, входящих в резьбовое соединение, представлены на рис. 1.1, 1.2, 1.5, 2.25, 2.26, 2.35, 3.1 и др.

При конструировании сборочных единиц широко используется соединение деталей с помощью стандартных крепежных деталей с резьбой: болтов, винтов, шпилек, гаек и др. На рис. 3.1 соединение корпуса мотор-редуктора и электродвигателя осуществлено с использованием шпилек (поз. 12) и гаек (поз. 10). Крышка корпуса (поз. 25) крепится к корпусу винтами (поз. 9). Изображение крепежных деталей может быть конструктивным: с указанием зазоров, запасов резьбы, фасок и т.п. (см. рис. 3.1), а может быть упрощенным и условным. При изображении изделий на чертежах общего вида допускается не показывать мелкие конструктивные элементы: фаски, скругления, проточки, углубления, выступы и т.п. (ГОСТ 2.119-73*, ГОСТ 2.109-73*).

Изображение крепежных деталей (конструктивное, упрощенное, условное) на чертеже общего вида выбирают в зависимости от назначения и масштаба чертежа. Упрощенные и условные изображения крепежных деталей устанавливает ГОСТ 2.315-68. Упрощенные изображения некоторых видов соединений стандартными крепежными деталями показаны на рис. 3.8.

Для изображения одинаковых симметрично расположенных крепежных деталей допускается показывать только одну из них. Остальные детали обозначаются осевыми или центровыми линиями.

Среди соединений деталей в электротехнических сборочных единицах боль-

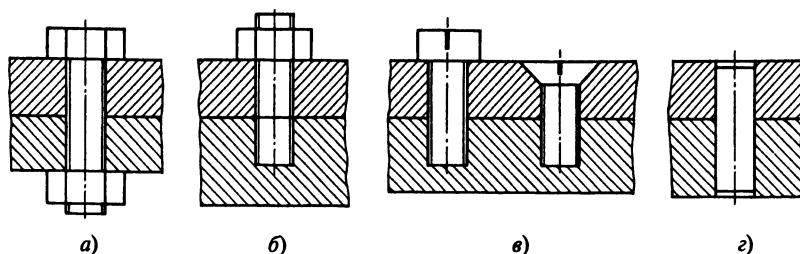


Рис. 3.8. Упрощенное изображение крепежных соединений:

а — болтовое; б — шпильчатое; в — винтовое; г — штифтовое

шое место занимают неразъемные соединения: сварные, паяные, клеевые и др.

Изображение сварных соединений выполняют по ГОСТ 2.312-72*. Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимый — сплошной основной линией, невидимый — штриховой линией (рис. 3.9). От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. На полке линии-выноски (для видимого шва) или под полкой линии-выноски (для невидимого шва) наносят условное обозначение шва, в котором указывают обозначение стандарта сварного соединения, буквенно-цифровое обозначение сварного шва, размер катета шва и другие данные. Например, условное обозначение шва на рис. 3.9 означает, что шов выполняется ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80*, соединение осуществляется внахлестку без подготовки кромок

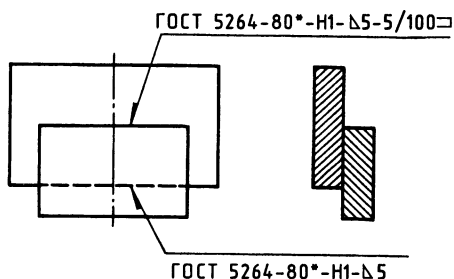


Рис. 3.9. Сварное соединение

(Н1), катет шва 5 мм ($\Delta 5$). На лицевой стороне шов является прерывистым с длиной провариваемого участка 50 мм и шагом 100 мм. Знак \square говорит о том, что шов выполняется по незамкнутому контуру. На обратной стороне — шов сплошной.

В соединениях, получаемых пайкой и склеиванием (ГОСТ 2.313-82), место соединения элементов следует изображать сплошной линией толщиной $2s$ (рис. 3.10). Для обозначения паяного и клееного соединений следует применять условный знак (см. рис. 3.10), который наносят на линии-выноске сплошной основной линией. Обозначение припоя или клея по соответствующему стандарту или техническим условиям приводят в технических требованиях (см. рис. 1.5, 2.17). При необходимости

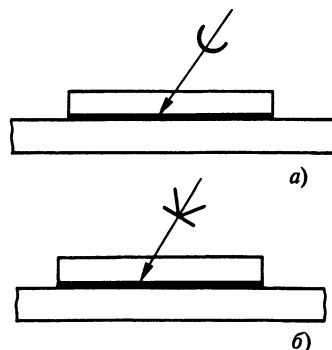


Рис. 3.10. Условные знаки для обозначения паяного (а) и клееного (б) соединений

в том же пункте допускается приводить требования к качеству шва.

В конструкциях электроприводов широко используются различные типы механизмов для преобразования движения. Наиболее часто встречаются зубчатые и червячные передачи. Условные изображения зубчатых и червячных передач на чертежах сборочных единиц устанавливает ГОСТ 2.402-68 (рис. 3.11—3.13).

Зубья зубчатых колес вычерчивают только в осевых разрезах. В остальных случаях изображаемые детали ограничивают поверхностями выступов. Окружности поверхностей зубьев показывают сплошными основными линиями, в том числе и в зоне зацепления. Делительные окружности и образующие делительных поверхностей показывают

штрихпунктирными тонкими линиями. Окружности впадин на видах цилиндрических зубчатых колес и червяков показывают сплошными тонкими линиями, в разрезах — на всем протяжении сплошными основными линиями. При изображении в разрезе зубчатых колес в зоне зацепления зуб одного из колес показывают расположенным перед зубом сопрягаемого колеса. Невидимую поверхность выступов показывают штриховой линией. Штриховку проводят до линии поверхности впадин.

В электротехнических сборочных единицах часто применяют подшипники качения. Стандартные подшипники разделяют по форме тел качения на шариковые, роликовые, игольчатые, по направлению воспринимаемой нагрузки — на радиальные, радиально-упорные, упорные.

Конструктивное изображение подшипника качения в разрезе включает изображение внутреннего кольца, наружного кольца и тела качения с соблюдением размеров (см. рис. 1.1, 3.1).

Упрощенные изображения подшипников качения устанавливает ГОСТ 2.420-69*. Если же требуется указывать тип и конструктивные особенности подшипника, его изображают сплошны-

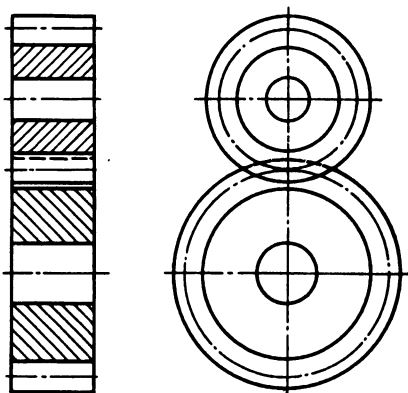


Рис. 3.11. Условное изображение зацепления цилиндрических зубчатых колес

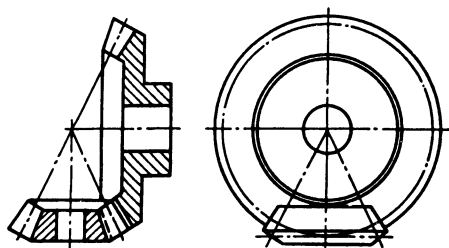


Рис. 3.12. Условное изображение зацепления конических зубчатых колес

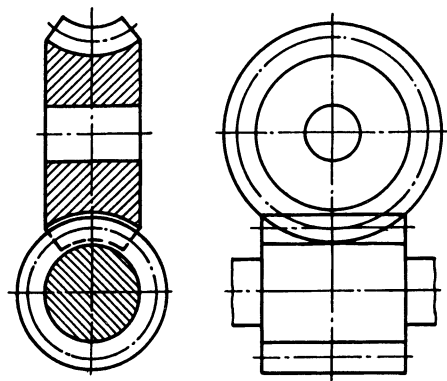


Рис. 3.13. Условное изображение червячного зацепления

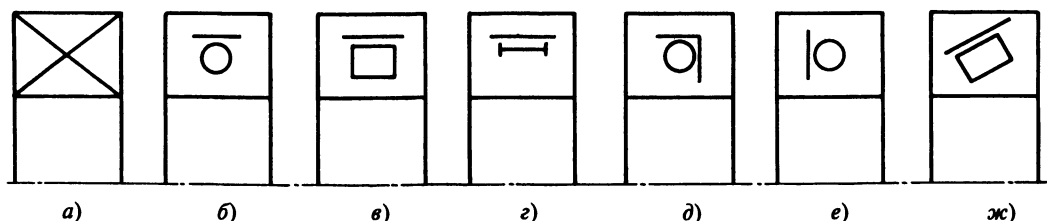


Рис. 3.14. Условное изображение подшипников качения:

а — без указания типа; *б* — радиальный шариковый; *в* — радиальный роликовый; *г* — игольчатый; *д* — радиально-упорный шариковый; *е* — упорный шариковый; *ж* — роликовый конический

ми основными линиями по контуру в соответствии с его конфигурацией. Сплошными тонкими линиями проводят диагонали. Допускается совмещать половину разреза подшипника (относительно оси вращения) с контурным изображением (см. рис. 3.1).

Упрощенное изображение подшипника должно соответствовать его рабочему положению в сборочной единице.

При необходимости указания типа подшипника в контур упрощенного изображения помещают его условное графическое обозначение по ГОСТ 2.770-68* (рис. 3.14).

3.2. Чертежи деталей

Чертежи деталей относятся к рабочей конструкторской документации. Разработка чертежей деталей изделия осуществляется после разработки чертежа общего вида. Чертежи детали содержат информацию, необходимую для изготовления и контроля деталей. Кроме графического изображения детали на чертеже приводят все размеры, определяющие геометрическую форму, предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей, шероховатость поверхности, сведения о материале, из которого изготавливается деталь, технические требования и др.

Изображение детали выполняется по ГОСТ 2.305-68* (см. гл. 2).

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть минимальным, но достаточным для определения формы детали. Лишняя графическая информация увеличивает трудоемкость выполнения чертежа и затрудняет его чтение.

Очень часто детали, представляющие собой тела вращения, изображаются в одной проекции. В совокупности с размерами такое изображение полностью передает форму детали.

Расположение детали на чертеже должно быть таким, чтобы давать наилучшее представление о ее форме.

Для деталей, изготавливаемых гибкой из листового материала, бывает целесообразно показать на чертеже развертку детали (рис. 3.15). Развертка выполняется в том случае, когда изображения готовой детали (после гибки) недостаточно для представления о ее действительной форме и размерах.

Совокупность размеров на чертеже детали должна полностью определять ее форму и быть достаточной для изготовления и контроля. Не следует допускать повторения размеров. Система нанесения размеров должна обеспечивать минимальные погрешности при изготовлении. Для этого нанесение размеров следует производить с учетом базирования детали (ГОСТ 21495-76*).

Поверхности, линии и точки, принадлежащие детали и используемые для придания требуемого положения в кон-

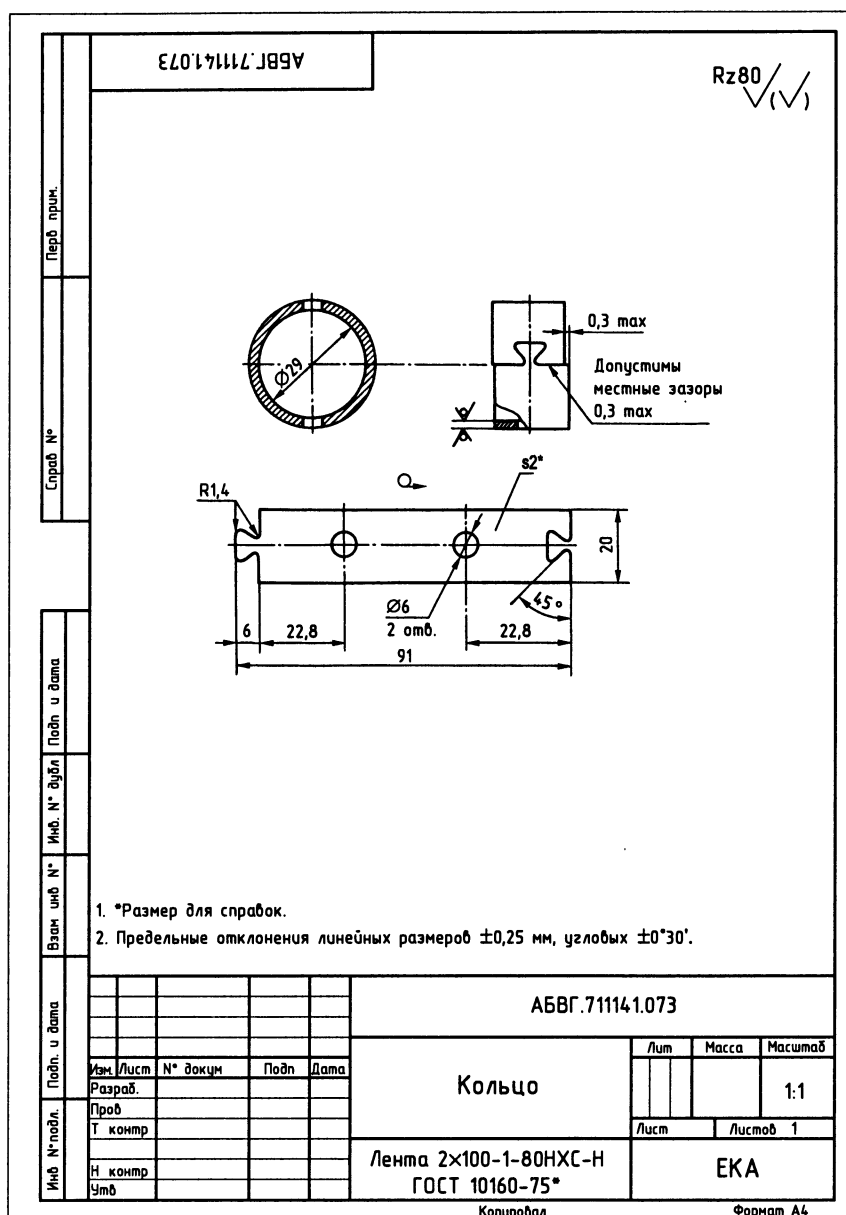


Рис. 3.15. Использование развертки на чертежах

струкции, при изготовлении и при измерении называются базами. Соответственно различают конструкторские, технологические и измерительные базы.

Поверхности и оси, которые определяют расположение деталей и узлов в сборочной единице и от которых зависит качество работы конструкции,

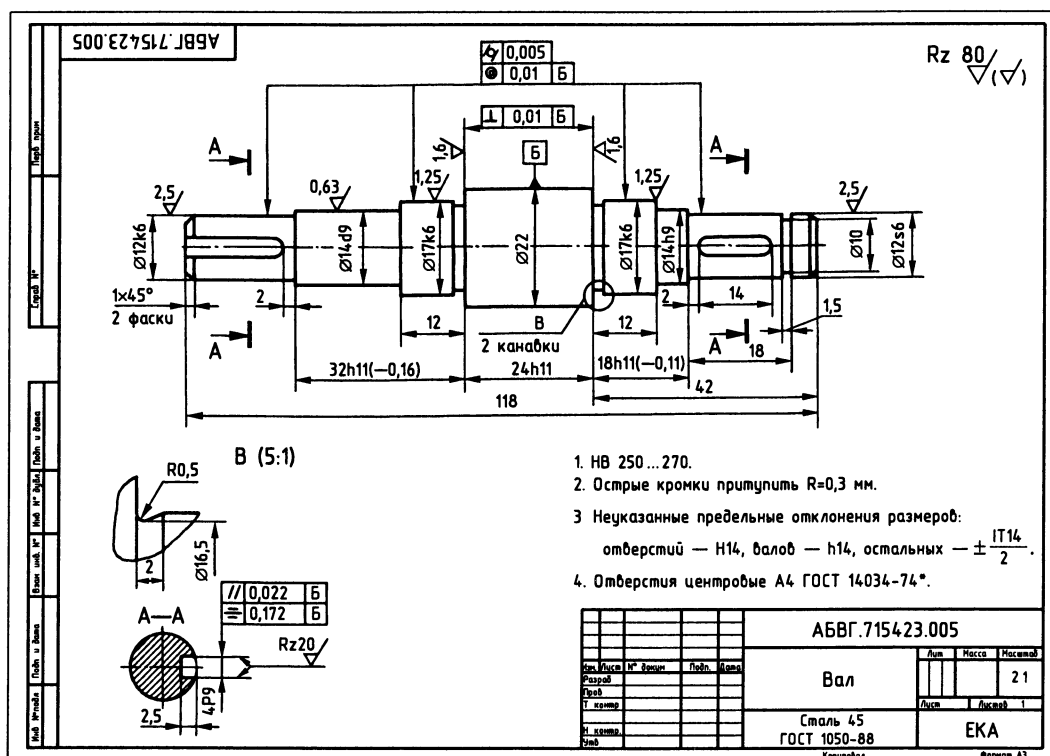


Рис. 3.16. Ведомый вал мотор-редуктора

составляют совокупность конструкторских баз.

На рис. 3.16 представлен ведомый вал мотор-редуктора. На вал насаживаются шариковые подшипники и зубчатое колесо (см. рис. 3.1). Выходной конец вала предназначен для посадки деталей, которые передают движение от мотор-редуктора к исполнительным механизмам. Ось вала (В), цилиндрические поверхности ($\varnothing 12k6$, $\varnothing 17k6$, $\varnothing 14h9$, $\varnothing 12s6$) и торцовые поверхности фиксации подшипников, зубчатого колеса и других деталей являются конструкторскими базами. Относительное расположение конструкторских баз задается размерами с более жесткими допусками.

Базы, по которым детали фиксируются в станках и приспособлениях в процессе обработки, являются технологическими.

При нанесении осевых размеров на элементы формы детали используют различные схемы расположения размеров: цепную, координатную, комбинированную (рис. 3.17). Предпочтение следует отдавать той схеме, которая в конкретной конструкции дает минимальную накопленную погрешность для наиболее точного размера. Размерные цепи должны быть разомкнуты. Замыкающий размер, как правило, не проставляют (см. рис. 2.27). При необходимости замыкающий размер можно

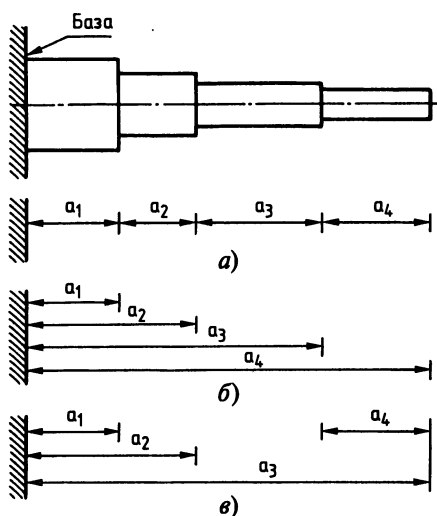


Рис. 3.17. Схемы простановки размеров:
а — цепная; б — координатная; в — комбинированная

вычислить, используя размеры, входящие в размерную цепь.

Если требуется на чертеже указать размер, который является замыкающим в размерной цепи, то этот размер обозначают звездочкой, а в технических требованиях приводят надпись «* Размер для справок» (см. рис. 3.15). Подобным образом оформляются размеры, которые не требуются для изготовления и контроля детали (см. рис. 1.3, 3.15).

Размеры по возможности следует располагать под изображением детали и справа от нее.

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу, рекомендуется группировать в одном месте (см. рис. 2.25).

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рис. 1.2 (две фаски), 2.27, 3.16. Если линейный размер фаски в масштабе чертежа менее 1 мм, допускается фаску не изображать, а ее размеры указывать на полке-выноске (см. рис. 2.51). Размеры фасок с другими углами (отличными от 45°) указываются по общим правилам (см. рис. 1.2).

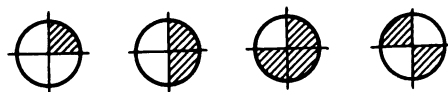


Рис. 3.18. Условные знаки для обозначения групп отверстий

При большом количестве однотипных элементов детали, неравномерно расположенных на поверхности, допускается указывать их размеры и координаты расположения в сводной таблице. Обозначение однотипных элементов производится арабскими цифрами или прописными буквами (см. рис. 2.25).

На чертежах печатных плат и других деталях электротехнических изделий встречаются обозначения условными знаками групп отверстий, близких по размерам (рис. 3.18). Примеры использования этих знаков на чертежах приведены в гл. 4.

Все размеры на чертеже детали должны иметь указание о точности изготовления.

Основанием для определения требуемой точности размера являются предельные отклонения, которые записываются непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения указывают или условными обозначениями по ГОСТ 25346-89, или числовыми значениями.

По ГОСТ 25346-89 предельные отклонения размера образуют допуск, который обозначается латинской буквой и номером качества. Допуск записывается после номинального размера, например $\varnothing 30H7$; $20d9$ и т.д. Примеры нанесения предельных отклонений с помощью условных обозначений представлены на рис. 1.2, 2.51, 3.16.

При записи предельных отклонений числовыми значениями верхние отклонения помещают над нижними. Предельные отклонения, равные нулю, не указывают: $50^{+0,02}_{-0,01}$; $40^{-0,135}_{-0,215}$; $30^{+0,12}$; $20_{-0,02}$. При симметричном допуске пре-

Таблица 3.1. Указание предельных отклонений

Размер	Предельные отклонения
17k6	+0,012 +0,001
12s6	+0,039 +0,028
18h11	-0,110
32h11	-0,160

дельные отклонения записывают по типу $35 \pm 0,15$. Примеры нанесения предельных отклонений числовыми значениями см. на чертежах деталей.

В отдельных случаях бывает целесообразно указывать предельные отклонения условным обозначением и числовыми значениями: $30H7^{(+0,021)}$, $20d9^{(-0,065)}_{(-0,117)}$.

Допускается числовые значения предельных отклонений указывать в таблице, расположенной на свободном поле чертежа (табл. 3.1).

При назначении предельных отклонений размеров уступов с несимметричным полем допуска обязательно указание предельных отклонений числовыми значениями (см. рис. 3.16).

Предельные отклонения угловых размеров указывают только цифрами (см. рис. 1.2, 2.26).

Указание предельных отклонений для каждого размера усложняет чертеж, затрудняет чтение размеров и предельных отклонений. Поэтому предельные отклонения размеров низкой точности разрешается указывать одной общей записью в технических требованиях: «Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий $H14$, валов $h14$, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$ ».

В процессе изготовления деталей возникают отклонения не только в размерах. Происходит отклонение поверхностей от заданной формы деталей. Так,

при обработке плоских поверхностей возникает отклонение от плоскостности, частными случаями которого являются выпуклость и вогнутость (рис. 3.19). Типичными случаями отклонения от номинальной цилиндрической формы являются конусообразность, бочкообразность, вогнутость в осевом сечении (рис. 3.20) и овальность, огранка в поперечном сечении (рис. 3.21).

Нарушения в последовательности технологических операций, неправильный выбор баз могут привести к отклонениям от заданного взаимного расположения поверхностей: от параллельности, от перпендикулярности, от соосности и т.п.

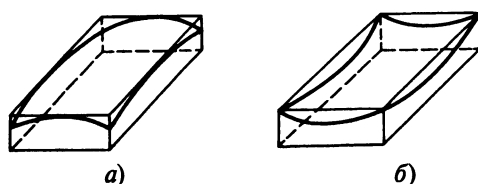


Рис. 3.19. Отклонение от плоскостности: а — выпуклость; б — вогнутость

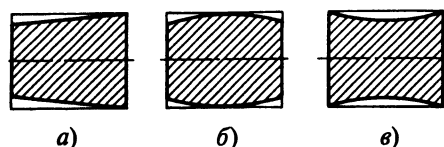


Рис. 3.20. Отклонение от цилиндричности в осевом сечении: а — конусообразность; б — бочкообразность; в — вогнутость

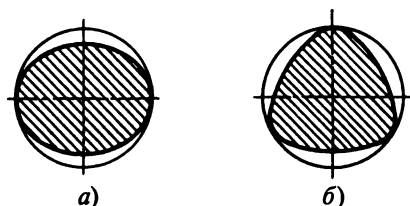


Рис. 3.21. Отклонение от цилиндричности в поперечном сечении: а — овальность; б — огранка

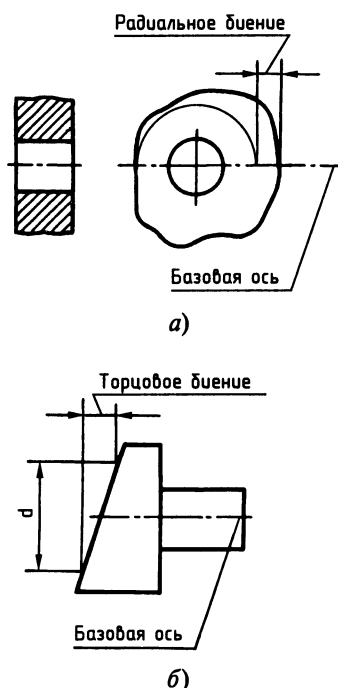


Рис. 3.22. Радиальное (а) и торцовое (б) биение

Совместные погрешности формы и расположения могут вызвать радиальное и торцовое биение (рис. 3.22), отклонение формы от заданного профиля и поверхности.

Для ограничения отклонений от номинальной формы поверхностей и их взаимного расположения ГОСТ 24642-81* устанавливает три группы допусков: допуски формы, допуски расположения, суммарные допуски формы и расположения.

Для указания на чертеже каждый допуск формы, расположения или суммарный имеет свой знак (графический символ) по ГОСТ 2.308-79* (табл. 3.2).

Данные о допусках формы и расположения поверхностей на чертеже указывают в прямоугольной рамке, разделенной на несколько частей. В первой помещают знак допуска, во второй — числовое значение допуска в милли-

Таблица 3.2. Знаки допусков формы и расположения

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	▱
	Допуск круглости	○
	Допуск цилиндричности	⌀
	Допуск профиля продольного сечения	≡
Допуск расположения	Допуск параллельности	//
	Допуск перпендикулярности	⊥
	Допуск наклона	∕
	Допуск соосности	⊙
	Допуск симметричности	≡
Суммарные допуски формы и расположения	Позиционный допуск	⊕
	Допуск пересечения осей	×
	Допуск радиального биения	↗
	Допуск торцового биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	↗↖
	Допуск полного торцового биения	
	Допуск формы заданного профиля	⌒
	Допуск формы заданной поверхности	⌒

метрах, в третьей и последующих — буквенное обозначение базы (см. рис. 2.51, 3.16).

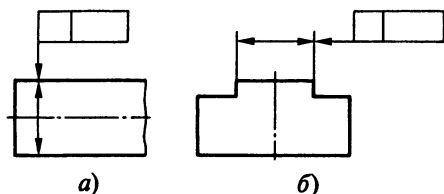


Рис. 3.23. Нанесение допуска формы и расположения оси (а) или плоскости (б) симметрии

Рамку следует выполнять сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков должна соответствовать размеру шрифта размерных чисел. Если допуск относится к поверхности или ее профилю, то рамку соединяют сплошной тонкой линией, заканчивающейся стрелкой с контурной линией поверхности или ее продолжением. Если допуск относится к оси или плоскости симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии (рис. 3.23).

Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют с рамкой тонкой сплошной линией. Треугольник должен быть равносторонним высотой, приблизительно равной размеру шрифта размерных чисел. Если базой является поверхность или ее профиль, то основание треугольника располагают на контурной линии поверхности или на ее продолжении (рис. 3.24). Если базой является ось или плоскость симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии (см. рис. 2.51, 3.16).

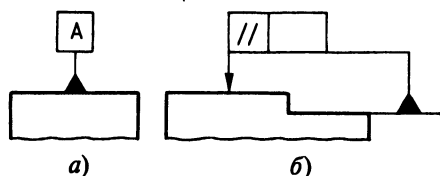


Рис. 3.24. Обозначение базовой поверхности: а — на контуре детали; б — на выносной линии

Разрешается допуск формы и расположения поверхности приводить текстом в технических требованиях. Как правило, это делается в тех случаях, если отсутствует знак вида допуска. Текст должен содержать вид допуска, указание поверхности и базы, числовое значение допуска. Числовые значения допусков формы и расположения поверхностей приведены в ГОСТ 24643-81.

Поверхность детали не является абсолютно гладкой. На ней имеются неровности, форма и размер которых зависят от материала детали и способа обработки поверхности.

Совокупность неровностей поверхности детали с относительно малыми шагами, выделенных с помощью базовой длины, представляет собой шероховатость поверхности (ГОСТ 2789-73*).

Требования к шероховатости поверхности устанавливают без учета дефектов поверхности, к которым, как правило, относятся резко выделяющиеся отдельные неровности (царапины, раковины, забоины и т.п.), т.е. предполагается, что поверхность не содержит дефектов. Шероховатость характеризуется следующими параметрами:

Ra — среднее арифметическое отклонение профиля;

Rz — высота неровностей профиля по десяти точкам;

R_{\max} — наибольшая высота профиля;

S_m — средний шаг неровностей;

S — средний шаг местных выступов профиля;

lr — относительная опорная длина профиля, где p — значение уровня сечения профиля.

Параметр Ra является предпочтительным из перечисленных выше параметров.

Числовые значения среднего арифметического отклонения профиля Ra принимаются в пределах от 100 до 0,008 мкм.

Предпочтительные значения параметра Ra в этом диапазоне 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025; 0,012. Допускается использовать значения параметров из числового ряда 100; 80; 63; 50; 40; 32; 25; 20; 16; 12,5, а также числовые значения этого ряда, поделенные на 10^n (n — целое число), при условии, что полученное после деления значение лежит в интервале 100 ... 0,008 мкм.

Числовые значения параметра шероховатости Rz принимаются в пределах от 1600 до 0,025 мкм. Предпочтительные значения параметра Rz в этом диапазоне 400; 200; 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025. Допускается использовать значения параметров из числового ряда 1600; 1250; 1000; 800; 630; 500; 400; 320; 250; 200, а также числовые значения этого ряда, поделенные на 10^n (n — целое число), при условии, что полученное после деления значение лежит в интервале 1600 ... 0,025 мкм.

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции (ГОСТ 2.309-73*).

Для обозначения шероховатости на чертеже используется условный знак (рис. 3.25). Высота h принимается равной высоте размерных чисел, высота $H = (1,5 \dots 3)h$. Толщина линий знаков приблизительно равна половине толщины основной линии на чертеже. Допускается применять условное обозначение вида обработки (рис. 3.26, а—в). В обозначении шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак по рис. 3.26, а. Поверхности, обрабатываемые с удалением слоя материала (точением, фрезерованием и т.п.), обозначают

знаком, изображенным на рис. 3.26, б. Поверхности, обрабатываемые без удаления слоя материала (литьем, ковкой, штамповкой и т.п.), а также поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу, обозначают по типу рис. 3.26, в.

Типы направления неровностей поверхности и их условные обозначения приведены на рис. 3.27. Указания о направлении неровностей приводят на чертеже при необходимости.

Параметр шероховатости в обозначении указывают: для параметра Ra — без символа, например 0,8; для остальных параметров — после соответствующего символа, например Rz 25. Числовые значения параметров шероховатости указываются в микрометрах (мкм).

Вид обработки поверхности указывают словами на полке знака только

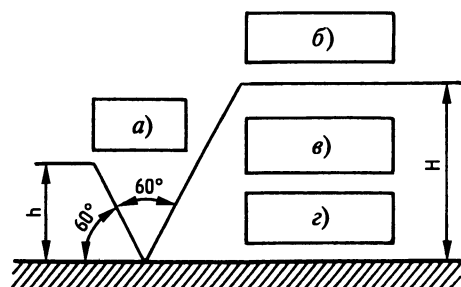


Рис. 3.25. Обозначение шероховатости на чертеже:

а — параметр шероховатости; б — вид обработки; в — базовая длина; г — направление неровностей

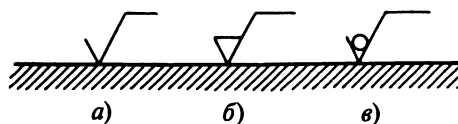


Рис. 3.26. Условное обозначение вида обработки:

а — вид обработки не устанавливается по данному чертежу; б — обработка с удалением слоя материала; в — обработка без удаления слоя материала или обработка по данному чертежу не производится

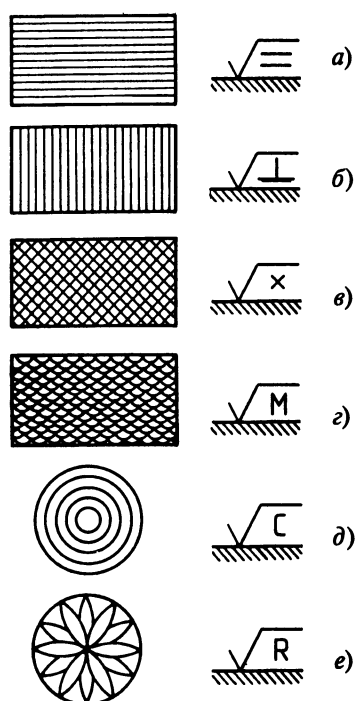


Рис. 3.27. Условные обозначения направления неровностей:

a — параллельное изображению поверхности на чертеже; *б* — перпендикулярное; *в* — перекрещивающиеся; *г* — произвольное; *д* — кругообразное; *е* — радиальное

в тех случаях, когда он является единственно применимым для получения требуемого качества поверхности, например: «Полировать», «Шабрить» и т.д.

Изображенное в качестве примера на рис. 3.28 обозначение шероховатости говорит о том, что после полировки среднее арифметическое отклонение профиля должно составить $Ra = 0,2$ мкм на базовой длине $l = 0,25$ мм. Направление неровностей перпендикулярно линии, изображающей поверхность.

Очень часто на чертежах обозначение шероховатости содержит только параметр (Ra , Rz , R_{\max} и др.) без указания вида обработки базовой длины и направления неровности. В этих случаях применяют знак без полки (см. чертежи деталей).

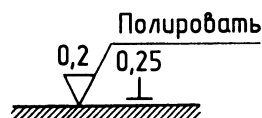


Рис. 3.28. Пример обозначения шероховатости на чертежах

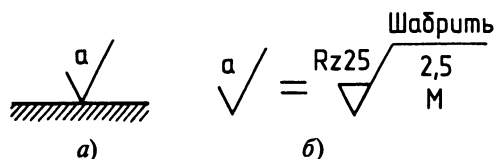


Рис. 3.29. Упрощенное обозначение шероховатости на чертеже:

a — на изображении; *б* — разъяснение в технических требованиях

Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости (рис. 3.29) с соответствующим разъяснением его в технических требованиях.

Обозначение шероховатости поверхности обычно располагают на линиях контура, выносных линиях, на полках линий-выносок (см. рис. 2.27, 2.51, 3.16).

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей детали обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение не наносят, при этом размеры и толщину линий знака увеличивают примерно в 1,5 раза (см. рис. 1.2, 2.25; 2.26, 3.15).

Если необходимо указать одинаковую шероховатость только для части поверхностей, то на изображение этих поверхностей знак шероховатости не наносят, а в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение требуемой шероховатости, а за ним — знак по рис. 3.26, *a* (см. рис. 2.27, 2.51, 3.16).

Правила нанесения на чертежи изделий покрытий (защитных, декоративных, электроизоляционных и т.п.), а также показателей свойств материалов,

получаемых в результате термической и других видов обработки, устанавливает ГОСТ 2.310-68*.

Обозначение покрытия или все данные, необходимые для выполнения покрытия, приводят в технических требованиях после слова «покрытие» (см. рис. 2.26, 2.27).

Если необходимо нанести покрытие на поверхность, которую нельзя однозначно определить, то ее обводят утолщенной штрихпунктирной линией, обозначают одной буквой, проставляют размеры, определяющие положение поверхности, и делают запись в технических требованиях «Покрытие поверхности *A...*» (см. рис. 2.17).

На чертежах изделий, подвергаемых термической и другим видам обработки, указывают показатели свойств материалов после обработки (см. рис. 2.51, 3.16). Глубину обработки обозначают буквой *h* (рис. 3.30).

Правила нанесения на чертежи указаний о маркировании и клеймении устанавливает ГОСТ 2.314-68*.

Указание о клеймении помещают только в тех случаях, когда необходимо предусмотреть определенное место на изделии для нанесения клейма, его размеры и способ клеймения.

Место нанесения маркировки или клейма на изображении отмечают точкой и соединяют ее с линией выносной со знаками маркирования или клеймения (рис. 3.31). Указание о маркировании и клеймении помещают в технических требованиях под соответствующим пунктом.

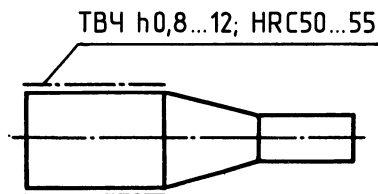


Рис. 3.30. Нанесение показателей свойств материалов

На чертежах деталей приводят сведения о материале, из которого изготавливается деталь.

Обозначения материалов разделяются на графические и условные текстовые. Графические обозначения используются на изображениях изделий (см. 2.29). Графические обозначения делают изображение более образным и информативным. Однако они не могут дать полную информацию о материале, необходимую для изготовления детали. Поэтому в основной надписи чертежа приводят текстовую информацию о материале детали, которую дают в виде условного обозначения.

Требования к правилам условного обозначения материалов устанавливают соответствующие стандарты. Обозначение должно характеризовать материал по всем признакам, установленным в стандарте или технических условиях на этот материал. Обозначение не должно допускать различных толкований и содержать избыточную информацию. Обозначение записывается в один ряд словами, буквами и цифрами. В обозначении материала должно входить обозначение стандарта или технических условий на этот материал, которое записывают после всех признаков материала. Допускается переносить обозначение материала на другую строку. В этом случае оставшаяся на предшествующей строке часть обозначения должна заканчиваться разделительным знаком дефис. Не допускается перенос части признака материала.

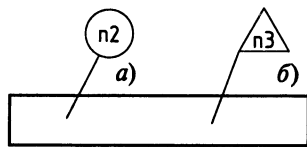


Рис. 3.31. Указание о маркировании (а) и клеймении (б)

В большинстве случаев условное обозначение материала включает наименование материала, марку материала, номер стандарта, в котором указана характеристика данного материала. В ряде случаев в дополнение к указанным сведениям о материале добавляют геометрическую характеристику профиля — круг, шестигранник, квадрат и т.п. — и соответствующий стандарт. Допускается не писать наименование материала, если оно в сокращенном виде присутствует в обозначении марки материала. Например: сталь — Ст, бронза — Бр, латунь — Л и т.п.

В современном машиностроении наиболее широкое применение имеют чугун,

сталь, бронза, латунь, алюминий, неметаллические материалы.

В электротехнической промышленности кроме отмеченных конструктивных материалов общего машиностроения используются специальные проводниковые, полупроводниковые, электроизоляционные, магнитные материалы, обозначения которых приведены в соответствующих стандартах.

Примеры условных обозначений материалов, из которых изготавливаются детали, приведены в табл. 3.3, а также на чертежах деталей и в спецификациях в разделе «Материалы».

Таблица 3.3. Условные обозначения материалов

Наименование материала	Условные обозначения
Углеродистая сталь обыкновенного качества (ГОСТ 380-94) марки Ст5	Ст5 ГОСТ 380-94
Сортовой прокат углеродистой стали обыкновенного качества (ГОСТ 539-80) марки Ст5 круглого профиля диаметром 30 мм (сортамент по ГОСТ 2590-88)	Круг $\frac{30 \text{ ГОСТ 2590-88}}{\text{Ст5 ГОСТ 539-80}^*}$
Углеродистая качественная конструкционная сталь (ГОСТ 1050-88) марки 35	Сталь 35 ГОСТ 1050-88
Легированная конструкционная сталь (ГОСТ 4543-71*) марки 40ХН	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71*
Отливка из серого чугуна (ГОСТ 1412-85) марки СЧ25	СЧ25 ГОСТ-1412-85*
Оловянная литейная бронза (ГОСТ 613-79) марки БрОФ10-1	БрОФ10-1 ГОСТ 613-79
Безоловянная бронза, обрабатываемая давлением (ГОСТ 18175-78*), марки БрАЖ9-4	БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78*
Латунный пруток (ГОСТ 2060-90) круглого сечения диаметром 10 мм, латунь марки Л60	Пруток Л60 кр. 10 ГОСТ 2060-90
Алюминиевый литейный сплав (ГОСТ 1583-93) марки АЛ4	Алюминий АЛ4 ГОСТ 1583-93
Фторопласт-4 (ГОСТ 10007-80*) марки П	Фторопласт-4 П ГОСТ 10007-80*
Проволока для электротехнических целей, неизолированная, из константанового сплава марки МНМц-40-1,5 (ГОСТ 5307-77*), холоднодеформированная (Д), круглого сечения (КР) диаметром 3,5 мм, нормальной точности (Н) изготовления, мягкая (М), в бухтах (БТ)	Проволока ДКРНМЗ,5БТ МНМц40-15 ГОСТ 5307-77*
Сталь электротехническая холоднокатаная анизотропная листовая (ГОСТ 21427.1-83*) толщиной 0,50 мм, шириной 750 мм, длиной 1500 мм, нормальной точности прокатки Н, с неплоскостью класса 1, с покрытием вида М, с коэффициентом заполнения группы Б, марки 3411	Лист 0,50×750×1500 Н-1-М-Б-3411 ГОСТ 21427.1-83*
Сталь электротехническая холоднокатаная анизотропная (ГОСТ 21427.1-83*) рулонная толщиной 0,35 мм, шириной 1000 мм, повышенной точности прокатки (П), с покрытием вида ЭТ, с коэффициентом заполнения группы А, марки 3412	Рулон 0,35×1000 П-ЭТ-А 3412 ГОСТ 21427.1-83*

Наименование материала	Условные обозначения
Сталь электротехническая нелегированная ленточная (ГОСТ 3836-83*) холоднокатаная нормальной точности (Н) по толщине и ширине, обрезная нагартованная, толщиной 1,0 мм, шириной 15 мм, с размерами и предельными отклонениями по ГОСТ 503-81*, марки 20880, 2-й группы поверхности	Лента Н-0,1 × 15 ГОСТ 503-81* 20880-2 ГОСТ 3836-83*
Фенопласт (ГОСТ 5689-79*) группы Ж1 черного цвета на основе фенольной новолачной смолы 010	Фенопласт Ж1-40 черный ГОСТ 5689-79*
Пластик слоистый электротехнический листовой (ГОСТ 25500-82*) на основе фенольной смолы и целлюлозной бумаги типа 111, толщина листа 10 мм	Пластик 111-10,0 ГОСТ 25500-82*
Полистирол (ГОСТ 20282-86*) марки 151, неокрашенный, поверхностно обработанный, первого сорта	ПСМ-151 «С» первый сорт ГОСТ 20282-86*
Текстолит электротехнический листовой (ГОСТ 2910-74*) марки А толщиной 10 мм	Текстолит А-10,0 ГОСТ 2910-74*
Гетинакс электротехнический листовой (ГОСТ 2718-74*) марки V-1 толщиной 12 мм	Гетинакс V-1 12,0 ГОСТ 2718-74*
Фольгированный стеклотекстолит (ГОСТ 10316-78*) для печатных плат высшего сорта, толщиной 1,5 мм, облицованный с двух сторон медной электролитической гальваностойкой фольгой толщиной 35 мкм	СФ-2-35Г-1,5 в.с. ГОСТ 10316-78*
Фибра (ГОСТ 14613-83*) марки ФЭ (электротехническая), первого сорта, толщиной 0,60 мм, в листах, черного цвета	Фибра ФЭ лист 0,6 1 с, черная ГОСТ 14613-83*
Слюда обрезная мусковит (ГОСТ 13753-86*) марки СМОЩ (слюда обрезная мусковит для щеткодержателей) длиной 100 мм, шириной 50 мм	Слюда СМОЩ 100×50 ГОСТ 13753-86*
Магнитотвердый литой материал (ГОСТ 17809-72*) марки ЮНД К35Т5БА	Сплав ЮНД К35Т5БА ГОСТ 17809-72*
Магнитотвердый печенный материал (ГОСТ 21559-76*) марки КС37	Материал КС37 ГОСТ 21559-76*

3.3. Спецификация и сборочный чертёж

Спецификация и сборочный чертёж изделия относятся к рабочей конструкторской документации. Эта документация разрабатывается после выполнения чертежа общего вида и чертежей деталей.

Основным конструкторским документом для сборочной единицы, комплекса и комплекта по ГОСТ 2.102-68* является спецификация, которая представляет собой перечень составных частей и конструкторских документов для конкретного изделия. Необходимость спецификации как самостоятельного конструкторского документа обусловлена потребностями изготовления, комплек-

тования конструкторских документов, планирования запуска изделий в производство.

Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2.106-96. Спецификацию составляют на листах формата А4 по форме, приведенной на рис. 3.32.

В спецификацию вносят составные части, входящие в изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к изделию в целом и его составным частям.

В общем случае спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные

Формат Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
<u>Документация</u>					
A1		АБВГ.303212.005 СБ	Сборочный чертеж		
A1		АБВГ.303212.005 ВО	Чертеж общего вида		
A2		АБВГ.303212.005 ГЧ	Габаритный чертеж		
<u>Сборочные единицы</u>					
A3	1	АБВГ.303711.005	Шестерня	1	m = 1 z = 37
A1	3	АБВГ.521721.003	Электродвигатель	1	N = 0,18 кВт n = 1500 об/мин
		4ААМ56УЗ			
<u>Детали</u>					
A4	3	АБВГ.711141.005	Втулка	1	
A4	4	АБВГ.711142.005	Прокладка регулировочная	1	
A4	5	АБВГ.711352.005	Крышка подшипника	1	
A3	6	АБВГ.715423.005	Вал	1	
A4	7	АБВГ.715715.005	Маслоуказатель	1	
A3	8	АБВГ.721251.005	Колесо зубчатое	1	
A3	9	АБВГ.725616.005	Крышка корпуса	1	
A2	10	АБВГ.731245.005	Корпус	1	
A4	11	АБВГ.753125.002	Пробка	1	m = 1 z = 123
A4	12	АБВГ.753126.003	Пробка-отдушина	1	
A4	13	АБВГ.754152.002	Прокладка	1	
A4	14	АБВГ.754153.002	Прокладка	2	
АБВГ.303212.005					
Мотор-редуктор					
ЕКА					

Рис. 3.33. Спецификация изделия «Мотор-редуктор»

онной характеристикой является сочетание 521721. В такой же последовательности вписаны в спецификацию детали. Детали с одинаковой классификационной характеристикой рекомендуется записывать в соответствии с порядковым номером (рис. 3.35, поз. 6—9).

Если в разделы «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» входят изделия, разработанные различными организациями, то запись изделий производят в алфавитном порядке сочетания начальных знаков (букв) индексов организаций-разработчиков, а далее

Формат Зона		Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
Перв. прим.	А4	15	АБВГ.754154.002	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
				Винты		
		16		А.МЗ-6g×5.48 ГОСТ 1476-84	1	
		17		А.М6-6g×12.48 ГОСТ 1491-80	10	
Справ. №		18		Гайка М8-6Н5 ГОСТ 15521-70	4	
		19		Шайба 8/Л65Г ГОСТ 6402-70	4	
		20		Шпилька М8-6g×20,48		
				ГОСТ 22034-76	4	
				Шпонки ГОСТ 23360-78		
		21		4×4×16	1	
		22		4×4×20	2	
		23		Кольцо 1А12 ГОСТ 13940-86	1	
		24		Кольцо 1А40 ГОСТ 13941-86	1	
		25		Манжета 1.1-14×30-1		
Подп. и дата				ГОСТ 8752-79	1	
		26		Подшипник 203		
				ГОСТ 8338-75	1	
				Материалы		
Инв. № дубл.						
Инв. №		27		Масло индустриальное		
				И-70А ГОСТ 20799-88	0,07л	
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> АБВГ.303212.005 Лист 2 </div>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал _____ Формат А4

Рис. 3.34. Спецификация изделия «Мотор-редуктор» (окончание)

в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

Изделия, примененные по межгосударственным, государственным, отраслевым стандартам, а также по стандартам предприятий, относят к «Стандартным изделиям» (см. рис. 3.34).

Стандартными изделиями чаще всего являются подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия и т.п. В спецификацию вначале вписывают изделия по межгосударственным, государственным стандартам, отраслевым и стандартам предприятий (рис. 3.36 поз. 19—22).

Перв. прим.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.	
					<u>Документация</u>			
	A1			АБВГ.411237.037 СБ	Сборочный чертеж			
	A1			АБВГ.411237.034 ЭЗ	Схема электрическая			
					принципиальная			
	A4			АБВГ.411237.034 ПЭЗ	Перечень элементов			
	A4			АБВГ.411237.034 ТЭЗ	Таблица соединений			
	A3			АБВГ.411237.034 ВП	Ведомость покупных изделий			
					<u>Сборочные единицы</u>			
Справ. №								
	A4	1		АБВГ.301234.034	Шасси	1		
	A4	2		АБВГ.418115.034	Плата ПЛ1	1		
	A4	3		АБВГ.418119.034	Плата ПЛ2	1		
	A4	4		АБВГ.418131.034	Плата ПЛ3	1		
	A4	5		АБВГ.418132.034	Плата ПЛ4	1		
					<u>Детали</u>			
Взам. инв. №	A4	6		АБВГ.745156.003	Лепесток ЛЗ	2		
	A4	7		АБВГ.745156.005	Лепесток Л5	1		
	A4	8		АБВГ.755411.007	Стекло СТ7	1		
	A4	9		АБВГ.755411.008	Стекло СТ8	1		
Подп. и дата								
Инв. № табл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.411237.037		
	Разраб.					Прибор СП-4		
	Проб.							
	Н. контр.							
	Учб.							

Копировал
Формат А4

Рис. 3.35. Спецификация изделия «Прибор СП-4»

В пределах каждой категории стандартов изделия объединяют в группы по функциональному признаку. Обычно вначале записывают крепежные детали: болты, винты, гайки, шпильки, шпонки и т.д. (в порядке алфавита), в пределах каждого наименования — по возрастанию обозначения стандарта, а внутри

одного стандарта — по возрастанию основных параметров или размеров изделия (рис. 3.34, поз. 16—22, рис. 3.36, поз. 10—18).

Раздел «Прочие изделия» содержит изделия, примененные по техническим условиям. Запись изделий производится по однородным группам. Дальнейший

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
Перв. прим			Стандартные изделия		
			Винты ГОСТ 1491-80		
	10		В.М2,5-6g×6,36.016	4	
	11		В.М3-6g×8,36.016	22	
	12		В.М3-6g×10,36.016	2	
	13		Гайка М3-6Н.5.016		
			ГОСТ 5927-70	24	
	14		Заклепка 2×8.37.10		
			ГОСТ 10299-80	2	
			Шайбы ГОСТ 6402-70		
Справ №	15		2,5.65Г 01.9	4	
	16		3.65Г 01.9	24	
			Шайбы ГОСТ 11371-78		
	17		2,5.04.016	4	
	18		3.04.016	24	
			Гнезда ГОСТ 24733-81		
	19		Г 1,6 б	3	ХЗ,Х4,Х6
	20		Г 1,6 ч	2	Х5,Х7
	21		Планка ОСТ ...	1	
	22		Стойка ОСТ ...	2	П5,П6
Взак. инд №			Прочие изделия		
	23		Конденсатор ... ТУ	1	С1
	24		Тумблер декоративный		
			... ТУ	2	С1,С3
Инд. №подл.					
Изм. / Лист				АБВГ.411237.037	
№ докум.				Лист	
Подп.				2	
Дата				Копировал	
				Формат А4	

Рис. 3.36. Спецификация изделия «Прибор СП-4» (продолжение)

порядок записи аналогичен порядку записи стандартных деталей. В спецификациях на электротехнические изделия порядок записи прочих изделий может быть определен порядком их записи в перечне электрической схемы. На рис. 3.36 и 3.37 изделия поз. 23—27 расположены в соответствии с их обо-

значениями по латинскому алфавиту (см. графу «Примечание»).

В раздел «Материалы» вносят материалы, непосредственно входящие в изделие, такие, как кабели, провода, шнуры, нефтепродукты, лаки, краски и т. п. (см. рис. 3.34, 3.37). Порядок записи материалов определен ГОСТ 2.106-96.

лия» и «Материалы» графу не заполняют;

д) в графе «Наименование» указывают наименование изделия в соответствии с основной надписью на конструкторских документах этих изделий. Для стандартных, прочих изделий и материалов к наименованию добавляются обозначения в соответствии со стандартами и техническими условиями. В разделе «Документация» записывают только наименование документа на данное специфицируемое изделие: «Сборочный чертеж», «Габаритный чертеж».

После каждого раздела спецификации следует оставить несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать и номера позиций.

Сборочный чертеж является документом, на котором приводятся сведения, необходимые для изготовления (сборки) сборочной единицы.

В общем случае сборочный чертеж должен содержать (ГОСТ 2.109-73*):

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность сборки и контроля сборочной единицы;

б) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или контролированы по данному сборочному чертежу;

в) указания о характере сопряжений и методах его осуществления;

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие, в точном соответствии со спецификацией на данное изделие;

д) габаритные размеры изделия;

е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

ж) при необходимости техническую характеристику и координаты центра масс.

В качестве примера на рис. 3.38 приведен сборочный чертеж изделия «Мотор-редуктор». Чертеж содержит изображение конструкции, которое дает представление о взаимном расположении и соединении составных частей и является достаточным для проведения сборки этого изделия.

На чертеже приведены размеры и предельные отклонения, которые должны быть выдержаны по данному чертежу. Имеются указания о посадках цилиндрических деталей, которые выполняются в процессе сборки.

Номера позиций составных частей приводятся в точном соответствии со спецификацией на данное изделие (см. рис. 3.33, 3.34). Правила нанесения номеров позиций см. в § 3.1.

Полная проработка конструкции мотор-редуктора выполнена на чертеже общего вида (см. рис. 3.1).

Установочные, габаритные и присоединительные размеры изделия показаны на габаритном чертеже (рис. 3.39), который предназначен для того, чтобы дать исчерпывающую информацию о внешних очертаниях предмета. Установочные и присоединительные размеры изделия на габаритном чертеже должны быть указаны с предельными отклонениями. На габаритном чертеже не приводят надпись, что все размеры являются справочными.

Изображение на сборочных чертежах следует выполнять с упрощениями по ГОСТ 2.109-73* и другим стандартам ЕСКД. Изображения различных видов соединений, типовых деталей и узлов выполняются по правилам, изложенным в § 3.1. Допускается изображать нерассеченными составные части, на которые оформляются самостоятельные сборочные чертежи. Типовые, покупные и другие широко применяемые изделия допускается изображать внешними очертаниями (см. рис. 3.38). Сварное, паяное, клееное и тому подобное изделие из однородного материала

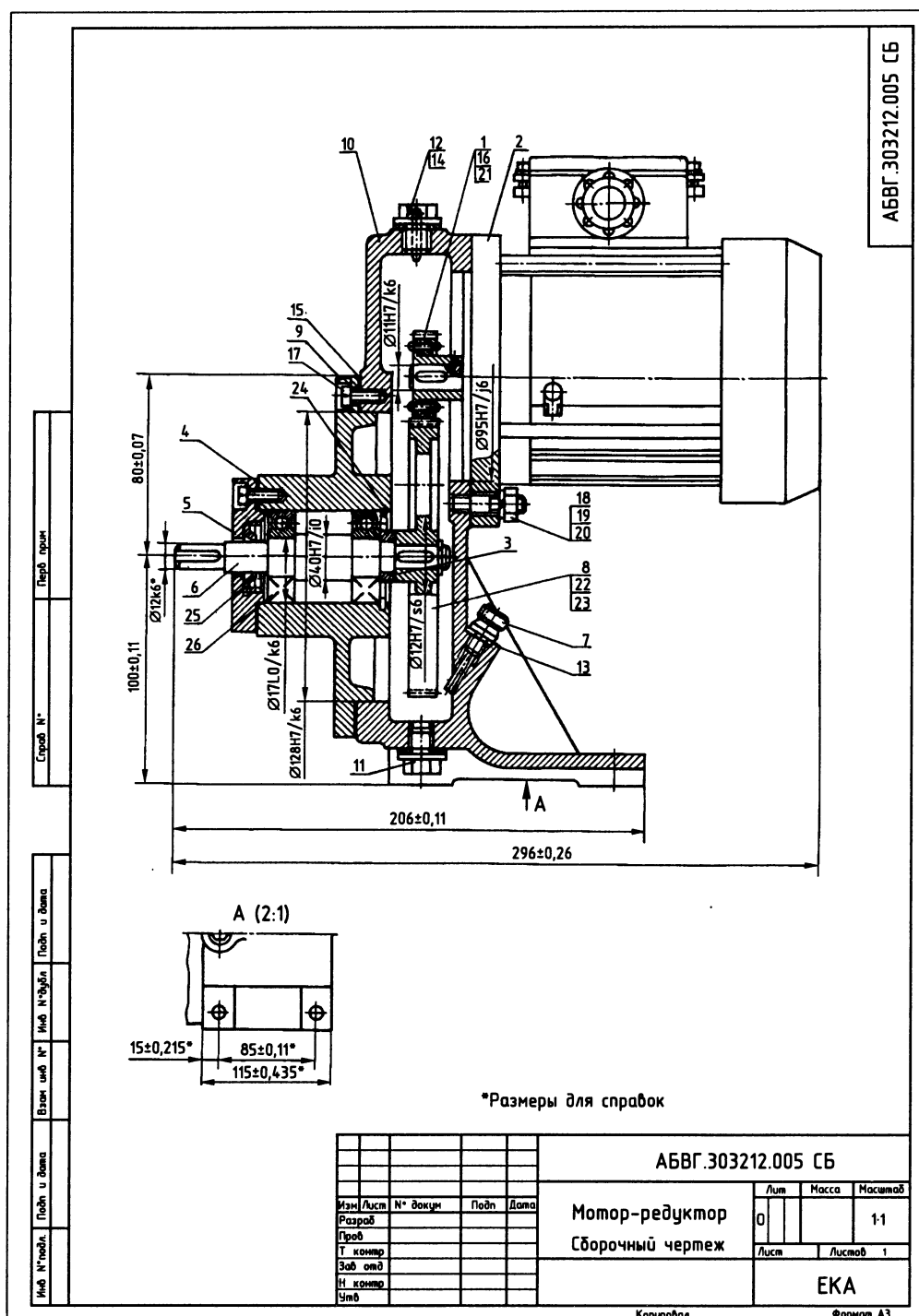


Рис. 3.38. Оформление сборочного чертежа

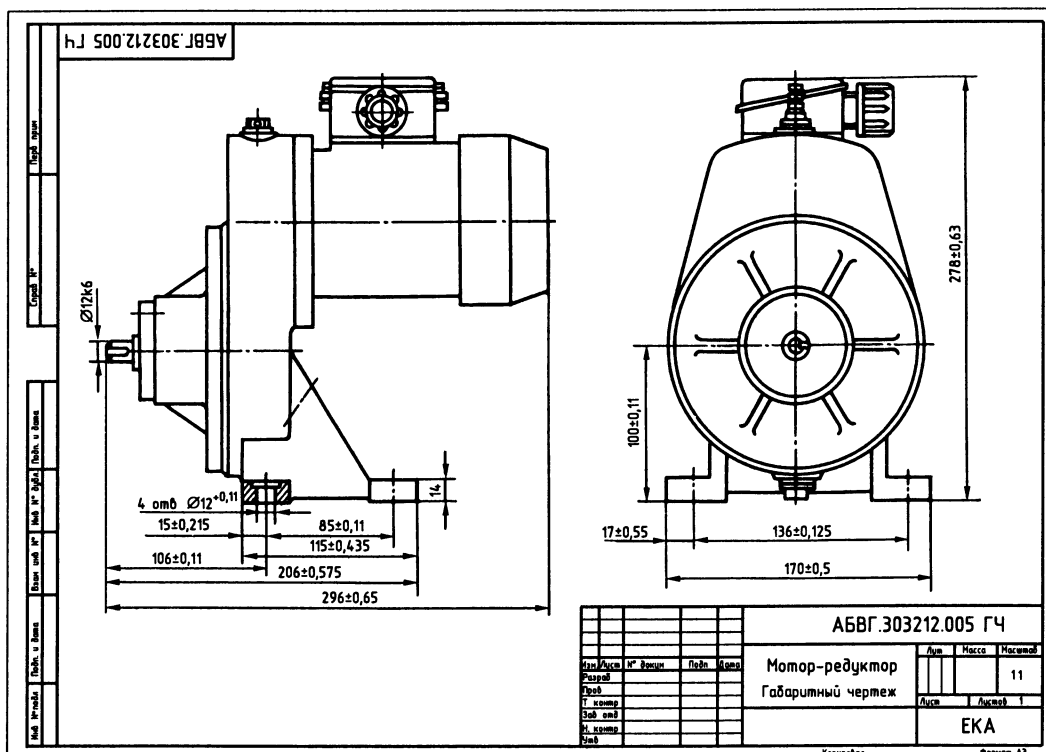


Рис. 3.39. Оформление габаритного чертежа

в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между двумя изделиями сплошными основными линиями (рис. 3.40).

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4, при этом спецификацию располагают ниже графического изображения изделия и заполняют ее в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную как самостоятельный конструкторский документ (рис. 3.41). Такому совмещенному конструкторскому документу присваивается обозначение основного конструкторского документа.

На чертежах сборочных единиц, изготавливаемых наплавкой металла или сплава на деталь, заливкой поверхно-

стей детали пластмассой, резиной и т.п., наносят размеры окончательно готовой сборочной единицы и другие данные, необходимые для изготовления и контроля (рис. 3.42). Наплавляемый металл для заливки записывают в спецификацию сборочной единицы в раздел «Материалы» (рис. 3.43).

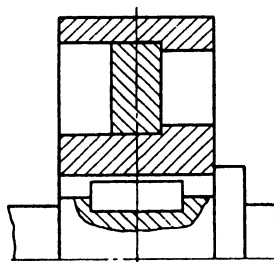


Рис. 3.40. Сварная сборочная единица на сборочном чертеже

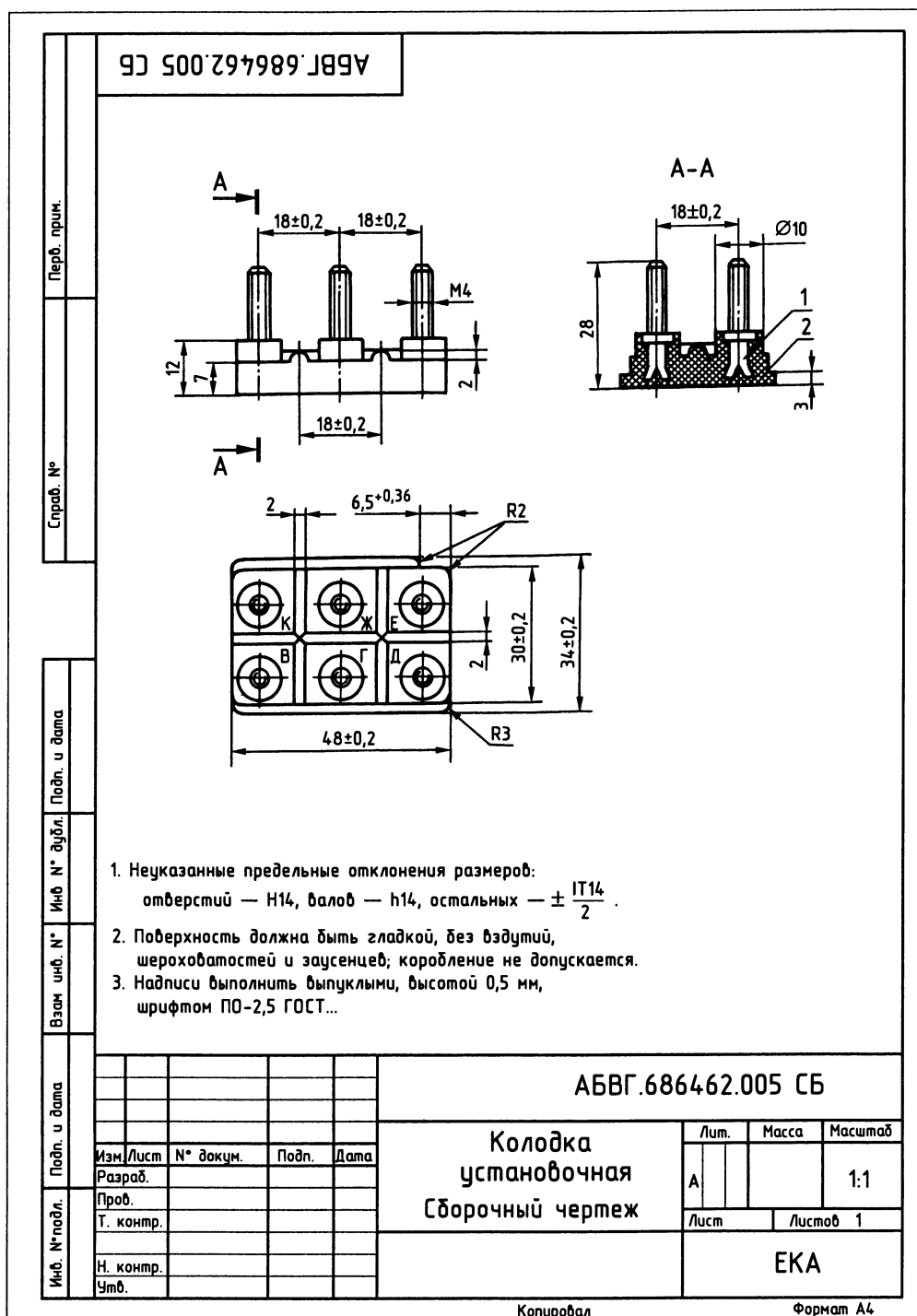


Рис. 3.42. Сборочная единица «Колодка установочная»

Справ. прим.	Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Подп. и дата	Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Изм. №-подл.	Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	

Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата		АБВГ.686462.005					
Разраб.								Колодка установочная					
Проб.													
Н. контр.													
Утв.													
								Лит		Лист		Листов	
												1	
												ЕКА	

Копировал Формат А4

Рис. 3.43. Спецификация сборочной единицы

3.4. Групповые и базовые конструкторские документы

В процессе конструирования и производства промышленной продукции нередки случаи, когда разрабатываются и выпускаются изделия, обладающие общими конструктивными признаками при некоторых различиях между собой.

Под общими конструктивными признаками следует понимать:

а) единство конструкции при различных параметрах (физико-механических, электрических, магнитных и т.п.), материалах, покрытиях;

б) единство конструкции при различных размерах (крепежные детали одинаковой формы с разными размерами);

в) сходство конструкции при различной конфигурации некоторых составных частей и элементов (асинхронные

электродвигатели различных исполнений).

В целях сокращения общего объема конструкторской документации при разработке группы изделий с общими конструктивными признаками следует на такие изделия выполнять общие групповые и базовые конструкторские документы вместо единичных документов на каждое исполнение изделия из этой группы.

Групповой конструкторский документ содержит постоянные данные, отражающие общие конструктивные признаки группы изделий, и переменные данные, характеризующие некоторые различия изделий в этой группе.

Базовый конструкторский документ содержит постоянные сведения об изделии, выпускаемом в нескольких исполнениях. Переменные данные исполне-

ний этого изделия приводятся в документах соответствующих исполнений, которые дополняют базовый документ.

Правила выполнения и обращения групповых и базовых документов устанавливает ГОСТ 2.113-75*.

На групповом чертеже с соблюдением масштаба должно быть изображено основное исполнение (рис. 3.44). Количество изображений (видов, разрезов, сечений) основного исполнения и степень их упрощения должны быть выбраны по общим правилам в зависимости от назначения чертежа.

Все сведения о переменных данных, которые подлежат включению в чертеж согласно его назначению, должны быть приведены в таблице исполнений.

Переменные размеры, не одинаковые для всех исполнений, следует наносить на чертеже буквенными обозначениями, установленными соответствующими стандартами. Конкретные номинальные значения этих размеров и их предельные отклонения следует указывать в таблице исполнений (см. рис. 3.44).

Переменные отклонения формы и расположения поверхностей следует наносить на чертеж и указывать в таблице исполнений подобно переменным размерам.

Переменную шероховатость поверхности, не одинаковую для всех исполнений, следует указывать в таблице исполнений.

В первую графу таблицы исполнений вносятся обозначения исполнений. Обозначение исполнения состоит из базового обозначения и порядкового номера исполнения. Порядковый номер отделяют от базового обозначения знаком дефис, например АБВГ.538644.012-03 (третье исполнение изделия с обозначением АБВГ.538644.012). При групповом способе выполнения документов одно исполнение условно принимается за основное. Такое исполнение должно

иметь только базовое обозначение, без порядкового номера исполнения (рис. 3.44, 3.45).

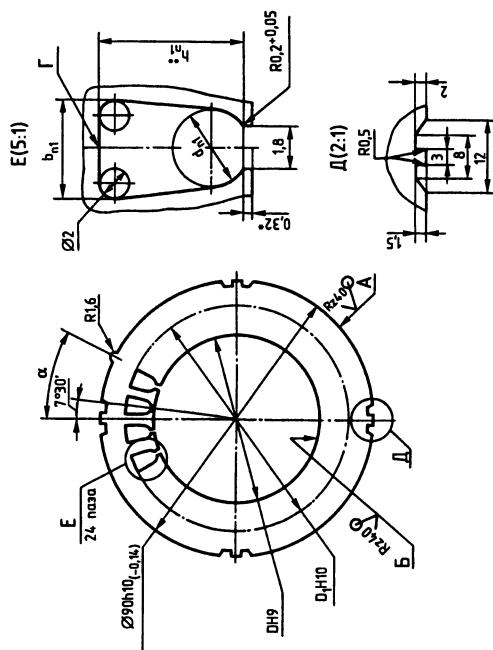
В таблицу исполнений при необходимости вносятся переменные данные не только по размерам, предельным отклонениям, шероховатости, но и физические, электрические, магнитные и другие параметры (рис. 3.45).

Переменные исполнения, которые имеют различия по форме, должны быть показаны на изображениях. Изображения, относящиеся к одному исполнению, следует рассматривать как самостоятельные рисунки с присвоением порядковых номеров: «Рис. 1», «Рис. 2» и т.д. Основное исполнение имеет первый порядковый номер. Под наименованием рисунка, начиная со второго, обязательна запись: «Остальное — см. рис. 1» (рис. 3.46).

Групповую спецификацию по ГОСТ 2.113-75* допускается выполнять в нескольких вариантах. По варианту А после постоянных данных помещают для каждого исполнения отдельный раздел с переменными данными. Такую спецификацию выполняют по правилам ГОСТ 2.106-96 с учетом следующих особенностей: вначале записывают постоянные документы и составные части, а затем под общим заголовком «Переменные данные для исполнений» записывают переменные документы и составные части отдельно для каждого исполнения под его обозначением, записанным в виде заголовка в графе «Наименование» (рис. 3.47, 3.48).

На базовом чертеже следует изображать только постоянные части и указывать необходимые постоянные данные. Переменные составные части при необходимости изображают сплошными тонкими линиями (рис. 3.49). Номера позиций на переменные составные части не наносят. На рис. 3.49 изображена тон-

1. Лист термообработать. После термообработки обеспечить значения $R_{10}/50$ V_{25} — см. табл. Сопротивление оксидной пленки, измеренное по ГОСТ 12119.8-98, менее $10 \text{ м} \cdot \text{см}^2$ для 90 % точек измерений.
2. *Размер для справок.
3. Указанные предельные отклонения размеров:
$$\begin{matrix} \text{IT14} \\ \text{отверстий} — H12, \text{ валов} — h12, \text{ остальных} \pm \frac{2}{2} \end{matrix}$$
4. Предельные отклонения размеров паза — H10.
5. Допускаемое отклонение угла между двумя лобами паза $\pm 2^\circ$.
6. Допускаемое отклонение угла между двумя лобами высеками $\pm 15^\circ$.
7. Допускаемое значение заусенца по высоте 0,05 мм.
8. Допускаемое смещение оси высеки под сварку относительно оси зуба не более $\pm 25^\circ$.
9. Несоосность поверхности А относительно поверхности В не более 0,04 мм.
10. Угол расположения технологического знака α выбирается при изготовлении штампа с соблюдением требования по размещению паза против зуба. Предельные отклонения угла $\alpha \pm 15^\circ$.
11. Г — точка касания окружности диаметром D_f .
12. **Размер обеспеч. инстр.
13. Лист исполнения АBBG.757221.002-02 термообработать по инструкции ...



Обозначение	Число по- ля- сов	Размеры, мм					Р _н /50 Вн/к2	В ₂₅ Т _н	Материал	Масса, кг
		□	D ₁	b ₃	d ₁	h _{н1}				
АВВ7.757221 002	2	4,8-0,061	64,6-0,2	5,8	4,5	7,98	2,8	1,66	Лента 05-95-А-2-610 6П-А-2013	0,0150
-01	4	55-0,074	64,6-0,2	5,8	4,8	9,78	1,6	1,66	ГОСТ 21427-2-83 л _н ст	0,0108
-02	8								0,35-Н-2-Н1-1411 ГОСТ 21427-3-75	0,0078

[illegible]

Рис. 3.44. Оформление группового чертежа детали

Перв. прим.

АБВГ.685441.007 СБ

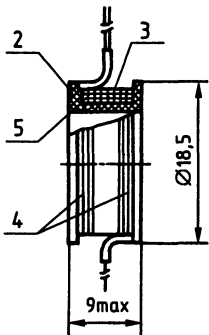
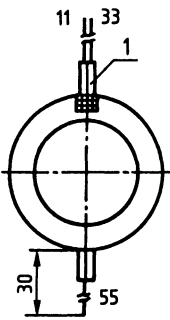




Схема обмотки



Обозначение	Номер вывода	Данные обмоток	
		Число витков	Сопротивление при 20 °С, Ом, не более
АБВГ.685441.007	11, 33	312	
	11, 55	1585	216
-01	11, 33	460	
	11, 55	1585	216
-02	11, 33	321	
	11, 55	1538	210
-03	11, 33	475	
	11, 55	1538	210
-04	11, 33	314	
	11, 55	1777	305
-05	11, 33	404	
	11, 55	1209	141

1. Намотку и проверку катушки производить в соответствии с таблицей. Обмотка открытая, многослойная двнабал.

2. Нумерация выводов показана условно.

Инф. №

Взам. инф. №

Инф. № дубл.

Подп. и дата

Инф. № подл.

Подп. и дата

АБВГ.685441.007 СБ

Катушка

Сборочный чертеж

Лит.	Масса	Масштаб
Лист	Листов 1	

ЕКА

Копировал
Формат А4

Рис. 3.45. Оформление группового сборочного чертежа

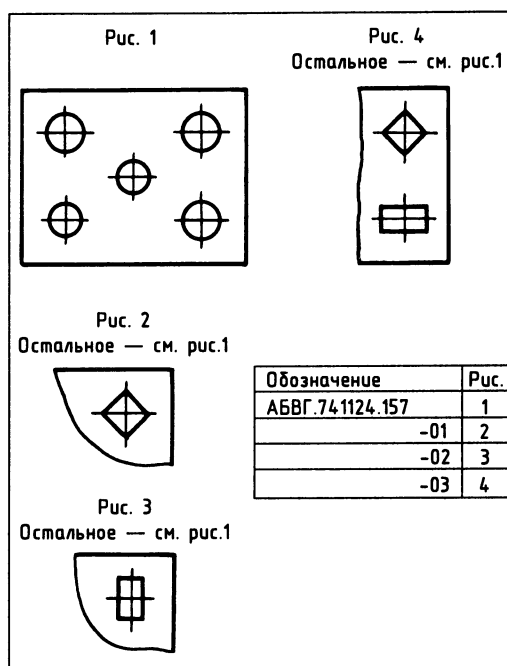


Рис. 3.46. Изображение исполнений на групповом чертеже

кими линиями и условно обозначена поз. 8 — переменная часть изделия.

Необходимость обозначения переменной части номером позиции объясняется тем, что в технических требованиях базового чертежа дано постоянное для всех исполнений указание о сборочной операции (пайка). В базовую спецификацию (рис. 3.50) сборочная единица поз. 8 не внесена, так как она является переменной частью.

Над основной надписью базового чертежа должна быть запись «Остальное — см. чертеж исполнений» без указания обозначения чертежа исполнения.

Базовую спецификацию следует выполнять по общим правилам по ГОСТ 2.106-96.

В базовую спецификацию вначале вносятся документы, относящиеся к постоянным составным частям изделия.

Документы, относящиеся к переменным частям изделия записываются в другой документ — спецификацию исполнений. При этом в конце базовой спецификации должна быть запись «Остальное — см. спецификацию исполнения» без указания ее обозначения (см. рис. 3.50).

На все переменные части, относящиеся к изделию, изображенному на базовом чертеже, выпускаются чертежи исполнений и спецификаций исполнений, если переменная часть представляет собой сборочную единицу.

Чертежи и спецификации исполнений выполняются по общим правилам ЕСКД. Над основной надписью чертежа исполнения должна быть ссылка на базовый документ по типу «Остальное — см. АБВГ. XXXXXX. XXXСБ».

В спецификацию исполнения на правах составной части изделия вносится базовая спецификация. Нумерация позиций для других составных частей является продолжением нумерации позиций по базовой спецификации.

Формат Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Прим.																																								
Перф. прим.																																													
				<u>Документация</u>																																									
	A3		АБВГ.685441.007 СБ	Сборочный чертеж																																									
				<u>Детали</u>																																									
	A4	1	АБВГ.723111.007	Трубка	1																																								
	A4	2	АБВГ.757542.007	Каркас	1																																								
				<u>Материалы</u>																																									
Спроб. №																																													
		3		Бумага КТ-05 0,05																																									
				ГОСТ ...																																									
				8x120	1																																								
		4		Шелк швейный № 65																																									
				ГОСТ ...	2,4м																																								
				<u>Переменные данные для исполнений</u>																																									
				<u>АБВГ.685441.007</u>																																									
Взам. инф. №																																													
				<u>Материалы</u>																																									
		5		Провод ПЭВ-2 0,09																																									
				ГОСТ ...	4,5г																																								
Подп. и дата																																													
Инф. №-табл.																																													
<table border="1"> <tr> <td>Изм</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. контр</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб					Проб.					Н. контр					Утв					<table border="1"> <tr> <td colspan="3">АБВГ.685441.007</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Катушка</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="3">ЕКА</td> </tr> </table>	АБВГ.685441.007			Катушка			Лист	Лист	Листов		1	2	ЕКА		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																									
Разраб																																													
Проб.																																													
Н. контр																																													
Утв																																													
АБВГ.685441.007																																													
Катушка																																													
Лист	Лист	Листов																																											
	1	2																																											
ЕКА																																													
Копировал					Формат А4																																								

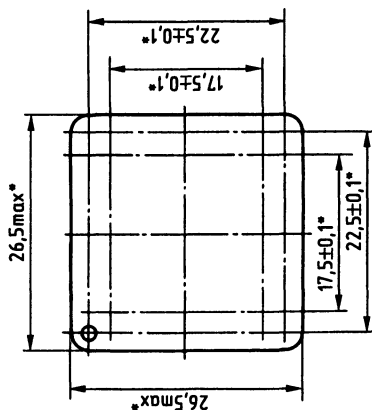
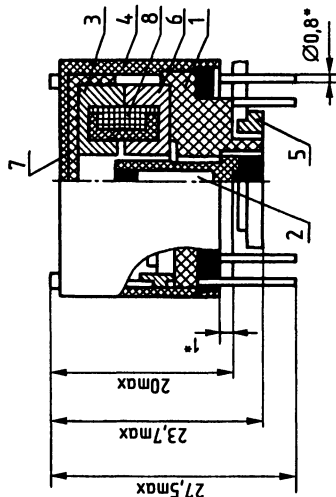
Рис. 3.47. Оформление групповой спецификации

Формат		Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
Зона	Поз						
Перф. прим.					АБВГ.685441.007-01		
					Материалы		
		5			Провод ПЗВ-20,09		
					ГОСТ ...	4,5z	
					АБВГ.685441.007-02		
					(то же, как для АБВГ.685441.007)		
					АБВГ.685441.007-03		
Сград. №					Материалы		
		5			Провод ПЗВ-20,08		
					ГОСТ ...	4,5z	
					АБВГ.685441.007-04		
					Материалы		
		5			Провод ПЗВ-20,09		
					ГОСТ ...	4,5z	
Взам. инв. №							
					АБВГ.685441.007-05		
					Материалы		
		5			Провод ПЗВ-20,07		
					ГОСТ ...	4,5z	
Подп. и дата							
		5			Провод ПЗВ-20,07		
					ГОСТ ...	4,5z	
Инв. № подл.							
АБВГ.685441.007						Лист	
						2	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Копировал Формат А4

Рис. 3.48. Оформление групповой спецификации (окончание)

АБВГ.685481.007 СБ



1. *Размеры для справок.
2. Выбоды катушки поз. 8 паять к выбодам основания поз.1 ПОС 40 ГОСТ ...
3. Индуктивность и добротность измерить мостом типа ... или подобным прибором с аналогичными параметрами.
4. Катушки индуктивности настроить в контуре, подстроечник после настройки залить.
5. Маркировать шифр катушки индуктивности, дату изготовления краской МКЭЧ и нанести клеймо ОТК на любой боковой поверхности.
6. Шрифт 3,5 по ГОСТ 2.304-81*
6. Поз. 8 показана условно.

Остальное — см. чертеж исполнений.

АБВГ.685481.007 СБ									
						Лист		Масса	Настоящий
									2:1
						Лист		Листов	1
								ЕКА	

Формат А3

Копиробол

Рис. 3.49. Оформление базового сборочного чертежа

Перв. прим.		Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
						<u>Документация</u>		
		A3			АБВГ.685481.007 СБ	Сборочный чертеж		
						<u>Сборочные единицы</u>		
		A3	1		АБВГ.685711.007	Основание	1	
		A3	2		АБВГ.685821.007	Подстроечник	1	
						<u>Детали</u>		
		A4	3		АБВГ.711821.007	Чашка	1	
		A4	4		АБВГ.757617.007	Корпус	1	
		A4	5		АБВГ.758443.007	Гайка	1	
						<u>Прочие изделия</u>		
			6		АБВГ.711121.007	Чашка ... ТУ	1	
						<u>Материалы</u>		
			7			Бумага КТ-0,5 0,05		
						ГОСТ ... 15x15	1	
					Остальное —	см. спецификацию		
					исполнений			
		АБВГ.685481.007						
		Изм	Лист	N° докум	Подп.	Дата		
		Разраб						
		Проб						
		Н. контр						
		Утв						
		Катушка индуктивности Б-22					Лист	Лист
							Листов	1
							ЕКА	

Копировал _____ Формат А4

Рис. 3.50. Оформление базовой спецификации

Глава четвертая

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

4.1. 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).

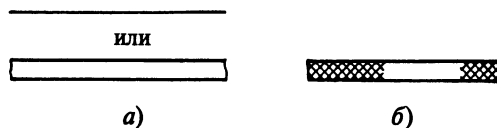


Рис. 4.1. Изображение проводников:

а — неэкранированных; б — экранированных

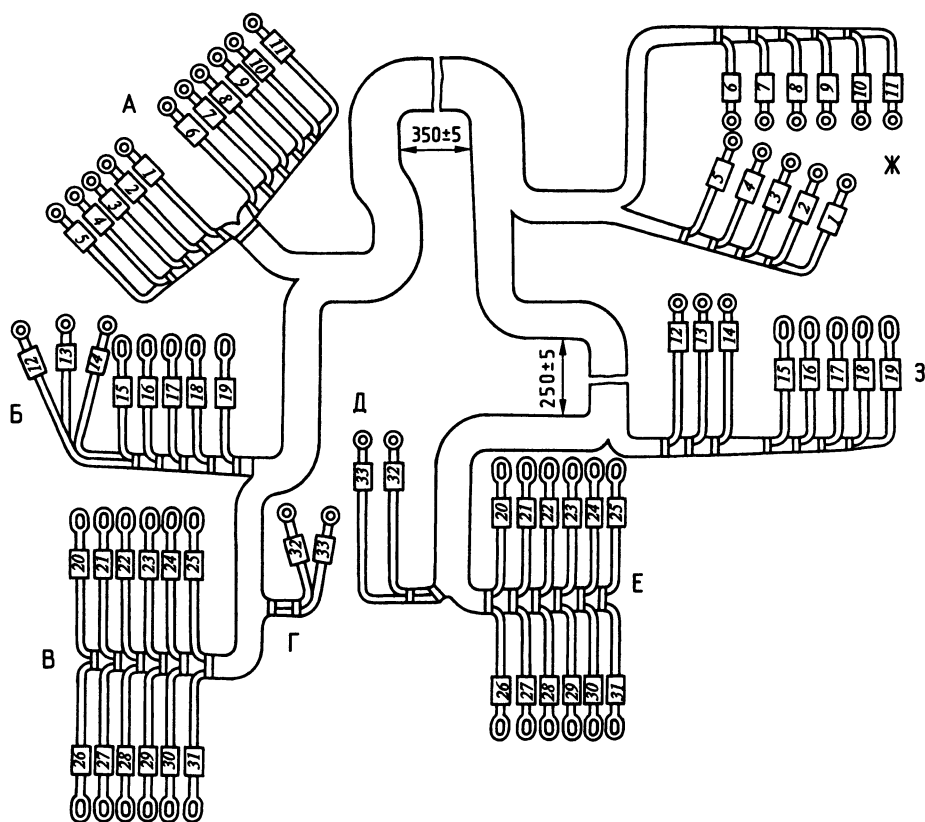


Рис. 4.2. Упрощенное изображение жгута

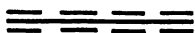


Рис. 4.3. Условное изображение экранированного проводника

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.

На чертеже жгута (кабеля) должны быть помещены сведения о присоединении проводников. Поэтому для каждого проводника указывают цифровое обо-

значение, присвоенное ему на чертеже для электромонтажа или на электрической схеме. Обозначение проводника наносят около обоих концов изображения 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 обозна-

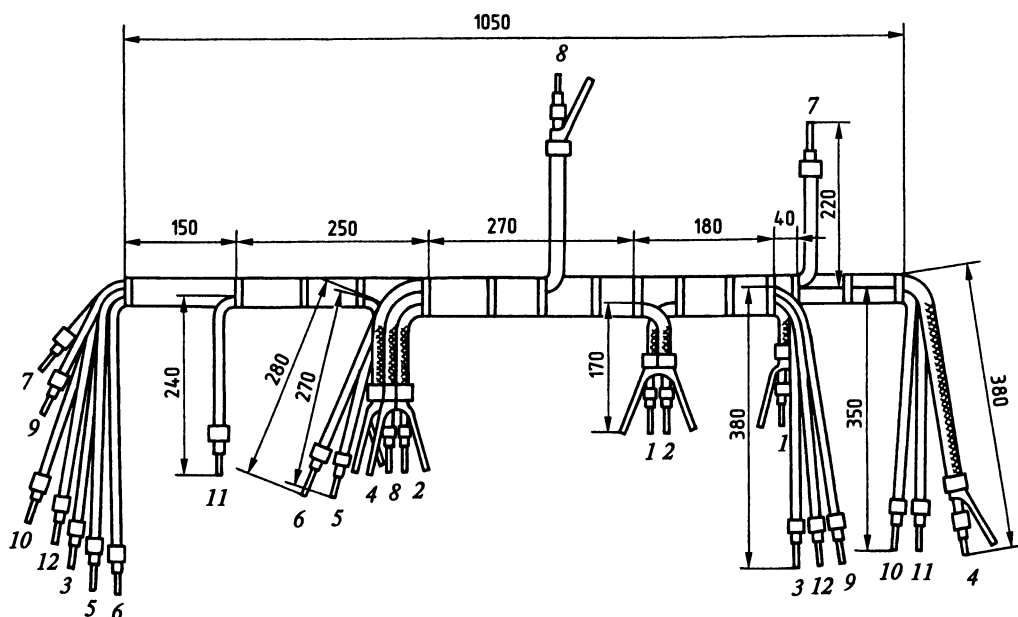


Рис. 4.4. Изображение жгута с размерами и обозначениями проводников

чения, присвоенные этим устройствам на электрической принципиальной схеме или на схеме соединений.

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 ХТ1 ... ХТ4, 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-

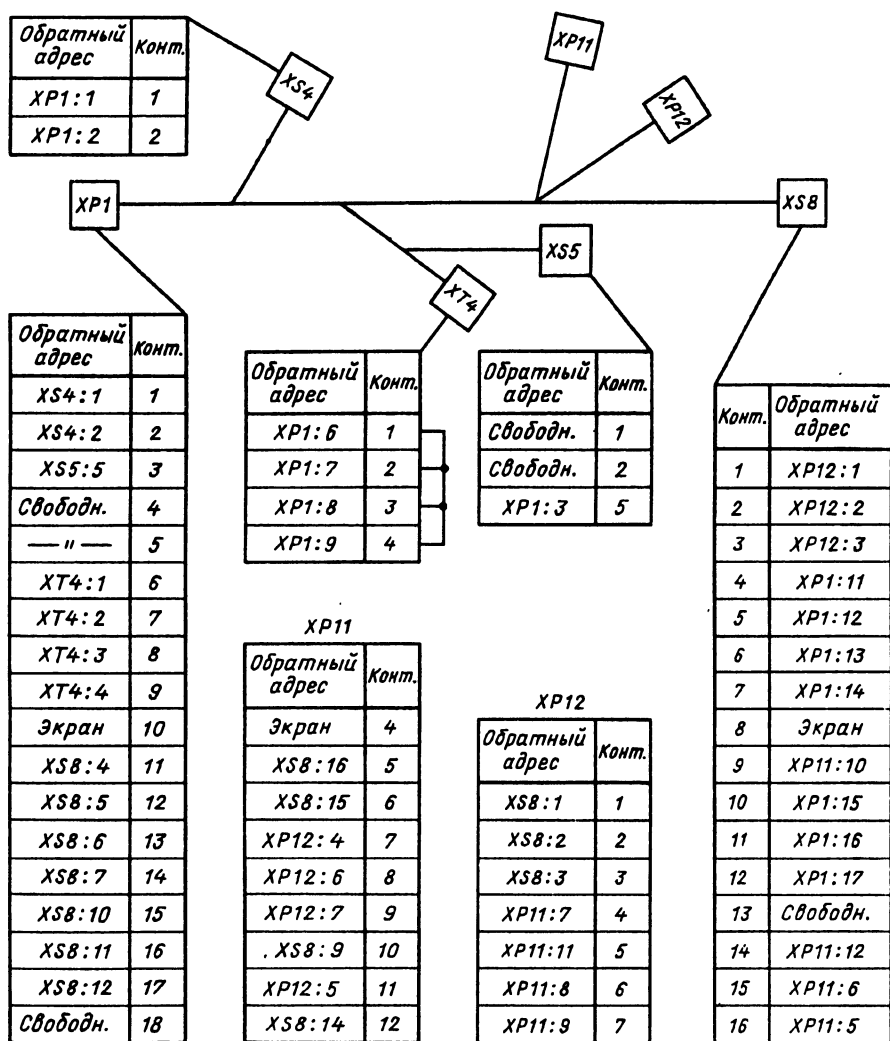


Рис. 4.5. Условное изображение жгута с таблицами для указания присоединения проводников

Проводник	Поз.	Присоединения	Длина	Примечание

Рис. 4.6. Таблица присоединений

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	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ СБ	Лист
						2..3

Копировал Формат А4

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

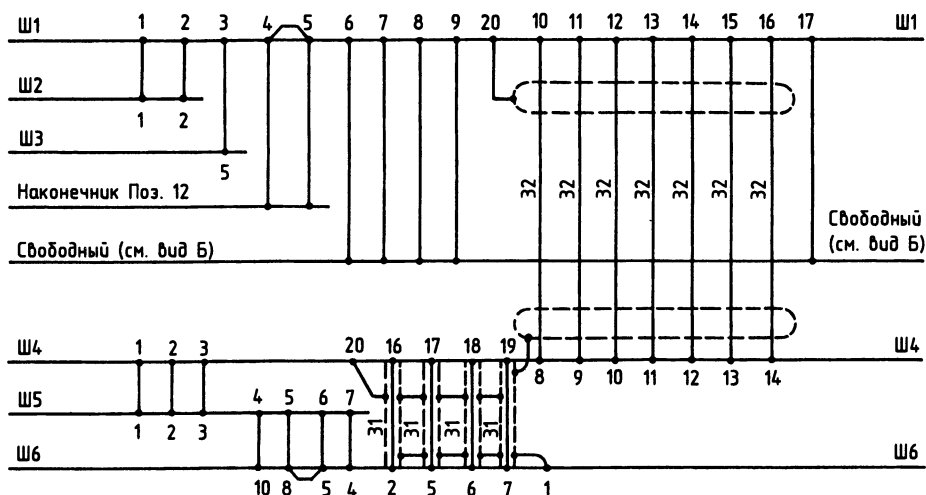


Рис. 4.9. Схема соединений

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

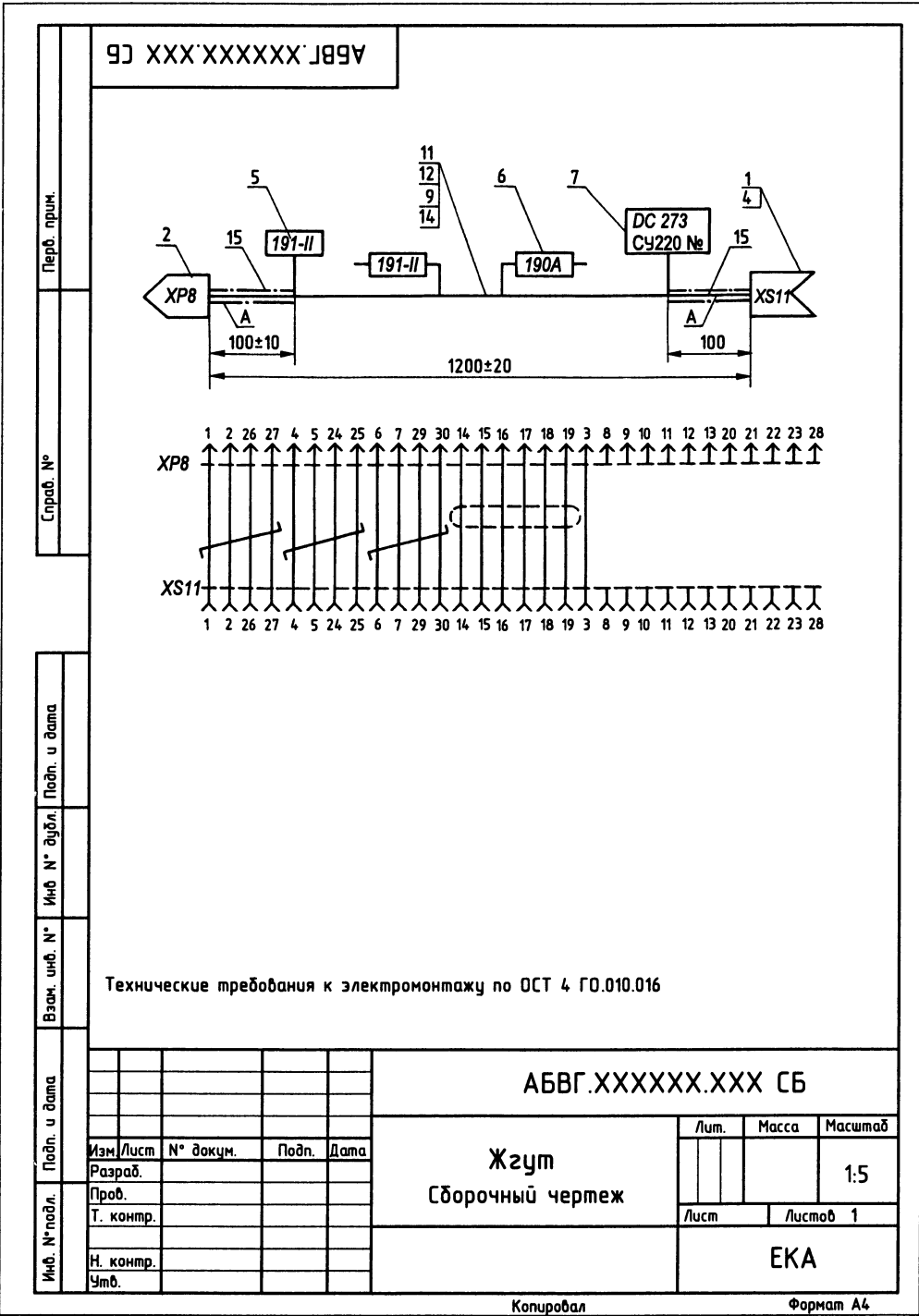


Рис. 4.10. Сборочный чертеж жгута со схемой соединений

Формат Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Прим.
Перв. прим.					
Справ. №					
Подп. и дата					
Инф. № табл.					
Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инф. № табл.					
Изм. Лист					
Разработ					
Проб					
Н. контр					
Учтб					
АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ					
Жгут					
Лист					
Лист					
Листов					
1					
ЕКА					
Копиробал					
Формат А4					

Рис. 4.11. Спецификация сборочного чертеж жгута

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 электромонтажа 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. Технические требования поясняют технологию изготовления жгута.

Связь сборочного чертежа со спецификацией осуществляется через позиционные обозначения. Спецификация (см. рис. 4.11) составлена согласно ГОСТ 2.106-96. Буквенно-цифровые позиционные обозначения, присвоенные соединительным устройствам на электрической принципиальной схеме, приведены в графе «Примечание».

4.2. Чертежи изделий с обмотками и магнитопроводами

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 2.415-68* 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

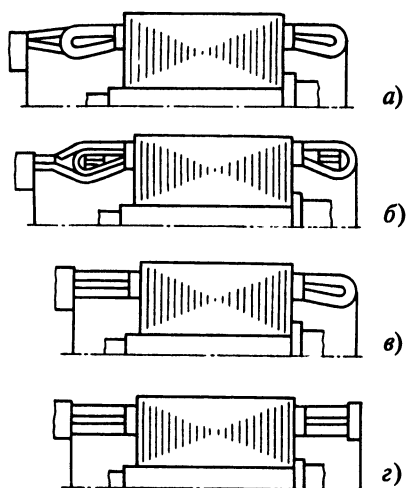


Рис. 4.13. Изображение обмоток ротора в продольном разрезе:

а — многовитковая; *б* — двухвитковая; *в* — одно-
витковая; *г* — стержневая

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 обмо-

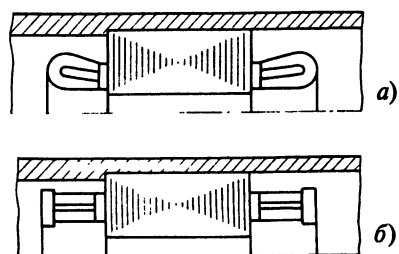


Рис. 4.14. Изображение обмоток статора в продольном разрезе:

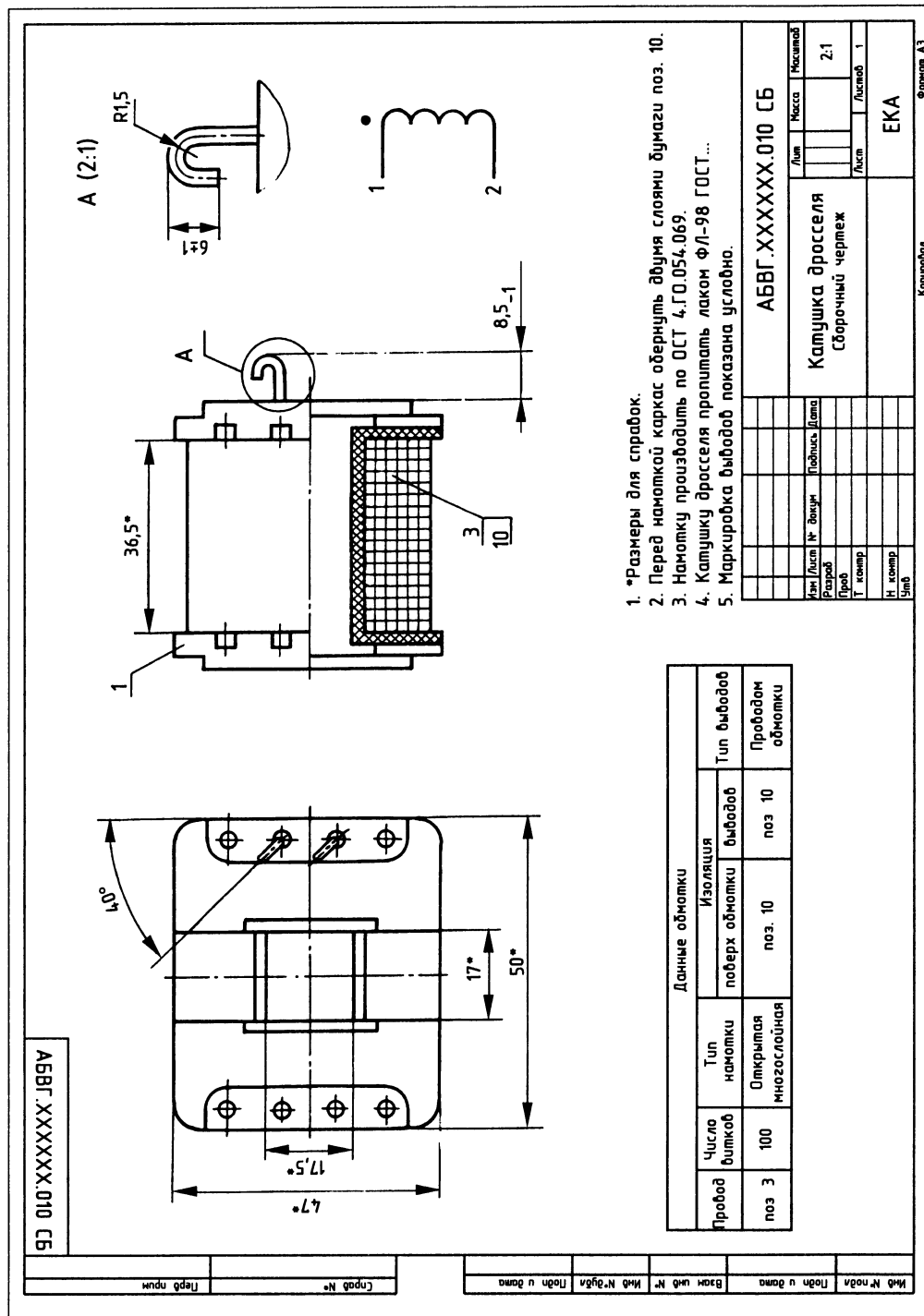
а — многовитковая; *б* — стержневая

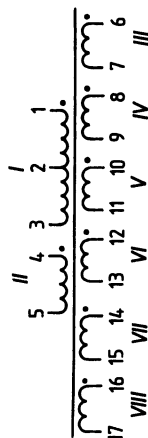
точных данных и технических требованиях чертежа. В технических требованиях или в таблице обмоточных данных помещают также указания о количестве слоев и витков обмотки, изоляции и бандажа и данные об их расположении.

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 изображение 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-





1. Предельное отклонение размера угла между базовым лепестком и любым другим $\pm 1^\circ$.
2. Перед намоткой магнитопровод поз. 1 обернуть одним слоем бумаги поз. 18 по внешнему и внутреннему диаметрам и одним слоем бумаги поз. 19 с перекрытием $1/2$ ширины.
3. Намотку производить по ГОСТ 4,ГО.054.069. Выбоды крепить нитками поз. 28.
4. ПОС 40 ГОСТ...
5. Клей БФ-4 ГОСТ...
5. Перекрывающиеся выбоды изолировать стеклотканью поз. 21.
6. Трансформатор пропитать лаком ФЛ-98 ГОСТ...
7. Маркировка выбодов показана условно.

Данные обмоток							
Номер обмотки	Пробой	Число витков	Тип намотки	Порядок намотки	Изоляция		Тип выводов
					между обмотками	лепестками 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

[illegible]

Копировал

Формат А3

Рис. 4.16. Сборочный чертеж трансформатора

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 магнитопроводов оформляют как рабочий чертеж детали. На рис. 4.17 приведен пример чертежа магнитопровода. Магнитопровод изготовлен из стандартного листового материала, поэтому габаритный размер является справочным и указывается со знаком *.

4.3. 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 платы начинают с нанесения координатной сетки. За основной шаг прямоугольной координатной сетки по ГОСТ 10317-79* 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 печатной плате должны располагаться в узлах координатной сетки. Если из-за конструктивных особенностей навесного элемента этого сделать нельзя, то центры отверстий располагают согласно указаниям чертежа на этот элемент. Такое 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 переходных металлизированных и неметаллизированных отверстий выбирают из ряда (0,2); 0,4; (0,5); 0,6; (0,7); 0,8; (0,9); 1,0; (1,2); 1,3; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; (2,4); (2,6);

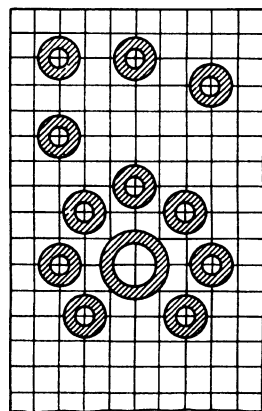


Рис. 4.18. Изображение отверстий

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 $Rz \leq 80$ по ГОСТ 2789-73*. Шероховатость поверхности монтажных и переходных металлизированных отверстий — $Rz \leq 40$.

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

Таблица 4.2

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






Обозначение	Диаметр, мм	Диаметр зенковки, мм	Наличие металлизации	Количество
	$0,6^{+1}$	$1,1^{+0,2} \times 100^\circ$	Есть	28
	$0,8^{+1}$	$1,1^{+0,2} \times 100^\circ$	«	35
	$1,5^{+0,12}$	$2,0^{+0,2} \times 100^\circ$	«	18
	$2,7^{+0,1}$	—	Нет	4
	$3,6^{+0,3}$	—	«	2

Рис. 4.19. Таблица отверстий

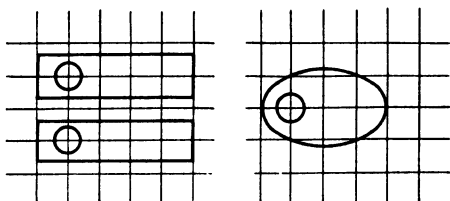


Рис. 4.20. Изображение контактных площадок

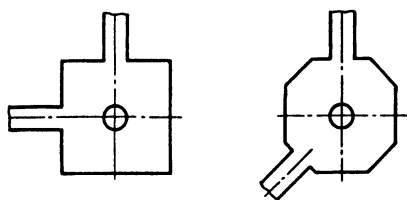


Рис. 4.22. Изображение контактных площадок с проводником

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

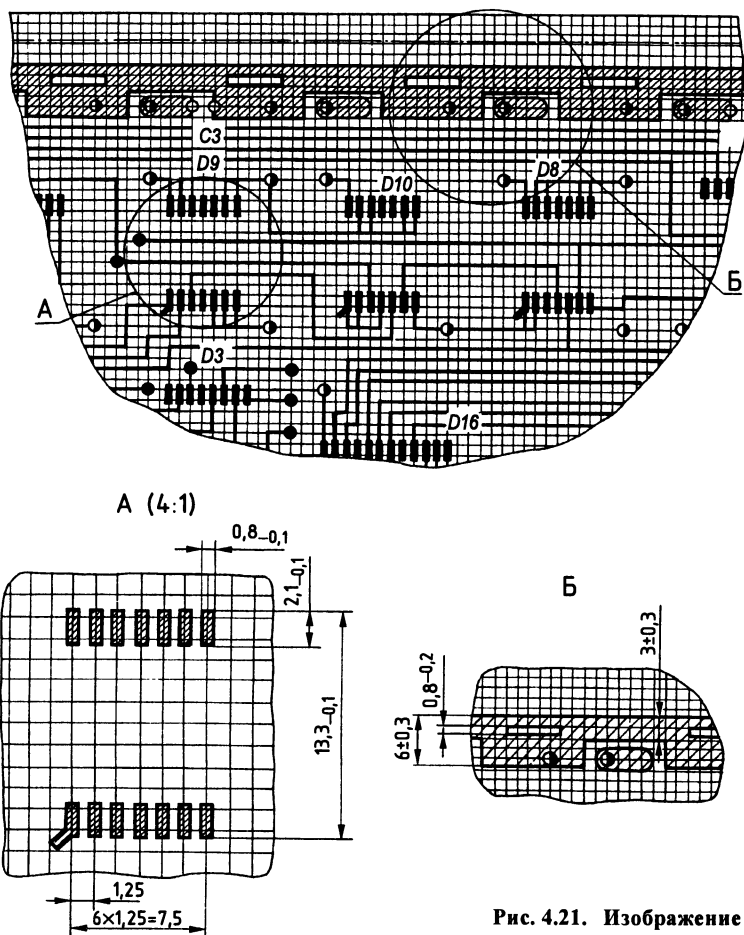


Рис. 4.21. Изображение контактных групп

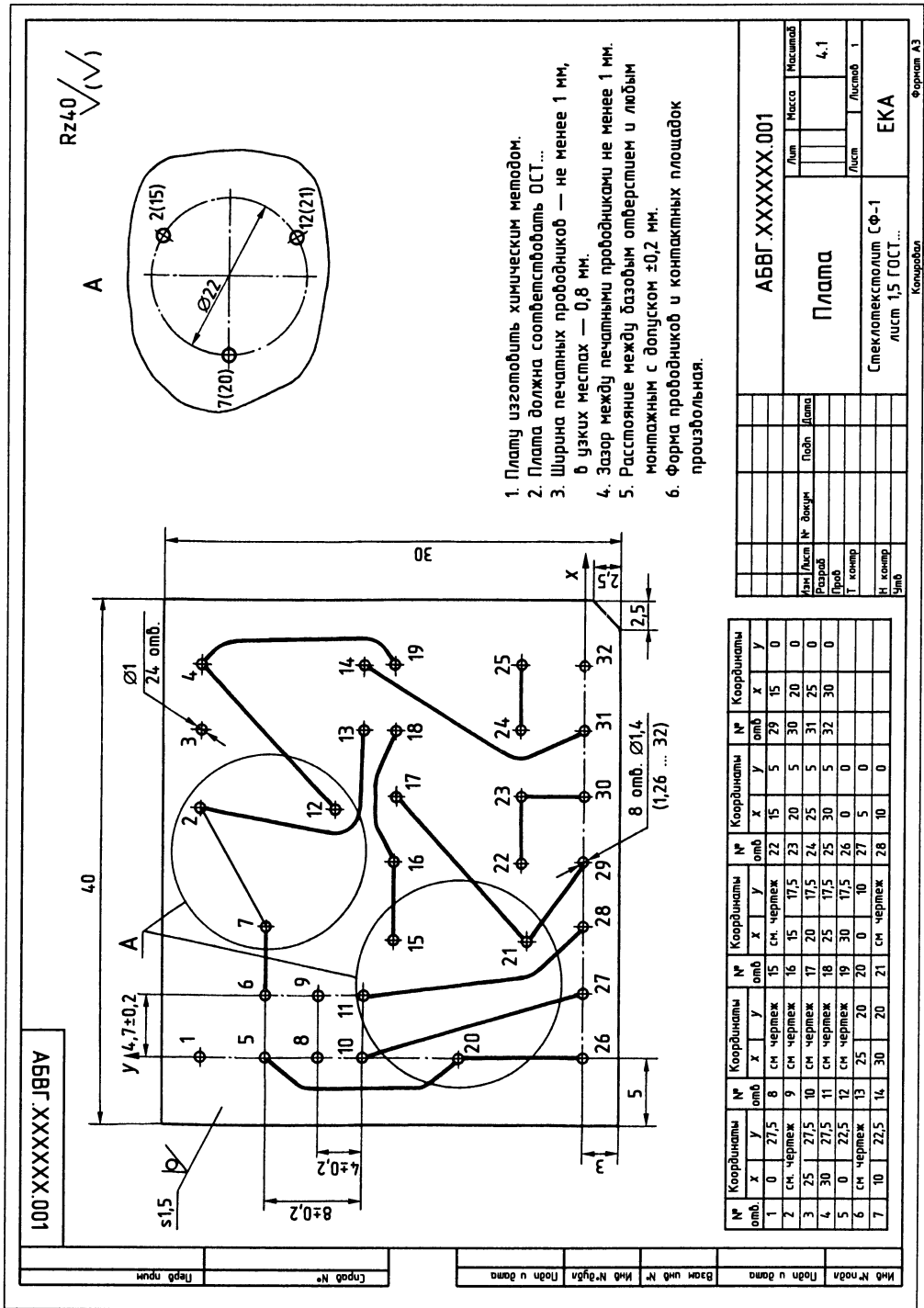


Рис. 4.23. Чертеж печатной платы

АБВГ.ХХХХХХ.001									
Плата									
Стеклотекстолит СФ-1 лист 1,5 ГОСТ...									
ЕКА									

Мф. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № инв.		Мф. № подл.	

№		Координаты		№		Координаты		№		Координаты	
х	у	х	у	х	у	х	у	х	у	х	у
1	0	27,5	8	см	чертеж	15	15	22	15	5	29
2	см	чертеж	9	см	чертеж	16	15	см	чертеж	23	20
3	25	27,5	10	см	чертеж	17	20	17,5	24	25	5
4	30	27,5	11	см	чертеж	18	25	17,5	25	30	5
5	0	22,5	12	см	чертеж	19	30	17,5	26	0	0
6	см	чертеж	13	25	20	20	0	10	27	5	0
7	10	22,5	14	30	20	21	см	чертеж	28	10	0

(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, $b_{\min} = \dots \text{мм}$ ».

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 неметаллизированного 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 провод-

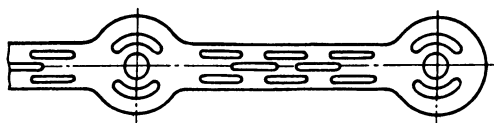


Рис. 4.24. Изображение проводников шириной более 5 мм

ников 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 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 указывают 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

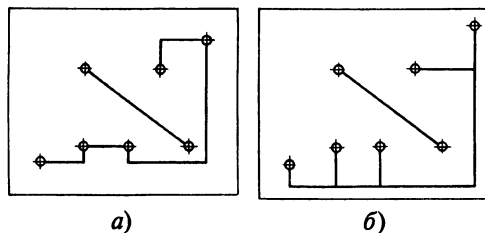


Рис. 4.25. Примеры трассировки печатных проводников:

а — правильное; б — неправильное

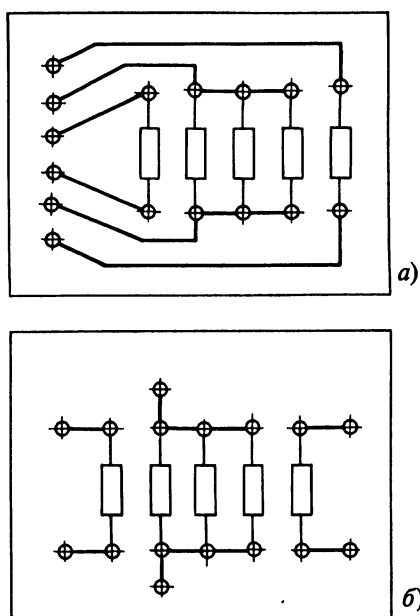


Рис. 4.26. Расположение контактов для подключения печатной платы:

а — правильное; *б* — неправильное

учетом удобства применения переходных элементов (рис. 4.26).

Габаритные размеры печатной платы, диаметры и координаты отверстий, контактных площадок и их относительное расположение показывают на чертеже одним из следующих способов:

а) в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68* с помощью размерных и выносных линий;

б) нанесением координатной сетки;

в) комбинированным способом с помощью размерных и выносных линий и координатной сетки;

г) с помощью таблицы координат.

На рис. 4.27 приведен пример выполнения чертежа двусторонней печатной платы. Размеры всех элементов нанесены с помощью размерных и выносных линий. При таком способе выполнения чертежа координатную сетку не наносят. За начало отсчета в данном

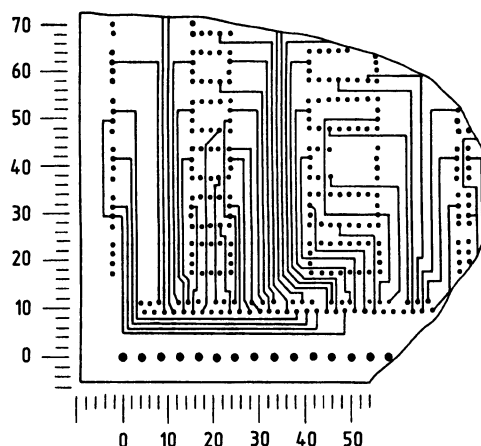


Рис. 4.28. Вариант нанесения координатной сетки

примере принят центр левого нижнего отверстия платы. Отверстия различного диаметра обозначены в соответствии с данными табл. 4.2. Контактные площадки и отверстия с зенковкой упрощенно изображены одной окружностью.

При задании размеров нанесением координатной сетки линии сетки должны нумероваться. Шаг нумерации определяют конструктивно с учетом насыщенности и масштаба изображения. Координатную сетку в зависимости от способа выполнения документации наносят на все поле платы (см. рис. 4.18, 4.21) или рисками по периметру платы (рис. 4.28). Допускается наносить не все линии координатной сетки, при этом на поле чертежа помещают запись типа «Линии координатной сетки нанесены через одну» (рис. 4.29). За нуль в прямоугольной системе координат на главном виде платы принимают центр крайнего левого или правого нижнего отверстия, левый или правый нижний угол платы, левую или правую нижнюю точку, образованную построениями, например продолжением линии контура платы, углы которого срезаны.

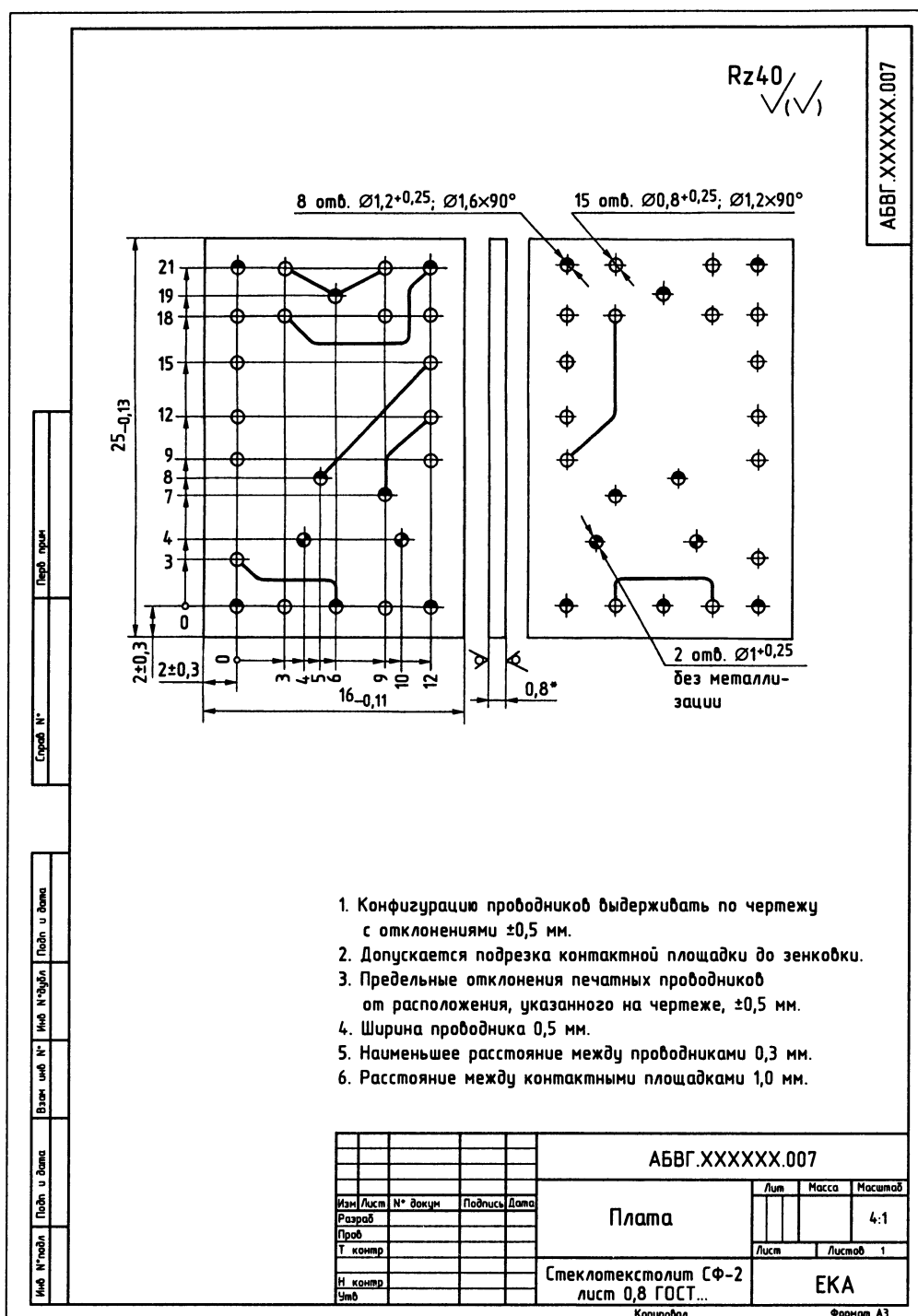


Рис. 4.27. Чертеж двухсторонней печатной платы

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*.

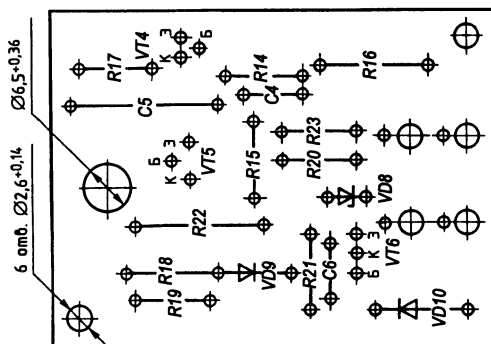
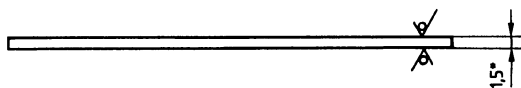
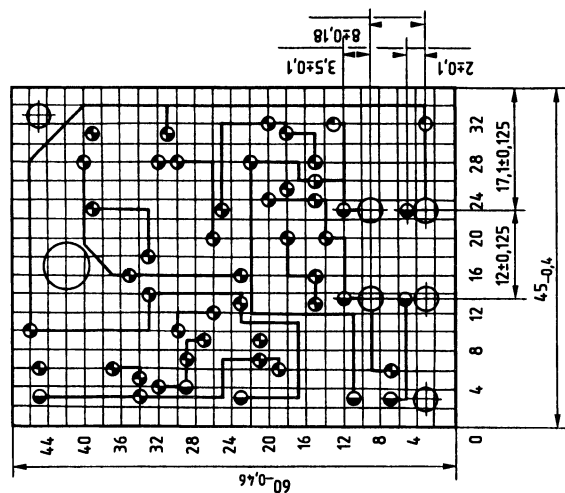
На чертеже печатной платы указывают габаритные размеры платы, проводников, имеющих строго определенную или переменную ширину (при этом расчетную ширину следует указывать на каждом участке между двумя соседними контактными площадками, переходными или монтажными отверстиями), диаметры и координаты крепежных,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



1. *Размер для справок.
2. Плату изготовить химическим методом.
3. Плата должна соответствовать ГОСТ...
4. Шаг координатной сетки 1,25 мм.
5. Линии координатной сетки нанесены через одну.
6. Минимальная ширина проводников 1 мм.
7. Минимальное расстояние между проводниками 1 мм, в узких местах 0,8 мм на длине 10 мм.
8. Неуклонные предельные отклонения размеров между осями двух любых отверстий $\pm 0,2$ мм.

Обозначение омб.	Диаметр омб., мм	Диаметр контактной площадки	Кол. омб.
⊕	1,0-0,14	2,0 min	39
⊕	1,3-0,14	3,0 min	9
⊕	2,0-0,14	4,0 min	2

[illegible]

Рис. 4.29. Чертеж печатной платы с нанесением размеров комбинированным способом

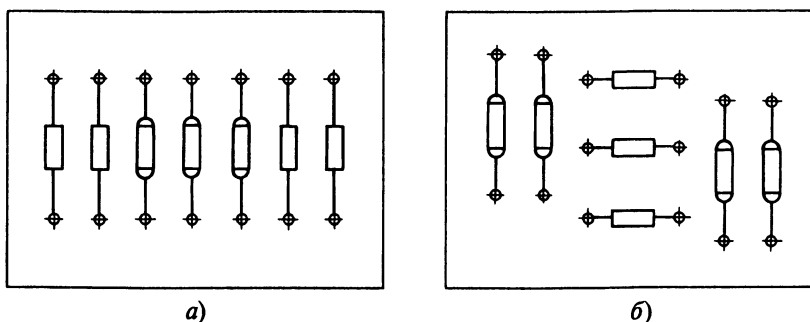


Рис. 4.30. Размещение навесных элементов на печатной плате:
а — рекомендуемое; *б* — нерекондуемое

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.

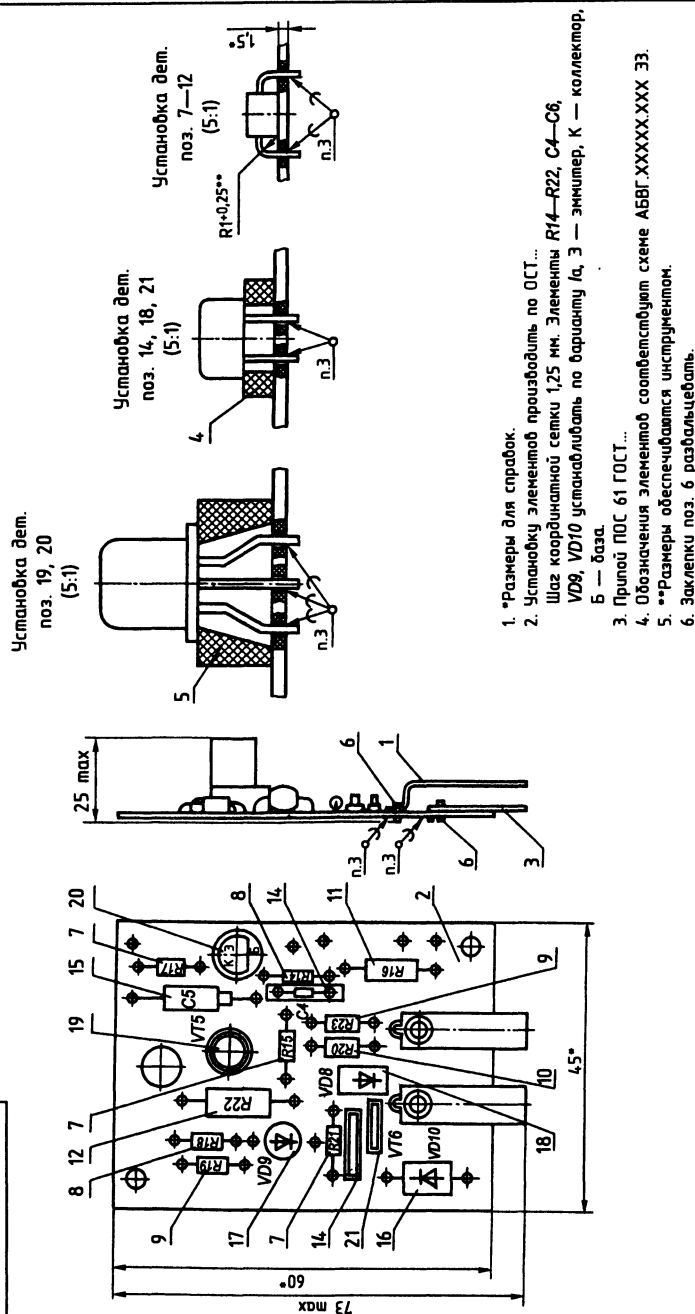
Все навесные элементы крепятся на плате с помощью выводов, которые вставляют в монтажные отверстия и подгибают. Не рекомендуется в монтажном отверстии размещать два и более выводов. Некоторые элементы, например маломощные транзисторы, крепят клеем.

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



1. *Размеры для справок.
2. Установку элементов производить по ГОСТ...
3. Шаг координатной сетки 1,25 мм. Элементы R14-R22, C4-C8, VD9, VD10 устанавливать по варианту Ia, 3 — энципер, K — коллектор, B — баз.
3. Припай по п. 61 ГОСТ...
4. Обозначения элементов соответствовать схеме АБВГ.ХХХХХ.ХХХ.ЗЗ.
5. **Размеры обеспечиваются инструментом.
6. Заклепки поз. 6 развальцовывать.

Imb N° nota	Nota u bama
-------------	-------------

[illegible]

Рис. 4.31. Сборочный чертеж печатной платы

Перв. прим.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.						
Справ. №					<u>Документация</u>								
	A3			АБВГ.ХХХХХХХ.010 СБ	Сборочный чертеж	1							
					<u>Детали</u>								
	A4	1		АБВГ.ХХХХХХХ.015	Штекер	2							
	A3	2		АБВГ.ХХХХХХХ.017	Плата	1							
	A4	3		АБВГ.ХХХХХХХ.022	Штекер	2							
	A4	4		АБВГ.ХХХХХХХ.016	Втулка	4							
	A4	5		АБВГ.ХХХХХХХ.018	Втулка	2							
A4	6		АБВГ.ХХХХХХХ.021	Заклепка	4								
Взак. инв. №					<u>Стандартные изделия</u>								
					Резисторы МЛТ ГОСТ...								
			7		МЛТ-0,125-200 Ом±5%-В	3	R15,R17,R21						
			8		МЛТ-0,125-4,3 кОм±5%-В	2	R14,R18						
			9		МЛТ-0,125-10 кОм±5%-В	2	R19,R23						
			10		МЛТ-0,125-100 кОм±5%-В	1	R20						
			11		МЛТ-0,5-200 Ом±5%-В	1	R16						
			12		МЛТ-1-330 Ом±5%-В	1	R22						
	Подп. и дата												
Инд. №подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.ХХХХХХХ.010							
	Разработ					Плата							
	Проб												
	Н. контр												
	Учтб					<table border="1"> <tr> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листоб</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </table>		Лит.	Лист	Листоб		1	2
Лит.	Лист	Листоб											
	1	2											

Копировал

Формат А4

Рис. 4.32. Спецификация сборочного чертежа печатной платы

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 функцио-

нальные 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

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
Перв прим				Прочие изделия		
				Конденсаторы		
		14		КМ-56-Н90-0,068 мкФ±10%		
				... ТУ	2	C4,C6
		15		КС3-14-10В-15 мкФ±20%		
				... ТУ	1	C5
				Диоды полупроводниковые		
Справ №		16		КД 105Б ... ТУ	1	VD10
		17		КД 102А ... ТУ	1	VD9
		18		Стабилитрон КС533А		
				... ТУ	1	VD8
				Транзисторы		
Подп и дата		19		КТ3102Б ... ТУ	1	VT5
		20		КТ3107Б ... ТУ	1	VT4
		21		КТ814D ... ТУ	1	VT6
Инв №подл						
Изм / Лист № док-м Подп Дата					АБВГ.ХХХХХХ.010	
					Лист 2	
					Копировал	
					Формат А4	

Рис. 4.33. Продолжение спецификации сборочного чертежа печатной платы

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.

4.4. Чертежи изделий с применением электромонтажа

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

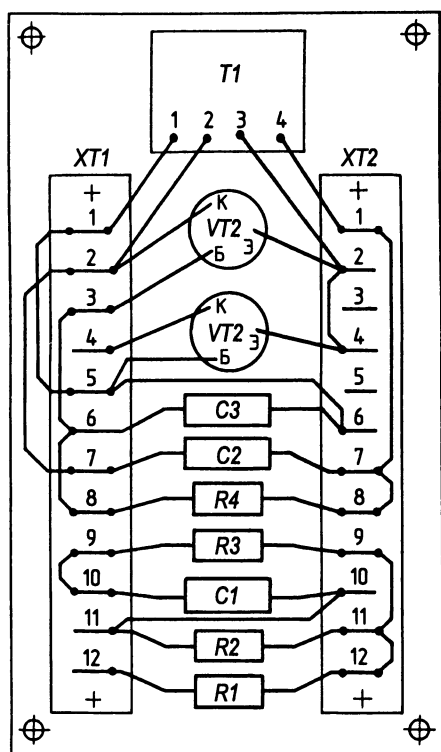


Рис. 4.34. Изображение элементов электрической принципиальной схемы на электромонтажном чертеже

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

В состав чертежа с применением электромонтажа, 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 наносят надпись «Смещено», или указывают в технических требованиях чертежа «Изображения ... смеще-

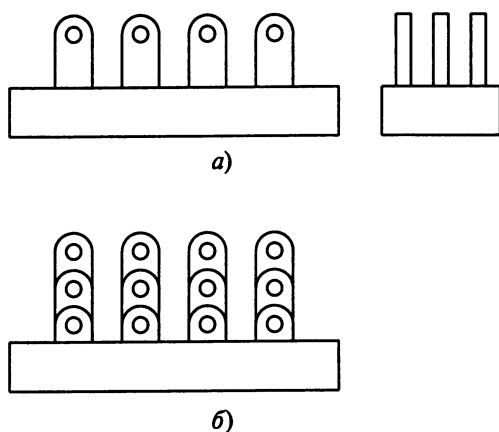


Рис. 4.35. Изображение составных частей электромонтажного чертежа:

a — истинное; *б* — с искажением

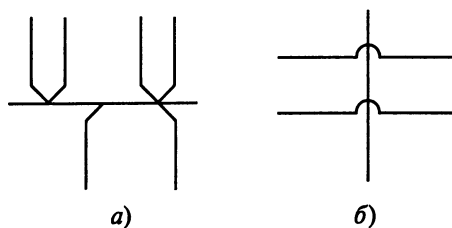


Рис. 4.36. Изображение проводников:

a — разветвление проводников; *б* — пересечение проводником

ны». 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, *a*). 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-

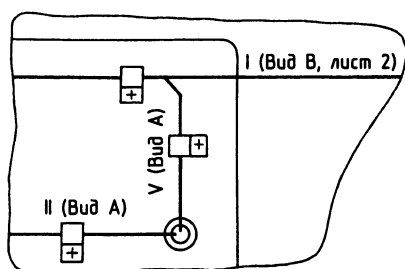


Рис. 4.37. Изображение проводников при переходе на другой лист

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 1-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 — посредине изображения, а у длинных провод-

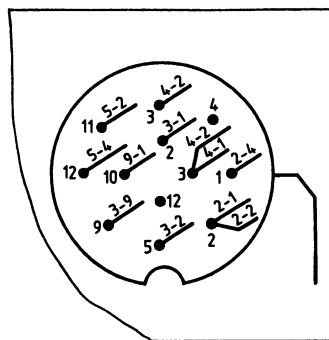


Рис. 4.38. Присоединение проводников к многоконтактному изделию

Конт	Провод
12	1
17	2
4	3
8	4
9	5
13	6
16	7
11	8
6	9

Рис. 4.39. Таблица соединений

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

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

Рис. 4.40. Форма таблицы соединений

поясняют их схемой соединений или указанием в технических требованиях чертежа.

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. Паять 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 XXXX.XXXXXX.XXX 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 XXXX.XXXXXX.XXX 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»;

Проводник	Поз.	Откуда идет	Куда поступает	Длина, см	Примечание
		<u>Жгуты</u>			
	16	<u>Жгут 1</u>			
1		XТ2:11а	С7:+		
2		XТ2:13с	XС1:4		
		(и т. д.)			
		<u>Кабели</u>			
	19	<u>Кабель №1</u>			
1		XС1	R15		
2		XС2	R6		
		(и т. д.)			
	44	<u>Кабель №4</u>			
1		XТ8:3а	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 заполнения таблицы соединений

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.

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 производятся 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 в спецификацию сборочного чертежа для механической сборки в дополнительные разделы.

Вариант Г. Электромонтаж изделия производят по другим документам. При этом разрабатывают два конструкторских документа: сборочный чертеж и спецификацию для механической сборки. В технических требованиях сборочного чертежа указывают документ, по которому производят электромонтаж, — схему электрическую принципиальную (Э3), 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 механиче-

ской 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 в спе-

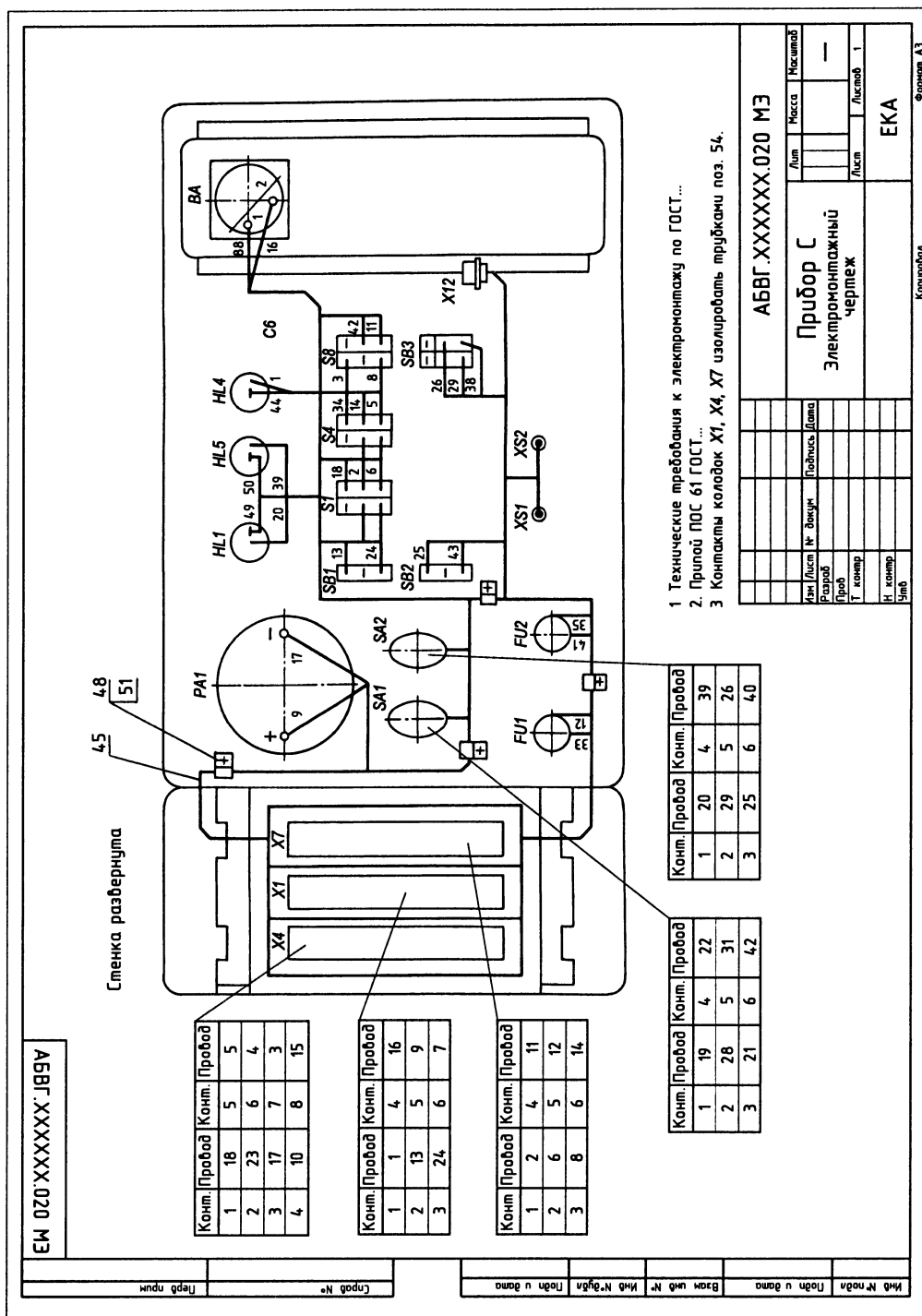


Рис. 4.42. Пример выполнения электромонтажного чертежа (МЭ)

Перв. прим.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
					<u>Документация</u>		
	A1			АБВГ.ХХХХХХ.020 СБ	Сборочный чертеж	1	
	A3			АБВГ.ХХХХХХ.020 МЭ	Электромонтажный		
Справ. №					чертеж	1	
	A1			АБВГ.ХХХХХХ.020 ЭЗ	Схема электрическая		
					принципиальная	1	
					<u>Сборочные единицы</u>		
	A4	1		АБВГ.ХХХХХХ.010	Корпус	1	
	A4	2		АБВГ.ХХХХХХ.030	Шасси	1	
Подп. и дата					<u>Детали</u>		
	A2	8		АБВГ.ХХХХХХ.011	Панель	1	
	A4	9		АБВГ.ХХХХХХ.018	Скоба	8	
Инф. № докл.					<u>Стандартные изделия</u>		
			18		Лампа МН18-0,1		HL1, HL4
					ГОСТ...	3	HL5
Взам. инф. №					и т. д.		
Подп. и дата							
Инф. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.ХХХХХХ.020	
	Разраб.					Прибор С	
	Проб.						
	Н. контр.						
	Утв.					Лист Лист Листов 1 5 ЕКА	

Копировал Формат А4

Рис. 4.43. Спецификация сборочного чертежа, выполненного по варианту В

цификацию сборочного чертежа для механической сборки в дополнительные разделы: «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы». Дополнительные разделы размещают, начиная с нового листа, под общим заголовком: «Устанавливают по ХХХХ.ХХХХХХ.ХХХ МЭ».

Пример выполнения электромонтажного чертежа приведен на рис. 4.42. Чертеж содержит изображение электротехнических изделий, проводов, крепежных деталей. Сведения о присоединении к контактам приведены в таблицах около изображения многоконтактных изделий. Электротехнические изделия, устанавливаемые до электромонтажа, изобра-

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.													
Перв. прим.				Устанавливают															
				по АБВГ.ХХХХХХ.020 МЭ															
				Сборочные единицы															
Справ. №	А4	45		Жгут	1														
				Детали															
	А4	48		Скоба	4														
				Стандартные изделия															
Инв. № дубл. Подп. и дата		51		Винт МЭ×6.36.019															
				ГОСТ...	4														
				Материалы															
		54		Трубка пластикатная															
				М50, натуральная															
				МРТУ...															
				1,5 l = 8	168														
<table> <tr> <td rowspan="2">Инв. № дубл.</td><td colspan="4"></td><td colspan="2">Лист</td></tr> <tr> <td>Изм</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп</td><td>Дата</td><td>5</td></tr> </table>							Инв. № дубл.					Лист		Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата	5
Инв. № дубл.					Лист														
	Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата	5													
				АБВГ.ХХХХХХ.020															
				Копировал		Формат А4													

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

жены 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.

При выполнении документации по варианту Г разрабатывают сборочный чертеж для механической сборки с указанием документа, которым следует руководствоваться при электромонтаже. Это могут быть схемы электрические (принципиальная или соединений) или таблица соединений, выполненная самостоятельным документом. В спецификацию сборочного чертежа вносят составные части, устанавливаемые при электромонтаже, в дополнительные разделы (см. рис. 4.44).

5.1. 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. Установлено 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 — Э3, 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 выбираются в пределах от 0,2 до 1 мм и поддерживаются 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

Таблица 5.1

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

линий в электрических схемах представлены в табл. 5.1.

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

5.2. 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

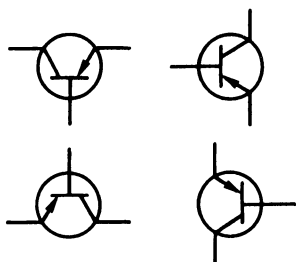


Рис. 5.1. Примеры допустимого положения электрических элементов

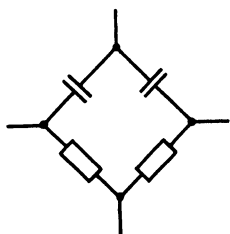


Рис. 5.2. Пример допустимого положения электрических элементов

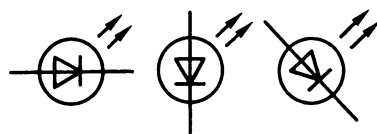


Рис. 5.3. Положение квалифицирующих символов относительно УГО

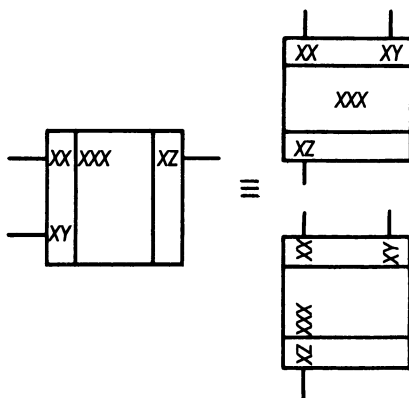


Рис. 5.4. Ориентация условного графического обозначения в схеме

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 положе-

нии, в котором они приведены в соответствующих стандартах (рис. 5.4).

5.3. 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-

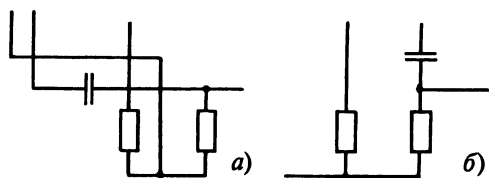


Рис. 5.5. Изображение фрагмента схемы:
а — нерациональное; б — рациональное

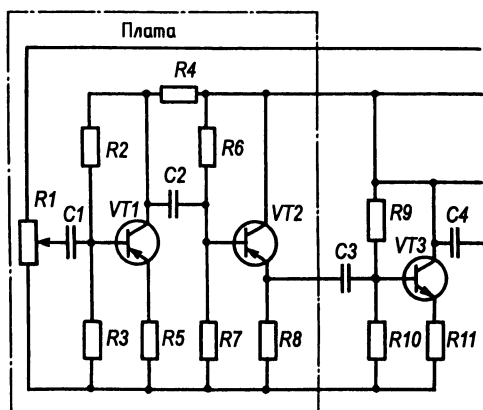


Рис. 5.6. Фрагменты схемы «Плата»

ское слияние отдельных линий в групповые линии связи по следующим правилам. Каждая линия в месте слияния должна быть помечена порядковым номером (рис. 5.7, а). Линии, соединяемые в групповую связь, как правило, не 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 одним 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:

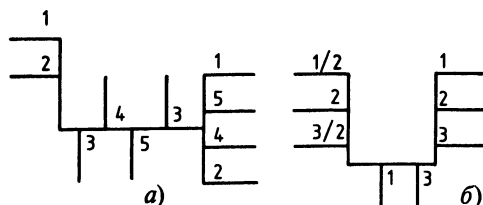


Рис. 5.7. Изображение групповых линий связи:
а — без разветвлений; б — с разветвлениями

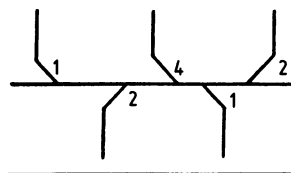


Рис. 5.8. Изображение ответвлений линий групповой связи



Рис. 5.9. Однолинейное представление линий связи

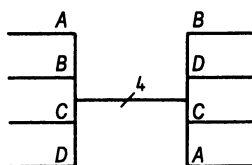


Рис. 5.10. Изображение слияния и разветвлений линий связи

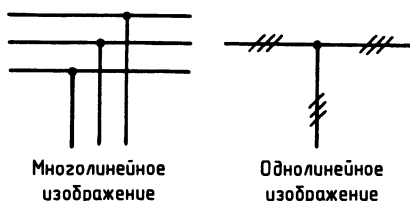


Рис. 5.11. Изображение группы линий связи с ответвлениями

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);

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

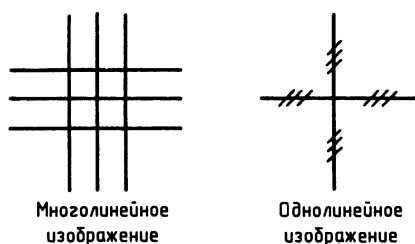


Рис. 5.12. Однолинейное представление группы линий электрической связи

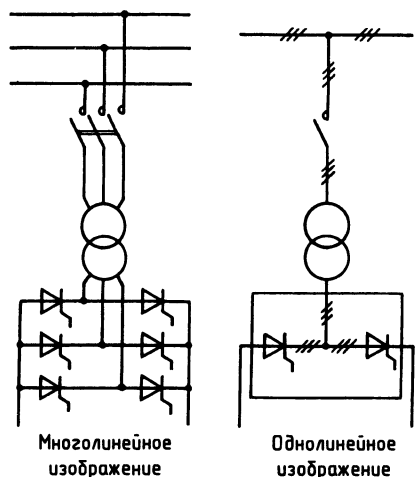


Рис. 5.13. Схемы управляемого выпрямителя

выпрямителя. В данном примере однолинейному представлению линий связи соответствует однолинейное изображение электрических элементов (тириستоров). 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 непо-

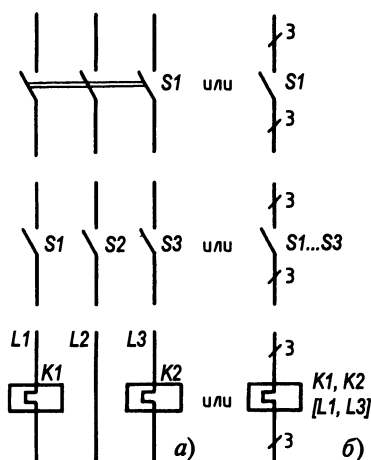


Рис. 5.14. Изображение электрических элементов при однолинейном представлении

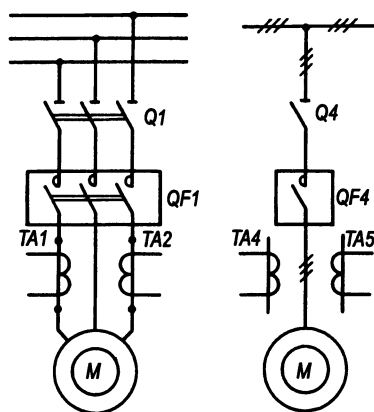


Рис. 5.15. Сочетание однолинейного и многолинейного изображений элементов в пределах одной схемы

средственной 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

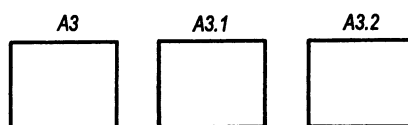


Рис. 5.16. Изображение устройства разнесенным способом

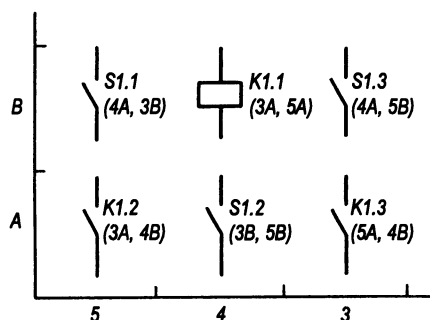


Рис. 5.17. Обозначение элементов на чертеже, разбитом на зоны

рис. 5.16 показано обозначение устройства A3, 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 4B; под обозначением указано, что его контакты K1.2 и K1.3 расположены в зонах 5A и 3A, контакты выключателя S1 (S1.1, S1.2, S1.3) — в зонах 5B, 4A, 3B.

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

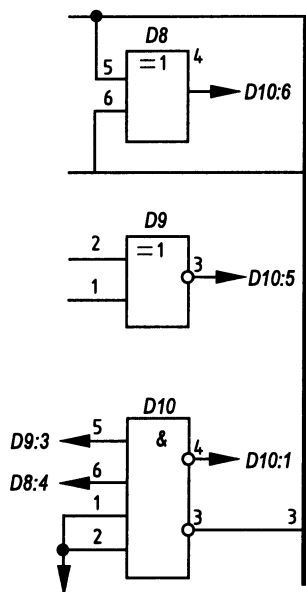


Рис. 5.18. Изображение обрыва линий связи

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.

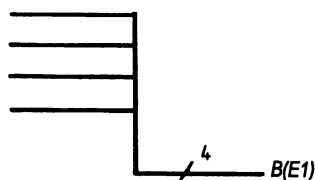


Рис. 5.19. Обрыв линий связи в однолинейном представлении

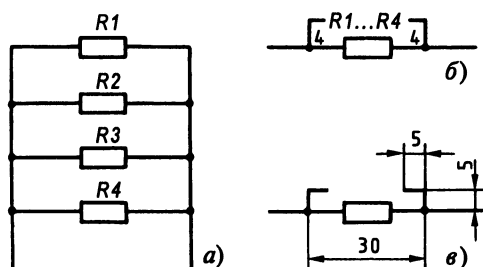


Рис. 5.20. Изображение одинаковых элементов, соединенных параллельно:

a — развернутое; b — упрощенное; c — 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, c 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,

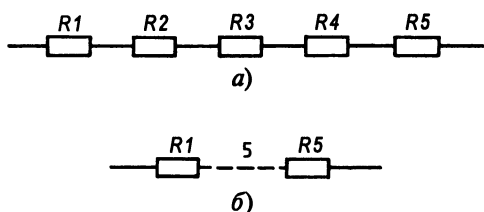


Рис. 5.21. Изображение одинаковых элементов, соединенных последовательно:

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.

5.4. Текстовая информация

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);

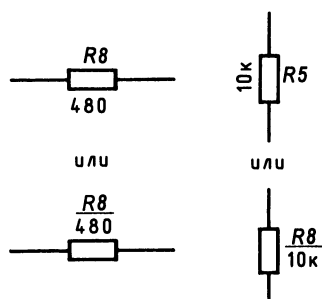


Рис. 5.22. Условные обозначения технических параметров

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».

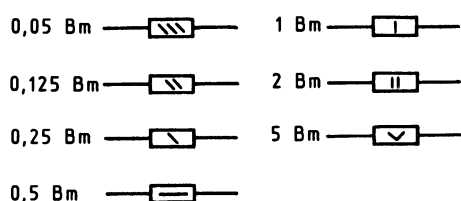


Рис. 5.23. Символы, обозначающие номинальную мощность резисторов

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 буквенно-цифрового 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 $\neq T1 = A2 - R5$ означает: резистор $R5$ входит в состав устройства $A2$, которое входит в функциональную группу $T1$. 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 наименование изделия и конструкторского документа «Перечень элементов».

В графах перечня помещают следующие данные:

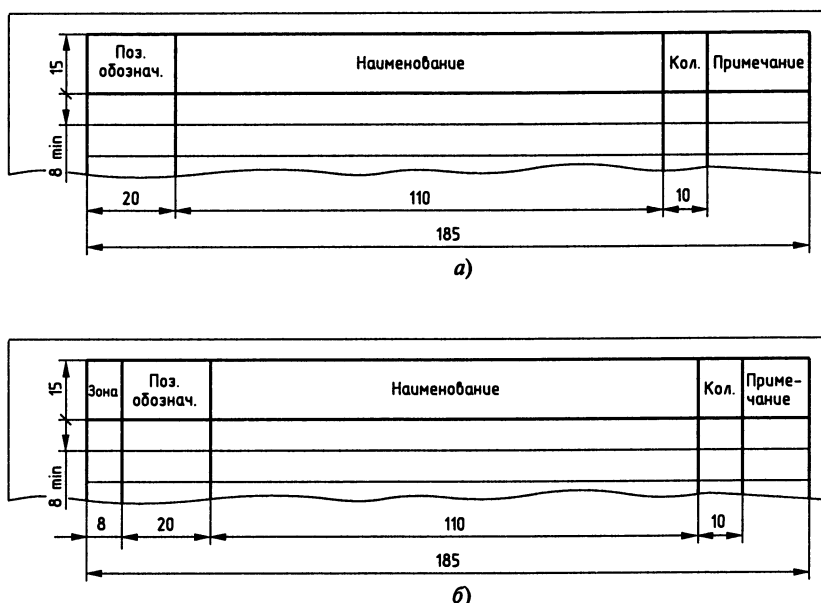


Рис. 5.24. Форма таблицы перечня элементов:

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

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

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,

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. прим.	Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
					A1	Дешифратор АБВГ.ХХХХХХ.010	1	
					D1	Микросхема К155М2...ТУ	1	
					D2	Микросхема К155/А3...ТУ	1	
						Резисторы		
					R1, R2	МЛТ-0,25-430 Ом±10 % ГОСТ...	2	
					R3	МЛТ-0,25-13 Ом±10 % ГОСТ...	1	
					SA1	Переключатель АБВГ.ХХХХХХ.120	1	
					A2	1. Блок включения ФЭУ, АБВГ.ХХХХХХ.160	1	
					AB1	Блок индикации ФЭУ, АБВГ.ХХХХХХ.150	1	
						Резисторы ГОСТ...		
					R1, R2	МЛТ-0,25-120 Ом±10 %	2	
					R3	МЛТ-0,25-220 Ом±10 %	1	
					R4...R6	МЛТ-0,25-120 Ом±10 %	3	
					LPM1	1.1. Измеритель		
					AC1	Блок сигнализации АБВГ.ХХХХХХ.020	1	
					C1, C2	Конденсатор КМ-3а-Н30-0,22...ТУ	2	
					R7	Резистор МЛТ-0,25-470 Ом±10 % ГОСТ...	1	

Рис. 5.25. Пример заполнения перечня 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).

5.5. 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 эле-

менты 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». Перемен-

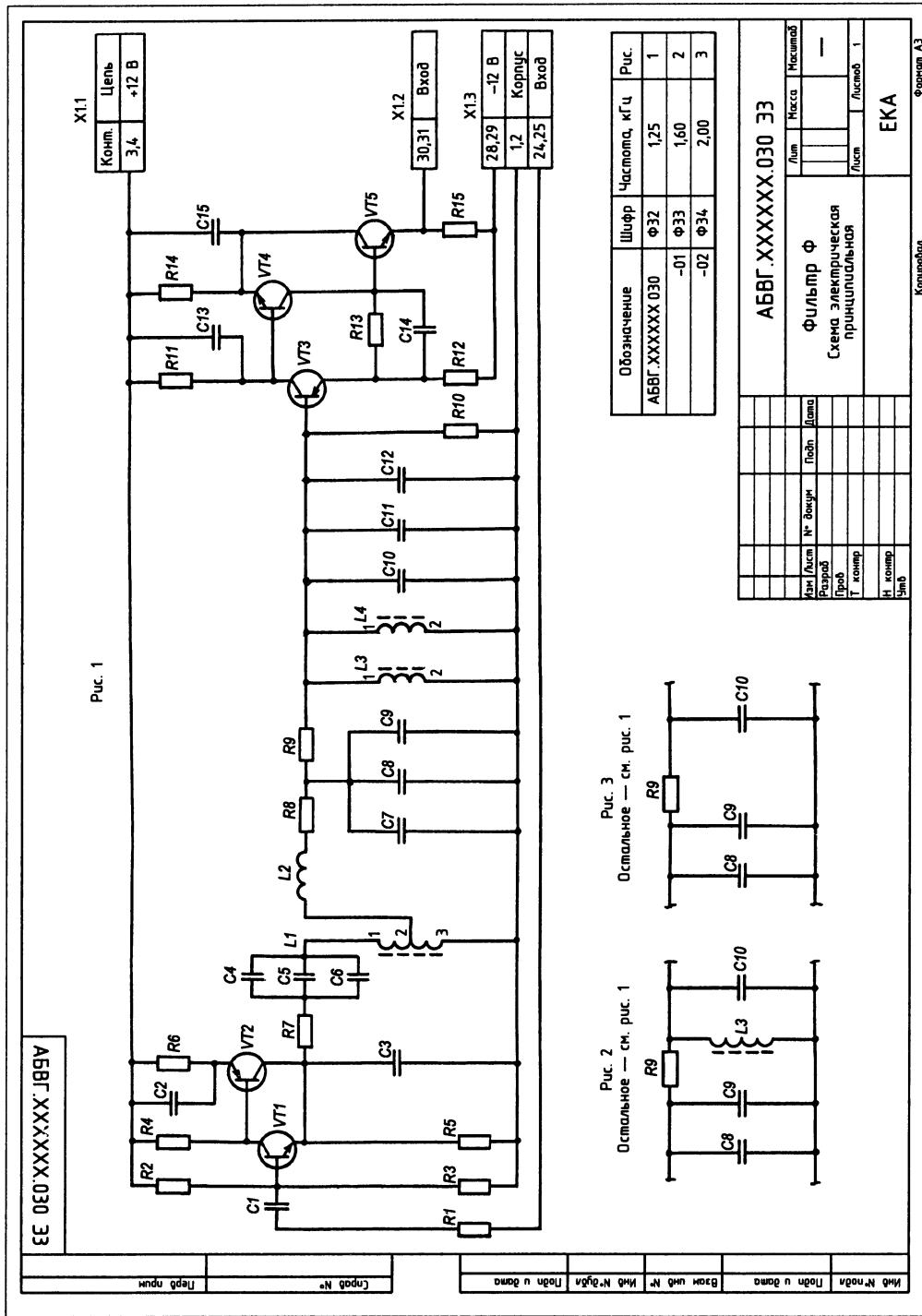


Рис. 5.26. Фильтр Ф. Схема электрическая принципиальная (1-й вариант)

Перв. прим.	Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание						
		Конденсаторы КМ-3 ...ТУ								
		Конденсаторы КС0Т ...ТУ								
		Конденсаторы К73П-3 ...ТУ								
		Конденсаторы К50-6 ...ТУ								
Сграф. №	C1, C2	К50-6-1-16 В-50 мкФ	2							
	C3	КМ-3Б-Н30-3300 пФ ±20 %	1							
	C5	КС0Т-5-500-Г-3900 ±10 %	1							
	C7	К73П-3-0,05 мкФ ±10 %	1							
	C8	КС0Т-5-500-Г-680 ±10 %	1							
	C9	КС0Т-5-500-Г-1800 ±10 %	1							
	C10	К73П-3-0,5 мкФ ±10 %	1							
	C11	КС0Т-5-500-Г-3900 ±10 %	1							
	C12	КС0Т-5-500-Г-2700 ±10 %	1							
	C13	КМ-3Б-Н30-2200 пФ ±20 %	1							
	C14	КМ-3Б-Н30-1500 пФ ±20 %	1							
	C15	К50-6-1-16 В-5 мкФ	1							
Подп. и дата	L1, L2	Катушка индуктивности МИФТ.ХХХХХХ.060	2							
Инб. № дубл.										
Взам. инб. №		Резисторы МЛТ ГОСТ...								
	R1	МЛТ-0,25-47 кОм ±5 %-А	1							
	R2	МЛТ-0,25-27 кОм ±5 %-А	1							
	R3	МЛТ-0,25-22 кОм ±5 %-А	1							
	R4	МЛТ-0,25-4,7 кОм ±5 %	1							
Подп. и дата										
Инб. № подл.	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата						
	Разработ									
	Проб									
	Т. контр									
	Утв									
<div style="text-align: center;">АБВГ.ХХХХХХ.030 ПЭЗ</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Фильтр Ф Перечень элементов </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Лист</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">ЕКА</div> </div> </div>					Лист	Лист	Листов		1	3
Лист	Лист	Листов								
	1	3								
Копировал		Формат А4								

Рис. 5.27. Фильтр Ф. Перечень элементов (1-й лист)

Перв. прим.		Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
			Резисторы С2-14 ...ТУ		
			Резисторы МЛТ ГОСТ...		
		R5	МЛТ-0,25-680 Ом $\pm 5\%$	1	
		R6	МЛТ-0,25-390 Ом $\pm 5\%$	1	
		R8	С2-14-0,25-51 Ом $\pm 1\%$ — Б	1	
		R9	МЛТ-0,25-56 кОм $\pm 5\%$	1	
		R11	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$	1	
		R12	МЛТ-0,25-1 кОм $\pm 5\%$	1	
		R13	МЛТ-0,25-2,2 кОм $\pm 5\%$	1	
		R14	МЛТ-0,25-4,7 кОм $\pm 5\%$	1	
		R15	МЛТ-0,25-1 кОм $\pm 5\%$	1	
			Транзисторы		
		VT1	КТ 301Е ГОСТ...	1	
		VT2	1Т 308В...ТУ	1	
		VT3	МП 37Б ГОСТ...	1	
		VT4	1Т 308Б...ТУ	1	
		VT5	КТ 301Е ГОСТ...	1	
		X1	Вулка РШ2Н-2-17 ...ТУ	1	
			<u>Переменные данные для исполнений</u>		
			<u>АБВГ.ХХХХХХ.030</u>		
			Конденсаторы		
		C4	К73П-3-0,05 мкФ $\pm 5\%$...ТУ	1	
		C5	КСОТ-5-500-Г-27 000 $\pm 10\%$...ТУ	1	
Инф. № подл.					
	Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
АБВГ.ХХХХХХ.030 ПЗЗ					Лист 2

Копировал

Формат А4

Рис. 5.28. Продолжение перечня элементов (2-й лист)

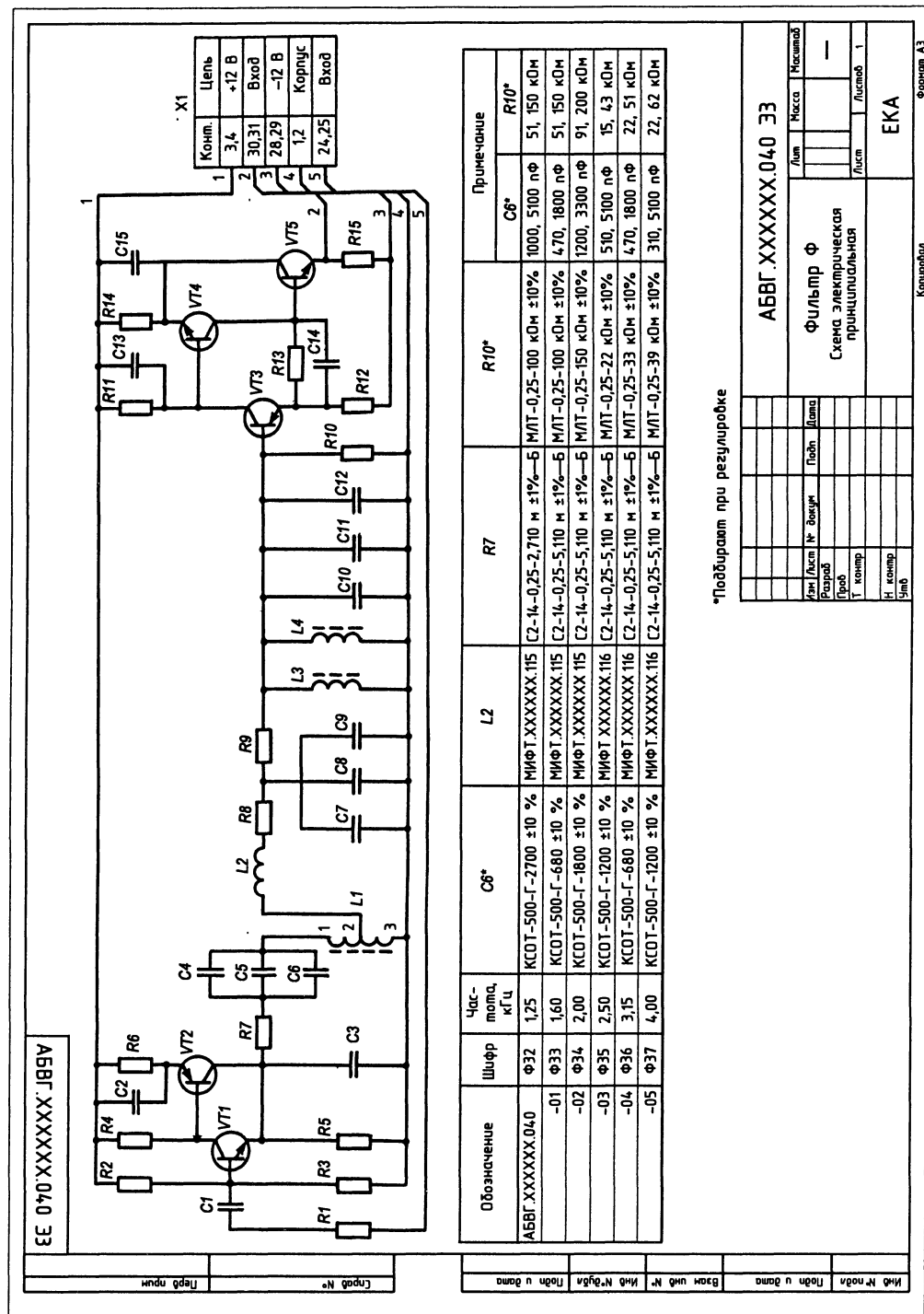


Рис. 5.30. Фильтр Ф. Схема электрическая принципиальная (2-й вариант)

Перб. прим	Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание				
		Конденсаторы КМ-3 ...ТУ						
		Конденсаторы КСОТ ...ТУ						
Справ. №		Конденсаторы К73П-3 ...ТУ						
		Конденсаторы К50-6 ...ТУ						
	C1, C2	К50-6-1-16 В-50 мкФ	2					
	C3	КМ-3Б-Н30-3300 пФ ±20 %	1					
	C4	К73П-3-0,05 мкФ ±5 %	1					
	C5	КСОТ-5-500-Г-3900 ±10 %	1					
	C6*	См. табл.	1					
	C7	К73П-3-0,05 мкФ ±10 %	1					
	C8	КСОТ-5-500-Г-680 ±10 %	1					
	C9	КСОТ-5-500-Г-1800 ±10 %	1					
	C10	К73П-3-0,5 мкФ ±10 %	1					
	C11	КСОТ-5-500-Г-3900 ±10 %	1					
	C12	КСОТ-5-500-Г-2700 ±10 %	1					
	C13	КМ-3Б-Н30-1500 пФ ±20 %	1					
	C14	КМ-3Б-Н30-2200 пФ ±20 %	1					
C15	К50-6-Т-16 В-5 мкФ	1						
Подп. и дата								
Инф. № дубл.								
		Катушки индуктивности						
Взам. инф. №	L1	АБВГ.ХХХХХХ.113	1					
	L2	См. табл.	1					
	L3	АБВГ.ХХХХХХ.118	1					
Подп. и дата								
Инф. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.ХХХХХХ.040 ПЗЗ		
	Разраб.					Фильтр Ф Перечень элементов		
	Проб.							
	Н. контр							
	Утв.					Лит.	Лист	Листов
							1	2
						ЕКА		

Копировал Формат А4

Рис. 5.31. Фильтр Ф. Перечень элементов

Справ. №	Перв. прим.	Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание	
			Резисторы С2-14 ...ТУ			
			Резисторы МЛТ ГОСТ...			
		R1	МЛТ-0,25-47 кОм ±5 %-А	1		
		R2	МЛТ-0,25-27 кОм ±5 %-А	1		
		R3	МЛТ-0,25-22 кОм ±5 %-А	1		
		R4	МЛТ-0,25-4,7 кОм ±5 %-А	1		
		R5	МЛТ-0,25-680 Ом ±5 %	1		
		R6	МЛТ-0,25-390 Ом ±5 %	1		
		R7	См. табл.	1		
		R8	С2-14-0,25-51,1 Ом ±1 % — Б	1		
		R9	МЛТ-0,25-56 кОм ±5 %	1		
		R10*	См. табл.	1		
R11	МЛТ-0,25-1 кОм ±5 %	1				
R12	МЛТ-0,25-10 кОм ±5 %	1				
R13	МЛТ-0,25-2,2 кОм ±5 %	1				
R14	МЛТ-0,25-1 кОм ±5 %	1				
R15	МЛТ-0,25-4,7 кОм ±5 %	1				
Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Транзисторы			
			VT1	КТ301Е ГОСТ...	1	
			VT2	1Т308В ...ТУ	1	
			VT3	МП37Б ГОСТ...	1	
			VT4	1Т308В ...ТУ	1	
			VT5	КТ301Е ГОСТ...	1	
Подп. и дата	Инв. №-подл.	X1	Вилка РШ2Н-2-17 ...ТУ	1		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Изм. / Лист № докум. / Подп. Дата </div> <div> АБВГ.ХХХХХХ.040 ПЗЗ </div> <div> Лист 2 </div> </div>				Копировал	Формат А4	

Рис. 5.32. Продолжение перечня элементов

ные 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.

6.1. Схемы структурные

Схемы структурные определяют основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи и служат для общего ознакомления с изделием. На структурной схеме раскрывается не принцип работы отдельных функциональных частей изделия, а только взаимодействие между ними. Поэтому составные части изделия изображают упрощенно в виде прямоугольников произвольной формы. Допускается применять условные графические обозначения.

Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. На линиях взаимодействия рекомендуется стрелками (по ГОСТ 2.721-74) обозначать направления хода процессов, происходящих в изделии.

На схеме должны быть указаны наименования функциональных частей объекта, которые, как правило, вписываются внутрь прямоугольника. Допускается для функциональной части указывать сокращенное или условное наименование, которое в этом случае должно быть пояснено на поле схемы. Пример оформления структурной схемы приведен на рис. 6.1.

На схеме допускается помещать поясняющие надписи, диаграммы, таблицы и т.п., определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках (токи, напряжения и т.п.), формы импульсов и др.

При большом количестве функциональных частей допускается взамен наименований и обозначений проставлять порядковые номера (сверху вниз и слева направо). В этом случае над основной надписью помещают таблицу, выполненную по типу таблицы перечня элементов (см. § 5.4), в которой помещают наименования (при необходимости — тип и обозначение) составных частей. На рис. 6.2 приведена структурная схема преобразователя частоты. На основе структурной схемы разрабатывают другие типы схем — функциональную, принципиальную.

6.2. Схемы функциональные

Схемы функциональные разъясняют определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Этими схемами пользуются для изучения принципов работы изделия, а также при их наладке, контроле, ремонте.

Функциональная схема по сравнению со структурной более подробно раскрывает функции отдельных элементов и устройств (рис. 6.3). Функциональные части и связи между ними на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных соответствующими ГОСТ ЕСКД. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой. Элементы и устройства на

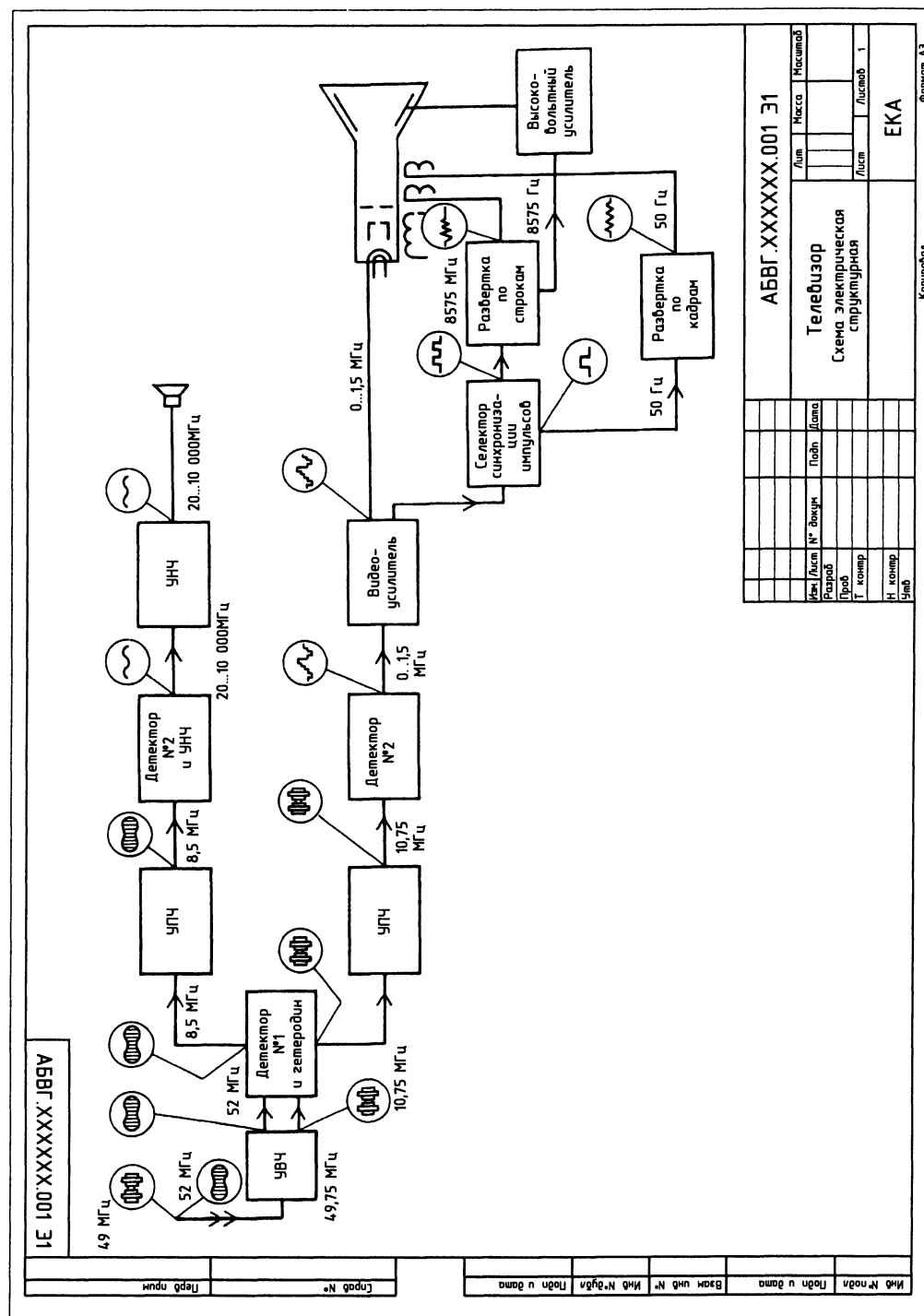


Рис. 6.1. Пример оформления структурной схемы

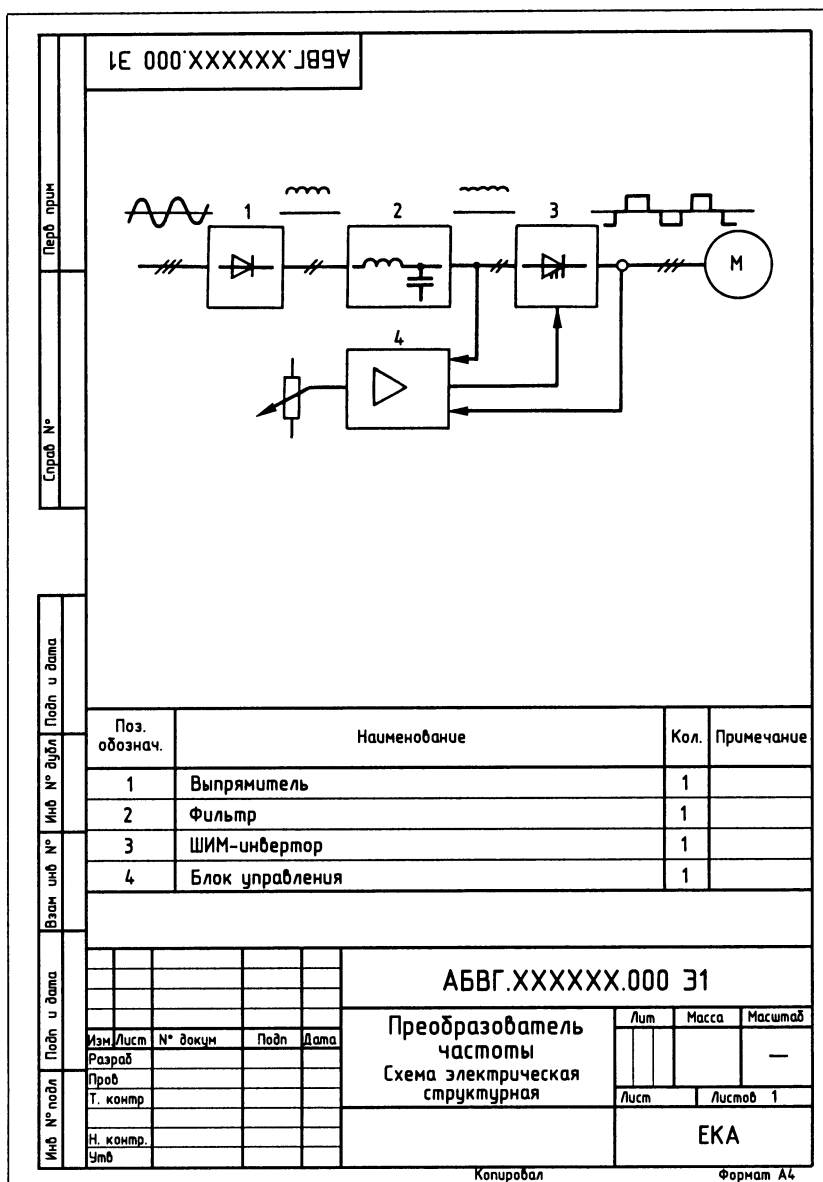

Копировал
Формат А4

Рис. 6.2. Структурная схема

схеме могут быть изображены совмещенным или разнесенным способом.

Для каждой функциональной группы, устройства, элемента должны быть указаны обозначение, наименование и тип. Наименование не указывают, если функциональная группа или элемент изображены в виде условного графического обозначения.

Функциональные схемы применяются, как правило, совместно с принципиальными, поэтому буквенно-цифровые обозначения элементов и устройств на этих документах должны быть одинаковыми. Перечень элементов в этом случае для функциональной схемы не разрабатывают, так как пользуются данными принципиальной электрической схемы. Если функциональная схема разрабатывается самостоятельно (без принципиальной схемы), буквенно-цифровые обозначения присваивают элементам и устройствам по общим правилам, выполняют перечень элементов, в котором для каждого элемента и устройства указывают тип и документ (ГОСТ, ТУ и др.), на основании которого они применены.

На функциональных схемах рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей (рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы), диаграммы и таблицы, параметры в характерных точках.

6.3. Схемы принципиальные

Схема электрическая принципиальная определяет полный состав элементов изделия и дает детальное представление о принципе работы изделия. Принципиальная схема служит основой для разработки других конструкторских документов — схемы соединений и расположения, чертежей конструкции изделия — и является наиболее полным

документом для изучения принципа работы изделия. На принципиальной схеме изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи (разъемы, зажимы и т.п.). Элементы изображают в виде условных графических обозначений, установленных ГОСТ и ЕСКД.

Построение схемы осуществляется разнесенным и совмещенным способами. Разнесенным способом выполняют схемы автоматики и электрооборудования (т.е. схемы, содержащие много контакторов, реле и различных контактов). При выполнении таких схем рекомендуется пользоваться строчным способом, располагая условные графические обозначения элементов, входящих в одну цепь, последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи — одну под другой таким образом, чтобы изображения этих цепей образовали параллельные строки (горизонтальные или вертикальные). При выполнении схемы строчным способом допускается нумеровать строки арабскими цифрами, указывать назначение цепей.

На рис. 6.4 представлена электрическая принципиальная схема устройства смазки (основная надпись и перечень элементов не показаны). Схема цепей управления выполнена строчным способом. Строки пронумерованы, на свободном поле схемы помещены надписи, поясняющие назначение отдельных цепей. Элементы схемы — реле и выключатели — выполнены разнесенным способом. Контакты, относящиеся к определенному типу реле, обозначены согласно ГОСТ 2.710-81*. Силовые цепи и электрические элементы силовых цепей должны быть выделены утолщенной линией.

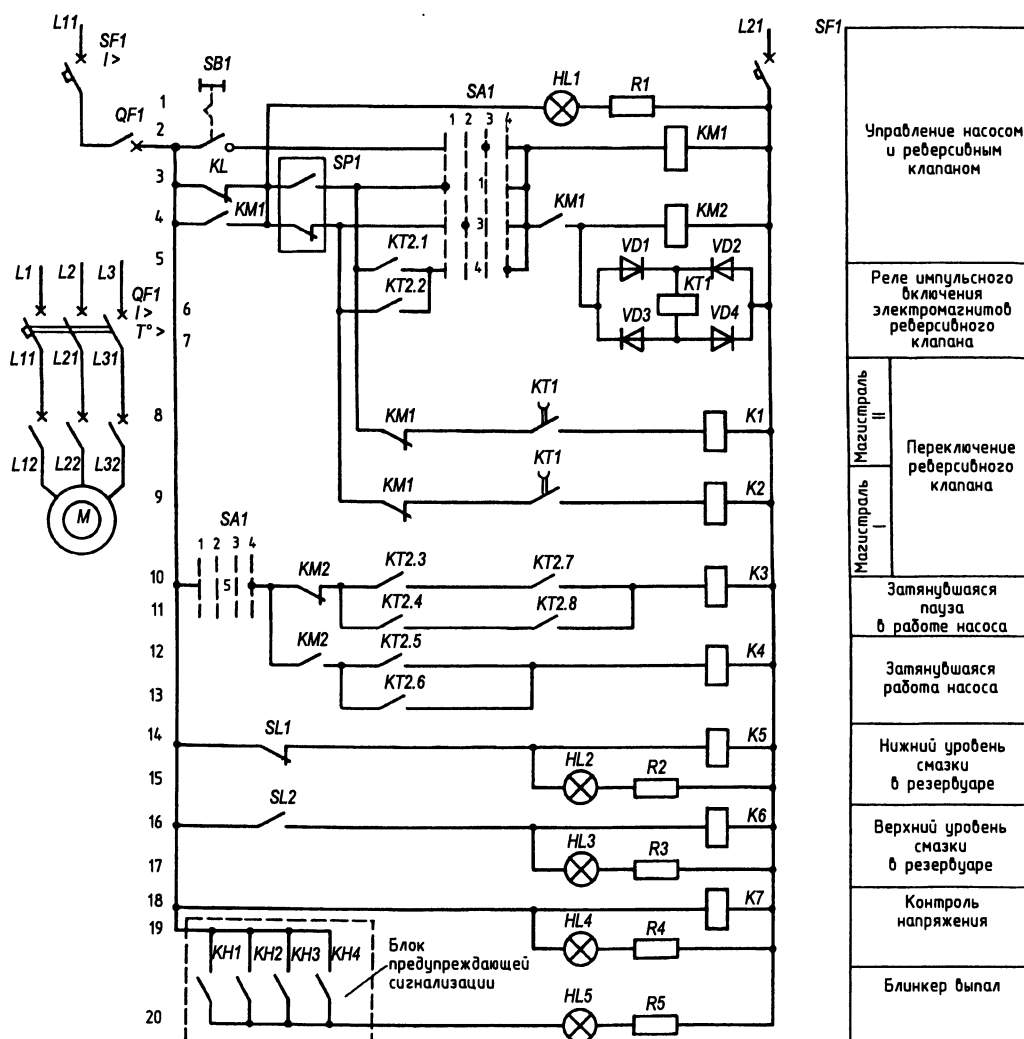


Рис. 6.4. Схема электрическая принципиальная устройства смазки

На принципиальных схемах (кроме схем радиоэлектроники и вычислительной техники) допускается обозначать электрические цепи по ГОСТ 2.709-72. Маркировка участков цепи служит для их опознания и отражает функциональное назначение электрической схемы.

Цепи маркируют независимо от нумерации входных и выходных элементов машин, аппаратов, приборов. Последовательность маркировки долж-

на определяться от источника питания к потребителю, а разветвляющиеся участки цепи маркируют сверху вниз в направлении слева направо. При маркировке цепей допускается оставлять резервные номера. Обозначения цепей производят прописными буквами латинского алфавита и арабскими цифрами.

Силовые цепи маркируют буквами, обозначающими фазы, и последователь-

ными числами. Фазы переменного тока обозначают:

участки цепи первой фазы $L1—L11$, $L12$, $L13$ и т.д.;

участки цепи второй фазы $L2—L21$, $L22$, $L23$ и т.д.;

участки цепи третьей фазы $L3—L31$, $L32$, $L33$ и т.д.

Допускается, если это не вызовет ошибочного подключения, обозначать фазы буквами A , B , C .

Участки цепей положительной полярности обозначают нечетными числами, отрицательной — четными. В цепях управления, защиты, автоматики, сигнализации и измерения применяют сквозную нумерацию последовательными числами в пределах изделия. Участки цепи, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле, приборов, машин, резисторами и другими элементами, должны иметь разную маркировку.

Участки цепи, проходящие через разъемные, разборные или неразборные контактные соединения, должны иметь одинаковые обозначения. На схеме обозначения проставляют около концов или в середине участка цепи слева от изображения цепи или над изображением цепи. На рис. 6.4 показана маркировка силовых цепей трехфазного тока.

Принципиальные схемы могут выполняться в многолинейном или однолинейном представлении. Однолинейное изображение силовой части протяжного станка дано на рис. 6.5. Силовые цепи обозначены в соответствии с ГОСТ 2.709-89. Тепловые реле $KK1$ и $KK2$ включены в фазы $L1$ и $L3$.

В целях упрощения схемы применяют групповые линии связи (см. § 5.3). На рис. 6.6 представлена схема электрическая принципиальная пульта контроля, в которой применение линий группо-

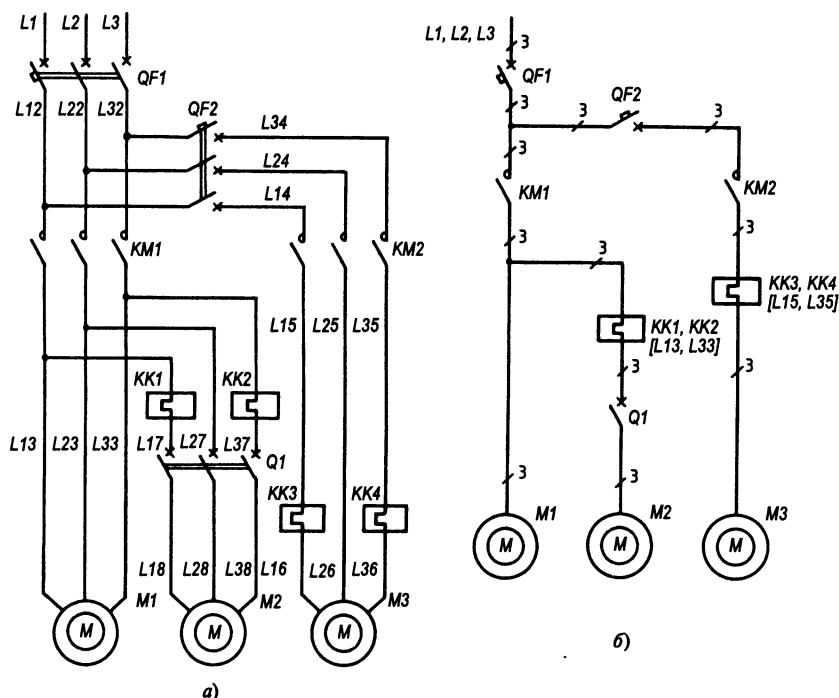


Рис. 6.5. Способ изображения схем силовых цепей:

a — многолинейное; b — однолинейное



Имя № пола	Пол в семье	Взрослый №	Имя № пола	Пол в семье	Взрослый №
Имя № пола	Пол в семье	Взрослый №	Имя № пола	Пол в семье	Взрослый №

Рис. 6.7. Прибор А. Схема электрическая принципиальная

вой связи значительно упрощает графику схемы. Каждая линия связи в месте слияния и разветвления обозначена последовательными номерами, что позволяет легко читать схему. Номер присваивают сверху вниз в направлении слева направо.

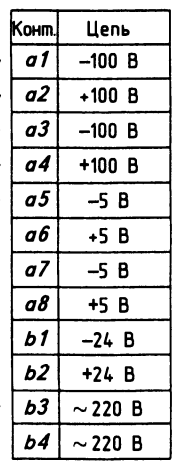
На рис. 6.7 изображена схема электрическая принципиальная устройства, в которое входят цепочки элементов VD и R , соединенные параллельно. При выполнении схемы применен способ упрощенного изображения нескольких одинаковых элементов, соединенных параллельно. Линии связи, идущие от средней точки между этими элементами, выполнены в однолинейном представлении, обозначены порядковыми номерами (1—20). Линия групповой связи показана утолщенной. Разветвления от групповой линии имеют однозначный адрес присоединения. Такой прием значительно упрощает графику схемы. На рис. 6.8 для сравнения показано многолинейное представление фрагмента этой схемы.

Каждый элемент или устройство, изображенные на схеме, должны иметь позиционное буквенно-цифровое обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710-81* (см. приложение 3). Позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах схемы (рис. 6.9, 6.10). Порядковые номера элементам и устройствам присваивают, начиная с единицы в пределах группы элементов, имеющих одинаковые буквенные позиционные обозначения, например $R1$, $R2$ и т.д., $C1$, $C2$ и т.д. Порядковые номера присваивают в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют рядом с графическим обозначением с правой стороны или над ним.

При изображении на схеме элемента или устройства разнесенным способом его позиционное обозначение проставляют около каждой составной части. На рис. 6.6 переключатели $S1$, $S2$, $S5$, $S8$, ..., $S10$ изображены разнесенным спосо-



Рис. 6.8. Упрощенное изображение группы цепочек VD , R :
 а — развернутое изображение; б — упрощенное изображение



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т контр.				
Н контр.				
Умб				

Блок питания
Схема электрическая
принципиальная

Лист	Масса	Масштаб
		—
Лист	Листов 1	
ЕКА		

Формат А3

Рис. 6.9. Блок питания. Схема электрическая принципиальная

Перв. прим.	Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание	
		<u>Конденсаторы</u>			
Справ №	C1...C4	K50-360-160-200 ...ТУ	4		
	C5...C10	K50-6-II-25 В-200 мкФ ...ТУ	6		
	FU1	Вставка плавкая ВП1-1-1А-250 В ...ТУ	1		
	HL1	Лампа МН18-01 ГОСТ...	1		
	L1...L4	Дроссель Д29-1,2-0,28 ...ТУ	4		
		Резисторы МЛТ ГОСТ...			
	R1	МЛТ-0,5-620 Ом ±10 %	1		
	R2	МЛТ-2-240 Ом ±10 %	1		
	R3, R4	МЛТ-2-510 Ом ±10 %	2		
	SA1	Микротумблер МТ1 ...ТУ	1		
	T1	Трансформатор ТАМ1-127/220-50 ...ТУ	1		
Ван. инд №	VD1...VD20	Диод Д2376 ...ТУ	20		
Подп. и дата	X1	Вилка РП14-30Л ...ТУ	1		
Инф. №-подл.	Изм/Лист	№ докум	Подп.	Дата	
	Разработ				
	Проб				
	И контр				
	Умб				
АБВГ.ХХХХХХ.005 ПЗЗ					
Блок питания Перечень элементов			Лист	Лист	Листов
				1	2
			ЕКА		
Копировал					
Формат А4					

бом, обозначения присвоены каждой составной части, например $S1.1$, $S1.2$ — составные части переключателя $S1$; $S5.1$, $S5.2$, $S5.3$ — составные части переключателя $S5$. На схеме переключателей

дам обозначения на схеме, при этом на поле схемы следует дать соответствующее указание (рис. 6.11). При разнесенном способе изображения схемы эти обозначения следует указывать на каждой составной части элементов, при этом, если на схеме представлено несколько одинаковых элементов, обозначение контактов допускается наносить только на изображении одного из элементов (см. рис. 6.6, 6.9). Обозначение контактов допускается записывать с квалифицирующим символом по ГОСТ 2.710-81* (см. § 5.4). Надписи и знаки, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки (см. рис. 6.6).

На принципиальной схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей изделия (частоту, напряжение, ток, сопротивление, индуктивность и т.п.). Допускается указывать адреса внешних соединений (если они заведомо определены), например $A - X3:5$, т.е. выходной контакт должен быть соединен с контактом 5 разъема $X3$ устройства A .

Характеристики входных и выходных цепей изделия, а также адреса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые вместо условных графических обозначений входных и выходных элементов — разъемов, плат и т.п. Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством построения схемы. Размеры и форма таблицы ГОСТ не устанавливаются. При отсутствии характеристик входных и выходных цепей или адресов их внешнего присоединения в таблице не приводят графу с этими данными. При необходимости допускается вводить в таблицу дополнительные графы.

Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, вместо

условного графического обозначения которого она помещена. Допускается сохранять условные графические обозначения входных и выходных элементов — разъемов, плат и т.п. (см. рис. 6.9). Различные варианты обозначений таблиц входных и выходных элементов приведены на рис. 6.6, 6.7.

Таблицы входных и выходных цепей могут быть выполнены разнесенным способом (см. рис. 6.11), при этом головка таблицы приводится только на одном из изображений.

В графе «Конт.» допускается представлять несколько последовательных номеров контактов в случае, если они соединены между собой.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы и устройства, входящие в состав изделия. Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов (см. рис. 6.10).

При проектировании изделия, в которое входят несколько разных устройств, на каждое из них рекомендуется выполнять самостоятельную принципиальную схему. Если такие устройства могут быть применены в других изделиях или самостоятельно, выполнение отдельных принципиальных схем для них является обязательным. При оформлении принципиальной схемы изделия, в состав которого входят устройства, имеющие самостоятельные принципиальные схемы, каждое такое устройство рассматривают как элемент схемы изделия, присваивают ему позиционное обозначение, изображают в виде прямоугольника или условного графического обозначения, записывают в перечень элементов в одну строку. На схеме изделия в прямоугольники, изображающие устройства, допускается помещать электрические

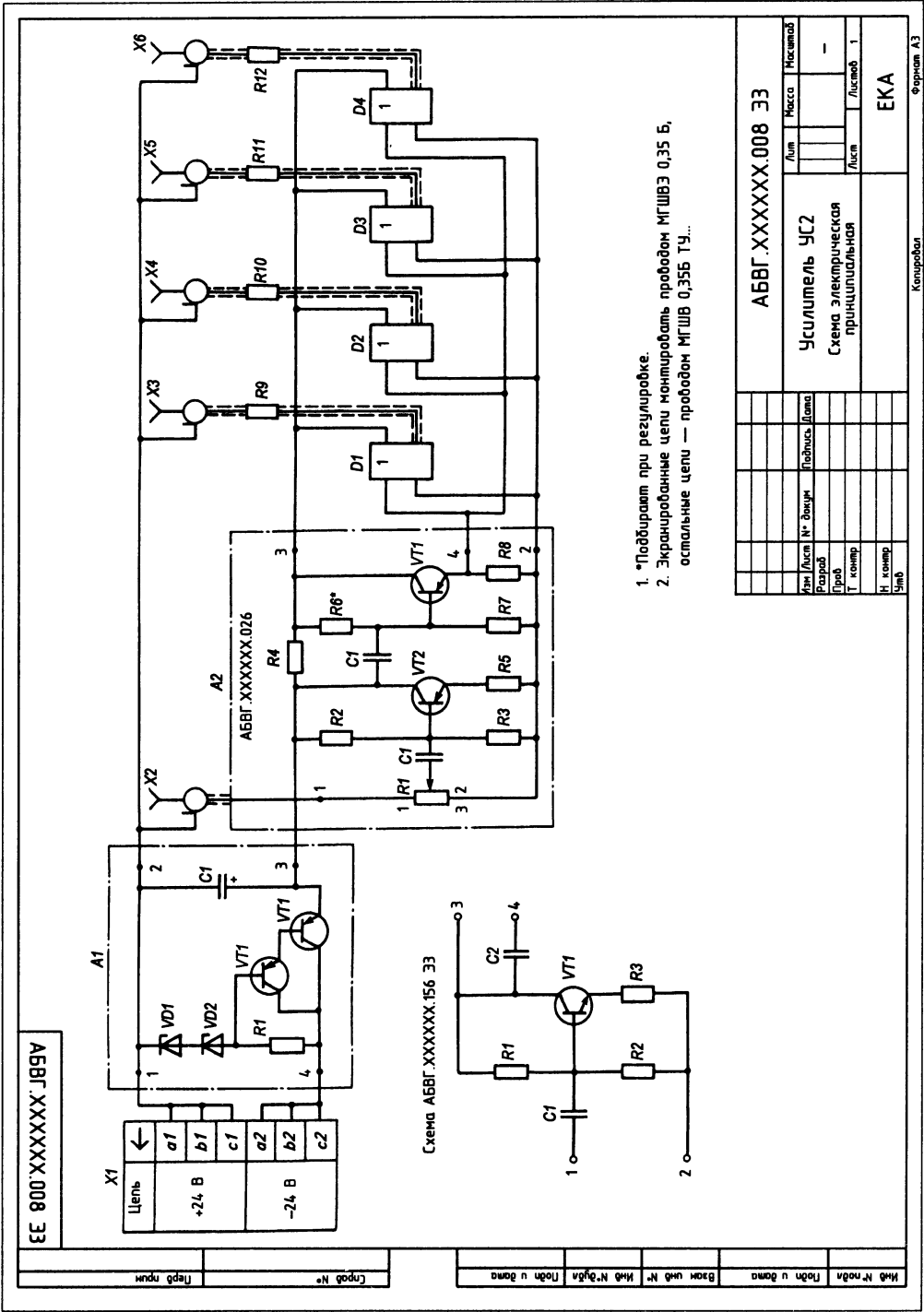


Рис. 6.12. Усилитель УС2. Схема электрическая принципиальная

схемы этих устройств. Если в изделие входят несколько одинаковых устройств, то схему устройства рекомендуется помещать на свободном поле схемы изделия с соответствующей надписью «Схема АБВГ.ХХХХХХ.156 ЭЗ» (рис. 6.12). В перечень элементов

(рис. 6.13) элементы этой схемы не включают.

При изображении устройств, имеющих самостоятельную принципиальную схему, допускается вместо условных графических обозначений входных и выходных элементов помещать таблицы

Поз. обознач.		Наименование	Кол.	Примечание
Перв. прим.	D1...D4	Повторитель АБВГ.ХХХХХХ.156	4	
	R9...R12	Резистор МЛТ-0,5-24 Ом ±10 % ГОСТ...	4	
	X1	Вилка РП14-30 ...ТУ	1	
	X2...X6	Розетка СР-50-73 Ф ...ТУ	5	
	A1	Плата МИФТ.ХХХХХХ.012	1	
	C1	Конденсатор К50-6-1-16 В-500 мкФ ...ТУ	1	
Справ. №	(и т. д.)			
	A2	Плата МИФТ.ХХХХХХ.026	1	
	Конденсаторы МБМ ГОСТ...			
	C1	МБМ-160 В-0,05 мкФ ±10 %	1	
	C2	МБМ-160 В-0,1 мкФ ±10 %	1	
Подп. и дата				
Инд. № дубл.				
Взам. инд. №				
Подп. и дата				
Инд. № подл.				

АБВГ.ХХХХХХ.008 ПЭЗ				
Усилитель УС2				
Перечень элементов				
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разраб				
Проб.				
Н контр				
Умб.				

Лист	Лист	Листов
1	1	2
ЕКА		

Копировал _____ Формат А4

Рис. 6.13. Усилитель УС2. Перечень элементов

Рис. 6.14. Стойка М. Схема электрическая принципиальная

с характеристиками входных и выходных цепей (рис. 6.14). Знаком * отмечены устройства, включаемые попеременно. На рис. 6.14 показано упрощенное соединение нескольких одинаковых элементов (*HL1 ... HL4*), соединенных последовательно.

Если в изделие входят несколько одинаковых устройств, не имеющих самостоятельных принципиальных схем или одинаковых функциональных групп, то на схеме изделия допускается не повторять схемы этих устройств. При этом устройство или функциональную группу изображают в виде прямоугольника, а схему такого устройства изображают внутри одного из прямоугольников (см. рис. 6.11) или помещают на поле схемы с соответствующей надписью.

На схеме изделия, в состав которого входят устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, допускается позиционные обозначения элементам присваивать в пределах каждого устройства после элементов, не входящих в устройства.

Запись элементов, входящих в каждое устройство (функциональную группу), начинают с соответствующего заголовка. Заголовок записывают в графе «Наименование» и подчеркивают. Если в изделии имеются элементы, не входящие в устройства, то при заполнении перечня вначале записывают эти элементы без заголовка (см. рис. 6.11, 6.13). Если в изделии имеется несколько одинаковых устройств или функциональных групп, то в перечне указывают количество элементов, входящих в одно устройство. Общее количество одинаковых устройств (функциональных групп) указывают в графе «Кол.» на одной строке с заголовком (см. рис. 6.11).

При выполнении принципиальной схемы на поле схемы допускается помещать различные текстовые данные:

указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей, которыми

должны быть выполнены соединения элементов;

указания о требованиях к электрическому монтажу данного изделия (см. рис. 6.9, 6.14);

указания о назначении отдельных цепей (см. рис. 6.4).

При выполнении схем на нескольких листах следует учитывать следующие требования: при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдать сквозную нумерацию в пределах изделия, оформлять общий перечень элементов.

6.4. Схемы соединений

Схема соединений показывает соединения составных частей изделия между собой и определяет провода, жгуты, кабели, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения и ввода (зажимы, соединители). На схеме соединений должны быть изображены все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (разъемы, платы, зажимы и т.п.), а также соединения между этими устройствами и элементами.

Элементы и устройства на схеме изображают в виде прямоугольников, внешних очертаний или условных графических обозначений, входные и выходные элементы — в виде условных графических обозначений или таблиц. Вводные элементы, через которые проходят провода, жгуты и кабели, изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД (рис. 6.15).

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме

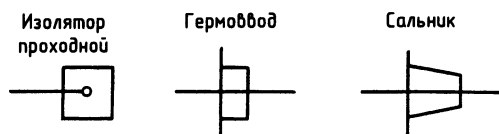


Рис. 6.15. Изображение вводных элементов

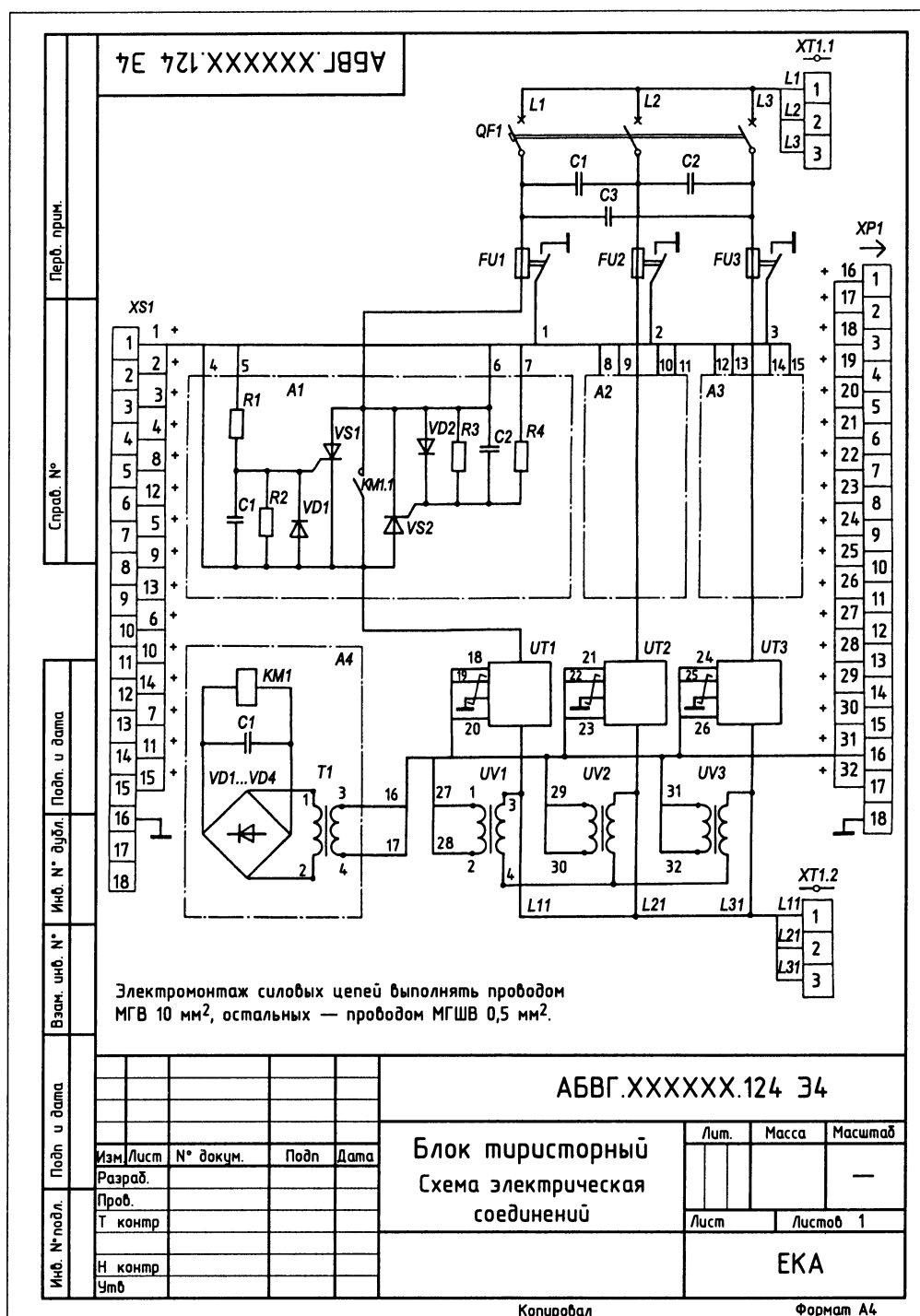


Рис. 6.16. Схема электрическая соединений

должно примерно соответствовать действительному размещению элементов и устройств в изделии, а расположение входных и выходных элементов внутри устройства — действительному размещению их в устройстве.

На схеме около графических обозначений устройств указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. Допускается указывать также наименование, тип, основные параметры элементов и устройств.

На схеме следует указывать обозначения выводов (контактов) элементов и устройств, нанесенные на изделие или установленные в их документации. При изображении на схеме нескольких одинаковых устройств обозначения выводов допускается указывать на одном из них, например маркировка обмоток трансформаторов на рис. 6.16.

При изображении на схеме разъемов допускается применять условные графические обозначения, не показывающие отдельные контакты, при этом сведения о подключении контактов приводят в таблице, размещаемой около разъема или на свободном поле схемы (рис. 6.17).

При использовании многоконтактных элементов допускается указывать сведения о присоединении проводов и жил кабеля к контактам одним из следующих способов:

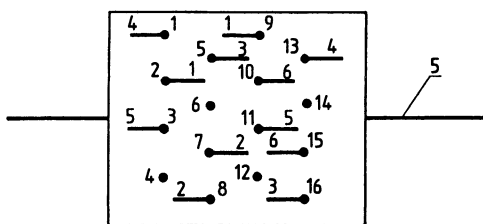


Рис. 6.18. Многоконтактное устройство

многоконтактное изделие изображают в виде прямоугольника, внутри которого условно изображают контакты и провода или жилы кабеля; концы линий направляют в сторону соответствующего жгута или кабеля и обозначают (рис. 6.18);

у изображения многоконтактного устройства помещают таблицу с указанием подключения контактов (рис. 6.19).

Провода, группы проводов, жгуты и кабели должны быть показаны на схеме отдельными линиями. Для упрощения графики схемы допускается сливать отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении, в общую линию. При подходе к контактам каждый провод изображают отдельной линией. Провода, жгуты и кабели должны быть обозначены порядковыми номерами в пределах изделия отдельно для каждого вида проводников. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах линий, изображающих кабель, вблизи мест разветвления жил, номера жгутов — на полках линий-выносок, номера групп проводов — около линий-выносок (рис. 6.20). Жилы кабелей, нумеруют в пределах кабеля.

Если на принципиальной схеме электрическим цепям были присвоены обозначения, то всем проводам и жилам кабелей должны быть присвоены те же обозначения, при этом для удобства

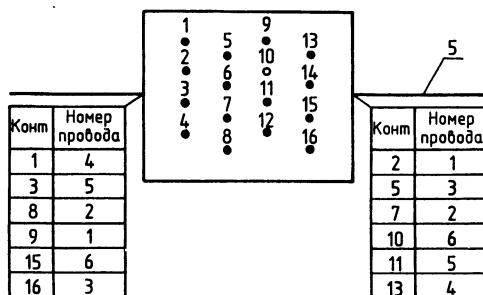


Рис. 6.19. Многоконтактное устройство с таблицей соединений

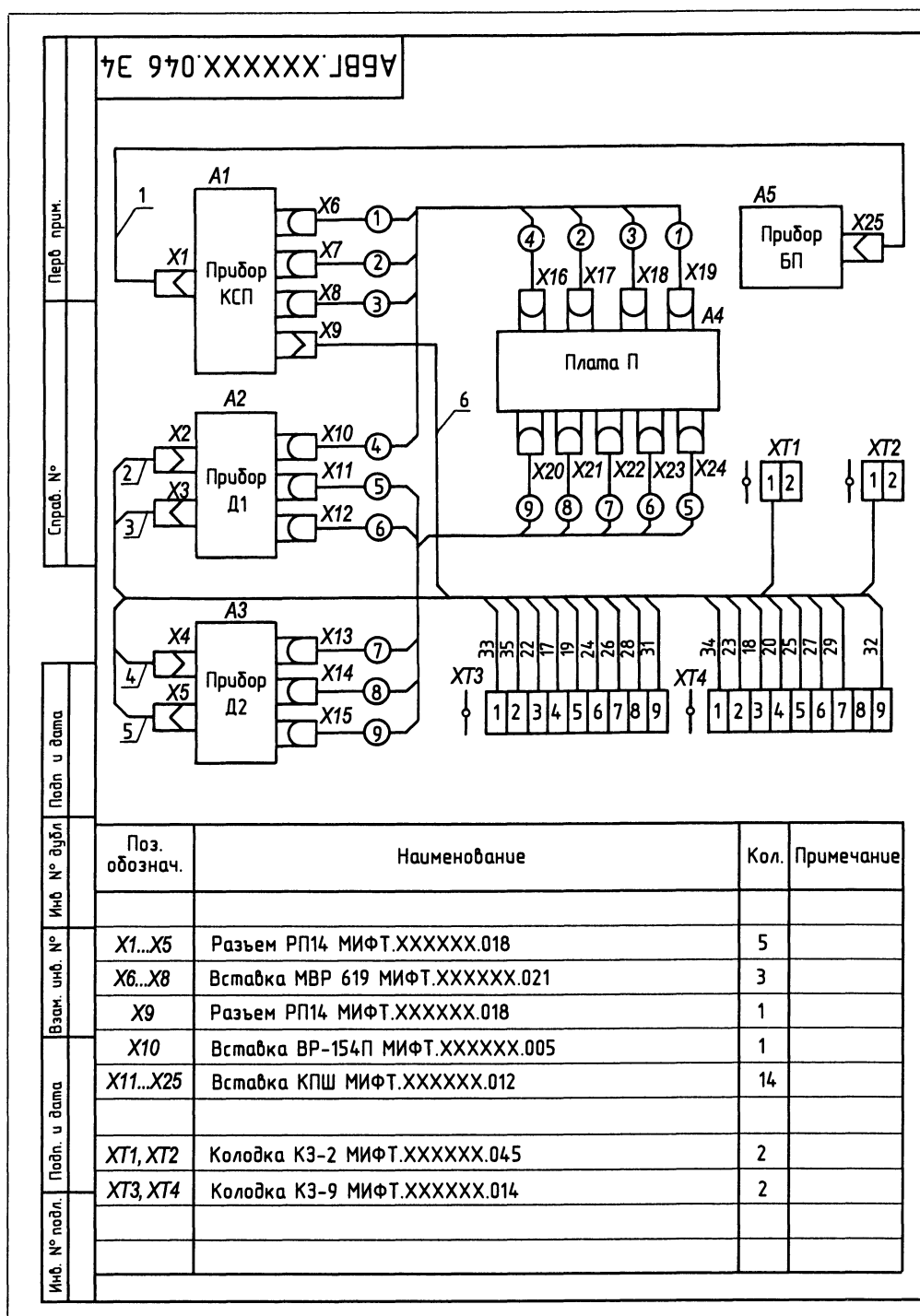


Рис. 6.20. Устройство А. Схема электрическая соединений

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
		<u>Жгут 1</u>		
1	= A1 – X1 : 2	= A5 – X25 : 2	МГШВ 0,75	
2	= A1 – X1 : 3	= A5 – X25 : 3	МГШВ 0,75	
3	= A1 – X1 : 5	= A5 – X25 : 5	МГШВ 0,75	
4	= A1 – X1 : 6	= A5 – X25 : 6	МГШВ 0,5	
		<u>Жгут 5</u>		
31	= A3 – X4 : 1	– XT3 : 9	МГШВ 0,5	
32	= A3 – X4 : 2	– XT4 : 9	МГШВ 0,5	
		<u>Жгут 6</u>		
33	= A1 – X9 : 1	– XT3 : 1	МГШВ 0,5	
34	= A1 – X9 : 2	– XT4 : 1	МГШВ 0,5	
35	= A1 – X9 : 3	– XT3 : 2	МГШВ 0,5	
		<u>Кабели</u>		
1	= A1 – X6	= A4 – X19	РК-75-3-11	
2	= A1 – X7	= A4 – X17	РК-75-3-11	
3	= A1 – X8	= A4 – X18	РК-75-3-11	
4	= A2 – X10	= A4 – X16	РК-75-3-11	
5	= A2 – X11	= A4 – X24	РК-75-3-11	
6	= A2 – X12	= A4 – X23	РК-75-3-11	
7	= A3 – X13	= A4 – X22	РК-75-3-11	
8	= A3 – X14	= A4 – X21	РК-75-3-11	
9	= A3 – X15	= A4 – X20	РК-75-3-11	

					АБВГ.ХХХХХХ.046 34			
					Устройство А			
					Схема электрическая соединений			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Лит	Масса	Масштаб	
Разраб.							—	
Проб.								
Т. контр.					Лист	Листов 1		
Н. контр.					ЕКА			
Утв.								

Копировал

Формат А4

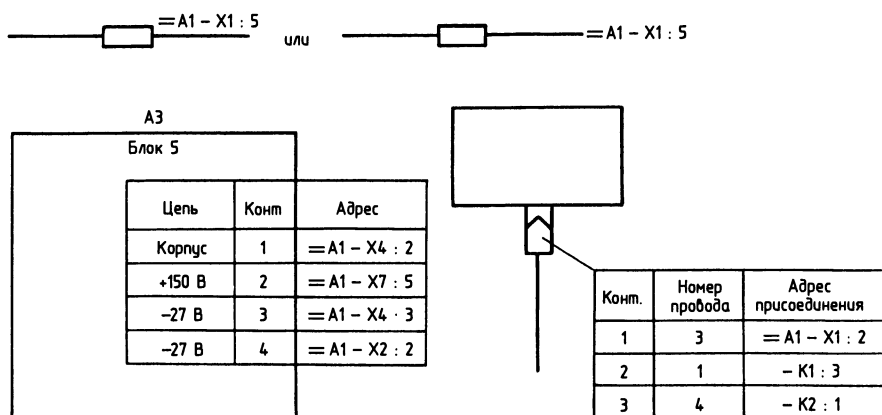


Рис. 6.21. Различные варианты указания адресов присоединения

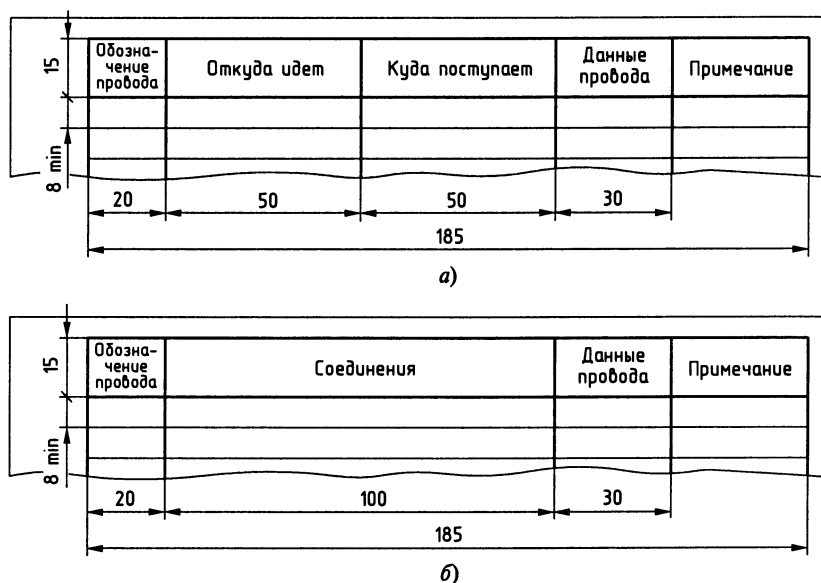


Рис. 6.22. Форма таблицы соединения:

а — первый вариант; б — второй вариант

чтения схемы рекомендуется нумеровать порядковыми числами отдельные участки цепи в пределах цепи, отделяя их от номера цепи знаком дефис.

Допускается линии, изображающие провода, группы проводов, жгуты и кабели, не проводить или обрывать около мест присоединения, при этом около обрыва линии связи и мест присоедине-

ния должны быть указаны адреса присоединений (см. рис. 6.17, 6.21).

На схеме должны быть указаны: для проводов — марка, сечение, при необходимости расцветка; для кабелей — марка, количество и сечение жил, а также количество занятых жил.

Количество занятых жил указывают в прямоугольнике справа от обозначения данных кабеля. Например, на рис. 6.17

обозначение кабеля РШМ12×1 мм² 8 означает: РШМ — марка кабеля, 12 — число всех жил, 1 мм² — сечение жилы, 8 — число занятых жил.

Если данные о проводах и кабелях указывают около линий, изображающих провода и кабели, допускается обозначения проводам и кабелям не присваивать. Одинаковые данные (марки, сечения) о всех или большинстве проводов рекомендуется указывать на поле схемы (см. рис. 6.16).

Сведения о проводах и присоединениях могут быть указаны в таблице, размещаемой на поле схемы, на первом листе, как правило, над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение таблицы помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Таблица соединений может быть выполнена в виде самостоятельного документа на формате А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104-68* (форма 2 и 2а), при этом ей присваивается наименование «Таблица соединений». Форма таблицы соединений может выполняться в двух вариантах, представленных на рис. 6.22.

В графах таблиц указывают:

в графе «Обозначение провода» — обозначение провода, жилы кабеля;

в графах «Откуда идет», «Куда поступает» — условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств;

в графе «Соединения» — условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств, разделяя их запятой;

в графе «Данные провода»: для провода — марку, сечение и при необходимости расцветку; для кабеля — марку, сечение и количество жил;

в графе «Примечание» — дополнительные данные.

При выполнении соединений жгутами проводов или жилами кабелей пе-

ред записью проводов и жил помещают заголовок, например «Жгут 1» или «Жгут АВГД.ХХХХХХ.085». Провода жгута или жилы кабеля записывают в порядке возрастания номеров, присвоенных проводам и жилам.

При выполнении соединений отдельными проводами, жгутами проводов и кабелями в таблицу соединений записывают вначале отдельные провода (без заголовка), а затем, с соответствующими заголовками, жгуты проводов и кабели. Пример заполнения таблицы соединений приведен на рис. 6.20. Если на отдельные провода должны быть надеты изоляционные трубки, экранирующие оплетки и т.п., то в графе «Примечание» помещают соответствующие указания. Допускается эти указания помещать на поле схемы.

На поле схемы над основной надписью допускается помещать необходимые технические требования: о недопустимости совместной прокладки некоторых проводов, жгутов и кабелей; значения минимально допустимых расстояний между ними; о специфике прокладки и др.

6.5. Схемы подключения

Схема подключения показывает внешние подключения изделия. На схеме должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы (разъемы, зажимы и т.п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, указаны данные о подключении изделия (характеристики внешних цепей, адреса).

Изделие изображают в виде прямоугольника или внешних очертаний, входные и выходные элементы — в виде условных графических обозначений или внешних очертаний. Размещение изображений входных и выходных элементов относительно изделия

должно примерно соответствовать их действительному размещению в изделии. Всем этим элементам присваивают буквенно-цифровые позиционные обозначения согласно принципиальной схеме или схеме соединений. Допускается также указывать наименование и тип разъемов, к которым присоединяется внешний монтаж.

Вводные элементы, через которые проходят провода и кабели, изображают графически (см. рис. 6.15).

На всех элементах, изображенных на схеме, должна быть показана маркировка, предусмотренная в конструкции этих элементов. Изображение и обозначение проводов внешнего монтажа показаны на рис. 6.23. Следует обратить внимание на обозначение жил кабеля. Если номер жилы кабеля совпадает с маркировкой входного элемента, то номер жилы кабеля не обозначают. Жилы кабеля 9, кабеля 23, кабеля 12 (номера 1... 6, 8, 9) не обозначены. Количество задействованных жил кабеля указано в квадратной рамке.

Сведения о внешнем подключении указывают в таблице подключения, расположенной на поле схемы над основной надписью. Форма таблицы произвольная.

В таблице должны быть указаны характеристики внешних цепей и адреса.

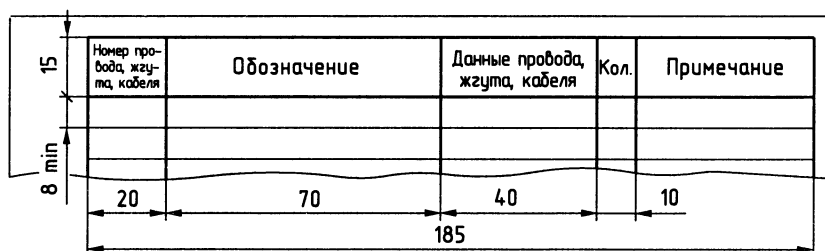
6.6. Схемы общие

Схема общая определяет составные части комплекса и соединение их между собой, используется при монтаже и наладке, а также при проектировании. На общей схеме изображают устройства и элементы, входящие в комплекс, прямоугольниками, условными графическими обозначениями или внешними очертаниями, а также соединяющие их провода, жгуты и кабели. Входные, выходные и вводные элементы изображают в виде условных графических обозначений или таблиц. Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному их размещению. Для каждого устройства и элемента, жгута и кабеля должны быть указаны наименование, тип, документ, на основании которого они применены. Данные об устройствах и элементах записывают в перечень элементов, о жгутах, кабелях и проводах — в таблицу перечня проводов, жгутов и кабелей.

Связь перечня элементов со схемой осуществляется через позиционные обозначения, как правило, цифровые.

Перечень элементов заполняют по правилам, изложенным в § 5.4. Таблица перечня проводов, жгутов и кабелей оформляется по форме, приведенной на рис. 6.24. В графах указывают:

в графе «Обозначение» — обозначение основного конструкторского доку-



Номер провода, жгута, кабеля	Обозначение	Данные провода, жгута, кабеля	Кол.	Примечание

Dimensions: Total width 185, column widths 20, 70, 40, 10. Row height 15, min height 8.

Рис. 6.24. Форма таблицы перечня проводов

мента провода, кабеля, жгута, изготовленных по чертежам;

в графе «Данные провода, жгута, кабеля» — тип и технические данные проводов, на которые не разрабатывают чертежи.

Связь перечня проводов со схемой осуществляется через обозначения проводов, жгутов и кабелей, присвоенные по правилам, установленным для схем соединений (см. § 6.5).

Пример оформления схемы общей с таблицами перечня элементов и проводов, жгутов и кабелей приведен на рис. 6.25. На схеме общей характеристики цепей допускается обозначать на поле схемы около изображения разъема.

6.7. Схемы электрических обмоток и изделий с обмотками

Для обмоток и изделий с обмотками (трансформаторов, электрических машин), контакторов, реле выполняют одну или несколько схем следующих типов: структурная, принципиальная, соединений, подключения, расположения. Схемы структурные, принципиальные и подключения выполняют по правилам, изложенным выше. При выполнении схем соединений и расположения кроме вышеизложенных правил необходимо учитывать требования ГОСТ 2.705-70. Все схемы выполняют в виде самостоятельных документов или располагают на поле сборочного чертежа изделия с обмотками (см. рис. 4.12, 4.16).

На схеме соединений кроме электрических элементов допускается изображать части магнитопровода и отдельные элементы конструкции, указывать направление тока. На рис. 6.26 приведен пример электрической схемы соединений электродвигателя. Изображение полюсов, коробки выводов выполнено в виде внешних очертаний тонкими линиями. На рис. 6.27 магнитопровод,

трансформаторы тока показаны условными графическими обозначениями, крышка бака, стенка и другие элементы конструкции — внешними очертаниями.

Элементы обмотки изображают в соответствии с требованиями ГОСТ 2.723-68* (см. приложение 2). Для выделения различных обмоток допускается выполнять полуокружности в условном графическом обозначении разными радиусами.

Дисковые катушки показывают в виде утолщенных отрезков линий (рис. 6.27).

При одинаковых соединениях элементов в многофазных изделиях (например, катушек в обмотке трехфазного трансформатора) на схеме допускается изображать элементы и их соединения только в одной фазе, при этом на поле схемы приводят указания о соединениях в остальных фазах (рис. 6.28). Допускается также упрощать графику схемы, если ясна закономерность соединения (рис. 6.29).

При выполнении схем соединений используют сплошные основные и штриховые линии различной толщины для выделения элементов, принадлежащих к разным обмоткам (см. рис. 6.26, 6.30).

Штриховыми линиями показывают элементы обмоток и соединения, расположенные со стороны, противоположной изображенному на схеме виду.

Начала и концы обмоток обозначают арабскими цифрами, буквами Н (начало), К (конец) (см. рис. 6.26) или точками, наносимыми около начала элемента обмотки. Полярность главных полюсов электрических машин обозначают буквами *N* (северный) и *S* (южный), добавочных — соответственно буквами *n* и *s* (см. рис. 6.26). Допускается к буквенным обозначениям добавлять цифры, указывающие порядковый номер полюса или обмотки. Пазы нумеруют арабскими цифрами (рис. 6.30).

№ гадж	Түрэг нэр
--------	-----------

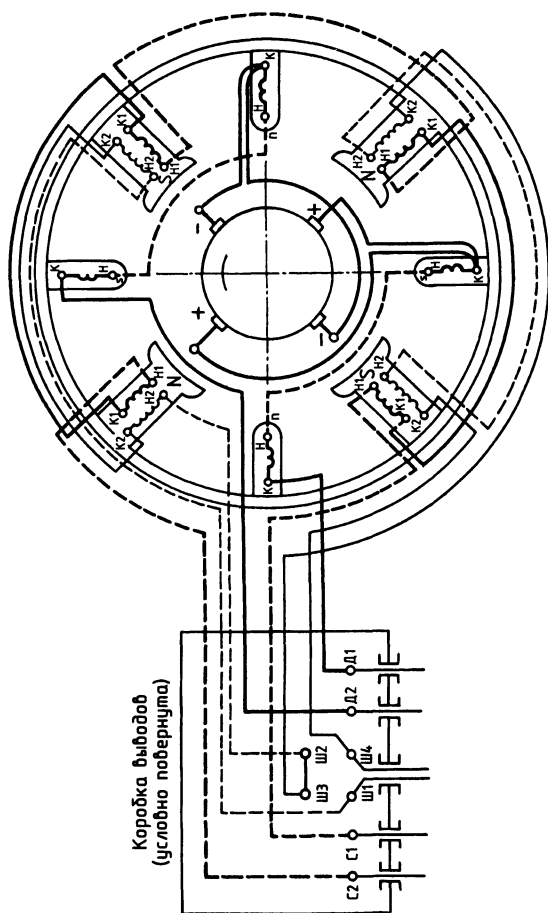
[illegible]

Рис. 6.26. Схема электрическая соединений обмоток электродвигателя

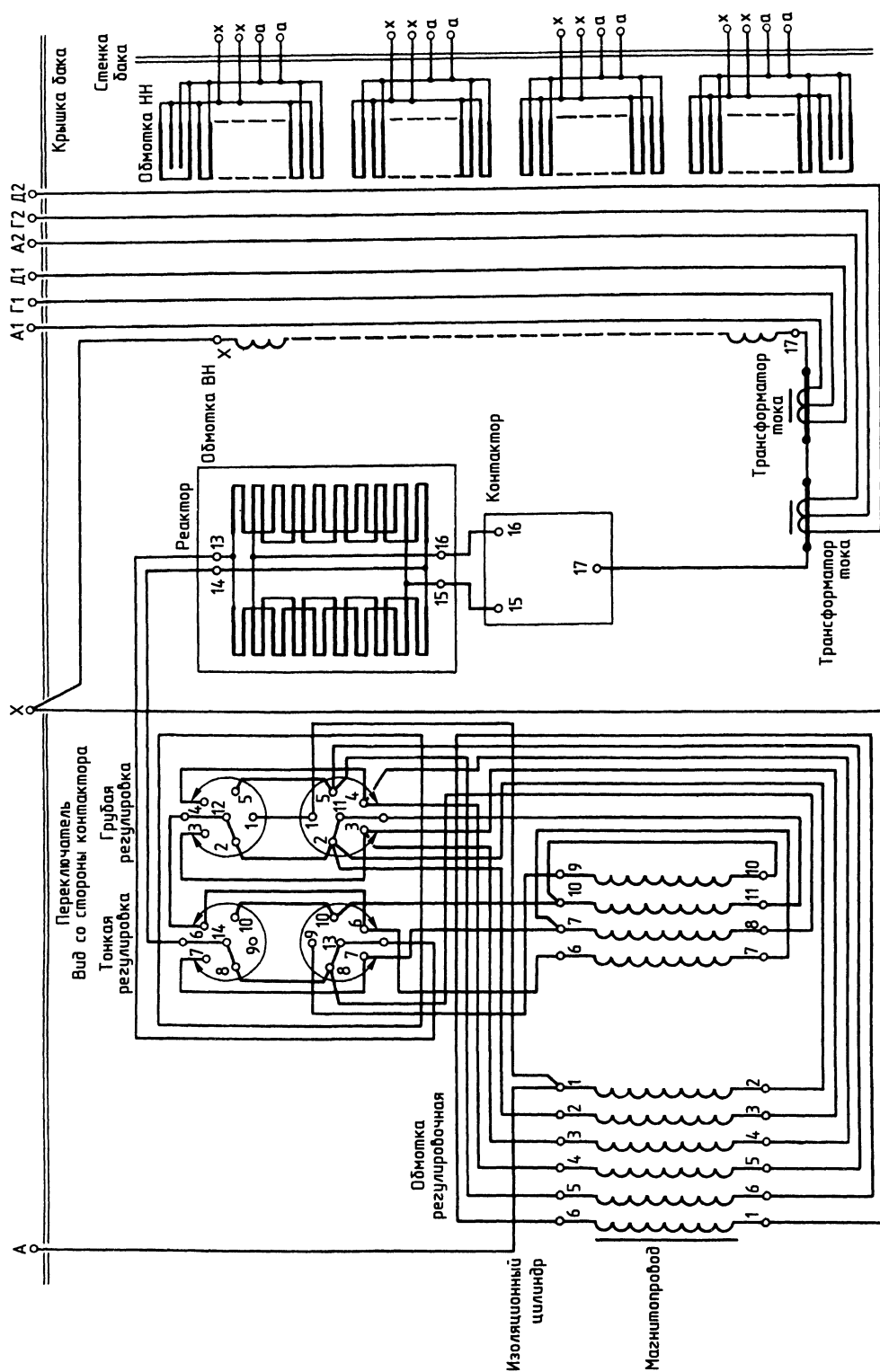


Рис. 6.27. Схема электрическая соединений трансформатора

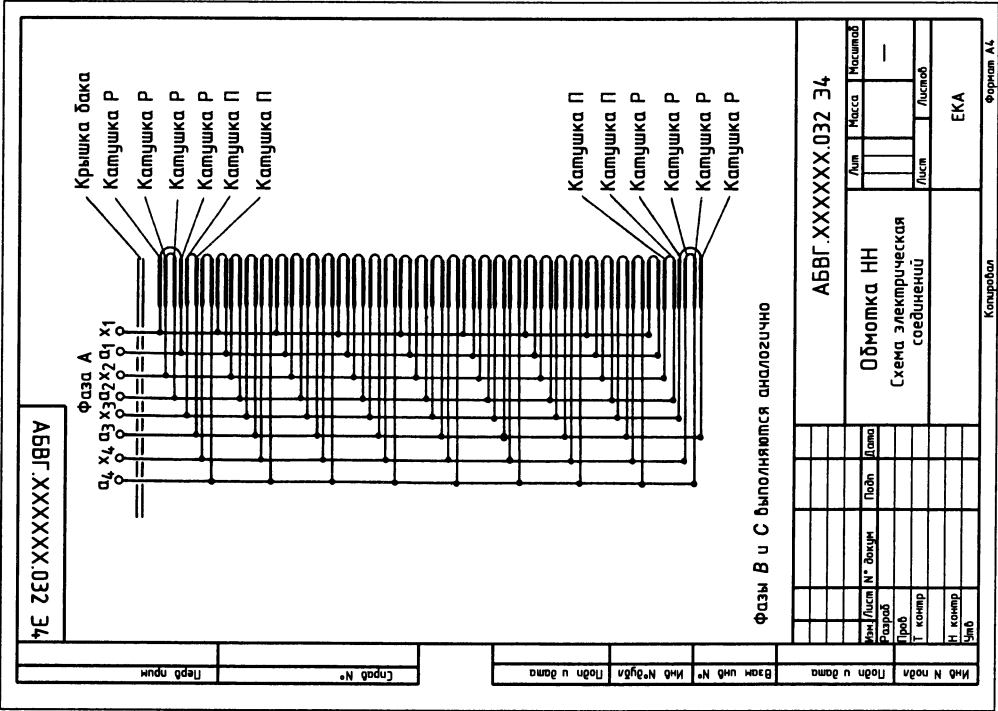


Рис. 6.28. Схема электрическая соединений обмотки низкого напряжения

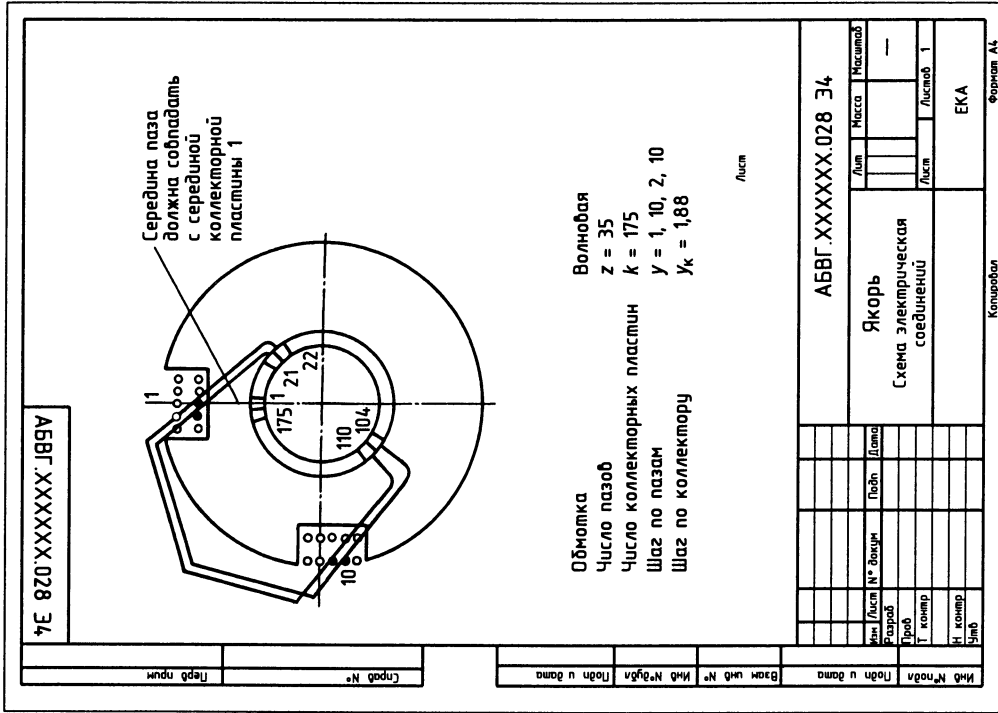


Рис. 6.29. Якорь. Схема электрическая соединений

Рис. 6.30. Статор. Схема электрическая соединений обмоток при развертке на плоскость

Рис. 6.31. Статор. Схема электрическая соединений с расположением обмоток, определяемым удобством чтения схемы

На поле схемы допускается помещать необходимые технические данные: число пазов, шаг по пазам и коллектору, число полюсов, число фаз, число пазов на полюс и фазу, число параллельных ветвей, число коллекторных пластин, вид обмотки и т.п.

Схемы соединений выполняют с расположением изображений обмотки:

а) при развертке ее на плоскость (см. рис. 6.30);

б) применительно к виду на изделие с определенной стороны (см. рис. 6.26),

при этом вид со стороны коллектора не обозначают;

в) определяемым удобством чтения схемы (рис. 6.31).

На рис. 6.31 приведен пример выполнения схемы соединений обмоток статора. Элементы обмотки (катушечные группы) изображены в виде прямоугольников. Над диагональю прямоугольника указывают номер катушечной группы, под диагональю — число катушек в катушечной группе.

7.1. Общие положения

Электрические схемы вычислительной техники являются основными документами при разработке, изготовлении, наладке и эксплуатации электронно-вычислительных устройств, которые более сложны по сравнению с другими радиоэлектронными устройствами. Особенностью электронно-вычислительных устройств является модульный принцип построения конструкции на базе единых унифицированных конструктивных элементов. В связи с этим при выполнении схем цифровой вычислительной техники наряду с требованиями ГОСТ 2.701-84* и ГОСТ 2.702-75* следует учитывать целый ряд специфических требований, установленных ГОСТ 2.708-81.

Общие правила построения условных графических обозначений элементов цифровой вычислительной техники изложены в ГОСТ 2.743-91, а для элементов аналоговой вычислительной техники — в ГОСТ 2.759-82*. Регламентируемые вышеуказанными стандартами правила выполнения схем и условных графических обозначений предусматривают исполнение документации ручным или автоматизированным способом. Буквенные обозначения элементов в электрических схемах установлены в ГОСТ 2.710-81*.

На схемах показывают входящие и выходящие линии. Начало входящих линий изображают, начиная с левой стороны или сверху листа. Выходящие линии заканчивают на правой стороне или внизу листа. Всем входящим, выходящим и прерванным на данном листе линиям следует присваивать цифровые,

буквенные или буквенно-цифровые обозначения сигналов или адресное обозначение листа продолжения линии. Если прерванная линия связи продолжается на нескольких листах, то в круглых скобках указывают все номера листов, на которых продолжается данная линия (рис. 7.1). При обрыве линий групповой связи через дробную черту указывают количество ее разветвлений (рис. 7.2). В случаях, когда выходящая линия продолжается на большом количестве листов схемы или групповая линия связи имеет много разветвлений, рекомендуется адреса продолжения прерванной линии записывать в таблице, помещаемой на свободном поле схемы. Вместо адреса на прерванной линии в круглых скобках указывают знак *, букву *T* и номер таблицы, например (* *T*6). Электропитание на схеме показывают

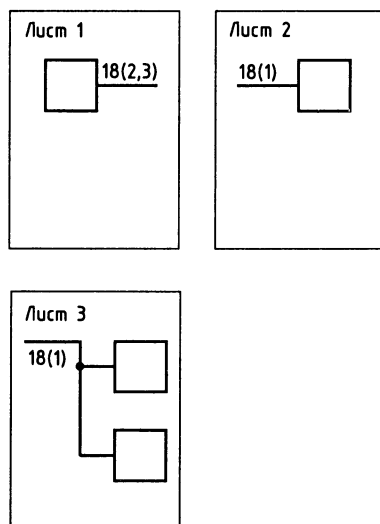


Рис. 7.1. Обозначение обрывов линий электрической связи

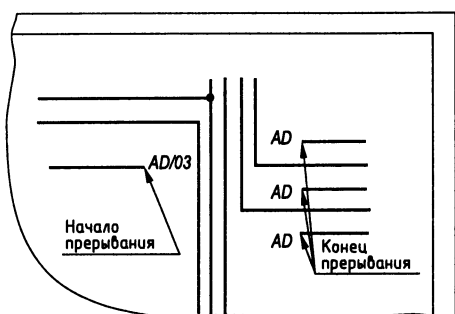


Рис. 7.2. Обозначение обрыва линии групповой связи

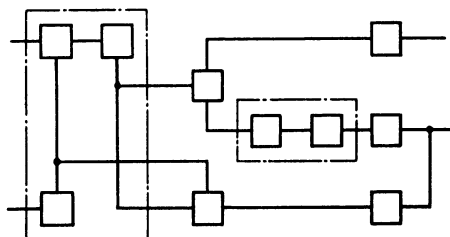


Рис. 7.3. Функциональные части на схеме

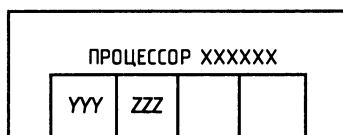
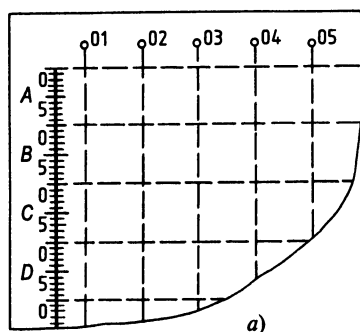


Рис. 7.4. Изображение функциональной части на структурных и функциональных схемах

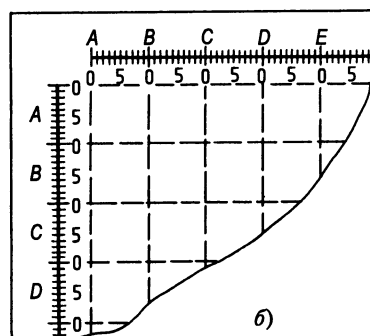
в виде таблицы, текста либо на прерванной линии, отображающей связь по питанию.

На схеме допускается выделять функциональные части штрихпунктирной линией (рис. 7.3). На структурных и функциональных схемах допускается в условных графических обозначениях функциональной части выделять ее составные части (рис. 7.4). Каждая выделенная составная часть должна иметь наименование или условное обозначение, которое должно быть пояснено на поле схемы или в документации на изделие.

Направления потоков информации на структурных и функциональных схемах обозначаются стрелками. При большой



а)



б)

Рис. 7.5. Деление поля листа:

а — на зоны; б — координатным методом

графической насыщенности схемы условными графическими обозначениями и линиями связи допускается делить поле листа на колонки, ряды, зоны, применять метод координат и т.д. (рис. 7.5).

На поле схемы допускается приводить таблицы сигналов, в которых указывают наименование или обозначение сигнала и порядковый номер, конструктивное обозначение контактов, через которые проходит сигнал, и другую информацию. Форму таблицы сигналов выбирают условно в зависимости от ее содержания, запись производят в алфавитном порядке по конструктивным или схемным адресам. Таблицы сигналов могут быть выполнены как самостоятельные документы с шифром ТС и кодом, определяющим вид схемы. Например, ТСЭЗ — таблица соединений схемы принципиальной электрической.

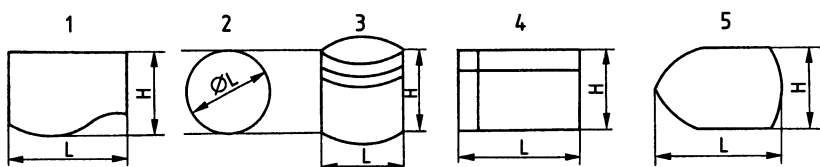


Рис. 7.6. Условные графические обозначения элементов структурных схем вычислительной техники:

1 — печатающие устройства; 2, 3 — накопители на магнитной ленте (2), на магнитном диске (3); 4 — запоминающее устройство; 5 — визуальное устройство ввода-вывода

7.2. Структурные схемы

Структурные схемы имеют код Э1. Функциональные части на схемах изображают в виде прямоугольников. Допускается применять условные графические обозначения, установленные ГОСТ 2.708-81 (рис. 7.6). Размер $L = 1,5 H$. Размер H выбирается из ряда 10, 15 и далее через 5 мм. На структурной схеме над условными графическими обозначениями допускается делать поясняющие надписи. Сведения о конструктивном расположении устройств, местах их присоединения и другую информацию целесообразно указывать в таблицах, помещаемых на схеме или выпускаемых самостоятельным документом с кодом ТЭ1 или Т1.

7.3. Функциональные схемы

Функциональные схемы имеют код Э2. Функциональные части изображают прямоугольниками или с помощью условных графических обозначений, установленных ГОСТ 2.708-81 (рис. 7.7). Для всех обозначений $L = 1,5 H$. При выполнении схем допускается поворачивать условные графические обозначения функциональных частей на 90° , указывать разрядность функциональных частей (рис. 7.8), совмещать условные графические обозначения функциональ-

ных частей по большей их стороне, если выходы одной полностью соответствуют входам другой (рис. 7.9). Функциональные части логических элементов на схемах изображают по ГОСТ 2.743-91.

Линии связи на функциональных схемах подразделяют на информационные и управляющие; первые подводят к большей стороне условного графического обозначения, а отводят от противоположной стороны условного графического обозначения; вторые подводят к меньшей стороне условного графического обозначения. При изображении условного графического обозначения по ГОСТ 2.743-91 управляющие линии связи подводят к большей стороне условного графического обозначения. Для однозначного определения входов и выходов составных частей устройства применяют горизонтальные линии с ограничителями, располагая их над условным графическим обозначением устройства или функциональной части (рис. 7.10). На горизонтальных линиях допускается указывать разрядность функциональной части и ее составных частей (рис. 7.10, а, б). Если к условным графическим обозначениям подведено много управляющих сигналов, допускается продолжить стороны условного графического обозначения или ограничители линий, к которым их подводят (рис. 7.10, в, г).

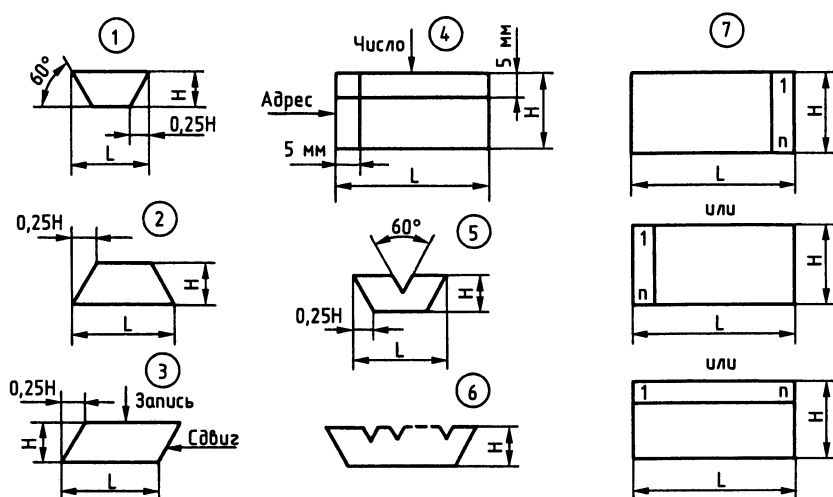


Рис. 7.7. Условные графические обозначения для элементов функциональных схем вычислительной техники:

1 — комбинационный элемент (общее обозначение для элементов типа свертки, избирательной схемы, шифратора и др.); 2 — дешифратор; 3 — регистр сдвига; 4 — элемент памяти; 5 — сумматор по два числа; 6 — сумматор n чисел; 7 — приоритетные схемы

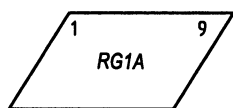


Рис. 7.8. Девятиразрядный сдвигающий регистр

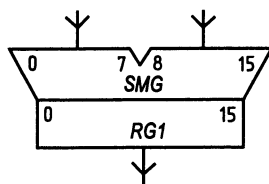


Рис. 7.9. Пример совмещения условных графических обозначений элементов цифровой вычислительной техники

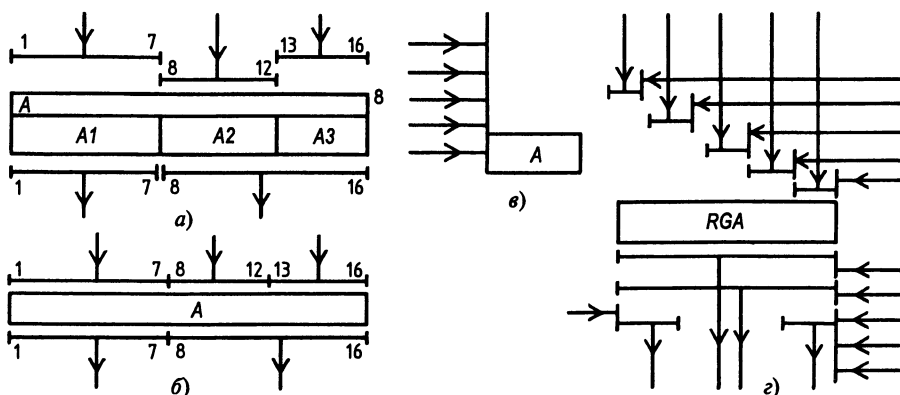


Рис. 7.10. Обозначение линий связи в логических элементах функциональных схем

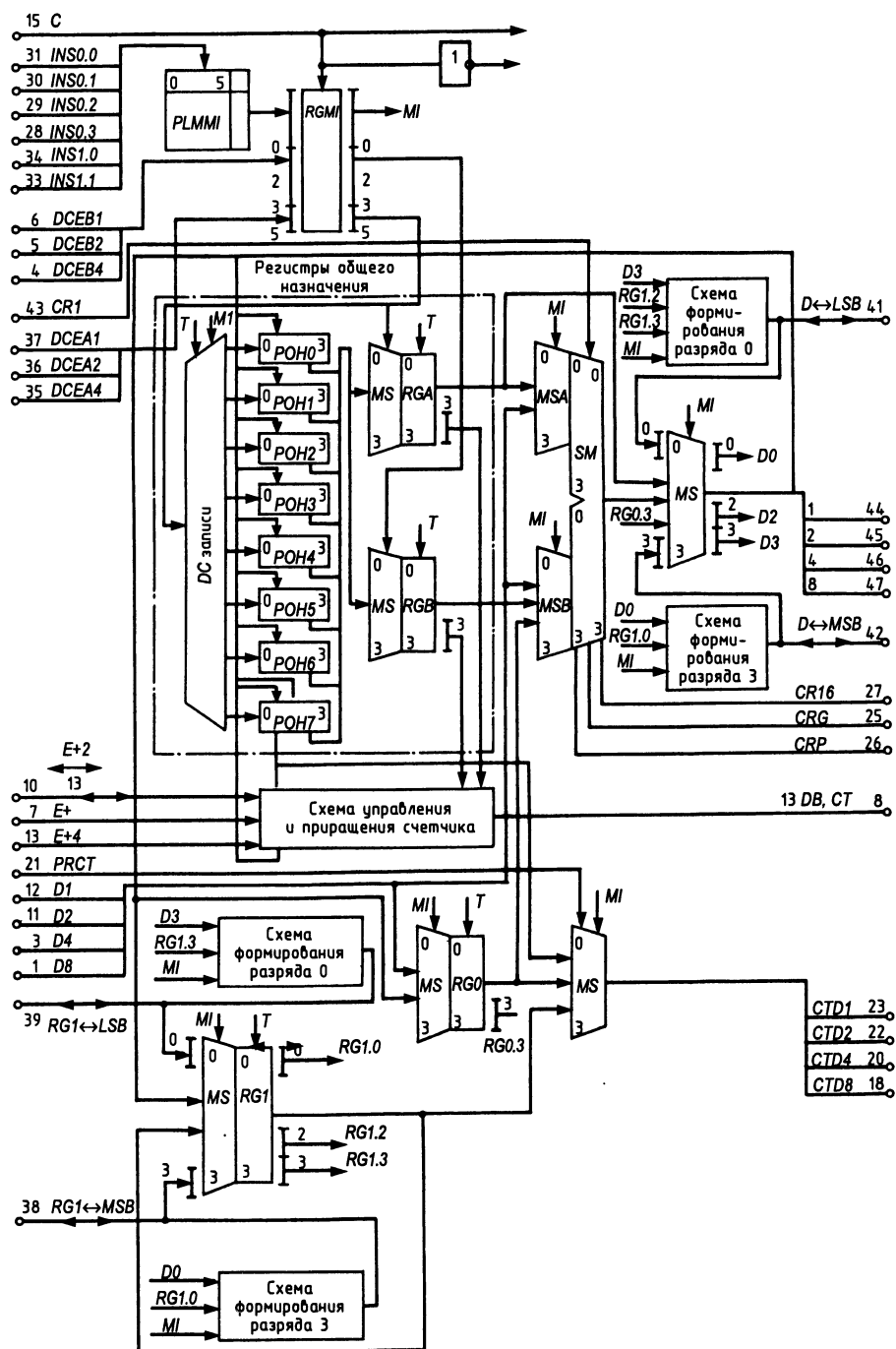


Рис. 7.11. Пример функциональной схемы БИС

Пример выполнения функциональной схемы приведен на рис. 7.11 (без оформления рамки и основной надписи). Для каждой функциональной части внутри условного графического обозначения указывают ее наименование или условное обозначение. Допускается указывать символ функции.

7.4. Принципиальные схемы

Принципиальные схемы имеют код ЭЗ. Элементы схемы изображают по ГОСТ 2.743-91 и ГОСТ 2.759-82*. Допускается изображать в виде прямоугольников логические элементы с n состояниями, а также элементы устройства, не выполняющие логических функций (аналоговые и аналого-цифровые элементы, диодные, резисторные сборки и т.п.).

Условное графическое обозначение двоичного логического элемента имеет форму прямоугольника, который может содержать три поля: основное и два дополнительных. Дополнительные поля располагают справа и слева от основного поля. Допускается дополнительные поля разделять на зоны, отделяя их горизонтальной чертой, а также не разделять основное и дополнительные поля линией (рис. 7.12).

Размер условного графического обозначения (УГО) по высоте определяется числом линий выводов, интервалов, строк информации в основном и дополнительных полях, а по ширине — наличием дополнительных полей и числом знаков, помещаемых в одной строке внутри условного обозначения.

В основное поле элементов и устройств помещают информацию: в 1-й строке — обозначение основной функ-

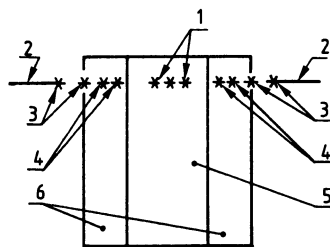


Рис. 7.12. Условное графическое обозначение двоичного логического элемента:

1 — обозначение функции элемента; 2 — линия вывода; 3 — указатели; 4 — метки; 5 — основное поле; 6 — дополнительные поля

ции (символ), во 2-й строке — полное или сокращенное наименование (или тип) или код устройства (элемента), т.е. идентификатор, в последующих строках — буквенно-цифровое обозначение или порядковый номер, обозначение конструктивного расположения, адресное обозначение условного графического обозначения элемента на листе и другую информацию. Буквенно-цифровое обозначение элементов и устройств является обязательным. Допускается помещать его над условным графическим обозначением. Характер и расположение информации поясняются на поле схемы. Адресное обозначение указывает расположение условного графического обозначения на схеме и выражается координатами левого верхнего угла данного обозначения.

Обозначение функции или совокупности функций, выполняемых элементом, образуют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записанных без пробелов. Количество знаков в обозначении функции не ограничено. Обозначения основных функций элементов цифровой техники по ГОСТ 2.743-91 приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Наименование	Обозначение
Вычислитель:	<i>CP</i>
секция вычислителя	<i>CPS</i>
вычислительное устройство	<i>CPU</i>
Микропроцессор	<i>MPU</i>
Вычитатель	<i>P-Q</i> или <i>SUB</i>
Делитель	<i>DIV</i>
Умножитель	π или <i>MPL</i>
Сумматор	Σ или <i>SM</i>
Модулятор	<i>MD</i>
Мультиплексор	<i>MUX</i>
Демодулятор	<i>DM</i>
Шифратор	<i>CD</i>
Дешифратор	<i>DC</i>
Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ):	<i>ROM</i>
Программируемое ПЗУ (ППЗУ)	<i>PROM</i>
ППЗУ с возможностью многократного программирования (РЭПЗУ)	<i>RPPROM</i>
Репрограммируемое ППЗУ с ультрафиолетовым стиранием (РФПЗУ)	<i>UVPPROM</i>
Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) с произвольной выборкой:	<i>RAM</i>
статическое (СОЗУ)	<i>SRAM</i>
динамическое (ДОЗУ)	<i>DRAM</i>
Энергонезависимое ОЗУ (ЭНОЗУ)	<i>NVRAM</i>
Программируемая логическая матрица	<i>PLM</i>
Преобразователь	<i>X/Y</i>
Примечания:	
1. Буквы <i>X</i> и <i>Y</i> могут быть заменены обозначениями представляемой информации на входах и выходах преобразователя, например:	
аналоговый	\cap или \wedge , или <i>A</i>
цифровой	$\#$ или <i>D</i>
двоичный	<i>BIN</i>
десятичный	<i>DEC</i>
двоично-десятичный	<i>BCD</i>
восьмеричный	<i>OCT</i>
шестнадцатеричный	<i>HEX</i>
семисегментный	<i>7SEG</i>
уровень ТТЛ	<i>TTL</i>
уровень МОП	<i>MOS</i>
уровень ЭСЛ	<i>ECL</i>
2. Допускаются обозначения:	
цифроаналоговый преобразователь	<i>DAC</i>
аналого-цифровой преобразователь	<i>ADC</i>
Регистр	<i>RG</i>
Сдвиговый регистр <i>n</i> -разрядный	<i>SRG_n</i>
Счетчик	<i>CTR</i>
Счетчик <i>n</i> -разрядный	<i>CTR_n</i>
Счетчик по модулю <i>n</i>	<i>CTRDIV_n</i>

Наименование	Обозначение
Триггер	T
Элемент:	
«логическое И»	$\&$
«логическое ИЛИ»	≥ 1 или 1
«исключающее ИЛИ»	$EXOR$ или $=1$
логический «большинство»	$\geq n/2$
нелогический	$*$
Наборы нелогических элементов:	
резисторов	$*R$
конденсаторов	$*C$
транзисторов	$*T$
комбинированных, например диодно-резисторных	$*DR$

Знак $*$ проставляют перед обозначением функции элемента, если все выходы элемента являются нелогическими. В обозначении сложной функции символы основных функций располагают в порядке прохождения сигнала через элемент.

Обозначение функций, выполняемых аналоговыми элементами, устанавливает ГОСТ 2.759-82. Аналоговый сигнал обозначается символом \cap или \wedge , цифровой — $\#$, преобразование цифро-аналоговое — $\#/\wedge$.

Входы элементов изображают с левой стороны от условного графического обозначения, выходы — с правой стороны. Не допускается проводить линии выводов на уровне сторон прямоугольника, проставлять на линиях выводов стрелки, указывающие направление потоков информации.

Выводы элементов подразделяются на статические и динамические, несущие и не несущие логическую информацию. Статические и динамические выводы подразделяют на прямые и инверсные. На прямом статическом выводе двоичная переменная имеет значение «1», если сигнал на этом выводе в активном состоянии находится в состоянии «логическая 1» в принятом логическом соглашении. На инверсном статическом выводе

двоичная переменная имеет значение «1», если сигнал на этом выводе в активном состоянии находится в состоянии «логический 0» в принятом логическом соглашении. На прямом динамическом выводе двоичная переменная имеет значение «1», если сигнал на этом выводе изменяется из состояния «логической 0» в состояние «логическая 1» в принятом логическом соглашении. На инверсном динамическом выводе двоичная переменная имеет значение «1», когда сигнал на этом выводе изменяется из состояния «логическая 1» в состояние «логический 0» в принятом логическом соглашении.

Вывод элемента должен иметь условное обозначение, состоящее из указателя и метки, проставляемой в дополнительных полях условного графического обозначения элемента. Указатели выводов приведены на рис. 7.13.

Если непосредственное электрическое соединение выходов нескольких логических элементов в одну цепь приводит к образованию логической связи между этими выходами (по И или по ИЛИ), то такое соединение на схеме допускается изображать в виде псевдоэлемента монтажной логики.

Логически равнозначные выводы могут быть графически объединены

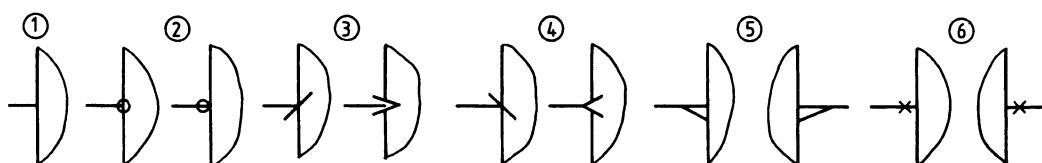


Рис. 7.13. Обозначение указателей входов-выходов:

1, 2 — статические входы: прямой (1), инверсный (2); 3, 4 — динамические входы: прямой (3), инверсный (4); 5 — вход и выход с указателем полярности; 6 — выводы, не несущие логической информации

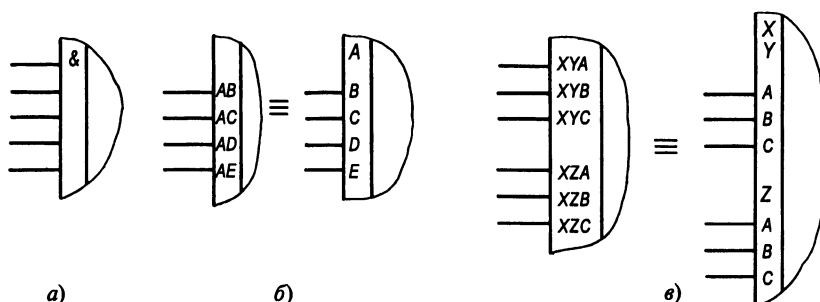


Рис. 7.14. Обозначение групп выводов:

а — объединение группы выводов по И; б — групповая метка; в — групповая метка более высокого уровня

в группу, которой присваивают метку, обозначающую взаимосвязь между выводами внутри группы (рис. 7.14, а). Если в нескольких последовательно расположенных метках имеются части, отражающие одинаковую функцию, то эта часть меток может быть вынесена в групповую метку (рис. 7.14, б). Из нескольких групповых меток может быть выделена групповая метка более высокого порядка (рис. 7.14, в).

Функциональное назначение выводов обозначают метками в дополнительных полях УГО. Метку вывода составляют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записанных без пробелов (табл. 7.2). Обозначения меток, указывающих функциональное назначение выводов, не несущих логической информации, приведены в табл. 7.3.

Сложная функция выводов указывается меткой, образованной из основных

меток, при этом соблюдается обратный порядок присоединения меток, например: байт данных *DBY*, адрес считывания *RDA*. В качестве метки вывода допускается использовать обозначение функций (см. табл. 7.1).

Примеры обозначения элементов цифровой вычислительной техники приведены на рис. 7.15. Допускается поворачивать УГО на угол, кратный 90° , при этом входы располагают сверху, выходы — снизу (см. рис. 5.4). При повороте УГО на угол 180° или 270° на линиях выводов необходимо указывать стрелками направление распространения информации (рис. 7.16). При изображении аналоговых элементов (рис. 7.17) в основном поле условного графического обозначения на 1-й строке помещают обозначение функции (сложной функции), например $f \triangleright m$, где f — символ функции, \triangleright — усилитель, m — коэффициент усиления. Если

Таблица 7.2

Наименование	Обозначение
Адрес	<i>ADR</i> или <i>A</i>
Байт	<i>BY</i>
Данные:	<i>D</i>
входные	<i>DIN</i>
выходные	<i>DOUT</i>
Примечание: для запоминающих устройств допускаются обозначения:	
входная информация	<i>D</i>
выходная информация	<i>Q</i>
Вход прямого счета (вход увеличения)	+1 или <i>UP</i>
Вход обратного счета (вход уменьшения)	-1 или <i>DOWN</i>
Выбор (селекция)	<i>SEL</i> или <i>SE</i>
Выбор адреса:	
столбца	<i>CAS</i>
строки	<i>RAS</i>
Выбор кристалла, доступ к памяти	<i>CS</i>
Вывод двунаправленный	< > или \leftrightarrow
Синхронизация	<i>SYNC</i> или <i>SYN</i>
Такт	<i>CL</i> или <i>CLK</i>
Управление	<i>C</i>
Готовность	<i>RDY</i>
Занято	<i>BUSY</i>
Запись	<i>WR</i>
Считывание (чтение)	<i>RD</i>
Запрос	<i>REQ</i> или <i>RQ</i>
Очистка	<i>CLR</i>
Установка в «1»	<i>SET</i> или <i>S</i>
Установка <i>JK</i> -триггера:	
в состояние <i>LOG1</i> (<i>J</i> -вход)	<i>J</i>
в состояние <i>LOG0</i> (<i>K</i> -вход)	<i>K</i>
Ошибка	<i>ERR</i> или <i>ER</i>
«Логический 0»	<i>LOG0</i> или <i>LOG0</i>
«Логическая 1»	<i>LOG1</i>

коэффициент усиления достаточно высок, а знание его точного значения не играет роли, то допускается его не про-
 ставлять, а ставить знак ∞ или букву *M*,
 например $\triangleright M$. В дополнительных по-
 лях условного графического обозначе-
 ния усилителей, преобразователей, ком-
 мутаторов про- ставляют соответствующие
 метки или обозначения весовых ко-
 эффициентов, коэффициентов усиления
 аргументов функций.

Для удобства построения схемы УГО
 элементов допускается разделять УГО
 линиями электрической связи, изобра-
 жать совмещение короткой или длин-
 ной стороной друг к другу (рис. 7.18).

Группу элементов, изображенных со-
 вмещенно и содержащих частично или
 полностью одинаковую информацию в
 основном поле условного графического
 обозначения, допускается изображать
 упрощенно, как показано на рис. 7.19.

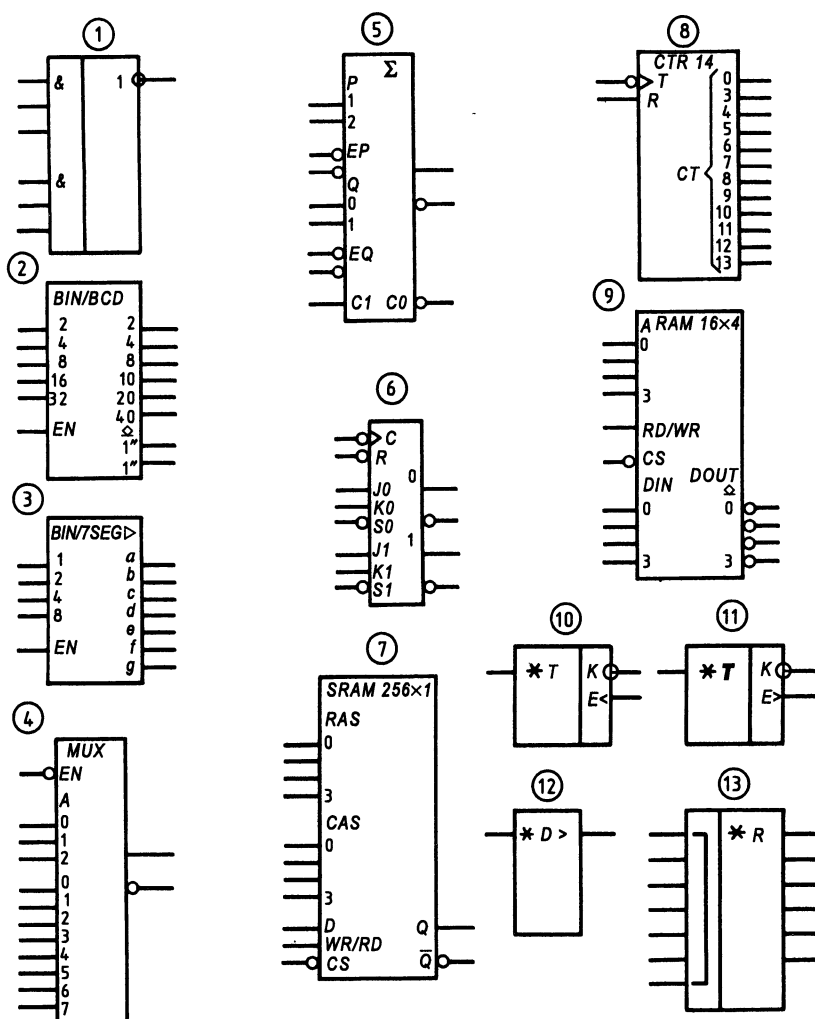


Рис. 7.15. Примеры обозначения элементов цифровой вычислительной техники по ГОСТ 2.743-91:

1 — элемент И-ИЛИ-НЕ; 2 — преобразователь двоичного кода в двоично-десятичный; 3 — преобразователь-усилитель двоичного кода в семисегментный; 4 — мультиплексор на восемь входов со стабилизированием; 5 — полный одноразрядный сумматор; 6 — два JK -триггера с общими входами управления и сброса; 7 — статистическое ОЗУ на 256 слов по 1 биту; 8 — двоичный 14-разрядный счетчик со сквозным переносом; 9 — ОЗУ с произвольной выборкой на 16 слов по 4 бита; 10–13 — наборы нелогических элементов: транзисторов типа $p-n-p$ (10) и типа $n-p-n$ (11), диодов с прямой полярностью (12), резисторов, у которых часть выводов объединена (13)

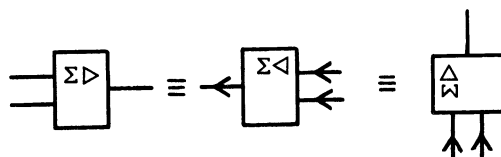


Рис. 7.16. Ориентация УГО

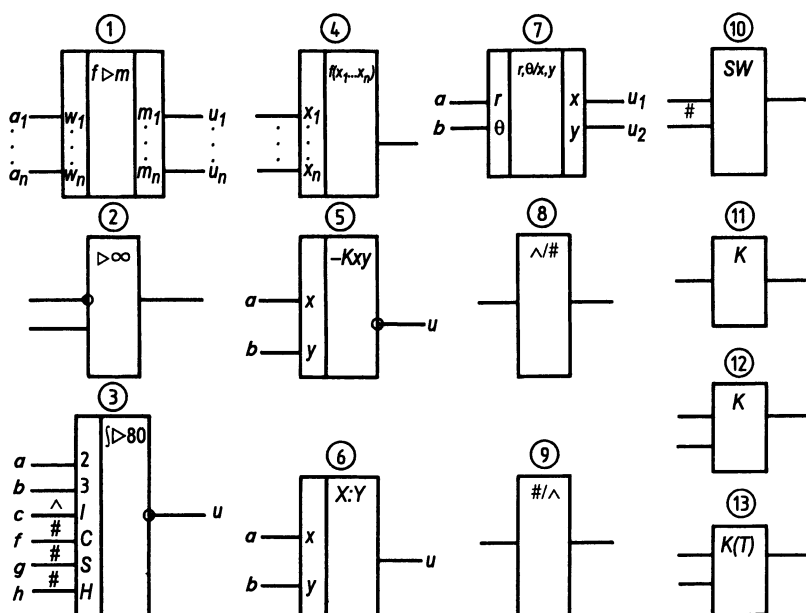


Рис. 7.17. Примеры обозначения аналоговых элементов вычислительной техники по ГОСТ 2.759-82:

1 — усилитель, общее обозначение; 2 — операционный усилитель; 3 — интегратор; 4 — функциональный преобразователь; 5 — перемножитель; 6 — делитель; 7—9 — преобразователи: координат полярных в прямоугольные (7), аналого-цифровой (8) и цифроаналоговый (9); 10 — электронный ключ (коммутатор); 11, 12 — блоки постоянного коэффициента с одним и двумя выходами соответственно (K — коэффициент передачи); 13 — блок переменного коэффициента с двумя входами

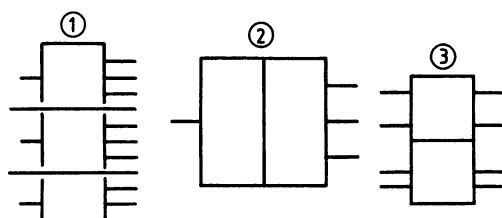


Рис. 7.18. Начертание УГО:

1 — УГО, разделенное линиями электрической связи; 2 — совмещенное изображение УГО стороной, перпендикулярной к распространению информации; 3 — совмещенное изображение УГО элементов, не имеющих логического соединения

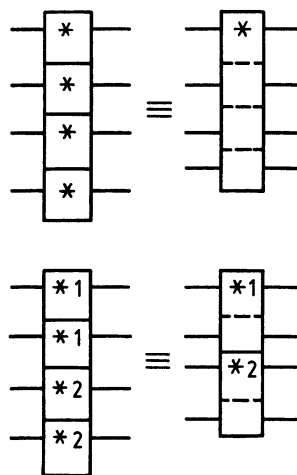


Рис. 7.19. Пример упрощенного изображения элементов

Таблица 7.3

Наименование	Обозначение
Вывод для подключения конденсатора	<i>CX</i>
Вывод для подключения резистора	<i>RX</i>
Вывод для подключения кварцевого резонатора	<i>BQ</i>
Выводы полевого транзистора:	
исток	<i>S</i>
сток	<i>D</i>
затвор	<i>G</i>
Выводы <i>n-p-n</i> - и <i>p-n-p</i> -транзистора:	
коллектор	<i>K</i>
база	<i>B</i>
эмиттер	<i>E</i>
Эмиттер <i>n-p-n</i> -транзистора	<i>E</i> → или <i>E</i> >
Эмиттер <i>p-n-p</i> -транзистора	<i>E</i> ← или <i>E</i> <

При этом одинаковую информацию помещают в верхнем элементе и отделяют элементы друг от друга штриховой линией.

Группы однотипных элементов, изображенных совмещенно (рис. 7.20, *а*), могут содержать общий для всех элементов группы графический блок. Общий блок отделяют двойной линией (рис. 7.20, *б*) или применяют для его изображения специальное обозначение (рис. 7.20, *в*). Элементы в группе отделяют штриховой линией. В общем блоке помещают относящуюся к нему информацию и подводят к нему общие выводы.

В схемах, имеющих большое число выводов одного функционального назначения, допускается сокращенное обозначение выводов (рис. 7.21).

В схемах с повторяющимися однотипными элементами кроме метода, описанного выше, допускается применять пакетный метод сжатия информации, т.е. пакетное изображение элементов и их связей. Пакет информации включает перечисление данных: идентификаторов сигналов, координат элементов на схеме, количество элементов или сигналов в пакете и т.п.

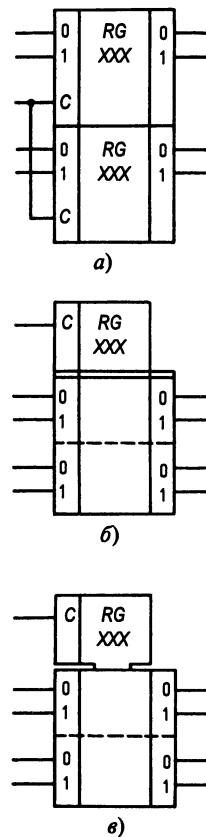


Рис. 7.20. Условные графические обозначения группы однотипных элементов

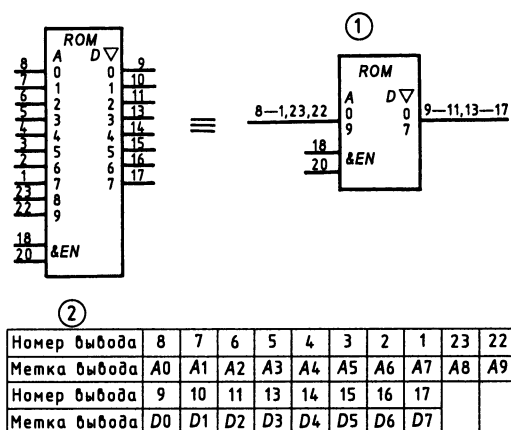


Рис. 7.21. Обозначение выводов:

1 — сокращенное; 2 — в виде таблицы на поле схемы

Краткая запись пакета информации может быть представлена следующим образом:

0,4; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1 \equiv (0,1) 5 — последовательность 0,1 повторяется 5 раз;

2, 3, 4, 5 \equiv 2—5;

0, 0, 0, 1, 1, 1 \equiv 3(0,1) — каждый элемент в указанной последовательности повторяется 3 раза;

1, 3, 5, 7, 9 \equiv 1, 3, , 9.

Пакетное изображение применяют при одновременном выполнении следующих условий:

однотипность группы элементов;

однотипность входных и выходных сигналов группы элементов;

регулярность сигналов в каждом пакете, допускающая их удобное перечисление.

Пример условного графического обозначения пакетов элементов приведен на

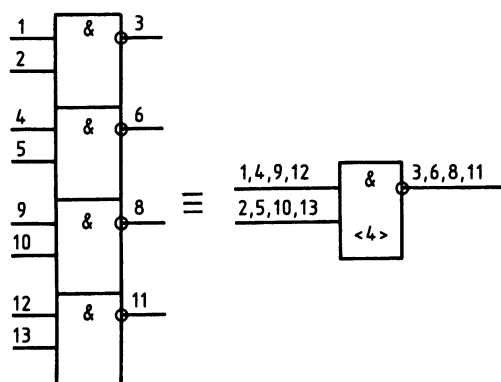
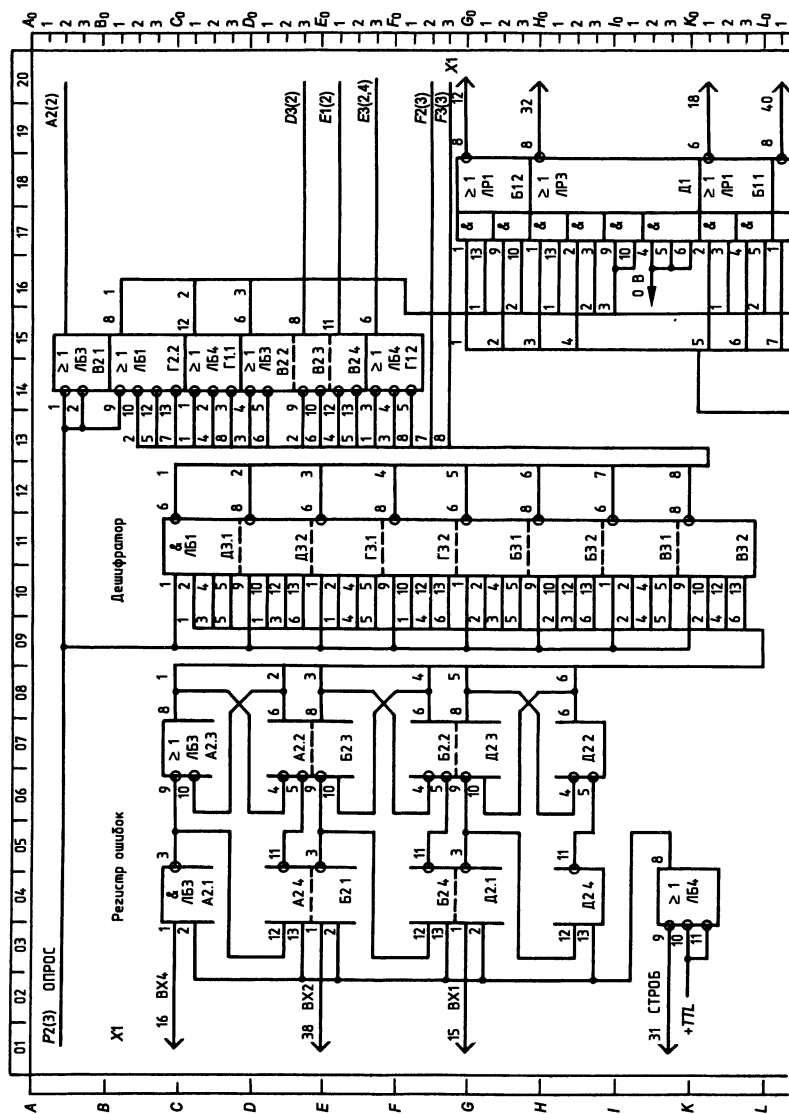


Рис. 7.22. Пакетное изображение элементов и связей

рис. 7.22. Внутри основного поля условного графического обозначения пакета элементов информацию об элементах помещают в первых трех строках, о пакете — в последующих строках.

Логические элементы могут иметь логические эквивалентные формы. На поле схемы или в технических требованиях должно быть указано, в какой логике выполнена схема. На рис. 7.23 приведен пример электрической принципиальной схемы на изделие вычислительной техники. Все устройства, предназначенные для выполнения в изделии логических операций (интегральные микросхемы, микросборки и т.п.), изображают в виде логических элементов, составляющих эти устройства. Тип устройства, в состав которого входит логический элемент, указывают в соответствии с документом, на основании которого это устройство применено. На схеме имеются элементы, изображенные совмещенно. Поле чертежа разделено на зоны.

ABBT.XXXXXX.100 33



Лист 1 из 1

8.1. Основные понятия и определения

Интегральная микросхема (ИС) — микроэлектронное изделие, выполняющее определенную функцию преобразования и обработки сигнала и имеющее высокую плотность упаковки электрически соединенных элементов и компонентов, изготовленных в едином технологическом цикле.

Элемент ИС — часть интегральной «микросхемы, которая реализует функцию какого-либо электрорадиоэлемента и которая выполнена нераздельно от кристалла или подложки и не может быть выделена как самостоятельное изделие (например, транзистор, диод, резистор, конденсатор).

Компонент ИС — часть интегральной микросхемы, которая реализует функции какого-либо электрорадиоэлемента и которая может быть выделена как самостоятельное изделие.

Полупроводниковая ИС — интегральная микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме и на поверхности полупроводника.

Пленочная ИС — интегральная микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в виде пленок. Различают тонкопленочные и толстопленочные ИС.

Гибридная ИС — интегральная микросхема, содержащая наряду с элементами и компонентами кристаллы.

Подложка ИС — заготовка, предназначенная для нанесения на нее элементов гибридных и пленочных ИС, меж-

элементных и межкомпонентных соединений, а также контактных площадок.

Плата ИС — часть подложки гибридной ИС, на поверхности которой нанесены пленочные элементы полупроводниковой микросхемы, межэлементные соединения и контактные площадки.

Кристалл ИС — часть полупроводниковой пластины, в объеме и на поверхности которой сформированы элементы полупроводниковой микросхемы, межэлементные соединения и контактные площадки.

Контактная площадка ИС — металлизированный участок на плате или на кристалле, служащий для присоединения выводов компонентов и интегральных микросхем, перемычек, а также для контроля ее электрических параметров и режимов.

8.2. Особенности конструирования интегральных микросхем

Главной особенностью конструирования ИС является тесная связь конструктивных решений с технологией изготовления элементов микросхем. Интегральная технология позволяет за одну непрерывную операцию получить одновременно все элементы функционального узла или схемы в единой конструкции. При такой технологии отсутствуют сборочные операции, процесс образования элементов схемы совмещен с процессом образования самой конструкции. При изготовлении пленочных ИС электрорадиоэлементы получают на подложке в виде

пленок полупроводников, диэлектриков, различных металлов и их оксидов, последовательно наносимых одна на другую. Пленки по толщине разделяют на толстые (1—25 мкм) и тонкие (не более 1 мкм). Геометрическая форма пленочных элементов по возможности должна быть простой, так как это упрощает их производство, увеличивает точность изготовления и надежность. Методами пленочной технологии изготавливают резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, соединительные проводники и контактные площадки. Миниатюрные трансформаторы, транзисторы, диоды являются навесными элементами, так как их трудно изготовить методами пленочной технологии. Микросхемы с навесными элементами являются гибридными.

Геометрическая форма пленочных элементов должна быть по возможности простой, так как это упрощает их производство, увеличивает точность

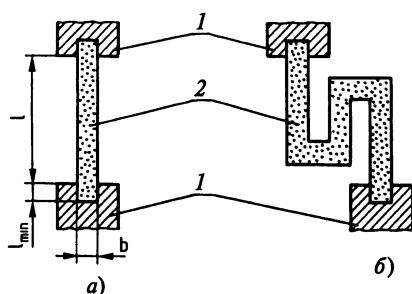


Рис. 8.1. Конструкция пленочного резистора: а — линейного; б — криволинейного; 1 — проводящая пленка; 2 — резистивная пленка

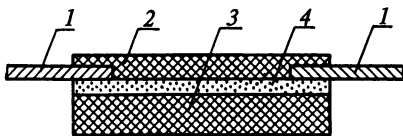


Рис. 8.2. Устройство тонкопленочного линейного резистора:

1 — проводящая пленка (выводы); 2 — защитное покрытие; 3 — подложка; 4 — резистивная пленка

изготовления и надежность. Наиболее широкое распространение получили резисторы планарной конструкции, при которой резистивная пленка и проводящие пленки (выводы резистора) располагаются в одной плоскости (рис. 8.1). Резисторы небольшого сопротивления выполняются линейными, а большого сопротивления — линейно-зигзагообразными. Устройство тонкопленочного линейного резистора показано на рис. 8.2. Для увеличения надежности и стабильности резистора необходимо правильно выбирать размер перекрытия резистивной пленки контактной площадкой. Оптимальной является величина перекрытия $l_{\min} = 0,15—0,20$ мм.

Конденсаторы из тонких пленок обычно изготавливают трехслойными (рис. 8.3). Для повышения точности изготовления и надежности работы форма обкладок конденсатора выбирается наиболее простой. При формировании трехслойного конденсатора его нижняя пластина 4 (см. рис. 8.3) должна выступать за край верхней пластины 2 не менее чем на 0,2 мм.

Тонкопленочные катушки индуктивности конструктивно представляют со-

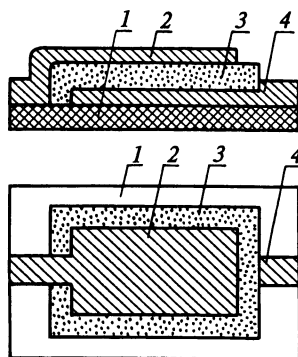


Рис. 8.3. Устройство тонкопленочного конденсатора:

1 — подложка; 2, 4 — обкладки конденсатора; 3 — диэлектрик

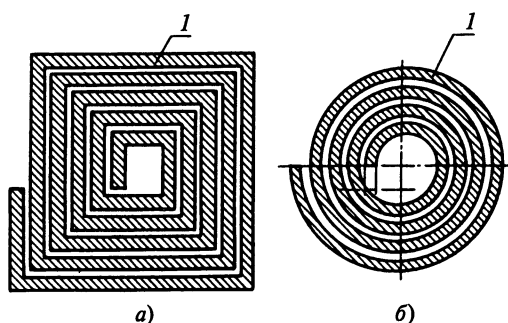


Рис. 8.4. Пленочные катушки индуктивности:
а — прямоугольная спираль; *б* — круглая спираль; *1* — токопроводящая пленка

бой плоские прямоугольные или круглые проводящие спирали (рис. 8.4).

Контактные площадки предназначены для связи пленочных и навесных элементов с проводниками, а также для связи с внешними выводами микросхемы. Контактные площадки должны обеспечивать малое переходное сопротивление при контактировании с элементами. Для получения заданных электрических параметров номинальную толщину пленок проводников обычно выбирают равной 0,5 мкм, а минимальную ширину проводников 0,25 мм. Минимально допустимые размеры контактной площадки, предназначенной для контроля номиналов пленочных элементов, составляют 0,3×0,3 мм, для подпайки навесных элементов 0,7×0,7 мм, а для сварки 0,4×0,4 мм. Минимально допустимое расстояние между контактными площадками для подпайки равно 0,5 мм. Рекомендуется придавать контактным площадкам с проводниками наиболее простую форму, например Г-, Т- и П-образную.

При разработке конструкции ИС исходят из общих требований к конструкторским документам и учитывают особенности интегральной технологии. Одним из важных этапов работы является разработка топологической структуры пленочной микросхемы.

Топология — раздел микроэлектроники, рассматривающий принципы и методы проектирования рациональных форм и рационального размещения пленочных элементов микросхем с учетом последовательности технологических операций их изготовления.

В процессе разработки топологической структуры ИС решают следующие задачи: определение геометрических размеров элементов, получаемых методом пленочной технологии; разработка схемы взаимного расположения и соединения элементов на подложке; определение метода изготовления пленочных элементов и способов подсоединения выводов пленочных и навесных элементов к контактным площадкам и внешним выводам; выбор окончательной формы и размещения пленочных элементов; оформление чертежей, оценка качества топологии микросхемы и внесение корректировки.

Исходными данными при разработке топологии ИС являются электрическая принципиальная схема с перечнем элементов, техническое задание, технологические ограничения.

8.3. Топологические чертежи

Топологические чертежи определяют ориентацию и взаимное расположение элементов и контактов ИС на подложке, а также форму и размеры пленочных элементов и соединений между ними. Геометрическая форма пленочных элементов по возможности должна быть простой, так как это упрощает их производство, увеличивает точность изготовления и надежность.

Топологический чертеж пленочной ИС выполняют в масштабе 10:1 или 20:1. При разработке чертежа необходимо учитывать методы получения элементов схемы и очередность нанесения слоев. Как правило, в целях лучшего теплоотвода резистивные пленки располагают на поверхности подложки, затем — проводящие пленки межсоединений или

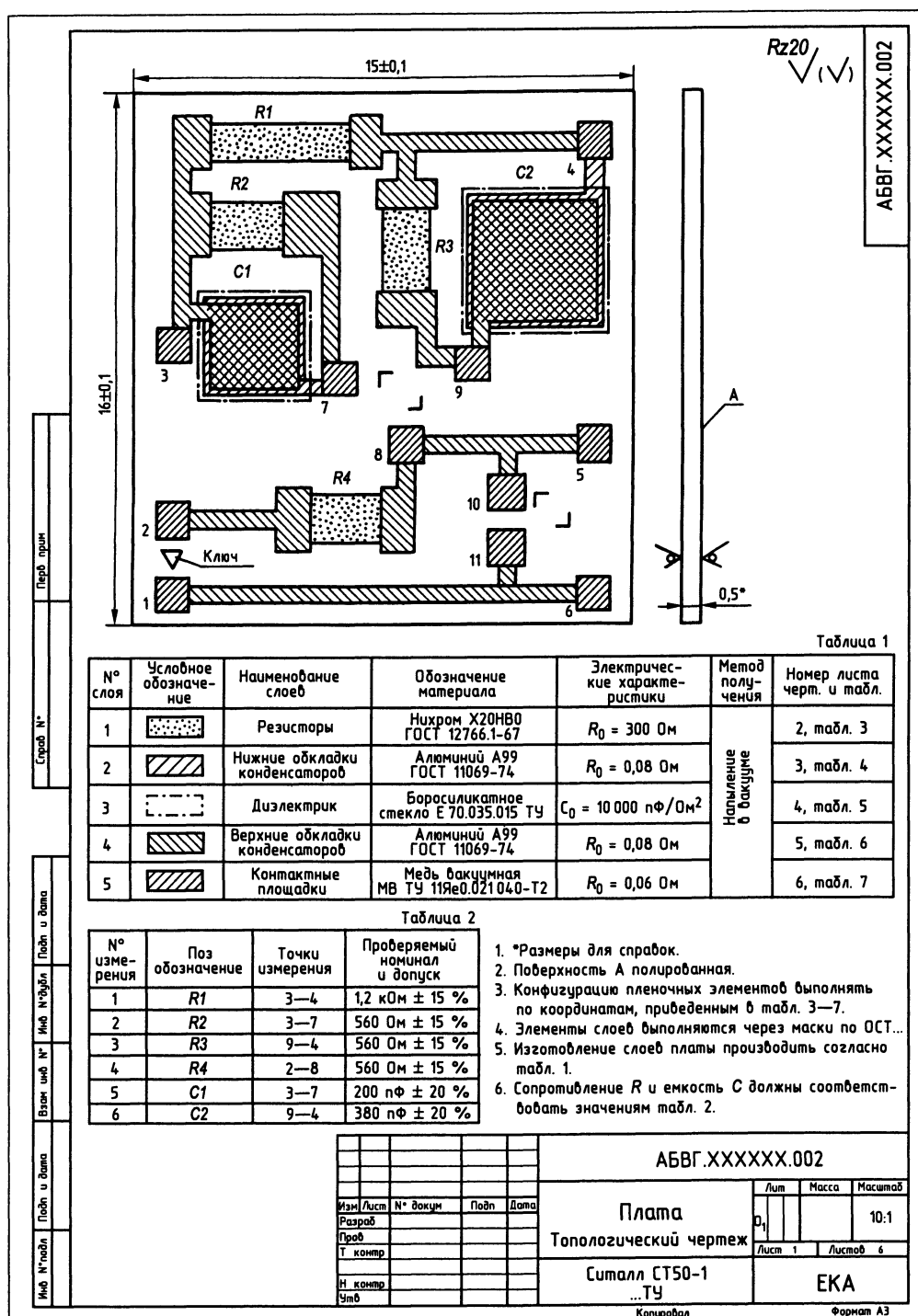


Рис. 8.5. Топологический чертеж платы гибридной тонкопленочной микросхемы (1-й лист)

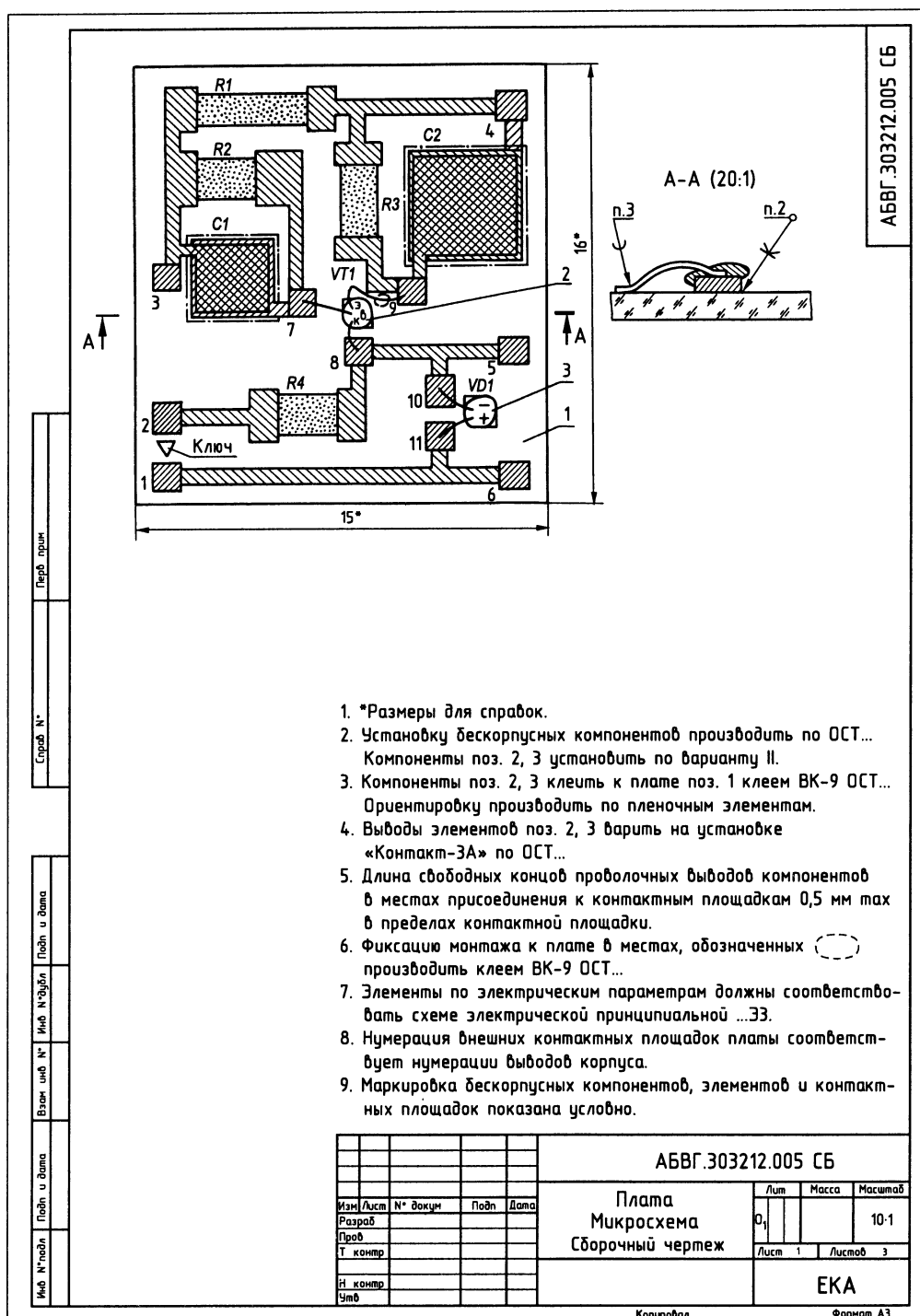


Рис. 8.8. Сборочный чертеж платы гибридной тонкопленочной микросхемы

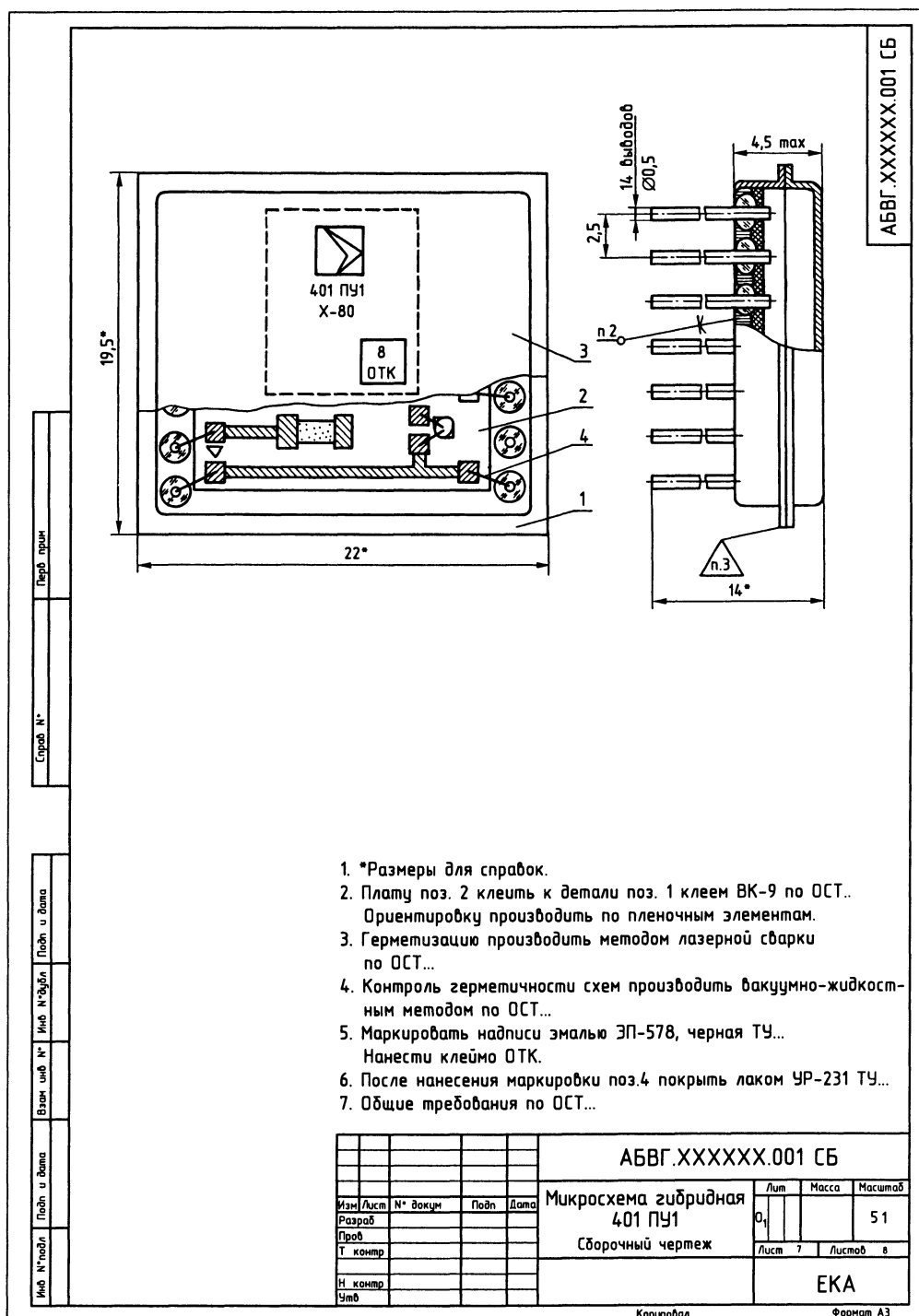


Рис. 8.9. Сборочный чертеж тонкопленочной микросхемы

		Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Прим.
Перв. прим.						<u>Документация</u>		
	A3				АБВГ.ХХХХХХ.001 СБ	Сборочный чертеж	1	
	A4				АБВГ.ХХХХХХ.001	Паспорт сопроводительный	1	
	A4				АБВГ.ХХХХХХ.001 ЭЗ	Схема электрическая		
Справ. №						принципиальная	1	
	A4				АБВГ.ХХХХХХ.001 ТУ	Технические условия	1	
	A4				АБВГ.ХХХХХХ.001 КУ	Карта технического		
						уровня и качества		
						продукции	1	
	A4				АБВГ.ХХХХХХ.001 Д1	Справочный лист	1	
	A4				АБВГ.ХХХХХХ.001 ПФ	Патентный формуляр	1	
						<u>Сборочные единицы</u>		
Подл. и дата	A3	1		АБВГ.ХХХХХХ.002	Плата	1		
	A3	2		АБВГ.ХХХХХХ.003	Основания	1		
Инф. №, дубл.					<u>Детали</u>			
	A4	3		АБВГ.ХХХХХХ.004	Крышка	1		
Взам. инф. №					<u>Материалы</u>			
		4			Проволока КрЭл 999,9 м			
Подл. и дата					Ø 0,05 ГОСТ...	0,03м		
					АБВГ.ХХХХХХ.001			
Инф. №-подл.	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
	Разраб							
	Проб							
	Н контр							
Утв								
Микросхема гибридная 401 ПУ1						Лист	Лист	Листов
								1
						ЕКА		

Копировал Формат А4

Рис. 8.10. Спецификация на гибридную тонкопленочную микросхему

с навесными элементами и сведения о соединении составных частей. Технические требования записаны в соответствии с установленными правилами.

Плата ИС (рис. 8.8) должна быть установлена в корпус, и для этого разрабатывается еще один сборочный чертеж «Микросхема гибридная» (рис. 8.9). Чертеж включает изображение ИС, размеры исполнительные и справочные, технические требования. В спецификации данного сборочного чертежа (рис. 8.10) отражен полный состав конструкторской документации на тонкопленочную гибридную ИС (ГИС).

8.4. Чертежи толстопленочных гибридных микросхем

Особенностью конструирования толстопленочных ГИС является возможность расположения пленочных элементов на обеих сторонах платы. Соединения между элементами, расположенными на разных сторонах платы, осуществляют через отверстия или внешние контактные площадки. Варианты конструктив-

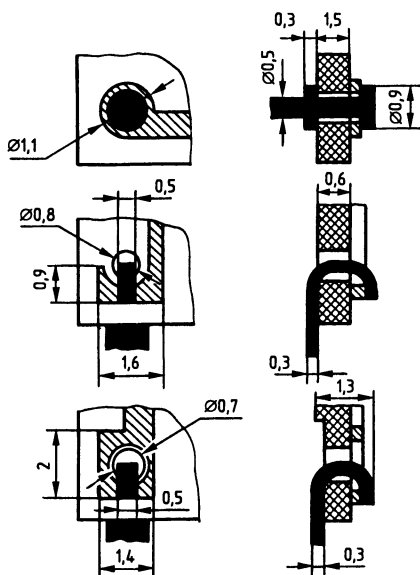


Рис. 8.11. Конструкции контактных площадок и выводов толстопленочных ИС

ного выполнения внешних контактных площадок и выводов показаны на рис. 8.11. Отогнутый конец вывода не должен выходить за пределы внешнего контура контактной площадки. Внутренний диаметр контактной площадки для монтажа внешнего вывода должен быть больше диаметра отверстия в плате на 0,1 мм.

Основой для разработки топологического чертежа служит схема электрическая принципиальная (рис. 8.12). Поскольку элементы толстопленочной ГИС формируют с обеих сторон подложки, электрическую схему преобразовывают, распределяя элементы схемы на обе стороны подложки. При этом резисторы, близкие по номиналам, располагают на одной стороне платы, конденсаторы также следует располагать с одной стороны.

На рис. 8.13 приведена преобразованная схема. Контактные площадки изображены в виде прямоугольников, расположение электрических элементов примерно соответствует их положению на плате. Приведенная схема не оформляется в виде конструкторского документа, а служит лишь основанием для разработки топологического чертежа толстопленочной ГИС.

Разработка топологического чертежа толстопленочной ГИС аналогична принятой для тонкопленочной ГИС.

Чертеж выполняют в масштабе 10:1 или 20:1. Шаг координатной сетки выбирают равным 1 или 0,5 мм. На чертеже необходимо показывать обе стороны платы. Для обозначения слоев применяют условные обозначения. Резисторы изображают прямоугольником, выполненным утолщенной линией, диэлектрики — штрихпунктирной линией, проводники, контактные площадки, обкладки конденсаторов выделяют штриховкой.

На рис. 8.14 и 8.15 приведены примеры топологии толстопленочной ГИС. Резисторы ориентированы одинаково.

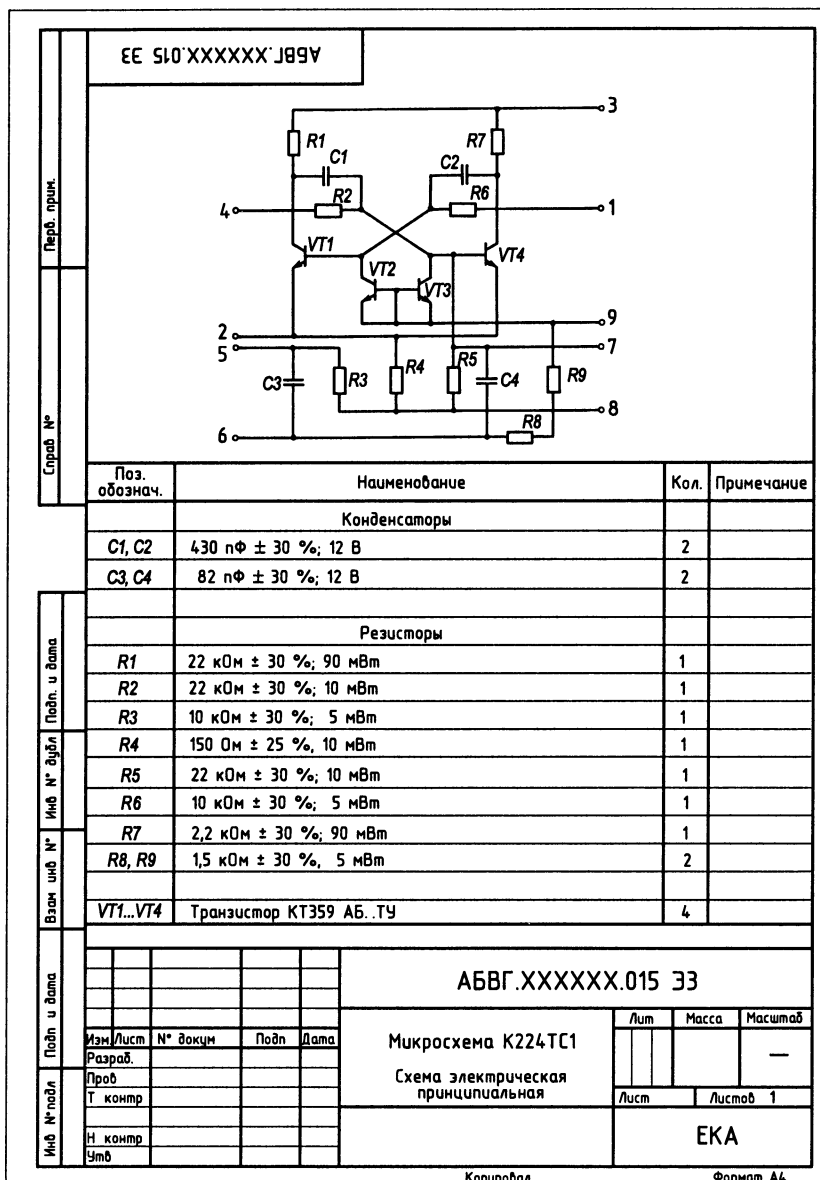


Рис. 8.12. Схема электрическая принципиальная гибридной микросхемы

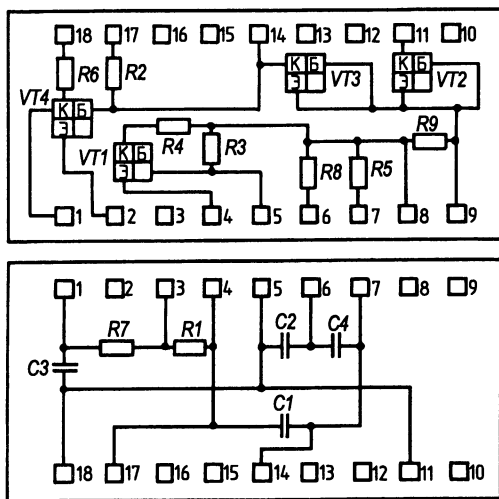


Рис. 8.13. Схема расположения составных частей микросхемы на различных сторонах подложки

Контактные площадки резисторов расположены в одном слое с проводящими элементами. Для навесных элементов (транзисторов) предусмотрены места установки. Вид сзади платы приведен на втором листе конструкторского документа (см. рис 8.15). Пленочные конденсаторы $C2$ и $C4$, соединенные электрически, имеют общую обкладку. На первом листе чертежа приводят таблицу с обозначениями и характеристикой слоев платы, технические требования. Топологический чертеж изображенной на рис. 8.14, 8.15 толстопленочной ГИС выполнен на девяти листах. На первых двух листах изображен главный вид и вид сзади, на последующих — виды на все слои, составляющие плату. На рис. 8.16 приведен вид на слой с проводниками и контактными площадками.

Размеры элементов топологического чертежа и расположение их относительно платы показаны с помощью координатной сетки. Элементы обозначены буквами русского алфавита; левый нижний угол каждого элемента принят за

начало отсчета, который производят в пределах элемента по часовой стрелке. На чертеже приведена таблица координат, содержащая значения координат X и Y для элементов схемы. Таблица выполнена в порядке возрастания номеров вершин элементов и в порядке русского алфавита обозначений элементов.

В комплект конструкторской документации на толстопленочную ГИС кроме электрической принципиальной схемы и топологического чертежа входят: чертеж платы, сборочный чертеж элемента, чертеж вывода, сборочный чертеж ГИС. Чертеж платы и вывода выполняется с соблюдением правил оформления чертежей деталей по ГОСТ 2.109-89. На рис. 8.17 приведен пример выполнения чертежа полупроводниковой пластины для формирования элементов ГИС.

На сборочном чертеже ГИС должны быть показаны соединения компонентов ГИС с платой и присоединение платы к выводу (пластине). В качестве компонентов ГИС применяют диоды и диодные матрицы, полупроводниковые ИС, транзисторы, транзисторные матрицы и др. Компоненты могут иметь жесткие и гибкие выводы.

Способ монтажа компонентов на плату должен обеспечить фиксацию положения компонента и вывода, стойкость к вибрациям и ударам, сохранение его целостности. На рис. 8.18 приведены различные способы крепления компонентов ГИС. При оформлении сборочного чертежа способ крепления (пайка, сварка, склеивание) показывают графически, а указания о материалах помещают в технических требованиях чертежа.

На рис. 8.20, 8.21 даны примеры выполнения сборочного чертежа элемента и ИС (основная надпись не показана). Сборочный чертеж ИС содержит указания о маркировании и клеймении.

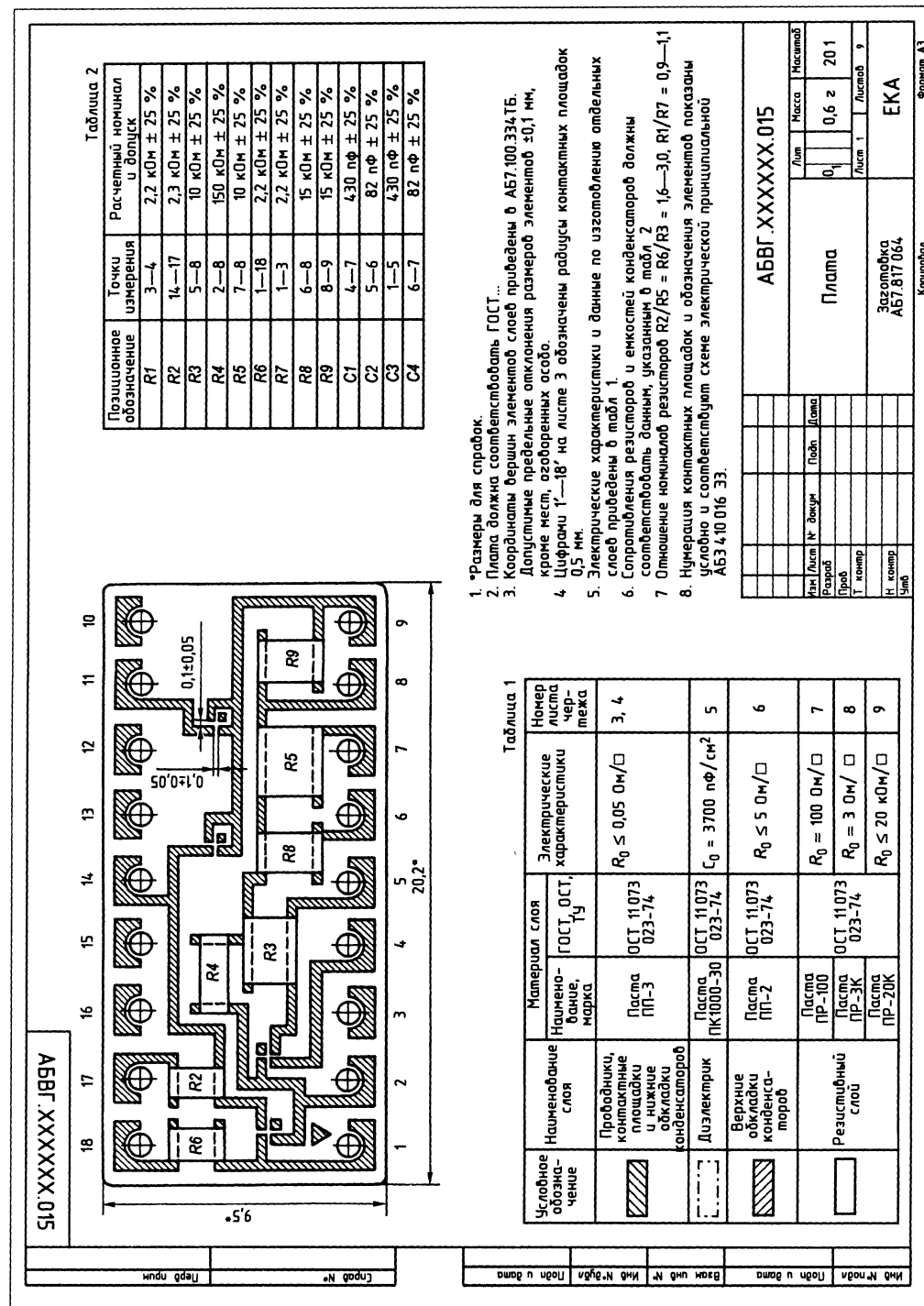


Рис. 8.14. Топологический чертеж гибридной толстопленочной микросхемы (1-й лист)

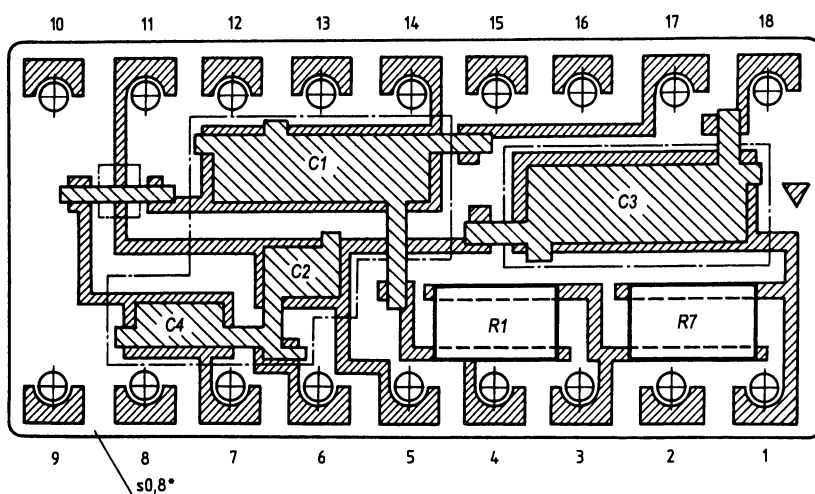
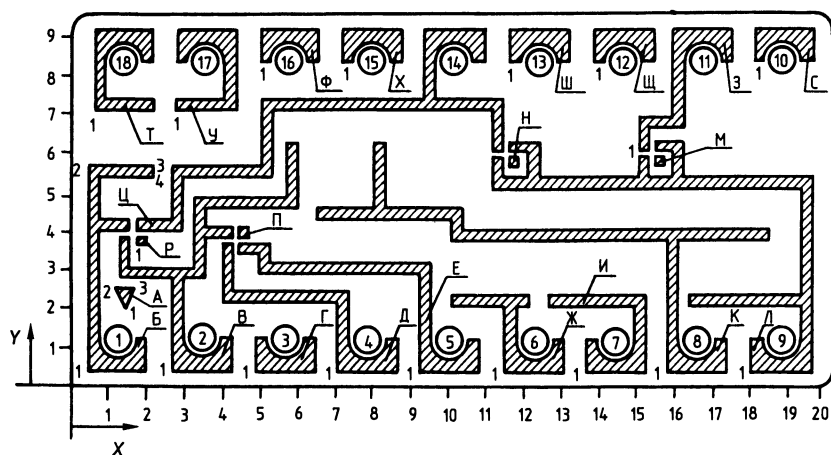


Рис. 8.15. Топология гибридной толсто пленочной микросхемы (2-й лист)



Обозначение элемента	Номер вершины	Координата, мм	
		X	Y
А	1	1,5	1,9
	2	1,2	2,5
	3	1,9	2,5
Б	1	0,6	0,4
	2	0,6	5,6
	3	2,2	5,6

Рис. 8.16. Топология слоя с проводниками и контактными площадками гибридной толсто пленочной микросхемы (3-й лист)

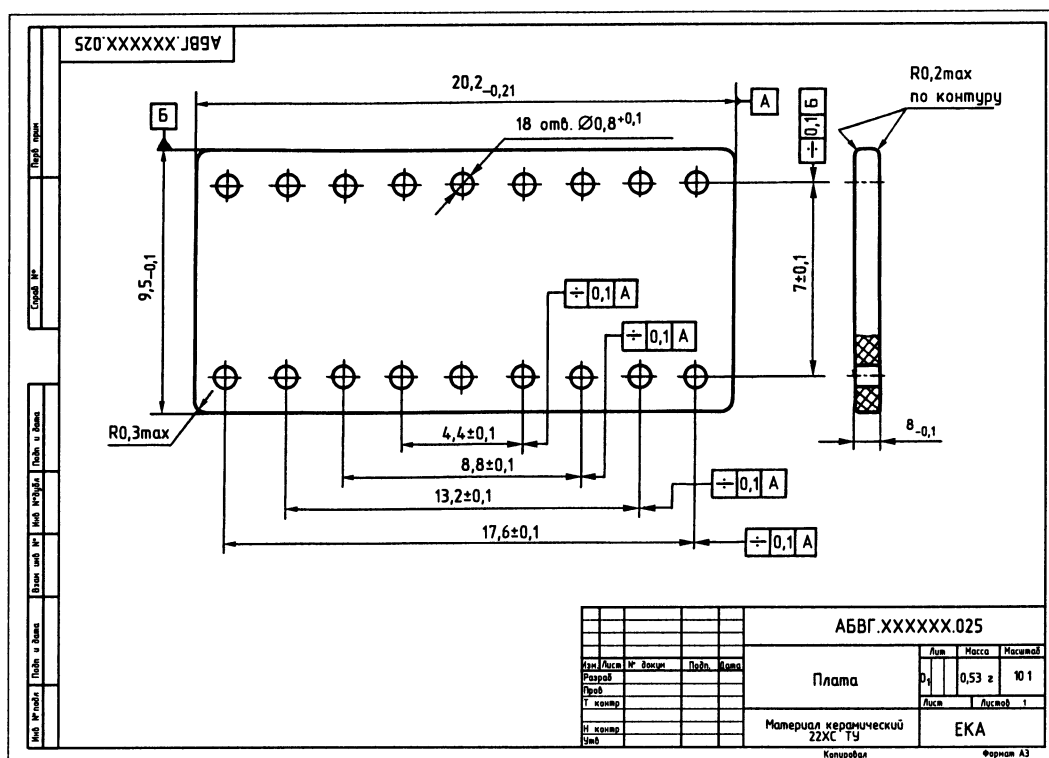


Рис. 8.17. Чертеж полупроводниковой пластины (плата)

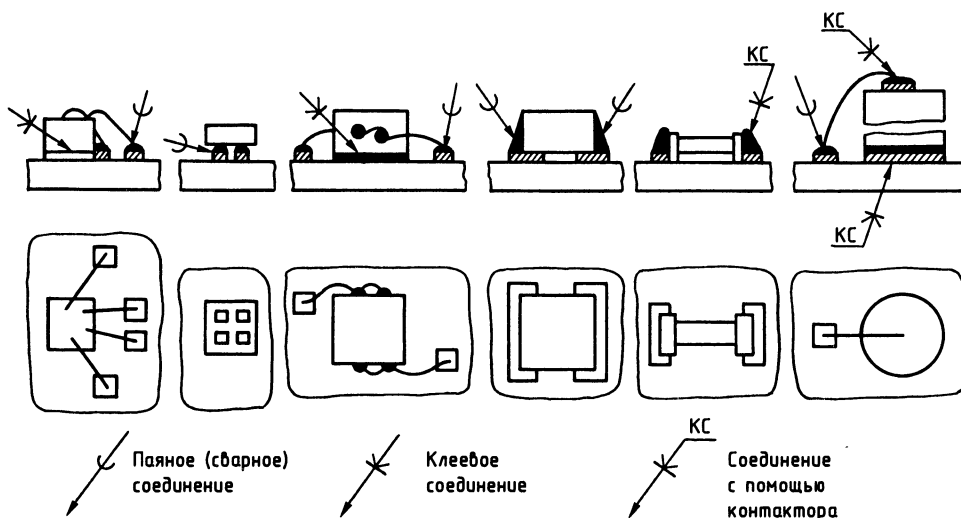


Рис. 8.18. Способы соединения платы с выводами гибридной толстопленочной микросхемы

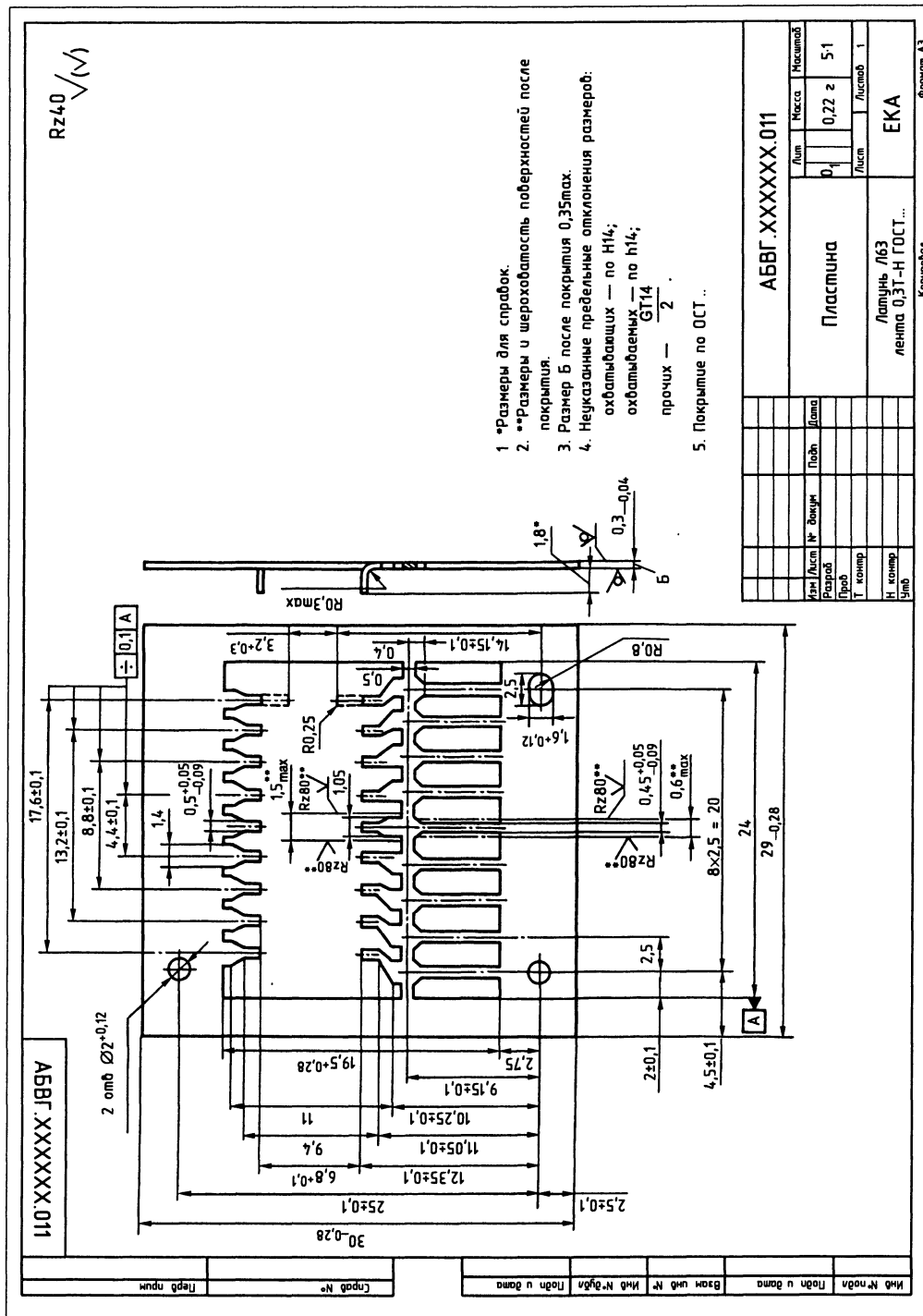


Рис. 8.19. Чертеж крепления пластины для компонентов гибридной микросхемы

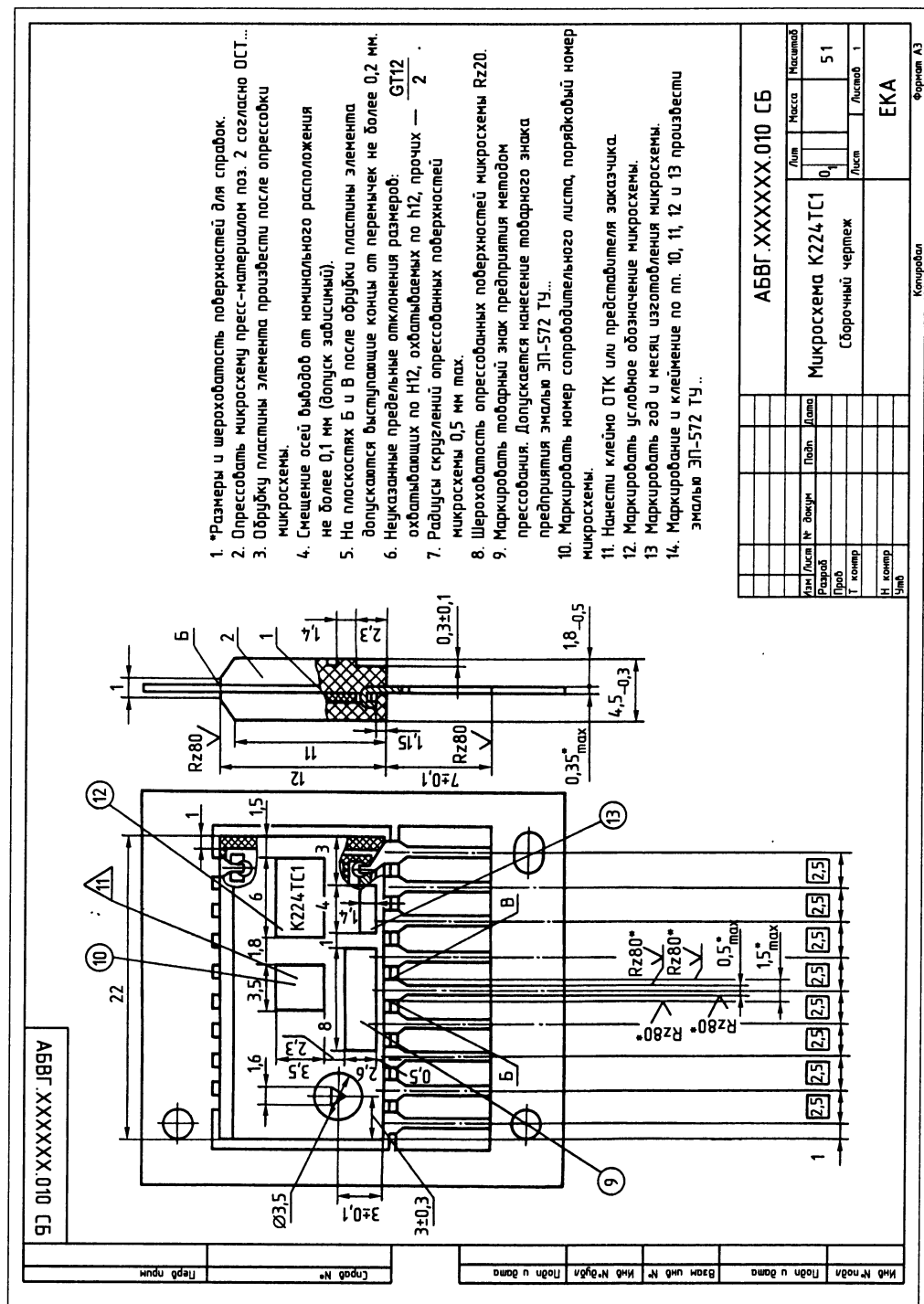


Рис. 8.21. Сборочный чертеж толстопленочной гибридной микросхемы

8.5. Чертежи полупроводниковых интегральных микросхем

Полупроводниковые ИС изготавливаются путем формирования в монокристаллическом теле полупроводника структуры ИС с помощью технологических операций. Создаются различные области, обладающие дырочной (*p*-область) и электронной (*n*-область) проводимостями. Образованные области в полупроводнике соответствуют по своим функциям определенным элементам: активным (транзистор, диод) и пассивным (резистор, конденсатор и др.). Объемные токоведущие дорожки создаются нанесением на поверхность полупроводника инверсного слоя высокой проводимости.

Такая полупроводниковая ИС может представлять собой законченную конструкцию микроэлектронного изделия, т.е. конструкцию электрической цепи, непосредственно реализующей параметры и характеристики этой цепи.

Выполнение и оформление конструкторской документации полупроводниковых ИС регламентируются стандартами ЕСКД и отраслевыми стандартами. В основной комплект конструкторской документации на ИС входят спецификация, принципиальная электрическая схема (ЭЗ), топологические сборочные и послойные чертежи изделия (СБ), патентный формуляр (ПФ), карта технологического уровня и качества изделия

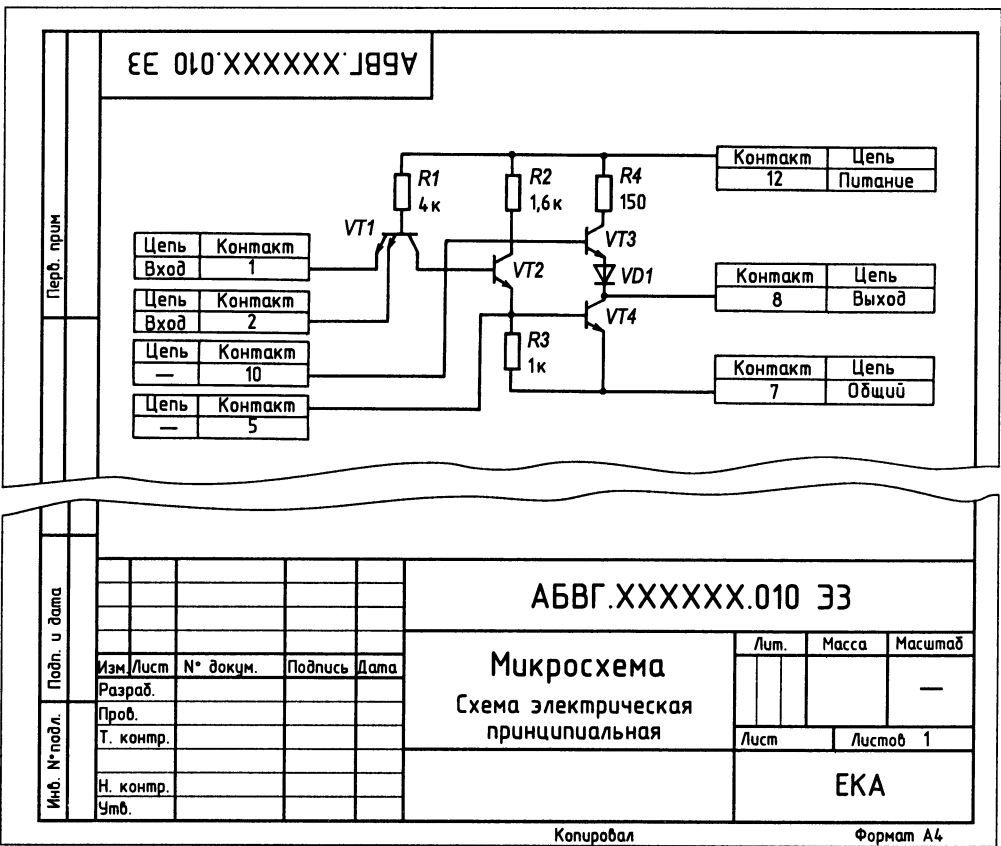
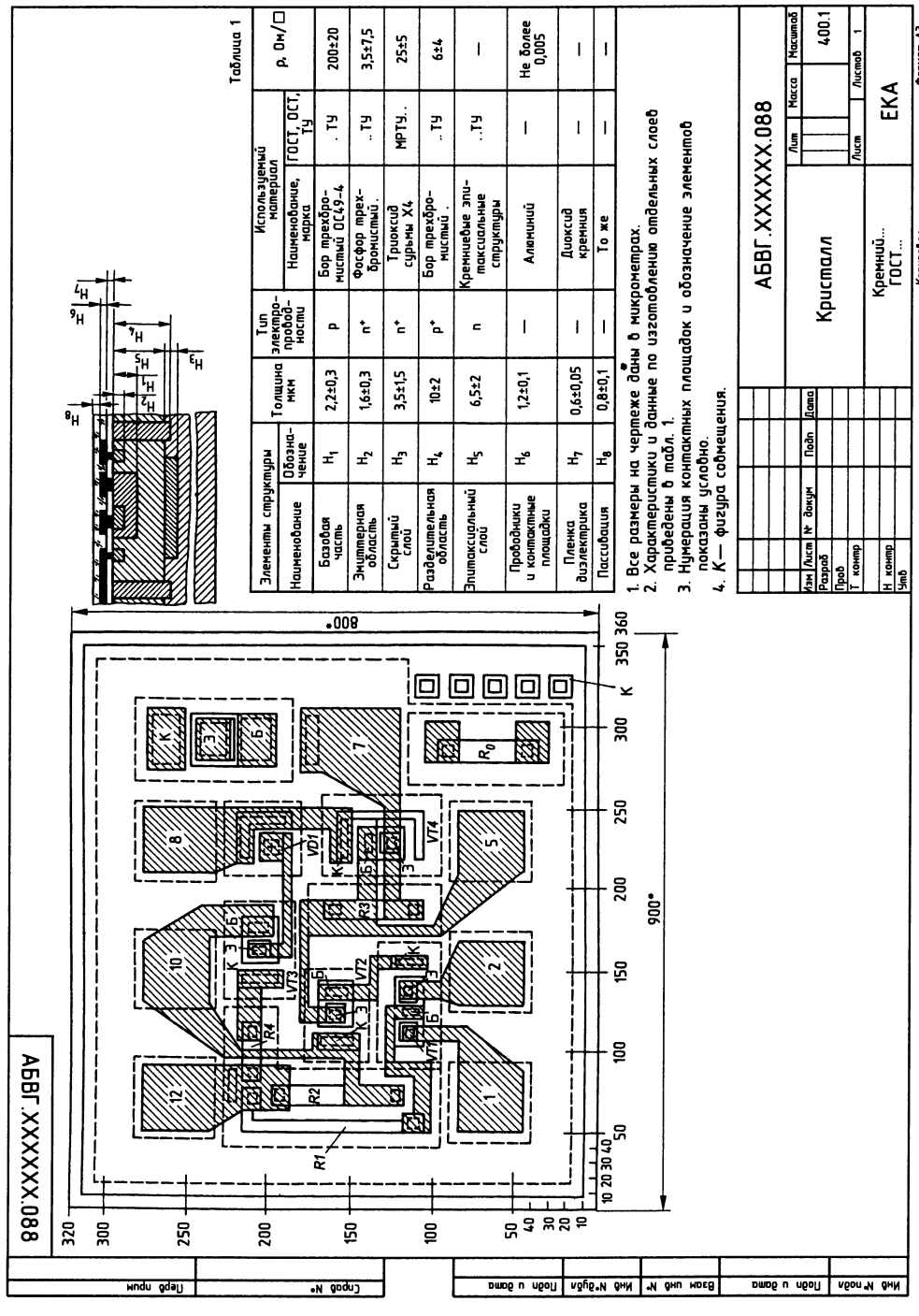


Рис. 8.22. Схема электрическая принципиальная полупроводниковой ИС — логического элемента со сложным инвертором

Рис. 8.23. Топологический чертеж полупроводниковой ИС



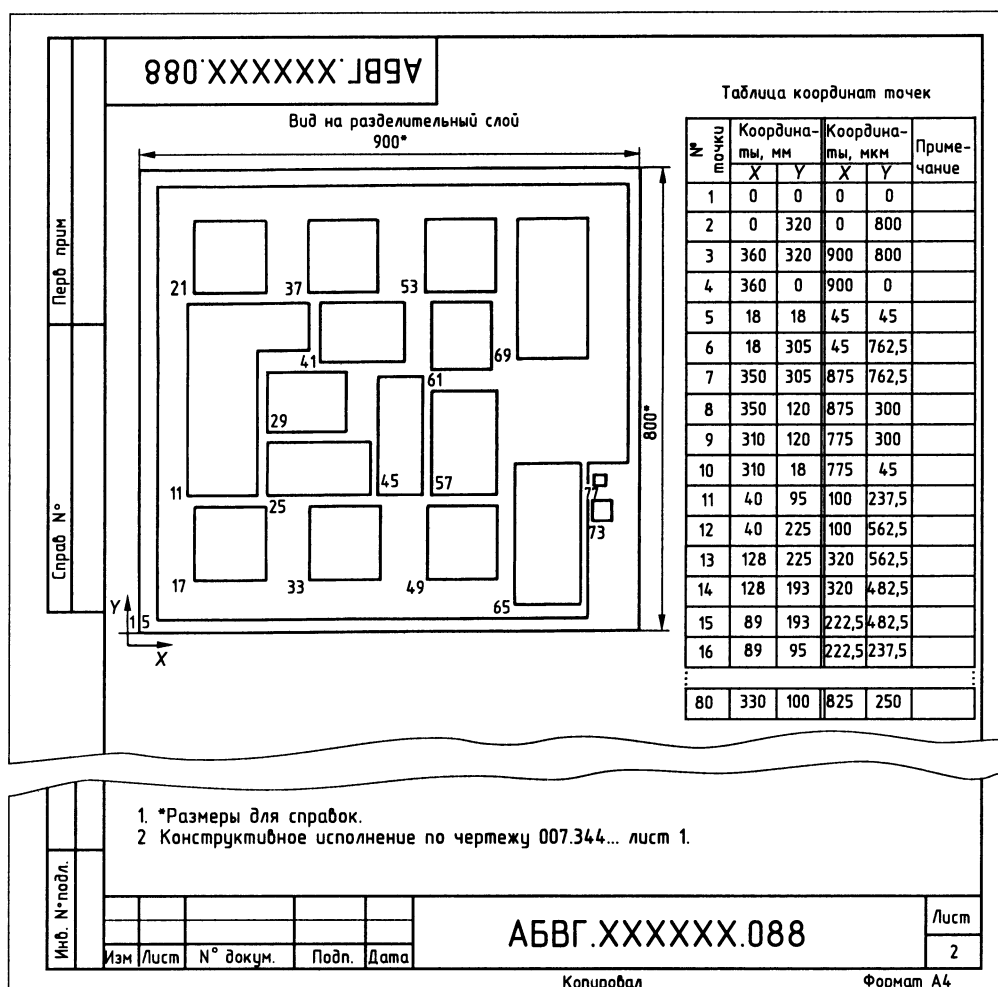


Рис. 8.24. Чертеж слоя полупроводниковой ИС, входящего в состав топологического чертежа (КУ), справочный лист (Д1) и этикетка (ЭТ).

Процесс конструирования микросхемы начинают с разработки схемы электрической принципиальной (ЭП). На рис. 8.22 представлена схема логического элемента транзисторно-транзисторной логики со сложным инвертором. Все элементы имеют графические буквенно-цифровые обозначения в соответствии с ГОСТ ЕСКД. Транзисторы изображены без корпуса. Буквенно-цифровые обозначения присвоены всем элементам последовательно независимо

от конструкции элемента (полупроводниковый, навесной, пленочный). Выходы, входы и контакты питания в схеме располагают в ряд, в данном случае — вертикально. Рядом с условным графическим обозначением элементов указывают номиналы, допуски и другие данные. Перечень элементов при этом не разрабатывают. На основании электрической принципиальной схемы разрабатывают топологический чертеж на нескольких листах. Топологические чертежи выполняют в масштабе увеличения 100:1; 200:1; 400:1, позволяющем

получить наглядное расположение элементов. На первом листе (основной вид) изображают подложку со всеми нанесенными слоями (элементами).

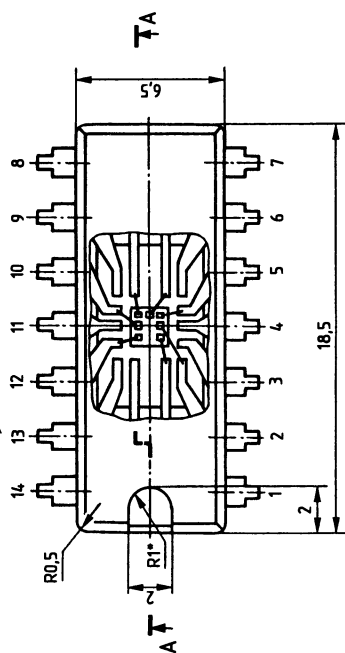
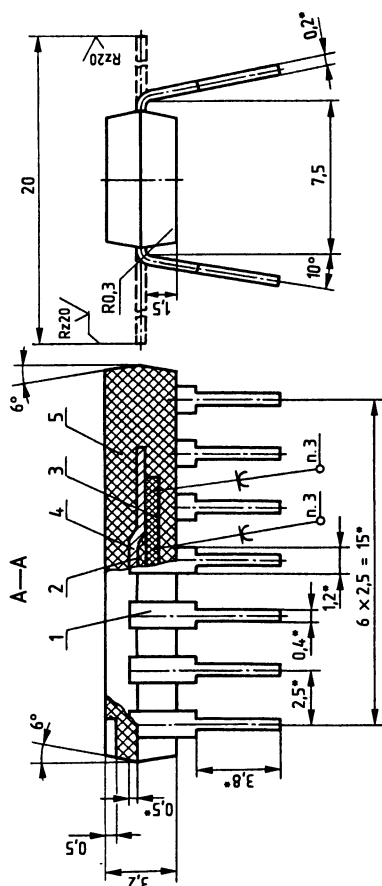
На изображении подложки должны быть выполнены фигуры совмещения, являющиеся технологическими (рис. 8.23). Фигуры совмещения могут быть различной формы: треугольной, прямоугольной, крестовой и др. Соответствующие фигуры совмещения показывают и на отдельных слоях. Контактные площадки выполняют в виде многоугольников, заштриховывают и нумеруют их, начиная с левого нижнего угла против направления часовой стрелки. Внутренние площадки нумеруют сверху вниз и слева направо. Для удобства вычерчивания элементов микросхемы на топологических чертежах используют координатную сетку с шагом 0,01; 0,05; 0,1 или 0,2 мм. Вершины фигур элементов необходимо располагать в точках пересечения линий сетки. На чертеже сетка не показывается, а по периметру наносятся значения координат. Кроме исполнительных должны быть указаны габаритные размеры для справок.

На первом листе топологического чертежа выполняется сложный ступенчатый разрез через различные элементы и компоненты (положение секущей плоскости не обозначается). Толщина слоев обозначается буквой *H* с соответствующим цифровым индексом. Масштаб толщины слоев для наглядности допускается не выдерживать. Основные данные слоев ИС указывают в таблице на поле чертежа. Таблица может содержать следующие графы: «Элементы структуры», «Тип электрической проводимости», «Используемый материал» и др. (см. рис. 8.23). Сведения о технологии изготовления ИС указывают в технических требованиях на поле чертежа.

Последующие листы топологического чертежа выполняют отдельно для каждого слоя, включая изображения соединительных проводников и контактных площадок. На рис. 8.24 представлен второй лист топологического чертежа кристалла. Над изображением слоя должна быть помещена надпись по типу «Вид на разделительный слой», «Вид на базовый слой» и т.п. Размеры элементов задаются с помощью координатной сетки и таблицы координат.

Каждый элемент ИС (многоугольник) должен иметь цифровое обозначение левой нижней вершины. Цифра 1 присваивается левому нижнему углу прямоугольника, определяющего границы кристалла. Остальные вершины прямоугольника не обозначаются, но подразумевается их нумерация по часовой стрелке, и в таблице координат приводятся значения всех точек прямоугольника (см. рис. 8.24). Прямоугольник, определяющий габариты кристалла, задан четырьмя точками (1, ..., 4). Следующие вершины обозначаются последовательно для каждого элемента по расположению элементов слева направо и снизу вверх. Основная надпись на последующих листах выполняется по форме 2а ГОСТ 2.104-68*.

Материал слоя дается в таблице на первом листе топологического чертежа. После выполнения топологических чертежей всех слоев приступают к оформлению сборочного чертежа (рис. 8.25). Чертеж оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73* и отраслевых стандартов. В технических требованиях указывают сведения, необходимые для осуществления сборки и контроля изделия, параметры, выполняемые или контролируемые по данному чертежу, сведения о характере соединения составных частей микросхемы, герметизации, маркировке и др. Спецификация



1. *Размеры для справок.
2. Листинные уложены не более 10°, кроме указанных на чертеже.
3. Кресталли поз. 2 крепится к ситалловому подложке поз. 3 и подложку крепится к выводящей рамке поз. 1 клеем БК-32-200.
4. Проводящий поз. 4 присоединяется к контактным площадкам на кристалле и к выводам выводящей рамки методом термической компрессии.
5. Нуклеация выводов показана условно.
6. Корпус 2102.14-6 ГОСТ...

[illegible]

Рис. 8.25. Сборочный чертеж полупроводниковой ИС

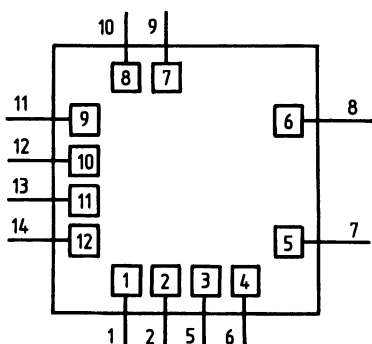


Рис. 8.26. Схема электрическая подключения полупроводниковой ИС

выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106-96. На сборочных чертежах соединение кристалла с выводами на корпус не показывают, а составляют электрическую схему подключения (рис. 8.26). Остальные конструкторские документы — габаритный чертеж, карта технологического уровня и качества, патентный формуляр, этикетка и др. — выполняются в соответствии со стандартами ЕСКД.

9.1. Виды текстовых документов

Текстовые документы содержат информацию, выраженную в основном на естественном речевом языке (см. рис. 1.7, 1.8). Часть информации может быть представлена на формализованном языке в виде формул, уравнений, алгоритмов, программ и т.п. Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц (см. рис. 1.8).

В состав текстового документа может входить графическая информация в виде иллюстраций. Иллюстрациями в техническом тексте служат чертежи, схемы, фотографии и т.п.).

Правила построения, изложения и оформления *технических условий* устанавливает ГОСТ 2.114-95. Технические условия являются неотъемлемой частью комплекта технической документации на продукцию: изделие, материал, вещество и т.п. Технические условия должны содержать все требования к продукции, ее изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в проектно-конструкторской документации. В технические требования входит совокупность всех показателей, норм, правил и положений, установленных для данного типа продукции. Построение технических условий производится по следующему плану: вводная часть, технические требования, правила приемки, методы контроля (испытаний, анализа, измерений), транспортирование и хранение, указание по эксплуатации (применению), гарантии поставщика.

В соответствии с особенностями продукции допускается дополнять технические условия другими разделами или не включать в них отдельные разделы.

Построение, выполнение и оформление пояснительной записки, расчетов, программы и методики испытаний устанавливает ГОСТ 2.106-96.

Эти документы составляются по форме, представленной на рис. 2.1, а (за исключением дополнительных граф III, IV), а необходимые схемы, таблицы и чертежи допускается выполнять на листах любых форматов по ГОСТ 2.301-68 с применением основной надписи и дополнительных граф к ней по ГОСТ 2.104-68. Пример заполнения основной надписи для пояснительной записки приведен на рис. 2.7.

Пояснительная записка должна включать следующие разделы: введение, назначение и область применения проектируемого изделия, техническая характеристика, описание и обоснование выбранной конструкции, расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции, описание организации работ с применением разрабатываемого изделия, ожидаемые технико-экономические показатели, уровень нормализационной оценки или уровень унификации. Допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы.

Порядок изложения расчетов определяется характером рассчитываемых величин. Расчеты в общем случае должны содержать: эскиз или схему рассчитываемого изделия, задачу расчета (с указанием, что требуется определить

при расчете); данные для расчета, условия расчета, расчет, заключение.

Программа и методика испытаний, должны предусматривать проверку соответствия изделия чертежам, техническим требованиям, паспортным данным и нормам точности, определение показателей качества и надежности изделия, проверку обеспечения стабильности работы изделия, проверку удобства обслуживания и проведения ремонта изделия, проверку комплектности изделия, проверку соответствия изделия требованиям техники безопасности, продолжительность и режим испытаний, а также необходимые замеры во время испытаний.

Описание методов испытаний изделий по отдельным показателям рекомендуется располагать в той же последовательности, в которой эти показатели расположены в технических требованиях.

В методике испытаний необходимо также предусмотреть схемы и средства контроля, указать значения предельных отклонений.

К текстовым документам принадлежит отчет о научно-исследовательской работе, который является научно-техническим документом, содержащим исчерпывающие систематизированные сведения о выполненной работе.

Общие требования, структуру и правила оформления научных и технических отчетов о фундаментальных, поисковых, прикладных научно-исследовательских работах по всем областям науки и техники, выполняемых научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими организациями, высшими учебными заведениями, научно-производственными и производственными объединениями, промышленными предприятиями, акционерными обществами и другими организациями, устанавливает ГОСТ 7.32-2001.

К отчету предъявляются следующие требования: четкость и логическая последовательность изложения материала,

убедительность аргументации, краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования, конкретность изложения результатов работы, обоснованность рекомендаций и предложений.

Отчет должен содержать титульный лист, список исполнителей, реферат, содержание, перечень условных обозначений, символов, единиц и терминов, введение, основную часть, заключение, список использованных источников, приложения.

9.2. Общие правила составления и оформления текстовых документов

Первым листом текстового документа является титульный лист (см. рис. 1.7), который используется для размещения утверждающих и согласующих подписей. На титульном листе приводится наименование министерства или ведомства, в систему которого входит организация, разработавшая документ, гриф согласования и утверждения, наименование изделия и документа, обозначение документа, подписи разработчиков, год издания документа.

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы. При большом объеме документа допускается разделять его на части (книги). Каждую часть (книгу) комплектуют отдельно. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа (части, книги).

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела также должна ставиться точка.

Разделы и подразделы могут состоять из одного или нескольких пунктов. Пункты при необходимости могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта. Наименование

разделов записывают в виде заголовков (симметрично тексту) прописными буквами, наименование подразделов — в виде заголовка (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной). Например:

3. АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

3.1. Интерактивные графические комплексы

- 3.1.1. } Нумерация пунктов первого
- 3.1.2. } подраздела третьего раздела
- 3.1.3. } документа

3.2. Программное обеспечение

- 3.2.1. } Нумерация пунктов второго
- 3.2.2. } подраздела третьего раздела
- 3.2.3. } документа

3.3. Языки представления информации

- 3.3.1. } Нумерация пунктов третьего
- 3.3.2. } подраздела третьего раздела
- 3.3.3. } документа

В документе помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров листов.

Текстовые конструкторские документы выполняют одним из следующих способов: машинописным — на одной стороне листа через два интервала; шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм, лента только черного цвета (полужирная); рукописным — чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв не менее 2,5 мм; цифры и буквы необходимо писать четко черной тушью; типографским — в соответствии с требованиями, предъявляемыми к изданиям, изготавливаемым типографским способом; с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ. Большие удобства для выполнения текстовых

документов представляют текстовый редактор MS Word (версии 2000 или XP) и пакет Mathcad 2000 Professional, а также другие программные продукты, которые позволяют оформить текстовый документ в соответствии с ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106-96, ГОСТ 7.32-2001.

Разрешается использовать компьютерные возможности для акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Расстояние от рамки листа до границ текста следует оставлять в начале строк не менее 5 мм, в конце строк не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам по клавиатуре (15—17 мм).

Отчет о НИР должен быть отпечатан любым печатным способом на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора межстрочных интервала.

Вписывать в текстовые документы, изготовленные машинописным способом, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации следует черной тушью.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения документа, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на то же место исправленного текста (графики) машинным способом или черной тушью рукописным способом. После исправления документ должен удовлетворять требованиям микрофильмирования.

Текст документа должен быть кратким, четким и не должен допускать различных толкований.

Таблица 9.1. Основные единицы СИ

Величина				Единица		
Наименование	Обозначение		Размерность	Наименование	Обозначение	
	главное	запасное			международное	русское
Длина	l	—	L	Метр	m	м
Масса	m	—	M	Килограмм	kg	кг
Время	t	—	T	Секунда	s	с
Сила электрического тока	I	—	A	Ампер	A	А
Термодинамическая температура	Θ	T	Θ	Кельвин	K	К
Количество вещества	—	—	N	Моль	mol	моль
Сила света	I	I_v	J	Кандела	cd	кд

Таблица 9.2. Дополнительные единицы СИ

Величина			Единица		
Наименование	Обозначение ГОСТ 1494-77		Наименование	Обозначение	
	главное	запасное		международное	русское
Плоский угол	α, β, γ	—	Радан	rad	рад
Телесный угол	Ω	ω	Стерadian	sr	ср

Наименование изделия при первом упоминании в тексте документа должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе.

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение, а затем — название изделия.

Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Научно-технические термины, обозначения и определения следует использовать в соответствии с существующими стандартами, например: «ГОСТ 19431-84. Энергетика и электрификация народного хозяйства. Термины и определения», «ГОСТ 19880-74. Электротехника. Термины и определения» и т.д. При отсутствии стандартных терминов и определений следует применять общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте документа не допускается применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу, а также ино-

странные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке.

Во вновь разрабатываемой или пересматриваемой научно-технической документации, а также публикациях, учебниках и учебных пособиях значения физических величин должны выражаться в единицах СИ (табл. 9.1, 9.2).

Единицы физических величин, их наименования, обозначения и правила применения в России устанавливает ГОСТ 8.417-81. Буквенные обозначения величин, используемых в электротехнике, устанавливает ГОСТ 1494-77*.

Наиболее употребительные величины и единицы их измерения приведены в табл. 9.3.

Обозначения единиц следует писать в строку с числовыми значениями без переноса на следующую строку; между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел: 100 Вт, 80 %, 20 К. Исключение составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой: 20°.

Таблица 9.3. Обозначение и единицы физических величин в системе СИ

Величина			Единица			
Наименование	Обозначение по ГОСТ 1494-77		Наименование	Обозначение		
	главное	запасное		собственное		производное
				русское	международное	
Частота	f	ν	Герц	Гц	Hz	с^{-1}
Сила	G, F	P, W	Ньютон	Н	N	$\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Давление	p	—	Паскаль	Па	Pa	$\text{Н} \cdot \text{м}^{-2}$
Энергия, работа	E, W	A	Джоуль	Дж	J	$\text{Н} \cdot \text{м}$
Теплота	Q	—	Джоуль	Дж	J	$\text{Н} \cdot \text{м}$
Мощность	P	—	Ватт	Вт	W	$\text{Дж} \cdot \text{с}^{-1}$
Электрический заряд	Q	—	Кулон	Кл	C	$\text{А} \cdot \text{с}$
Электрическое напряжение	U	—	Вольт	В	V	$\text{Вт} \cdot \text{А}^{-1}$
Электрическая емкость	C	—	Фарад	Ф	F	$\text{Кл} \cdot \text{В}^{-1}$
Электрическая проводимость	G	—	Сименс	См	S	$\text{А} \cdot \text{В}^{-1}$
Магнитный поток	Φ	—	Вебер	Вб	Wb	$\text{В} \cdot \text{с}$
Магнитная индукция	B	—	Тесла	Тл	T	$\text{Вб} \cdot \text{м}^{-1}$
Индуктивность	L	—	Генри	Гн	H	$\text{Вб} \cdot \text{А}^{-1}$
Световой поток	Φ	Φ_v	Люмен	лм	lm	$\text{кд} \cdot \text{ср}$
Освещенность	E	E_v	Люкс	лк	lx	$\text{кд} \cdot \text{ср} \cdot \text{м}^{-1}$

В тексте документа, за исключением таблиц и рисунков, не допускается применять знак «Ø». Следует писать слово «диаметр». При указании размера или предельных отклонений диаметра, помещаем в тексте, перед размерным числом следует писать знак «Ø».

Обозначения величин с предельными отклонениями следует записывать по образцу: $100 \pm 1 \text{ Ом}$.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии: $\text{Н} \cdot \text{м}$, $\text{А} \cdot \text{Вб}$. Не допускается использовать обороты разговорной речи, произвольные словообразования, техницизмы, профессионализмы.

Произведение обозначений в знаменателе следует заключать в скобки: $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Не следует применять более одной косой или горизонтальной черты для обозначения отношений. Целесообразно использование отрицательных степеней (см. табл. 9.3).

Для обозначения кратных и дольных единиц измерения по ГОСТ 8.417-81 используются соответствующие приставки (табл. 9.4).

Таблица 9.4. Приставки для обозначения кратных и дольных единиц измерения

Приставка		Соответствует числу основных единиц	Сокращенное обозначение	
русская	международная		русское	международное
Тера	Tera	10^{12}	Т	T
Гига	Giga	10^9	Г	G
Мега	Mega	10^6	М	M
Кило	Kilo	10^3	к	k
Гекто	Hekto	10^2	г	h
Дека	Deka	10	да	da
Деци	Deci	10^{-1}	д	d
Санتي	Centi	10^{-2}	с	c
Милли	Milli	10^{-3}	м	m
Микро	Mikro	10^{-6}	мк	μ
Нано	Nano	10^{-9}	н	n
Пико	Piko	10^{-12}	п	p

Приставку или ее обозначение следует писать слитно с наименованием величины, к которой она присоединяется: мегаватт (МВт), килоампер (кА).

Для единиц, образованных как произведение или отношение единиц, при-

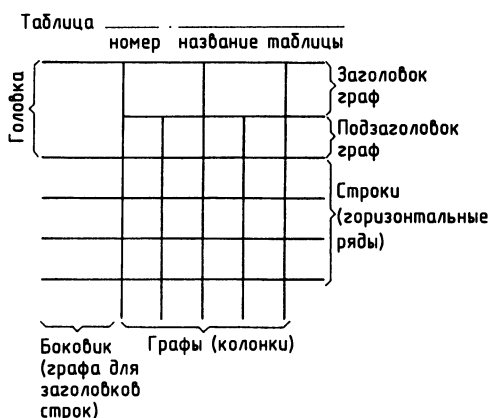


Рис. 9.1. Оформление таблиц

ставку следует присоединять к наименованию первой единицы: $\text{кПа} \cdot \text{с/м}$ (килопаскаль-секунда на метр), неправильно: $\text{Па} \cdot \text{кс/м}$ (паскаль-килосекунда на метр).

Основной формой записи данных о физических константах и свойствах веществ и материалах является таблица (см. рис. 1.8, 9.1). Каждая таблица должна иметь название. Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота или с поворотом по часовой стрелке на 90° . Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Если в документе одна таблица, ее не нумеруют и слово «таблица» не пишут. Оформление таблиц в документе должно соответствовать ГОСТ 1.5-93 и ГОСТ 2.105-95.

Представление функциональной зависимости может быть приведено в виде расчетной или экспериментальной формулы (см. рис. 1.8).

Уравнения и формулы следует выделять из текста свободными строками.

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В конце текстового документа приводится список использованных источников информации. Источники следует

располагать в порядке появления ссылок в тексте. Ссылки в тексте на источники допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер по списку источников. Оформление ссылок и сведений об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84. В ссылках на стандарты и технические условия называют только их обозначения, при этом допускается не указывать год утверждения при условии, что в списке использованных источников приведено полное описание стандарта.

В приложения текстового документа включают вспомогательный материал, необходимый для полноты документа: промежуточные математические доказательства, формулы, расчеты, вспомогательные цифровые данные и т.п.

Приложения начинают с нового листа с указанием в правом верхнем углу слова «ПРИЛОЖЕНИЕ», напечатанного прописными буквами, и содержательного заголовка. Приложения нумеруют последовательно арабскими цифрами «ПРИЛОЖЕНИЕ 1», «ПРИЛОЖЕНИЕ 2» и т.д.

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на подразделы и пункты в пределах каждого приложения, перед ними ставится буква П, например П.1.2.3 (третий пункт второго подраздела первого приложения). Аналогично нумеруются таблицы, формулы и иллюстрации в пределах каждого приложения.

9.3. Иллюстрации в текстовых документах

Иллюстрациями в техническом тексте могут быть: чертежи, схемы, графики, диаграммы. Иллюстрации могут быть выполнены ручным или компьютерным способом, а также в виде фотографий и ксерокопий. Чертежи, схемы, графики, диаграммы должны соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.

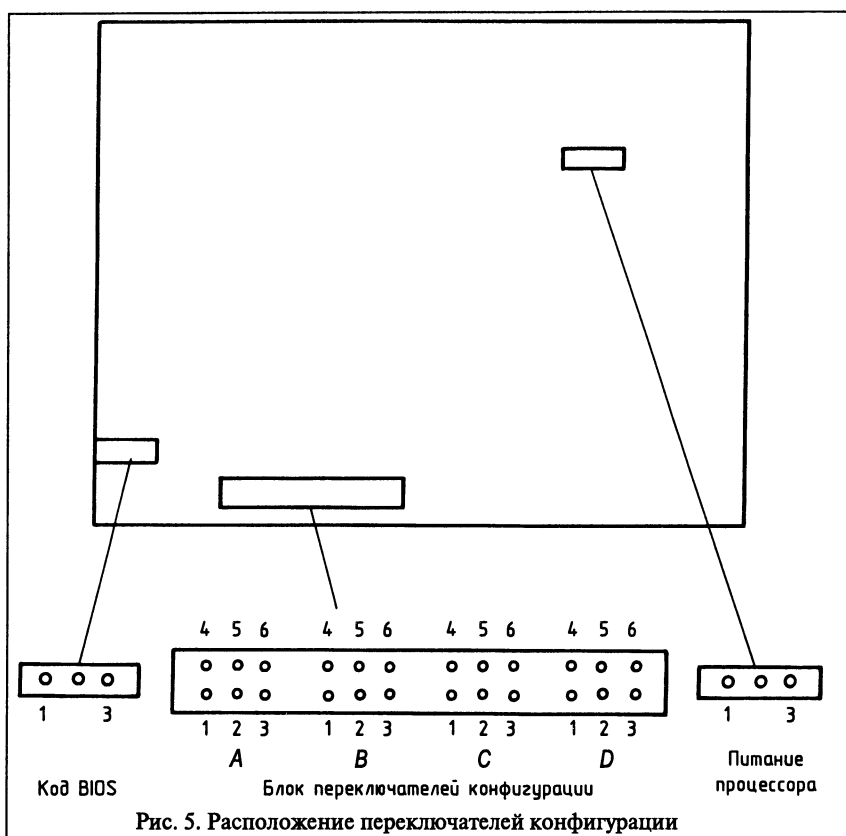


Рис. 9.2. Оформление иллюстрации в текстовом документе

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Качество иллюстраций должно обеспечивать их четкое воспроизведение. Следует применять только штриховые рисунки, выполненные черной тушью или черными чернилами. Компьютерные распечатки могут быть цветными.

Фотографии размером меньше А4 должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги.

Иллюстрации помещают после первой ссылки на них в тексте и располагают так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота документа или с поворотом на 90° по часовой стрелке.

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст).

Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных (рис. 9.2).

Диаграммы следует выполнять линиями по ГОСТ 2.303-68*.

Оси координат, шкал, ограничивающие поле диаграммы, следует выполнять сплошной линией (рис. 9.3—9.6).

Линии координатной сетки и делительные штрихи следует выполнять сплошной тонкой линией.

Функциональные зависимости предпочтительно изображать сплошной линией. Толщина линии определяется требуемой точностью отсчета. При изображении двух и более функциональных зависимостей на одной диаграмме допускается использовать линии различных типов (сплошную, штриховую и т.п.

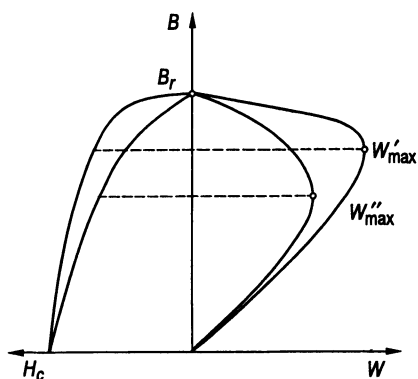


Рис. 9.3. Оформление информационной диаграммы

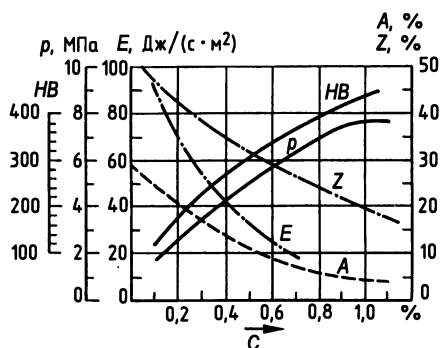


Рис. 9.4. Использование линий различных типов для изображения функциональных зависимостей

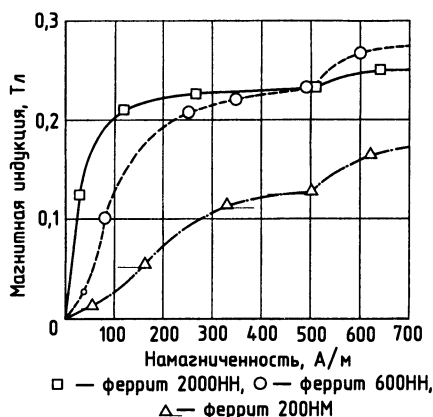


Рис. 9.5. График, построенный по точкам

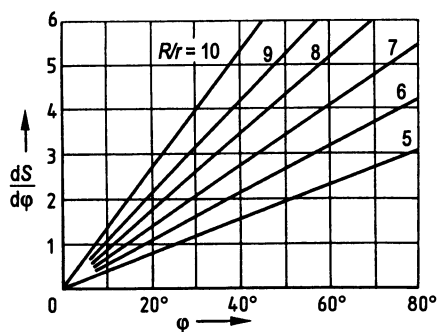


Рис. 9.6. Нанесение пучка линий, выходящих из одной точки

см. рис. 9.4). Если в определенной области совпадают две и более линий, следует вычерчивать одну из них (см. рис. 9.5).

Характерные точки линий функциональной зависимости (т.е. обозначенные числами, буквами, символами и т.п.) допускается изображать кружком (см. рис. 9.3).

Точки, полученные путем измерения или расчетов, допускается обозначать графически, например кружком, крестиком и т.п. (см. рис. 9.5). Обозначения точек должны быть разъяснены в пояснительной части диаграммы.

Координатные оси как шкалы значений изображаемых величин должны быть разделены на графические интервалы одним из следующих способов:

- а) координатной сеткой (см. рис. 9.6);
- б) делительными штрихами (см. рис. 9.4);
- в) сочетанием координатной сетки и делительных штрихов (см. рис. 9.4).

Диаграммы и графики для изображения характера зависимостей допускается выполнять без шкал значений величин (см. рис. 9.3).

Числа у шкал следует размещать вне поля диаграммы и располагать горизонтально.

Величины, связанные функциональной зависимостью, следует указывать одним из следующих способов:

- а) символом (см. рис. 9.3, 9.4);
- б) наименованием (см. рис. 9.5);
- в) записью функциональной зависимости (см. рис. 9.6).

Обозначение величины (символ) размещается у середины шкалы с ее внешней стороны, а при объединении символа с единицей измерения в виде дроби — в конце шкалы (см. рис. 9.4). В диаграмме без шкал обозначение

величины следует размещать вблизи стрелки, которой заканчивается ось.

Единицы измерения наносят:

- а) в конце шкалы между последним и предпоследним числами шкалы;
- б) вместе с обозначением переменной величины после запятой;
- в) в конце шкалы после последнего числа в виде дроби, в числителе которой обозначение величины, а в знаменателе — единица измерения.

Пересечение надписей и линий на диаграмме не допускается. При недостатке места следует прерывать линию.

10.1. Технические средства и программное обеспечение

Компьютерное выполнение конструкторских документов предполагает, что разработка и оформление документов производятся с использованием персонального компьютера и других устройств, подключаемых к персональному компьютеру и необходимых для выполнения документации: принтеров (печатающих устройств), плоттеров (графопостроителей), сканеров (читающих устройств) и др.

Персональный компьютер и соответствующее программное обеспечение составляют компьютерную систему проектирования, которая имеет ряд преимуществ по сравнению с обычным ручным проектированием:

а) автоматизация труда конструктора в части выполнения расчетных, чертежных и оформительских работ;

б) возможность электронного хранения документов и их фрагментов, что позволяет их редактировать и быстро разрабатывать документы-аналоги по существующим прототипам;

в) создание трехмерной модели разрабатываемого объекта, которую можно отобразить на разных видовых экранах с различных точек зрения и различным способом проецирования, т.е. создание проекций и видов модели как в параллельном, так и в центральном проецировании;

г) получение реалистичных изображений проектируемых объектов с учетом освещения и предметов окружающей обстановки;

д) выпуск необходимого количества электронных и бумажных копий документов.

Существует достаточное количество пакетов программ для компьютерного проектирования. Наиболее полными возможностями обладает пакет AutoCAD. Этот пакет универсален. Его можно использовать для выполнения как графических документов, так и текстовых. Но наибольший эффект получается при выполнении чертежно-конструкторских работ.

Текстовые конструкторские документы могут быть подготовлены в AutoCAD с использованием редактора многострочного текста (команда «MTEXT»), в котором предусмотрены выбор параметров шрифта, выравнивание и редактирование текста, что приближает его к текстовым редакторам Microsoft Word.

Для выполнения конструкторских расчетов в процессе черчения в AutoCAD заложен пакет программ AutoLISP, являющийся модификацией известного языка LISP. Основой LISP является работа со списками произвольной длины и элементами разной природы. С помощью AutoLISP можно писать программы или вводить математические формулы, которые затем вычисляет AutoCAD. Для написания и отладки программ и приложений на языке AutoLISP в состав AutoCAD2000 введена интегрированная среда (редактор) Visual LISP.

В процессе создания конструкторских документов графические, текстовые и расчетные возможности AutoCAD могут быть значительно расширены за счет использования других

пакетов программ, связь с которыми осуществляется посредством технологии OLE (Object Linking and Embedding). Эта технология позволяет, работая в одном пакете программ, выходить в другой пакет и, создав там требуемый фрагмент, переместить его в документ первого пакета. Так, при разработке чертежа в AutoCAD можно дополнить его таблицами, созданными в MS Excel, или растровыми рисунками из других графических редакторов.

Технологию OLE очень удобно использовать при разработке документов, содержащих информацию, представленную в различных формах. Это относится к расчетно-пояснительным запискам и другим текстовым документам, содержащим кроме текста чертежи, рисунки, фотографии, схемы, диаграммы и другую информацию, созданную в других пакетах. Существующие пакеты программ ориентированы на обработку определенного вида информации. Текстовую информацию удобнее обрабатывать в текстовом редакторе, например, MS Word, а графическую — в специализированных графических редакторах. Каждый вид информации обрабатывается в своем редакторе, а затем они объединяются в одном документе технологией OLE.

AutoCAD2000 и AutoCAD2002 связаны OLE-технологией с текстовым редактором MS Word, электронными таблицами MS Excel, а через редактор VisualLISP возможна загрузка файлов языка программирования C++. Для осуществления взаимодействия AutoCAD и других отмеченных программных продуктов на компьютере должна быть установлена операционная система с параметрами не ниже чем Windows 98, которая осуществляет управление файловой системой, запускает и завершает работу прикладных программ, обеспечивает информационный сервис.

Для того чтобы персональный компьютер, предназначенный для выполне-

ния конструкторских документов, был своеобразным электронным кульманом, он должен соответствовать определенным техническим требованиям. Причем требования будут более жесткими при необходимости выполнения пространственного моделирования и менее жесткими при создании двухмерных чертежей плоской графики. Кроме того, требования к компьютеру зависят от программного обеспечения, предназначенного для выполнения конструкторских работ.

Для системы компьютерного проектирования AutoCAD2000 или AutoCAD2002 следует иметь машину класса не ниже Pentium II (300—400 МГц) и с оперативной памятью не менее 64 Мбайт. На жестком диске должно быть свободно не менее 300 Мбайт под программное обеспечение и 100 Мбайт под временные файлы, которые создаются во время работы, кроме того, следует предусмотреть место для хранения файлов создаваемых документов.

Для качественного отображения графической информации на экране монитор должен иметь следующие характеристики: размер по диагонали — не менее 17 дюймов, разрешающая способность — 1024×768 точек, количество цветов — 256 и более.

Для установки пакета AutoCAD компьютер должен быть оборудован устройством чтения лазерных дисков CD ROM. Широко применяемое устройство для чтения и записи информации на дискеты 3,5 дюйма может оказаться недостаточным при разработке сложных графических документов, занимающих большой объем памяти. Поэтому целесообразно установить на компьютер устройство для записи информации на лазерные диски CD-Writer.

Последние версии AutoCAD позволяют обрабатывать графическую информацию, полученную путем сканирования с бумажных носителей чертежей, рисунков, эскизов и др. Поэтому в числе периферийных устройств рабочего

места конструктора желательно иметь сканер.

Развитие сети Internet привело к появлению большого количества информации, хранящейся на сайтах различных фирм и организаций. Если оборудовать компьютер модемом и подключить его к Internet, то имеется возможность, не выходя из AutoCAD, получать информацию из всемирной компьютерной сети в процессе разработки конструкторского документа. Это расширяет возможности конструирования и создает дополнительные удобства для конструктора.

Завершающий этап компьютерной разработки конструкторских документов состоит в переносе электронной информации из компьютера на бумажный носитель. Для этой операции используются специальные устройства, которые называются принтерами и плоттерами. Наиболее широкое применение имеют в настоящее время струйные и лазерные принтеры, которые способны воспроизводить как текстовую, так и графическую информацию.

Струйные принтеры работают по принципу «выстреливания» чернил на бумагу. Струйные принтеры способны создавать и черно-белые и цветные изображения. Недостатком струйных прин-

теров является большой расход картриджа (красящей жидкости) и низкая производительность по сравнению с лазерными принтерами.

В лазерных принтерах (рис. 10.1) используется свойство материалов изменять свой поверхностный электрический заряд в зависимости от освещенности. Основными частями конструкции лазерного принтера являются лазерный диод, вращающееся зеркало и фоточувствительный барабан или лента.

Принтеры используются, в основном, для создания документов на бумаге формата A4 или A3. Документы большего формата изготавливаются на плоттерах.

В отличие от принтера, основное назначение которого состоит в печати текста на бумаге, плоттеры предназначены, прежде всего, для построения графических изображений. Плоттеры делятся на планшетные и барабанные.

Планшетные плоттеры (рис. 10.2) строят рисунки на листе бумаги, расположенном на специальном плоском столе (планшете). Бумага удерживается на столе с помощью электростатического заряда, вакуума или натяжения. Вдоль стола по специальным направляющим перемещается каретка. На каретке установлена пишущая головка, которая, в свою очередь, может перемещаться вдоль каретки. Перо может подниматься и опускаться. Часто вместо одного пера

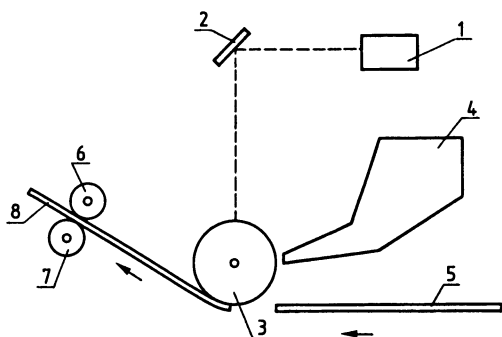


Рис. 10.1. Схема лазерного принтера:

1 — лазерный диод; 2 — зеркало; 3 — светочувствительный барабан; 4 — контейнер с тонером; 5 — чистая бумага; 6 — нагретый ролик; 7 — прижимной ролик; 8 — бумага с изображением

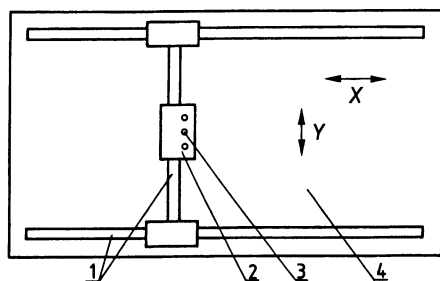


Рис. 10.2. Планшетный плоттер:

1 — направляющие; 2 — каретка; 3 — перья; 4 — бумага

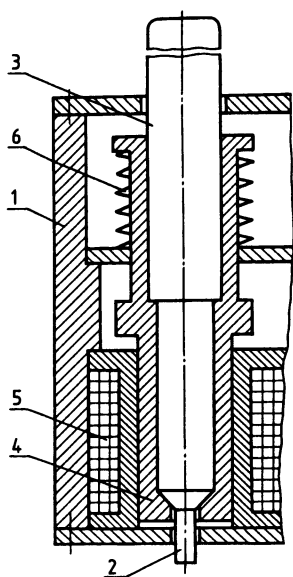


Рис. 10.3. Пишущая головка

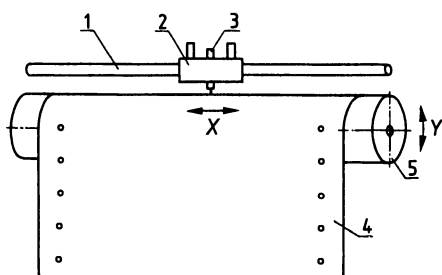


Рис. 10.4. Барабанный плоттер:

1 — направляющие; 2 — каретка; 3 — пишущий узел; 4 — бумага; 5 — барабан

применяются несколько перьев разной толщины и разного цвета.

Устройство пишущей головки показано на рис. 10.3. В корпусе 1 расположено перо 2. Пишущий узел 3 установлен в центрирующей втулке якоря 4, которая при пропускании тока через обмотку 5 опускается, преодолевая сопротивление пружины 6.

Размеры планшета в таких плоттерах изменяются в пределах от 30×45 см (формат A3) до — 2×3 м.

Барабанные плоттеры (рис. 10.4) рисуют изображение на бумаге, сверну-

той в рулон и туго натянутой на барабан. Барабан может вращаться вокруг своей оси в обоих направлениях. Натяжение бумаги обеспечивается подающим и приемным роликами. По краям рулона бумаги имеется перфорация для предотвращения проскальзывания. Перо движется поперек бумаги и может подниматься и опускаться. Ширина бумаги 30—90 см.

10.2. Элементы пользовательского интерфейса

Работа конструктора в системе AutoCAD 2000 начинается с выбора режима стартовой загрузки (рис. 10.5).

Пункт меню «Открытие чертежа» предполагает, что существует начатый ранее чертеж, работу над которым следует продолжить. Пункт «Создание чертежа» следует применить, когда начинается работа над новым чертежом. Если необходимо выполнить чертеж по определенным правилам оформления, тогда используют пункт «Выбор шаблона». В этом случае выбирается шаблон, хранящийся в папке «Template (Шаблоны)». В этой же папке хранятся готовые форматы чертежного листа с рамкой и основной надписью по заданным стандартам: ANSI (США), ISO (Международные стандарты), DIN (Германия), JIS (Япония), ГОСТ (Россия). Для назначения общих параметров чертежа, таких как единицы измерения линейных и угловых величин, требуемая точность величин, начало отсчета и направление углов, размеры чертежа, используют пункт «Настройка параметров».

После выбора пункта «Создание чертежа» и нажатия кнопки «ОК» открывается основное рабочее окно системы AutoCAD, в котором осуществляется построение чертежа (рис. 10.6). При выборе других пунктов загрузочного окна рабочее окно появляется после дополнительного диалога с компьютером.

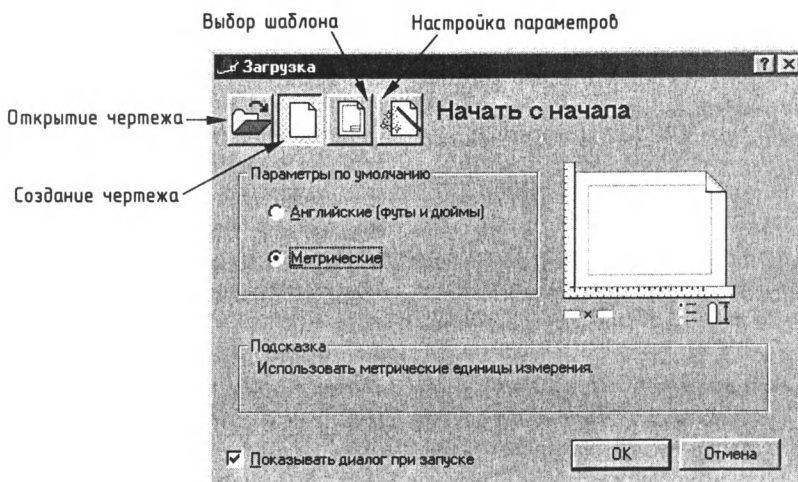


Рис. 10.5. Загрузочное окно «Начать с начала»

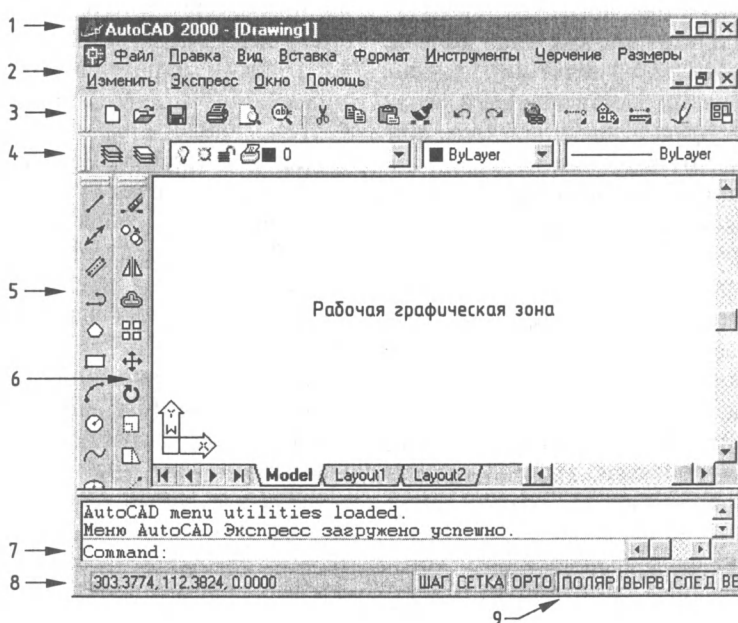


Рис. 10.6. Рабочее окно AutoCAD

Рабочая графическая зона в окне AutoCAD — это основная часть экрана, в которой происходит выполнение чертежа.

В самом верху экрана находится строка заголовка 1, аналогичная строке заголовка любого Windows-приложения. Сразу под ней строка системного

меню 2, состоящая из заголовков выпадающих меню:

Файл (File) — операции с файлами

Правка (Edit) — работа с буфером, отменить, стереть.

Вид (View) — просмотр чертежа, настройка интерфейса.

Вставка (Insert) — вставка фрагментов.

Формат (Format) — настройка элементов чертежа.

Инструменты (Tools) — настройка процесса черчения.

Черчение (Draw) — вычерчивание примитивов.

Размеры (Dimension) — нанесение размеров.

Изменить (Modify) — изменение формы и расположения примитивов.

Экспресс (Express) — дополнительные функции.

Окно (Window) — одновременное размещение нескольких чертежей.

Помощь (Help) — справка по AutoCAD).

Панели инструментов в AutoCAD оформлены так же, как панели в MS Office. На рис. 10.6 показаны следующие панели инструментов: стандартная 3, свойства объекта 4, черчение 5, изменить 6. Каждая из кнопок панелей означает вполне определенное действие при выполнении чертежа.

В командной строке 7 происходит диалог пользователя с системой AutoCAD. Здесь отображаются команды выполнения чертежных операций и вводятся с клавиатуры необходимые параметры этих команд.

В левом нижнем углу рабочей графической зоны изображена пиктограмма осей координат. Ось X экрана направлена вдоль горизонтальной кромки экрана, ось Y — вдоль вертикальной кромки. Ось Z направлена на наблюдателя. Основная система координат, в которой по умолчанию начинается работа, называется *мировой*. При движении указателя мыши по графическому экрану счетчик координат 8 считывает текущие координаты и выводит их в левом нижнем углу в строке с кнопками режимов. Абсолютные координаты отсчитываются от перекрестия пиктограммы, расположенной в левом нижнем углу рабочей графической зоны. Рассматриваемая система координат обозначается WCS, что означает World Coordinate System (мировая система координат).

Ввод координат может быть выполнен в прямоугольном формате — X, Y, Z или полярном (цилиндрическом) — $r < A, Z$, где r — радиус, $\angle A$ — угол в градусах против часовой стрелки от предыдущей точки. Относительные координаты задают смещение новой точки от последней введенной точки. В этом случае перед координатами используется знак «@». Например: @dx, dy, dz (приращение координат X, Y, Z).

Строка режимов 9 содержит кнопки: **ШАГ** (SNAP), **СЕТКА** (GRID), **ОПТО** (ORTHO), **ПОЛЯР** (POLAR), **ВЫРВ** (OSNAP), **СЛЕД** (OTRACK), **ВЕСЛИН*** (LWT), **МОДЕЛЬ*** (MODEL). Кнопка **ШАГ** позволяет перемещать курсор по экрану с определенным шагом по вертикали и горизонтали. Кнопка **СЕТКА** включает отображаемую на экране сетку из точек с определенным расстоянием между ними. Можно считать, что **СЕТКА** аналогична листу, линованной бумаги в клеточку. Режим **ОПТО** позволяет перемещаться курсору только по вертикалям и горизонталям. Режим **ПОЛЯР** преобразует прямоугольный режим **ОПТО** в косоугольный режим с заданным углом наклона координатных линий.

Особого внимания заслуживает режим **ВЫРВ** (выравнивание), который осуществляет привязку курсора к характерным точкам графических примитивов: начало, конец или середина отрезка, центр дуги или окружности, касательная к окружности и др. Этот режим очень удобен при различных геометрических построениях.

При построении объектов в режиме **ВЫРВ** возможно указание относительных полярных координат промежуточных точек с помощью кнопки **СЛЕД** (отслеживание).

Кнопка **ВЕСЛИН** (вес линии) — это толщина линии чертежа, которая может быть не показана в процессе построения чертежа. Кнопка **МОДЕЛЬ** позволяет

*На рис. 10.6 не показан.

переключаться из трехмерного пространства построения модели в двухмерное пространство листа бумаги (*Layout*).

10.3. Построение чертежей и схем на экране компьютера

Для создания чертежей и схем в AutoCAD используется принцип графических примитивов (наиболее повторяемых элементов чертежа), которые хранятся в памяти пакета и вызываются на экран по мере необходимости. Панель инструментов *Черчение* (см. рис. 10.6) предусматривает следующие графические примитивы:

точки и отрезки прямых различного начертания; окружности; дуги окружностей; правильные многоугольники; эллипсы; ломаные, состоящие из отрезков прямых и дуг окружностей постоянной и переменной толщины; штриховка сечений; линейные и угловые размеры; допуски на размеры и форму деталей;

объемные примитивы для построения трехмерных моделей (поверхности и геометрические тела);

примитивы, создаваемые пользователем и записываемые в библиотеку системы (блоки);

изображения, полученные на предыдущих этапах проектирования и подлежащие дальнейшей обработке.

Графические примитивы в процессе построения чертежа могут быть преобразованы и помещены в нужное место создаваемого чертежа. Для этого существуют кнопки редактирования (см. панель *Изменить*, рис. 10.6):

стирание и восстановление случайно стертых объектов;

линейное и угловое перемещение;

копирование;

создание зеркальных отражений;

масштабирование по различным направлениям;

изменение цвета и типа линии фрагмента изображения*;

создание прямоугольных и круговых массивов;

выполнение фасок и скругление углов*;

отрисовка подобных фигур;

сглаживание ломаных линий*.

Особое место занимают команды для работы с пространственными примитивами, которые в дополнение к рассмотренным командам редактирования позволяют производить операции объединения, вычитания, пересечения, создавать разрезы и сечения и строить многообразные формы твердых тел различными способами.

Система позволяет строить любое количество видов трехмерного объекта, удаляет невидимые линии, создает аксонометрические, перспективные и реалистичные изображения с учетом текстуры материала и освещения.

Построение изображения заданного изделия на экране компьютера может быть выполнено двумя способами:

1. Конструктор вводит в память компьютера информацию для построения отдельных видов конструируемого предмета, как при классическом способе бумажного проектирования. При этом способе введенная информация в памяти компьютера не связана в единую пространственную модель предмета. Для получения других видов (ГОСТ 2.305-68) и аксонометрических проекций (ГОСТ 2.317-69) требуется дополнительное построение.

2. Конструктор вводит в память компьютера информацию о пространственной структуре проектируемого предмета, на основании которой в памяти компьютера создается объемная модель предмета. Созданная модель может быть представлена на экране компьютера в любой проекции: прямоугольной, аксонометрической или перспективной. При необходимости можно поворачивать модель вокруг любой оси или точки для

*На рис. 10.6 не показано.

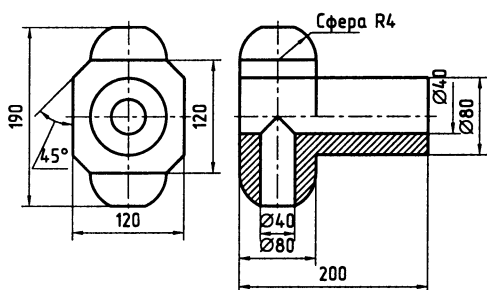


Рис. 10.7. Чертеж детали, выполненный в AutoCAD

создания дополнительных видов, выполнить различные разрезы и сечения, чтобы показать внутреннюю форму. Можно расположить на экране несколько видов для создания комплексного чертежа. При необходимости модели можно придать вид реалистического изображения с наложением теней от падающего света.

На рис. 10.7 показан классический чертеж детали, выполненный средствами AutoCAD. На чертеже представлены две проекции. Все элементы чертежа: начертание линий, их толщина, выполнение штриховки, выполнение разреза, нанесение размеров — соответствуют стандартам ЕСКД. При выполнении чер-

тежа AutoCAD был использован как автоматизированный чертежник.

Некоторые особенности выполнения чертежных работ в AutoCAD состоят в следующем. Для удобства построения используется несколько слоев изображения для элементов чертежа с различными линиями по ГОСТ 2.303-68:

- 1) слой «Оси» — тонкие штрихпунктирные линии;
- 2) слой «Контур» — сплошные линии требуемой толщины;
- 3) слой «Штриховка» — сплошные тонкие линии;
- 4) слой «Размеры» — сплошные тонкие линии, текст, стрелки.

Каждый слой существует независимо от других слоев (рис. 10.8). На чертеж могут быть вызваны отдельные слои или их сочетания. Для наглядности построения в каждом слое могут быть применены линии разного цвета.

При выполнении штриховки оператору не требуется проводить каждую линию штрихования. Достаточно указать тип штриховки (угол наклона линий и расстояние между ними), а также область штриховки.

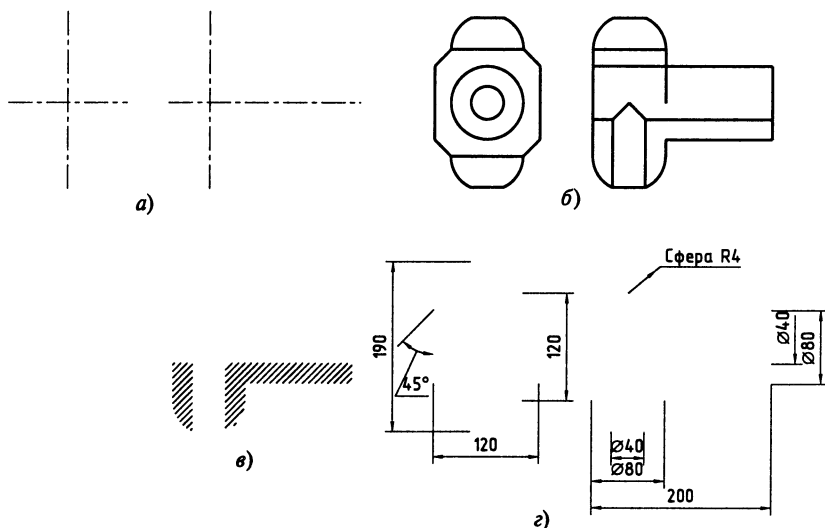


Рис. 10.8. Слои:

а — оси; б — контур; в — штриховка; г — размеры

Для нанесения линейного размера необходимо указать крайние точки отрезка и положение размерной линии. AutoCAD измеряет длину отрезка, наносит на чертеж выносные и размерные линии, стрелки и размерные числа. Для углового размера следует указать ограничивающие лучи и положение размерной дуги. Чтобы нанести радиус или диаметр, достаточно указать соответствующую дугу или окружность.

Конструирование объемной модели детали, рассмотренной выше, осуществляется с помощью операций AutoCAD с объемными геометрическими телами (Булева алгебра).

При рассмотрении формы детали можно выделить следующие геометрические тела: цилиндр, сфера, призма. Внутри детали выполнены отверстия в виде пересекающихся цилиндров.

Конструирование модели производится в следующем порядке:

1. Построение геометрических тел, составляющих модель.

2. Размещение их в заданном взаимном расположении.

3. Выполнение операции «Объединение», после которой все составляющие геометрические тела объединяются в одну деталь.

4. Построение двух взаимно перпендикулярных цилиндров, по форме соответ-

ствующих отверстиям в конструируемой детали, и размещение их внутри детали.

5. Выполнение операции «Вычитание», после которой внутри детали образуются требуемые цилиндрические отверстия.

6. Для наглядности в созданной модели выполнен разрез, показывающий внутренние отверстия и их взаимное расположение.

Результат построения показан на рис. 10.9.

Следует заметить, что весь процесс конструирования детали (см. рис. 10.9) не требует специального программирования и по продолжительности занимает несколько минут.

Для осмотра модели с разных сторон используется операция «Динамический вид», которая позволяет вращать изображение модели на экране и выбрать наиболее рациональный вид на чертеже. Операции реального времени «Панорамирование» и «Масштабирование» дают возможность расположить конструируемую модель в требуемом месте экрана в требуемом масштабе.

Для дальнейшей работы имеется возможность показать различные проекции построенной модели в виде проволочного каркаса (рис. 10.10 и 10.11) или в реалистичном изображении (рис. 10.12).

Конструирование схемы какого-либо устройства на экране дисплея методически осуществляется так же, как и построение плоского чертежа. Графическими элементами схемы являются условные графические обозначения элементов, соединяющие их линии и буквенно-цифровые обозначения.

Поскольку перечень условных графических изображений определен соответствующими стандартами, целесообразно создать графическую библиотеку этих обозначений, которая хранится в памяти компьютера. При построении схемы следует по необходимости вызывать на экран требуемое обозначение элемента схемы и помещать его в соответствующую

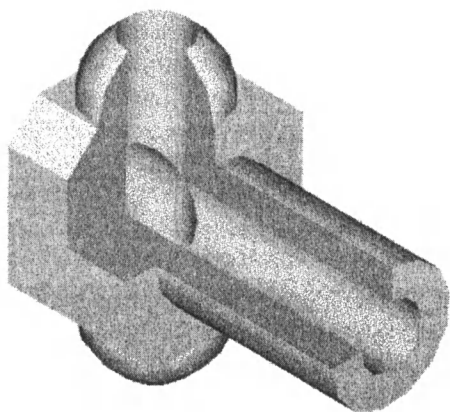


Рис. 10.9. Объемная модель детали

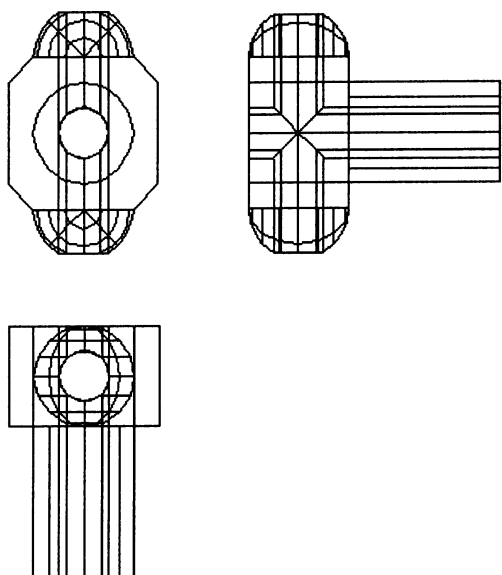


Рис. 10.10. Изображение проволочной модели в трех проекциях

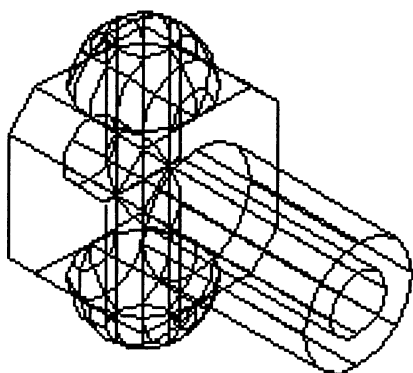


Рис. 10.11. Изображение проволочной модели в изометрической проекции

щее место на экране. Затем проводится соединение условных графических изображений линиями связи и нанесение буквенно-цифровых обозначений.

Пример построения схемы показан рис. 10.13.

В заключение следует сказать, что AutoCAD является наиболее популярным пакетом по автоматизированному проектированию и применим для реше-

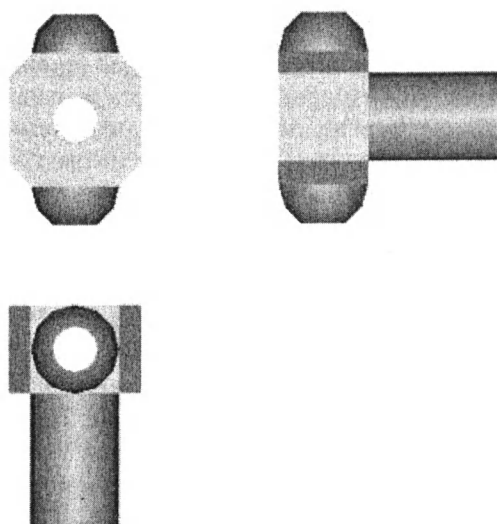


Рис. 10.12. Реалистичное изображение объемной модели в трех проекциях

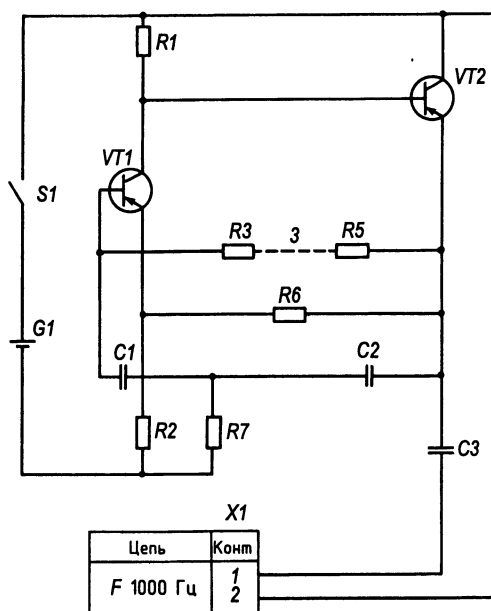


Рис. 10.13. Построение электрической схемы в AutoCAD

ния большинства конструкторских задач, которые решаются традиционными методами с выполнением чертежей и схем.

Пакет AutoCAD постоянно совершенствуется и дополняется новыми возмож-

ностями. В настоящее время выпущена версия AutoCAD 2004, предназначенная для работы в операционной среде MS Windows XP Professional (профессиональная) и MS Windows XP Home Edition (домашнее использование).

В последнее время появилось достаточно большое количество программных продуктов, которые совершенствуют и развивают процесс проектирования в направлении объемного проектирования, упрощения выпуска документации и использования анимации.

Это прежде всего Mechanical Desktop 6 Power Pack, который является прямым продолжением AutoCAD 2002 и предназначен для создания трехмерных параметрических твердотельных моделей любой сложности, выполнения сборочных узлов из спроектированных деталей и упрощенного выпуска конструкторской документации по разработанным деталям и сборкам.

Очень близко по своим возможностям к Mechanical Desktop 6 Power Pack стоит пакет Autodesk Inventor 6, который охватывает все этапы конструирования — от построения начального эскиза модели до выпуска конструкторской документации и создания анимационных роликов для презентаций и иллюстраций к инструкциям по сборке и обслуживанию разработанной конструкции. Благодаря новому принципу построения пользовательского интерфейса конструктору предоставлена уникальная возможность сконцентрировать свое внимание на творческом процессе. Это сделано за счет того, что на каждом этапе проектирования пользователю предоставляются именно те команды, которые применимы в данный момент.

Оба пакета: Mechanical Desktop 6 Power Pack и Autodesk Inventor 6 имеют прямую связь с пакетом AutoCAD 2002. Файлы всех трех пакетов легко взаимно экспортируются и импортируются.

Заслуживают также внимания конструкторские пакеты PRO/Engineer wild-fire, Solid Works, P-CAD, КОМПАС.

10.4. Оформление конструкторских документов

Изготовление бумажных копий конструкторских документов при компьютерном проектировании производится на принтерах и плоттерах (графопостроителях).

Текстовые конструкторские документы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.) рекомендуется выполнять на принтерах, при этом допускается не наносить на поле формата горизонтальных и вертикальных линий, строк и граф.

Графические конструкторские документы — чертежи и схемы — целесообразно выполнять на графопостроителях. Возможно выполнение графических документов на принтерах при условии, что графические возможности данного принтера обеспечивают достаточно качественное изображение. К таким принтерам относятся лазерные и струйные принтеры. При необходимости допускается ручная доработка документа.

Конструкторские документы (чертежи и схемы), выполненные автоматизированным способом с помощью графических устройств вывода ЭВМ, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2.004-88, который распространяется на все отрасли промышленности.

Документы следует выполнять на листах форматов по ГОСТ 2.301-68*.

Масштабы изображений следует выбирать из ряда по ГОСТ 2.302-68*. Допускается также применять масштабы уменьшения $1:n$ и увеличения $n:1$, где n должно быть целым числом.

Линии чертежа следует применять в соответствии с ГОСТ 2.303-68* с учетом следующих требований:

а) толщина сплошной основной линии s должна быть от 0,5 до 1 мм;



Рис. 10.14. Линия обрыва

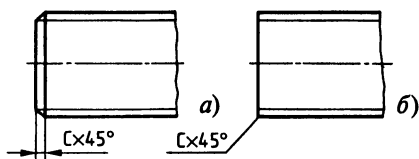


Рис. 10.15. Изображение конструктивных элементов:

а — при ручном выполнении; *б* — при автоматизированном выполнении

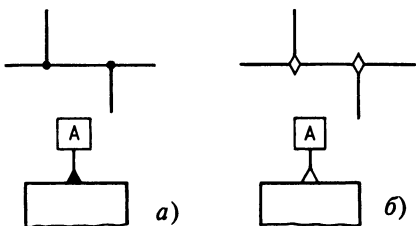


Рис. 10.16. Исключение зачерненных областей:

а — ручное выполнение; *б* — автоматизированное выполнение

б) толщина сплошной тонкой, волнистой, штриховой и штрихпунктирной линий должна быть от $s/3$ до $s/2$;

в) линии обрыва, линии разграничения вида и разреза необходимо выполнять сплошной тонкой линией с изломами (рис. 10.14);

г) при выполнении штрихпунктирной линии точки следует заменять штрихами длиной 1—2 мм.

При построении изображений и условных обозначений автоматизированным способом следует по возможности исключать графические конструктивные элементы, оставляя буквенно-цифровые обозначения (рис. 10.15). Следует исключать зачерненные области в тех случаях, когда это не приведет к неоднозначному пониманию (рис. 10.16).

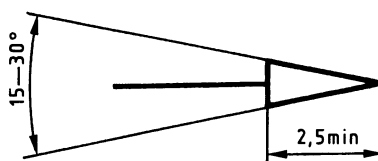


Рис. 10.17. Незачерненная стрелка

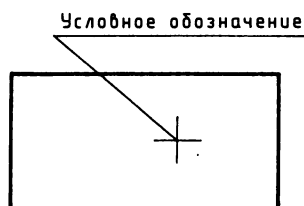


Рис. 10.18. Графическая точка

При выполнении чертежей и схем допускается:

выполнять длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях постоянной, независимо от размеров изображения;

пересекать и заканчивать штрихпунктирные линии не только штрихами;

заменять точку незачерненным квадратом со стороной размерами от $1/15$ до $1/10$ размера шрифта h ;

выполнять зачерненные стрелки на чертеже в виде незачерненного треугольника (рис. 10.17);

заканчивать линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии графической точкой в виде перекрестия (рис. 10.18);

место нанесения маркирования или клейма на чертежах изображать точкой в виде перекрестия.

При выполнении чертежей и схем технические требования, таблицы и другую текстовую информацию допускается помещать на отдельных листах формата А3 и А4 и нумеровать их как первые или последующие листы.

Буквы, цифры и знаки в документах должны соответствовать ГОСТ 2.304-68.

$$Y = 1 / (1 + x^2)$$

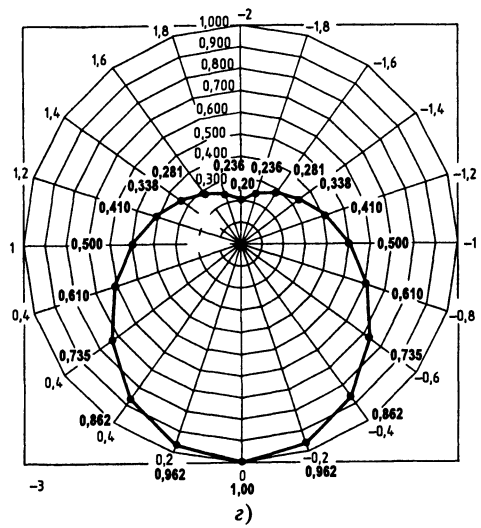
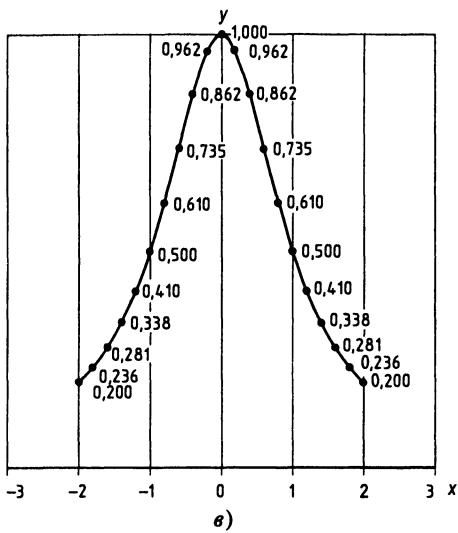
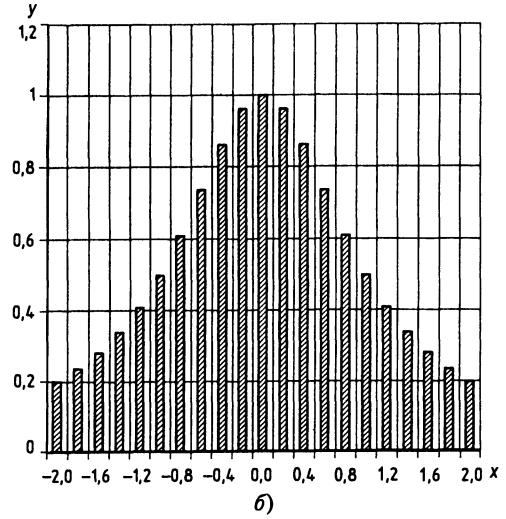
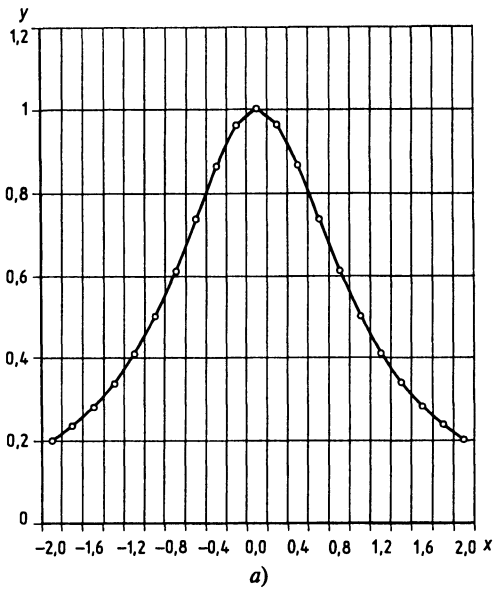


Рис. 10.19. Варианты компьютерной распечатки графической диаграммы:

а — график; б — гистограмма; в — точечная диаграмма; г — лепестковая диаграмма (терминология MS Excel)

Допускаются и другие шрифты при условии однозначности понимания каждого символа.

Возможны следующие записи:

Вместо: Допускается:

$\frac{ABC}{KMP}$ ABC/KMP

0,25 0.25

\sqrt{x} $x \times 0,5$

2^{-3} $2 \times (-3)$

$200^{-0,03}$ $200 (-0,03)$

A_1 $AI; A(1)$

Устанавливаются следующие размеры шрифта по высоте: 2,5; 3; 5; 7; 10 мм и далее через 5 мм.

В показателях делений, индексах, предельных отклонениях величин и дробях с горизонтальной дробной чертой следует применять шрифт, которым наносятся надписи, или шрифт предыдущего меньшего размера.

В технически и экономически обоснованных случаях допускается применять шрифты с нестандартным начертанием, а также строчные буквы русского и латинского алфавитов.

Основная надпись документа должна соответствовать требованиям ГОСТ 2.104-68*.

При разбивке поля документа на зоны разделяющие отметки следует размещать на равных расстояниях и обозначать получающиеся участки: по горизонтали — слева направо порядковыми номерами, начиная с единицы и сохраняя постоянным число знаков в номере, например: 01, 02, ... 11, 12, ... 31, 32 и т.д., по вертикали — сверху вниз прописными буквами латинского алфавита, кроме букв O и I, если они графически неотличимы от нуля и единицы.

Обозначение зоны должно состоять из буквы и цифр, например A03, B24 и т.д.

Если документ выполнен на двух и более листах, нумерация зон по горизон-

тали должна быть сквозной в пределах документа и в порядке номеров листов.

Правила выполнения схем автоматизированным способом устанавливает ГОСТ 2.701-84.

Текстовые документы (пояснительные записки, технические условия, описания, инструкции и т.п.) содержат графический материал в виде графиков и диаграмм, иллюстрирующий какие-либо функциональные зависимости. Эти иллюстрации можно выполнять с использованием пакета AutoCAD или электронных таблиц Excel. Указанные пакеты позволяют выполнять иллюстрации с соблюдением требований, изложенных в гл. 9 «Текстовые документы». На рис. 10.19 приведен пример выполнения иллюстрации в текстовом документе автоматизированным способом с соблюдением всех требований оформления. Пример выполнен в Microsoft Excel 2000.

10.5. Программная документация

Выполнение конструкторских документов компьютерным способом не ограничивается использованием существующих программных продуктов. В процессе конструкторской работы могут быть созданы новые программы или пакеты программ, расширяющие возможности существующих пакетов. Создаваемая программная документация должна соответствовать определенным требованиям и должна быть оформлена по определенным условиям.

Комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила разработки, оформления и обращения программ и программной документации, составляет Единую систему программной документации (ЕСПД).

Программные документы содержат сведения, необходимые для разработки, изготовления, сопровождения и эксплуатации программ.

К программным документам относятся (ГОСТ 19.101-77):

1) спецификация, содержащая сведения о составе программы и документации на нее;

2) ведомость держателей подлинников;

3) текст программы, включающий запись программы с необходимыми комментариями;

4) описание программы, содержащее сведения о логической структуре и функционировании программы;

5) программа и методика испытаний;

6) техническое задание;

7) пояснительная записка, включающая схему алгоритма, общее описание алгоритма и (или) функционирования программы, а также обоснование принятых технических и технико-экономических решений;

8) эксплуатационные документы, к которым относятся формуляр, руководство системного программиста, руководство программиста, руководство оператора, описание языка и др.

В программных документах используются следующие схемы:

1) данных, которая отображает путь данных при решении задач и определяет этапы обработки, а также различные применяемые носители;

2) программы, которая отображает последовательность операций в программе;

3) работы системы, которая отображает управление операциями и поток данных в системе;

4) взаимодействия программ, которая отображает путь активации программ и взаимодействия с соответствующими данными;

5) ресурсов системы, которая отображает конфигурацию блоков данных и обрабатывающих блоков, требуемую для решения задачи или набора задач.

Правила выполнения схем алгоритмов, программ, данных и систем, а также применение в них условных обозначений

устанавливает ГОСТ 19.701.90 (ИСО 5807-85).

Схемы алгоритмов, программ, данных и систем состоят из символов, краткого пояснительного текста и соединительных линий. Символы — это условные графические обозначения элементов, из которых состоят схемы. Различаются следующие группы символов: символы данных, символы процесса, специальные символы. Символы данных (основные и специфические) приведены на рис. 10.20 и 10.21.

Наиболее употребительные символы процесса представлены на рис. 10.22.

Символ «Процесс» применяется для обозначения операции или группы операций, в результате которых изменяется значение, форма представления или рас-

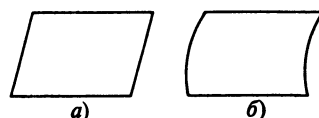


Рис. 10.20. Основные символы данных:

a — носитель данных не определен; *б* — данные в виде, пригодном для обработки

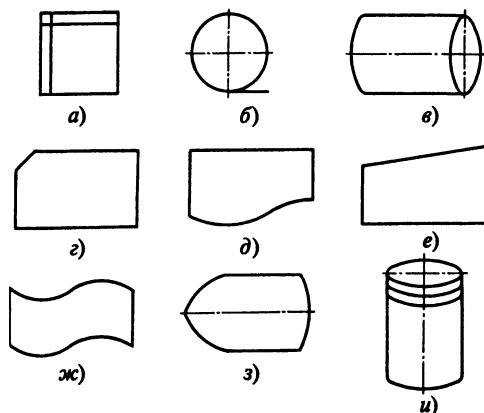


Рис. 10.21. Специфические символы данных:

a — оперативное запоминающее устройство; *б* — запоминающее устройство с последовательным доступом; *в* — запоминающее устройство с прямым доступом; *г* — карта; *д* — документ; *е* — ручной ввод; *ж* — бумажная лента; *з* — дисплей; *и* — магнитный диск

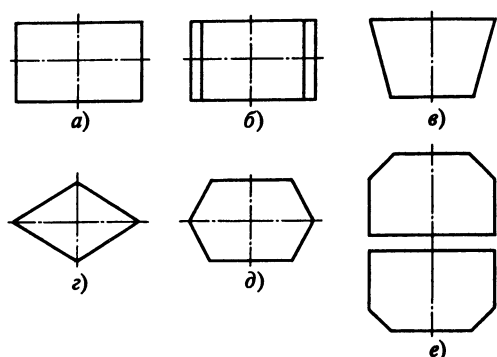


Рис. 10.22. Символы процесса:

a — процесс; *б* — предопределенный процесс; *в* — ручная операция; *г* — решение; *д* — подготовка; *е* — граница цикла

положение данных (оператор присваивания и др.).

Символ «Предопределенный процесс» применяется при использовании созданных ранее и отдельно описанных алгоритмов или программ (оператор вызова подпрограмм).

Символ «Ручная операция» отображает любой процесс, выполняемый человеком.

Символ «Решение» используется для указания направления процесса в зависимости от некоторых условий (условный арифметический или логический оператор).

Символ «Подготовка» отображает модификацию команды или группы команд с целью воздействия на некоторую последующую функцию.

Символ «Граница цикла», состоящий из двух частей, отображает начало и конец цикла. Условие для инициализации, приращения, завершения и других процессов помещается внутри символа в начале или в конце в зависимости от расположения операции, проверяющей условие.

К специальным символам относятся «Соединитель», «Терминатор» и «Комментарий» (рис. 10.23).

Символ «Соединитель» отображает выход в часть схемы и вход из другой

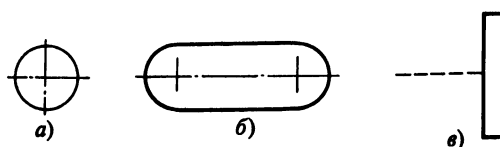


Рис. 10.23. Специальные символы:

a — соединитель; *б* — терминатор; *в* — комментарий

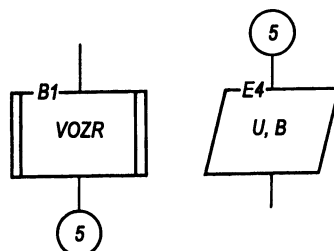


Рис. 10.24. Использование соединителей

части этой схемы и используется для обрыва линии связи и продолжения ее в другом месте. Пример нанесения этого символа на оборванные линии потока показан на рис. 10.24.

Символ «Терминатор» отображает выход во внешнюю среду и вход из внешней среды. Этот символ используется для указания начала, окончания, прерывания процесса обработки данных или выполнения программы.

Символ «Комментарий» применяют для добавления описательных пояснений или примечаний. Символ используется, если пояснение не помещается внутри графического символа. Символ помещают на свободном месте схемы и соединяют пунктирной линией с поясняемым символом.

Размеры символов назначаются из следующих соображений. Меньший геометрический размер символа комментария (за исключением соединителей пуска — останова) выбирается из ряда 10, 15, 20 ... мм. Соотношение большего и меньшего размеров должно составлять 1,5. Расположение символов на схеме должно соответствовать приведенному на рис. 10.20—10.23.

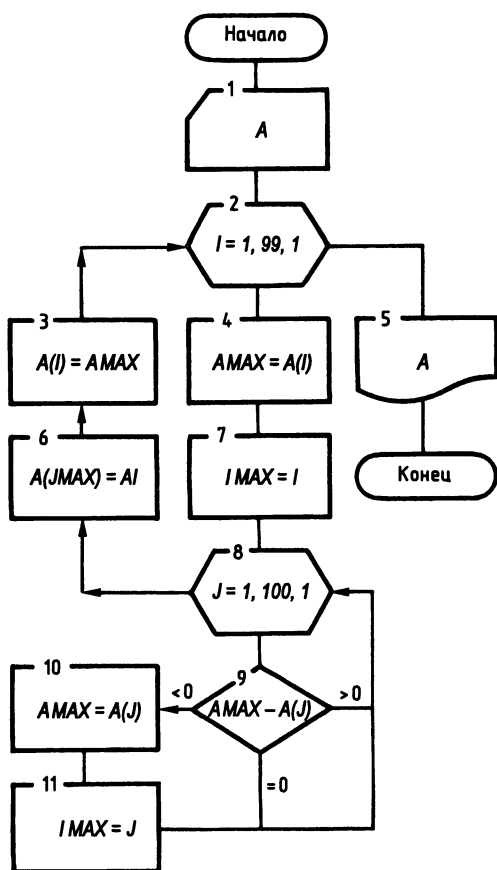


Рис. 10.25. Схема программы

Схемы должны быть выполнены на листах стандартного формата по ГОСТ 2.301-68.

Внутри символов или рядом с ними помещаются записи, служащие для уточнения выполняемых функций. Записи выполняются машинописью с одним интервалом или чертежным шрифтом.

Каждый символ должен иметь обозначение, которое помещается в разрыве контура символа. Обозначение символа может состоять из координат зоны листа, в которой размещен символ (см. рис. 10.24), или иметь порядковый номер (рис. 10.25).

Линии потока, связывающие символы, должны быть параллельны линиям

рамки формата листа. Направление линий потока сверху вниз и слева направо принято за основное и стрелками не обозначается. В остальных случаях направление линий обозначать стрелкой обязательно. Расстояние между параллельными линиями потока должно быть не менее 3 мм, между остальными символами — не менее 5 мм (см. рис. 10.25).

Общие требования к оформлению программных документов для вычислительных машин, комплексов и систем для любого способа выполнения устанавливает ГОСТ 19.105-78.

Программный документ может быть представлен на различных типах носителей данных.

Содержание программного документа разделяется на следующие условные части: а) титульную; б) информационную; в) основную; г) регистрацию изменений.

Выполнение печатного программного документа (ГОСТ 19.106-78) осуществляется одним из следующих способов:

- а) машинописным — на одной стороне листа через два интервала;
- б) машинным — на одной стороне листа, пригодным к микрофильмированию;
- в) типографским.

Материалы программного документа располагают в определенной последовательности:

- титульная часть: лист утверждения, титульный лист;
- информационная часть: аннотация, лист содержания;
- основная часть: текст документа (с рисунками, таблицами и т.п.);
- часть регистрации изменений: лист регистрации изменений.

При необходимости в основную часть после текста документа включают приложения, перечни терминов, сокращений, рисунков и таблиц, пред-

метный указатель, перечни ссылочных документов, символов и числовых коэффициентов.

Основным программным документом для компонентов, применяемых самостоятельно, и для комплексов является спецификация (ГОСТ 19.202-78).

Для компонентов, не имеющих спецификации, основным программным документом является «Текст программы».

Спецификация в общем случае должна содержать разделы: а) документация; б) комплексы; в) компоненты.

В раздел «Документация» вносят программные документы на данную программу, кроме спецификации и технического задания, в порядке возрастания кода документа, входящего в обозначение. Далее записывают заимствованные программные документы. Запись производится в порядке возрастания кодов организаций (предприятий) — разработчиков и далее в порядке возрастания кода документа, входящего в обозначение документа (см. ГОСТ 19.101-77, ГОСТ 19.103-77).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Перечень стандартов

В табл. П1.1—П1.5 приведены обозначения и наименования наиболее употребительных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системы проектной документации по строительству (СПДС), Системы стандартов по информации,

библиотечному и издательскому делу (ССБИД), Системы разработки и поставки продукции на производство (СРПП), Единой системы программной документации (ЕСПД). Перечень составлен по данным указателя: Государственные стандарты «Указатель 2001» (по состоянию на 1 января 2001 г.). В 4-х т.

Таблица П1.1. Стандарты ЕСКД

Обозначение ГОСТ, ЕСКД	Наименование
2.001-93	Общие положения
2.004-88	Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
2.101-68*	Виды изделий
2.102-68*	Виды и комплектность конструкторских документов
2.103-68*	Стадии разработки
2.104-68*	Основные надписи
2.105-95	Общие требования к текстовым документам
2.106-96	Текстовые документы
2.109-73	Основные требования к чертежам
2.111-68*	Нормоконтроль
2.113-75*	Групповые и базовые конструкторские документы
2.114-95	Технические условия
2.118-73*	Техническое предложение
2.119-73*	Эскизный проект
2.120-73*	Технический проект
2.123-93	Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании
2.201-80	Обозначение изделий и конструкторских документов <i>Общие правила выполнения чертежей</i>
2.301-68*	Форматы
2.302-68*	Масштабы
2.303-68*	Линии
2.304-81*	Шрифты чертежные
2.305-68**	Изображении — виды, разрезы, сечения
2.306-68*	Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах
2.307-68*	Нанесение размеров и предельных отклонений
2.308-79*	Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей
2.309-73*	Обозначение шероховатости поверхностей

Обозначение ГОСТ, ЕСКД	Наименование
2.310-68*	Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки
2.311-68*	Изображение резьбы
2.312-72*	Условные изображения и обозначения швов сварных соединений
2.313-82	Условные изображения и обозначения неразъемных соединений
2.314-68*	Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий
2.315-68*	Изображения упрощенные и условные крепежных деталей
2.316-68*	Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
2.317-69*	Аксонметрические проекции
2.318-81*	Правила упрощенного нанесения размеров отверстий
2.320-82	Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов
2.321-84	Обозначения буквенные
	<i>Правила выполнения чертежей различных изделий</i>
2.401-68*	Правила выполнения чертежей пружин
2.402-68*	Условные изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач
2.403-75*	Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес
2.406-76*	Правила выполнения чертежей цилиндрических червяков и червячных колес
2.408-68*	Правила выполнения рабочих чертежей звездочек, приводных роликов и втулочных цепей
2.409-74*	Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений
2.410-68*	Правила выполнения чертежей металлических конструкций
2.411-72	Правила выполнения чертежей труб, трубопроводов и трубопроводных систем
2.412-81*	Правила выполнения чертежей и схем оптических изделий
2.413-72*	Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготавливаемых с применением электрического монтажа
2.414-75*	Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов
2.415-68*	Правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками
2.416-68*	Условные изображения сердечников магнитопроводов
2.417-91	Платы печатные. Правила выполнения
2.418-77*	Правила выполнения конструкторской документации упаковки
2.420-69*	Упрощенные изображения подшипников качения на сборочных чертежах
	<i>Правила выполнения схем</i>
2.701-84*	Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
2.702-75*	Правила выполнения электрических схем
2.703-68*	Правила выполнения кинематических схем
2.704-76*	Правила выполнения гидравлических и пневматических схем
2.705-70	Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками
2.708-81	Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
2.709-89	Система обозначения цепей в электрических схемах
2.710-81*	Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах
2.711-82	Схема деления изделия на составные части
	<i>Обозначения условные графические в схемах</i>
2.721-74*	Обозначения общего применения
2.722-68*	Машины электрические
2.723-68*	Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители

Обозначение ГОСТ, ЕСКД	Наименование
2.725-68**	Устройства коммутирующие
2.726-68	Токоъемники
2.727-68*	Разрядники, предохранители
2.728-74*	Резисторы, конденсаторы
2.729-68**	Приборы электроизмерительные
2.730-73*	Приборы полупроводниковые
2.731-81*	Приборы электровакуумные
2.732-68*	Источники света
2.733-68*	Обозначения условные графические детекторов ионизирующих излучений в схемах
2.734-68*	Линии сверхвысокой частоты и их элементы
2.735-68*	Антенны
2.736-68*	Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные. Линии задержки
2.737-68*	Устройства связи
2.741-68*	Приборы акустические
2.742-68*	Источники тока электрохимические
2.743-91	Элементы цифровой техники
2.744-68	Устройства электрозапальные
2.745-68*	Электронагреватели, устройства и установки электротермические
2.746-68*	Генераторы и усилители квантовые
2.747-68**	Размеры условных графических обозначений
2.755-87	Устройства коммутационные и контактные соединения
2.756-76*	Воспринимающая часть электромеханических устройств
2.758-81*	Сигнальная техника
2.759-82*	Элементы аналоговой техники
2.761-84*	Компоненты световодных систем
2.762-85*	Частоты и диапазоны частот для систем передачи с частотным разделением каналов
2.770-68*	Элементы кинематики

Таблица П1.2. Стандарты СПДС

Обозначение ГОСТ	Наименование
21.001-93	Общие положения
21.101-97	Основные требования к проектной рабочей документации
21.110-95	Правила выполнения спецификаций оборудования, изделий и материалов
21.403-80	Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое
21.501-93	Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей
21.507-81	Интерьеры. Рабочие чертежи
21.510-83	Пути железнодорожные. Рабочие чертежи
21.603-80	Связь и сигнализация. Рабочие чертежи
21.605-82	Сети тепловые (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи
21.607-82	Электрическое освещение территории промышленных предприятий. Рабочие чертежи
21.608-84	Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи
21.611-85	Централизованное управление энергоснабжением. Условные графические и буквенные обозначения вида и содержания информации

Таблица П1.3. Стандарты ССИБИД

Обозначение ГОСТ	Наименование
7.1-84	Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления
7.5-98	Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов
7.9-95	Реферат и аннотация. Общие требования
7.12-93	Библиографическая запись. Сокращения слов на русском языке. Общие требования и правила
7.32-2001	Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
7.38-82	Доклад о наиболее важных отечественных и зарубежных достижениях в области науки, техники и производства. Общие требования

Таблица П1.4. Стандарты СРПП

Обозначение ГОСТ	Наименование
15.201-2000	Продукция производственно-техническая. Порядок разработки и постановки продукции на производство
15.012-84	Патентный формуляр
15.311-90	Постановка на производство продукции по лицензиям

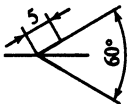










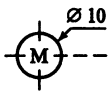
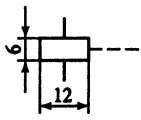
Таблица П1.5. Стандарты ЕСПД

Обозначение ГОСТ	Наименование
19.001-77*	Общие положения
19.005-85*	Р-схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические и правила выполнения
19.101-77*	Виды программ и программных документов
19.102-77	Стадии разработки
19.103-77	Обозначения программ и программных документов
19.104-78*	Основные надписи
19.105-78*	Общие требования к программным документам
19.106-78*	Требования к программным документам, выполненным печатным способом
19.201-78*	Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению
19.202-78*	Спецификация. Требования к содержанию и оформлению
19.401-78*	Текст программы. Требования к содержанию и оформлению
19.402-78*	Описание программы
19.404-79	Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению
19.506-79*	Описание языка. Требования к содержанию и оформлению
19.701-90	Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



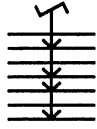


Условные графические обозначения, применяемые в схемах

Таблица П2.1. Обозначения общего применения (ГОСТ 2.721-74*)

Наименование	Обозначение
Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический:	
в одном направлении	
в обоих направлениях одновременно	
Регулирование:	
линейное (общее обозначение)	
плавное	
ступенчатое	
по току	
ручное	
нелинейное	
подстроечное	
Саморегулирование:	
линейное	
нелинейное	
Приводы:	
электромашинный	
электромагнитный	

Наименование	Обозначение
Приводы:	
тепловой	
с помощью биметалла	
<i>Общие обозначения линий электрической связи, проводов, кабелей и шин</i>	
Линия электрической связи. Провод, кабель, шина	
Линия групповой связи	
Графическое слияние линий электрической связи в линию групповой связи	
Экранирование группы линий электрической связи	
Линия электрической связи экранированная	
Обрыв линий электрической связи	
Примечание. На месте знака <i>x</i> указывают необходимые данные о продолжении линии на схеме	
Заземление	
Корпус (машины, аппарата, прибора)	
Излом линии электрической связи:	
под углом 90 °	
под углом 135°	
Графическое пересечение двух линий электрической связи, электрически не соединенных. Линии должны пересекаться под углом 90°	
Линии электрической связи с ответвлениями:	
одним	
двумя	
Группа линий электрической связи, имеющих общее функциональное назначение:	
однолинейное	
многолинейное	
Примечания: 1. В однолинейном обозначении <i>n</i> должно быть заменено числом, указывающим количество линий в группе.	

Наименование	Обозначение
2. В однолинейных обозначениях элементов или устройств, содержащих группы линий, допускается применять следующие обозначения:	
а) группы из двух линий	
б) группы из трех линий	
Переход группы линий электрической связи, имеющих общее функциональное назначение, от многолинейного обозначения к однолинейному	
Графическое слияние трех групп, условно обозначенных номерами 1, 2, 3 и содержащих соответственно пять, восемь и десять линий электрической связи	
Восемь линий электрической связи, каждая из которых имеет ответвление	
Восемь линий электрической связи, каждая из которых экранирована и имеет ответвления	
Группа линий электрической связи в общем экране	<div>Однолинейное</div> <div>Многолинейное</div>
Группа линий электрической связи, четыре из которых находятся в общем экране	
Линия электрической связи, осуществленная двужильным кабелем	<div>Однолинейное</div> <div>Многолинейное</div>
Группа линий электрической связи, осуществленная многожильным кабелем	<div>Однолинейное</div> <div>Многолинейное</div>
Группа линий электрической связи, четыре из которых осуществлены многожильным кабелем	

Наименование	Обозначение
Группа линий электрической связи, осуществленная скрученными проводами	<div> <div>Однoli-нейное</div>  <div>Многоли-нейное</div>  </div>
Группа линий электрической связи, четыре из которых осуществлены скрученными проводами	
Линия электрической связи, осуществленная гибким проводом	
<i>Обозначение рода тока и напряжения</i>	
Ток постоянный	—
Ток переменный. Общее обозначение	~
Ток постоянный и переменный (обозначение используется для устройств, пригодных для работы на постоянном и переменном токе)	≈
Ток переменный с числом фаз m и частотой f	$m \sim f$
Например, ток переменный трехфазный 50 Гц	3~50 Гц
Ток переменный с числом фаз m , частотой f и напряжением U	$m \sim f, U$
Полярность отрицательная	—
Полярность положительная	+
<i>Обозначение видов соединения обмоток</i>	
Соединение обмоток двух фаз в открытый треугольник	∇
Обмотка трехпроводная двухфазная	L
Обмотка четырехфазная	X
Обмотка трехфазная, соединенная в звезду	Y
Обмотка трехфазная, соединенная в звезду с выведенной нейтралью	Y _n
Обмотка трехфазная, соединенная в треугольник	Δ
Обмотка трехфазная, соединенная в зигзаг	W
Обмотка шестифазная, соединенная в шестиугольник	⬡
Обмотка шестифазная, соединенная в звезду	⋆
Обмотка шестифазная, соединенная в две обратные звезды	Y ₂
Обмотка шестифазная, соединенная в два треугольника	⬠
Обмотка шестифазная, соединенная в двойной зигзаг	W ₂
<i>Обозначение наиболее часто встречающихся импульсов</i>	
Импульс высокой частоты (радиоимпульс)	




































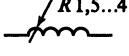
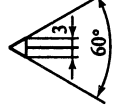

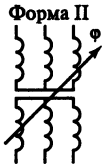



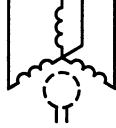

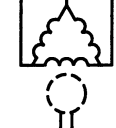

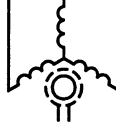





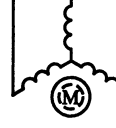


Наименование	Обозначение
Импульс прямоугольный положительный	
Импульс прямоугольный отрицательный	
Импульс остроугольный положительный	
Импульс остроугольный отрицательный	
Перепад напряжения	
Импульс пилообразный	
Импульс трапецеидальный	
Импульс с крутым фронтом	
Импульс с крутым спадом	

Таблица П2.2. Электрические машины (ГОСТ 2.722-68*)

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение элементов электрических машин</i>	
Обмотка добавочных полюсов, обмотка компенсационная	
Обмотка статора машины переменного тока, обмотка последовательного возбуждения машины постоянного тока	
Обмотка параллельного возбуждения машины постоянного тока, обмотка независимого возбуждения	
Статор. Общее обозначение	
Статор с трехфазной обмоткой:	
соединенной в треугольник	<div> <div> Форма I  </div> <div> Форма II  </div> </div>
соединенной в звезду	<div> <div>  </div> <div>  </div> </div>
Ротор. Общее обозначение	
Ротор без обмотки:	
полый немагнитный или ферромагнитный	
явнополюсный с прорезями по окружности	

Наименование	Обозначение
Ротор без обмотки:	
явнополюсный с постоянными магнитами	
Ротор с распределенной обмоткой:	
трехфазный, соединенный в звезду	
трехфазный, соединенный в треугольник	
однофазный или постоянного тока	
короткозамкнутый	
Ротор внешний с короткозамкнутой распределенной обмоткой	
Ротор явнополюсный с сосредоточенной обмоткой возбуждения	
Ротор явнополюсный с сосредоточенной обмоткой возбуждения и распределенной короткозамкнутой демпферной или пусковой обмоткой	
Ротор с обмоткой, коллектором и щетками	
Ротор со щетками на контактных кольцах	
Машина электрическая. Общее обозначение	
Примечание. Внутри окружности допускается указывать следующие данные:	
род машины (генератор — <i>G</i> , двигатель — <i>M</i> , возбудитель — <i>B</i> , тахогенератор — <i>BR</i> и др.);	
род тока, число фаз или вид соединения обмоток	
Размеры условных графических обозначений:	
статор электрической машины	
ротор электрической машины, обмотка трансформатора	
обмотка, катушка индуктивности	
щетками на контактных кольцах	

Наименование	Обозначение
Размеры условных графических обозначений:	
<i>Примеры обозначений электрических машин</i>	
Машина асинхронная трехфазная с фазным ротором; обмотка ротора соединена в звезду, обмотка статора — в треугольник	<div> <div>Форма I</div>  </div> <div> <div>Форма II</div>  </div>
Машина асинхронная с переключением обмотки статора на два числа полюсов с короткозамкнутым ротором	
Переключение обмотки статора:	
со звезды на звезду с двумя параллельными ветвями	 
с треугольника на звезду с двумя параллельными ветвями	 
Машина асинхронная двухфазная:	
с короткозамкнутым ротором	 
с полым немагнитным ротором и неподвижным ферромагнитным магнитопроводом	 
Трансформатор вращающийся, фазовращатель	 
Автотрансформатор трехфазный поворотный (потенциал-регулятор)	 

Наименование	Обозначение
Трансформатор трехфазный поворотный (фазорегулятор)	<div> <div>Форма I</div>  </div> <div> <div>Форма II</div>  </div>
Сельсин-датчик, сельсин-приемник контактные, однофазные с обмоткой возбуждения на статоре и обмоткой синхронизации на роторе, соединенной в звезду	<div>  </div> <div>  </div>
Машина синхронная трехфазная:	
явнополюсная с обмоткой возбуждения на роторе; обмотка статора соединена в звезду с выведенной нейтральной точкой	<div>  </div> <div>  </div>
неявнополюсная с обмоткой возбуждения на роторе; обмотка статора соединена в треугольник	<div>  </div> <div>  </div>
явнополюсная с обмоткой возбуждения и пусковой короткозамкнутой обмоткой на роторе; обмотка статора соединена в звезду	<div>  </div> <div>  </div>
с возбуждением от постоянных магнитов; обмотка статора соединена в звезду	<div>  </div> <div>  </div>
Машина синхронная однофазная явнополюсная с обмоткой возбуждения и демпферной или пусковой обмоткой на роторе	<div>  </div> <div>  </div>
Двигатель гистерезисный; обмотка статора соединена в звезду	<div>  </div> <div>  </div>
Машина постоянного тока:	
с независимым возбуждением	<div>  </div> <div>  </div>

Наименование	Обозначение
Машина постоянного тока:	
с последовательным возбуждением	<div><div>Форма I</div><div>Форма II</div></div>
с параллельным возбуждением	
со смешанным возбуждением	
с возбуждением от постоянных магнитов	
Усилитель электромашинный с поперечным потоком и несколькими обмотками управления	

Таблица П2.3. Катушки индуктивности, реакторы, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители (ГОСТ 2.723-68*)

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение элементов катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов, автотрансформаторов и магнитных усилителей</i>	
Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя.	
Примечания: 1. Количество полуокружностей в изображении обмотки и направление выводов не устанавливаются. 2. При изображении усилителей разнесенным способом используют следующие обозначения: рабочая обмотка управляющая обмотка 3. Для указания начала обмотки используют точку.	
Магнитопровод:	
ферромагнитный	
ферромагнитный с воздушным зазором	
магнитодиэлектрический	

Наименование	Обозначение
Характер кривой намагничивания отражают с помощью следующих знаков:	
прямоугольная петля гистерезиса	
непрямоугольная петля гистерезиса	
Примечание. Размеры условных графических обозначений обмоток приведены выше в табл. П2.2.	
Примеры построения обозначений катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов, автотрансформаторов и магнитных усилителей	
Катушка индуктивности, дроссель без магнитопровода	
Реактор	
Катушка индуктивности:	
с отводами	
со скользящими контактами	
с магнитодиэлектрическим магнитопроводом	
с подстройкой магнитодиэлектрическим магнитопроводом	
Реактор (дроссель) с магнитопроводом	
Вариометр	
Гониометр	
Трансформатор без магнитопровода:	
с постоянной связью	<div> <div>Форма I</div> </div> <div> <div>Форма II</div> </div>
с переменной связью	<div> </div> <div> </div>
Трансформатор однофазный с магнитопроводом	<div> </div> <div> </div>

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
Трансформатор однофазный с магнитопроводом трехобмоточный		
Трансформатор трехфазный с магнитопроводом, соединение обмоток звезда — звезда с выведенной нейтральной точкой		
Трансформатор трехфазный трехобмоточный с магнитопроводом; соединение обмоток звезда с регулированием под нагрузкой — треугольник — звезда с выведенной нейтральной точкой		
Автотрансформатор однофазный с магнитопроводом		
Автотрансформатор трехфазный с магнитопроводом; соединение обмоток в звезду		
Трансформатор тока с одной вторичной обмоткой		
Трансформатор тока с одним магнитопроводом и двумя вторичными обмотками		
Трансформатор напряжения измерительный		
Трансформатор однофазный с одним магнитопроводом и управляющей обмоткой		
Усилитель магнитный с двумя рабочими и общей управляющей обмотками		

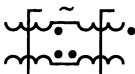

Наименование	Обозначение
Усилитель магнитный с двумя последовательно соединенными рабочими обмотками и двумя встречно включенными секциями управляющей обмотки	
Элемент ферромагнитный, трансформатор запоминающий, элемент памяти	

Таблица П2.4. Токосъемники (ГОСТ 2.726-68)






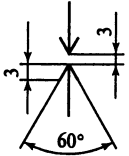


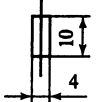
Наименование	Обозначение
Токосъемник троллейный:	
общее обозначение	
управляемый пантограф	
с третьего рельса	
Токосъемник кольцевой	
Примечание. Допускается использовать следующее обозначение	

Таблица П2.5. Разрядники, предохранители (ГОСТ 2.727-68)

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение разрядников</i>	
Промежуток искровой двухэлектродный защитный. Общее обозначение	
Разрядник. Общее обозначение	
<i>Обозначение предохранителей</i>	
Предохранитель:	
пробивной	
плавкий, общее обозначение	










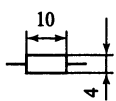

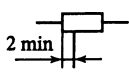
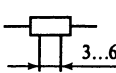

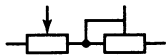






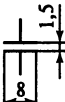


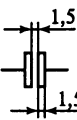

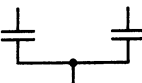
Наименование	Обозначение
Предохранитель:	
инерционно-плавкий	 или 
быстродействующий	
Катушка термическая (предохранительная)	
Предохранитель с сигнализирующим устройством:	
с самостоятельной цепью сигнализации	
с общей цепью сигнализации	 или 
Выключатель-предохранитель	
Разъединитель-предохранитель	

Таблица П2.6. Резисторы. Конденсаторы (ГОСТ 2.728-74*)

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение резисторов общего применения</i>	
Резистор постоянный	
Резистор постоянный с дополнительными отводами:	
одним симметричным	
одним несимметричным	
двумя	

Наименование	Обозначение
Примечание. Если резистор имеет более двух дополнительных отводов, то допускается длинную сторону обозначения увеличивать, например резистор с шестью дополнительными отводами	
Шунт измерительный	
Резистор переменный	 или
Резистор переменный в реостатном включении:	
общее обозначение	
нелинейное регулирование	
Резистор переменный с дополнительными отводами	
Резистор переменный с несколькими подвижными контактами:	
механически не связанными	
механически связанными	
Резистор переменный сдвоенный	
Резистор переменный с замыкающим контактом, изображенный:	
совмещенно	
разнесенно	
Резистор подстроечный:	
общее обозначение	
в реостатном включении	

Наименование	Обозначение
Резистор переменный с подстройкой	
Примечание. Приведенному изображению соответствует следующая эквивалентная схема	
Тензорезистор:	
линейный	
нелинейный	
Элемент нагревательный	
Терморезистор:	
прямого подогрева	
косвенного подогрева	
Варистор	
<i>Обозначение конденсаторов</i>	
Конденсатор постоянной емкости	
Примечание. Для указания поляризованного конденсатора используют обозначение	
Конденсатор электролитический:	
поляризованный	
неполяризованный	
Конденсатор постоянной емкости с тремя выводами (двухсекционный), изображенный:	
совмещенно	
разнесенно	

Наименование	Обозначение
Конденсатор проходной	
Примечания: 1. Дуга обозначает наружную обкладку конденсатора (корпус).	
2. Допускается использовать обозначение	
Конденсатор опорный	
Конденсатор с последовательным собственным резистором	
Конденсатор в экранирующем корпусе:	
с одной обкладкой, соединенной с корпусом,	
с выводом от корпуса	
Конденсатор переменной емкости	
Конденсатор переменной емкости многосекционный, например трехсекционный	
Конденсатор подстроечный	
Конденсатор дифференциальный	
Конденсатор переменной емкости двухстаторный	
Вариконд	

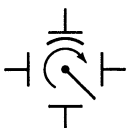






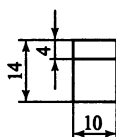
Наименование	Обозначение
Фазовращатель емкостный	
Конденсатор широкополосный	
Конденсатор помехоподавляющий	

Таблица П2.7. Электроизмерительные приборы (ГОСТ 2.729-68**)


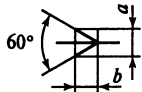












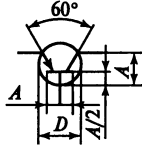

Наименование	Обозначение
Датчик измеряемой неэлектрической величины	
Например, датчик давления с токовым выходом	
Прибор электроизмерительный:	
показывающий	
регистрирующий	
интегрирующий (например, счетчик электрической энергии)	
Примечание. Для указания назначения электроизмерительного прибора в его обозначение вписывают условные графические обозначения, установленные в стандартах ЕСКД, а также буквенные обозначения единиц измерения или измеряемых величин, например:	
а) амперметр	A
б) вольтметр	V
в) вольтамперметр	VA
г) ваттметр	W
д) варметр	var
е) микроамперметр	μA
ж) милливольтметр	mV
з) омметр	Ω

Наименование	Обозначение
и) мегаомметр	MΩ
к) частотомер	Hz
л) фазометр: измеряющий сдвиг фаз	φ
измеряющий коэффициент мощности	cos φ
м) счетчик ампер-часов	Ah
н) счетчик ватт-часов	Wh
о) счетчик вольт-ампер-часов переменный	varh
п) термометр	t°
р) индикатор полярности	±
с) измеритель уровня	dB
Если необходимо указать характеристику отсчетного устройства прибора, то в его обозначение вписывают следующие графические обозначения:	
а) прибор, подвижная часть которого может отклоняться в одну сторону от нулевой отметки:	
вправо	
влево	
б) прибор, подвижная часть которого может отклоняться в обе стороны от нулевой отметки	
в) прибор вибрационной системы	
г) прибор с цифровым отсчетом	
д) прибор с непрерывной регистрацией (записывающий)	
е) прибор с точечной регистрацией (записывающий)	
ж) прибор печатающий с цифровой регистрацией	
з) прибор с регистрацией перфорированием	
Например:	
вольтметр с цифровым отсчетом	
вольтметр с непрерывной регистрацией	
амперметр с отклонением стрелки в обе стороны	
Гальванометр	

Наименование	Обозначение
Синхроскоп	
Осциллоскоп	
Осциллограф	
Гальванометр осциллографический:	
тока или напряжения	
мгновенной мощности	
Счетчик импульсов	
Болометр полупроводниковый	
Датчик температуры	
Термопреобразователь:	
бесконтактный	
контактный	

Таблица П2.8. Полупроводниковые приборы (ГОСТ 2.730-73*)

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение конструктивных элементов</i>	
Корпус полупроводникового прибора	
Вывод полупроводникового прибора:	
электрически не соединенный с корпусом	
электрически соединенный с корпусом	

Наименование	Обозначение
Вывод от корпуса	
<i>Примеры построения обозначений полупроводниковых диодов</i>	
Диод. Общее обозначение	
$\begin{array}{c c c} a & 5 & 6 \\ \hline b & 4 & 5 \\ \hline d & 1,5 & 2 \end{array}$	
Туннельный диод	
Обращенный диод	
Стабилитрон:	
односторонний	
двусторонний	
Варикап	
<i>Примеры построения обозначений тиристоров</i>	
Тиристор диодный (динистор)	
Тиристор диодный симметричный	
Тиристор триодный незапираемый с управлением по аноду (тиристор с инжектирующим управляющим электродом p-типа)	
Тиристор триодный незапираемый с управлением по катоду (тиристор с инжектирующим управляющим электродом n-типа)	
Тиристор триодный запираемый с управлением по аноду	
Тиристор триодный запираемый с управлением по катоду	
Тиристор триодный симметричный незапираемый	
<i>Примеры построения обозначений транзисторов с p-n-переходами</i>	
Транзистор типа p-n-p	
$\begin{array}{c c c} D & 12 & 14 \\ \hline A & 9 & 11 \\ \hline a & 2,5 & 3,5 \end{array}$	
Транзистор типа n-p-n с коллектором, электрически соединенным с корпусом	

Наименование	Обозначение									
Лавинный транзистор типа $n-p-n$										
Однопереходной транзистор с n -базой										
Однопереходной транзистор с p -базой										
Транзистор типа $p-n-p$ с двумя базовыми выводами										
Многэмиттерный транзистор типа $n-p-n$										
Примечание. Для упрощения допускается: а) выполнять обозначения транзисторов в зеркальном изображении, например б) не изображать корпус, если смысл обозначения не меняется и корпус не используется для электрического подключения.										
Примеры построения обозначений полевых транзисторов										
Полевой транзистор с каналом n -типа <table><tr><td>D</td><td>12</td><td>14</td></tr><tr><td>a</td><td>2,5</td><td>3,5</td></tr><tr><td>b</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	D	12	14	a	2,5	3,5	b	3	4	
D	12	14								
a	2,5	3,5								
b	3	4								
Полевой транзистор с каналом p -типа										
Полевой транзистор с изолированным затвором:										
обогащенного типа с p -каналом										
обогащенного типа с n -каналом										
обедненного типа с p -каналом										
обедненного типа с n -каналом										
Полевой транзистор с изолированным затвором обогащенного типа с p -каналом с выводом от подложки										

Наименование	Обозначение
Полевой транзистор с изолированным затвором обогащенного типа с n -каналом и с внутренним соединением подложки и истока	
Полевой транзистор с двумя изолированными затворами обедненного типа с n -каналом и с выводом от подложки	
Примечание. Изображение окружности для полевых транзисторов является обязательным.	
Примеры построения обозначений фоточувствительных излучающих и оптоэлектронных полупроводниковых приборов	
Фоторезистор	
Фотодиод	
Фототиристор диодный	
Фототранзистор типа $p-n-p$	
Светоизлучающий диод ($R = 5$ или 6 мм)	
Диодная оптопара	
Тиристорная оптопара	
Резисторная оптопара	
Примеры обозначения типовых схем на полупроводниковых приборах	
Однофазная мостовая выпрямительная схема:	

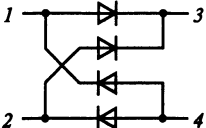
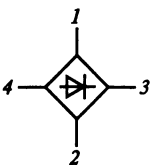
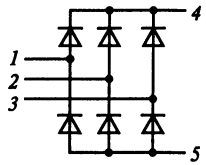
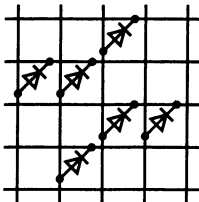
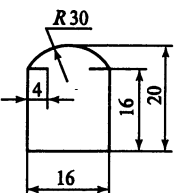

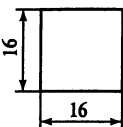

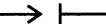













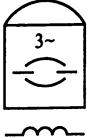


Наименование	Обозначение
Однофазная мостовая выпрямительная схема: развернутое изображение	
упрощенное изображение	
Трехфазная мостовая выпрямительная схема	
Диодная матрица (фрагмент)	

Таблица П2.9. Электронагреватели, устройства и установки электротермические
(ГОСТ 2.745-68*)

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение электротермических установок и электронагревательных устройств</i>	
Установка электротермическая. Общее обозначение	
Устройство электротермическое с камерой нагрева; промышленная электропечь	
Устройство электротермическое без камеры нагрева; электронагреватель	

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение методов нагрева</i>	
Дуговой	
Плазменный	
Электронный	
Резистивный (сопротивлением)	
Смешанный (дуговой и сопротивлением)	
Индукционный	
Индукционный током повышенной частоты	
В высокочастотном поле конденсатора (диэлектрический)	
Инфракрасный	
Ультразвуковой	
Режим нагрева непрерывный	
Признак устройства (установки), предназначенного для плавки	
<i>Обозначение атмосферы камеры нагрева</i>	
Атмосфера:	
искусственная	
защитная	
Вакуум	
<i>Обозначение электронагревательных устройств с различными способами нагрева</i>	
Электропечь промышленная прямого нагрева	
Электропечь промышленная косвенного нагрева	
Электронагреватель прямого нагрева	

Наименование	Обозначение
Электронагреватель косвенного нагрева	
<i>Примеры обозначений промышленных электропечей и электронагревателей</i>	
Электропечь сопротивления. Общее обозначение	
Электронагреватель сопротивления. Общее обозначение	
Электропечь электродная. Общее обозначение	
Электропечь дуговая. Общее обозначение	
Электропечь дуговая трехфазная прямого нагрева с перемешивающей катушкой	
Электронагреватель индукционный. Общее обозначение	
Электронагреватель индукционный прямого нагрева	
Электропечь индукционная. Общее обозначение	
Электропечь индукционная прямого нагрева с указанием рабочих параметров	 1кГц 50 кВт



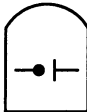
































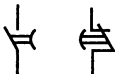
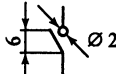


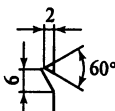






Наименование	Обозначение
Электродпечь диэлектрическая. Общее обозначение	
Электродпечь инфракрасного нагрева. Общее обозначение	
Электродпечь электронного нагрева. Общее обозначение	
Электродпечь плазменная с искусственной атмосферой	
Электронагреватель ультразвуковой	

Таблица П2.10. Коммутационные устройства и контактные соединения (ГОСТ 2.755-87)

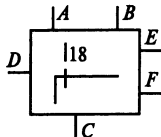
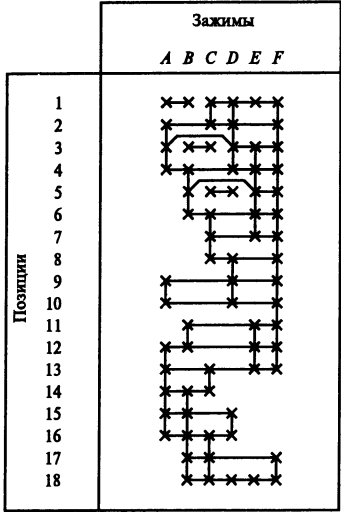



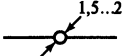



Наименование	Обозначение
<i>Обозначение основных контактов коммутационных устройств</i>	
Замыкающих	
Размыкающих	 или 
Переключающих	
Переключающих с нейтральным положением	
<i>Квалифицирующие символы, поясняющие принцип работы коммутационных устройств</i>	
Функция контактора	d
Функция выключателя	x
Функция разъединителя	—

Наименование	Обозначение
Функция выключателя-разъединителя	
Автоматическое срабатывание	
Функция путевого или концевого выключателя	
Самовозврат	
Отсутствие самовозврата	
Дугогашение	
<i>Примеры обозначений контактов коммутационных устройств</i>	
Контакт коммутационного устройства:	
переключающий без размыкания цепи (мостовой)	
с двойным замыканием	
с двойным размыканием	
Контакт в контактной группе, срабатывающий раньше по отношению к другим контактам группы:	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
Контакт в контактной группе, срабатывающий позже по отношению к другим контактам группы:	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
Контакт замыкающий с замедлителем, действующим:	
а) при срабатывании	 или 
б) при возврате	 или 

Наименование	Обозначение
Контакт замыкающий с замедлителем, действующим:	
в) при срабатывании и возврате	 или 
Контакт размыкающий с замедлителем, действующим:	
а) при срабатывании	 или 
б) при возврате	 или 
в) при срабатывании и возврате	 или 
Примечание. Обозначение замедлителя допускается изображать с противоположной стороны обозначения подвижного контакта.	
Контакт без самовозврата:	
а) замыкающий	 Ø 2
б) размыкающий	 или 
Контакт с самовозвратом:	
а) замыкающий	 2 60°
б) размыкающий	 или 
Контакт для коммутации высокого напряжения цепи:	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
в) замыкающий дугогасительный	
г) размыкающий дугогасительный	

Наименование	Обозначение
Контакт разъединителя	
Контакт выключателя разъединителя	
Контакт с автоматическим возвратом при перегрузке	
Контакт выключателя	
Контакт, чувствительный к температуре (термоконтакт)	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
Контакт электротеплового реле при разнесенном способе изображения реле	
<i>Примеры построения обозначений двухпозиционных коммутационных устройств</i>	
Выключатель ручной	или
Выключатель кнопочный без самовозврата:	
а) нажимной с возвратом посредством вытягивания кнопки	
б) нажимной с возвратом посредством вторичного нажатия кнопки	
Выключатель инерционный	
Выключатель трехполюсный	или
<p>Примечание. При необходимости указания величины, при изменении которой происходит возврат, используют следующие знаки:</p>	
а) максимального тока	$I >$
б) минимального тока	$I <$
в) обратного тока	$I \leftarrow$
г) максимального напряжения	$U >$
д) минимального напряжения	$U <$
е) максимальной температуры	$T^{\circ} >$

Наименование	Обозначение
Знаки проставляют около обозначения выключателя, например выключатель трехполюсный автоматический максимального тока	
Разъединитель трехполюсный	
Выключатель-разъединитель трехполюсный	
Выключатель электромагнитный (реле)	
<i>Примеры построения обозначений многопозиционных коммутационных устройств</i>	
Переключатель однополюсный многопозиционный, например четырехпозиционный	
Переключатель двухполюсный четырехпозиционный	
Примечание. Позиции переключателя, в которых отсутствуют коммутируемые цепи, или позиции, соединенные между собой, обозначают короткими штрихами (пример шестипозиционного переключателя, не коммутирующего электрическую цепь в первой позиции и коммутирующего одну и ту же цепь в четвертой и шестой позициях)	
Переключатель однополюсный многопозиционный с подвижным контактом, замыкающим три соседние цепи.	
Переключатель многопозиционный независимых цепей, например шести цепей	
Переключатели со сложной коммутацией изображают на схеме одним из следующих способов:	
Первый способ. Переключатель изображают в виде условного обозначения, а на поле схемы помещают таблицу замыкания контактов	

Наименование	Обозначение
Второй способ. Переключатель восемнадцатипозиционный с шестью зажимами, обозначенными от <i>A</i> до <i>F</i>	
Третий способ. Обозначение, составленное согласно конструкции	
Переключатель двухполюсный трехпозиционный с нейтральным положением	
Переключатель двухполюсный трехпозиционный с самовозвратом в нейтральное положение	
<i>Обозначение контактов контактных соединений</i>	
Контакт контактного соединения:	
а) разъёмного соединения:	
штырь	 или 
гнездо	 или 
б) разборного соединения	 или 
в) неразборного соединения	 или 

Наименование	Обозначение
Контакт скользящий:	
а) по линейной токопроводящей поверхности	
б) по нескольким линейным токопроводящим поверхностям	
в) по кольцевой токопроводящей поверхности	
г) по нескольким кольцевым токопроводящим поверхностям	
<i>Примеры построения контактных соединений</i>	
Соединение контактное разъемное четырехпроводное	
Соединение контактное разъемное коаксиальное (высокочастотное)	
Перемычка контактная	
Перемычка коммутационная:	
а) на размыкание	
б) с выведенным штырем	
в) с выведенным гнездом	
г) на переключение	

Таблица П2.11. Воспринимающая часть электромеханических устройств (ГОСТ 2.756-76*)

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Катушка электромеханического устройства		обмотка максимального тока	
Примечание. Выводы допускаются изображать с одной стороны прямоугольника		Катушка поляризованного электромеханического устройства	
Катушка электромеханического устройства:		Катушка электромеханического устройства:	
		обладающего остаточным намагничиванием	
с двумя обмотками		имеющего механическую блокировку	
с n обмотками		работающего с ускорением при срабатывании	
с двумя встречными обмотками		работающего с ускорением при срабатывании и отпускании	
с одним отводом		работающего с замедлением при срабатывании	
трехфазного тока		работающего с замедлением при отпускании	
Катушка электромеханического устройства с указанием вида обмотки:		Воспринимающая часть электротеплового реле	
обмотка напряжения			

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Обозначения буквенные в электрических схемах (ГОСТ 2.710-81*)

Примеры видов элементов	Код	Примеры видов элементов	Код
Устройство. Общее обозначение	<i>A</i>	дискретный элемент защиты по току инерционного действия	<i>FP</i>
Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания); аналоговые и многоразрядные преобразователи; датчики для указания или измерения:	<i>B</i>	предохранитель плавкий	<i>FU</i>
громкоговоритель	<i>BA</i>	дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	<i>FV</i>
магнитострикционный элемент	<i>BB</i>	Генераторы, источники питания:	<i>G</i>
детектор ионизирующих излучений	<i>BD</i>	батарея	<i>GB</i>
сельсин-приемник	<i>BE</i>	Устройства индикационные и сигнальные:	<i>H</i>
телефон (капсюль)	<i>BF</i>	прибор звуковой сигнализации	<i>HA</i>
сельсин-датчик	<i>BC</i>	индикатор символьный	<i>HG</i>
тепловой датчик	<i>BK</i>	прибор световой сигнализации	<i>HL</i>
фотоэлемент	<i>BL</i>	Реле, контакторы, пускатели:	<i>K</i>
микрофон	<i>BM</i>	реле токовое	<i>KA</i>
датчик давления	<i>BP</i>	реле указательное	<i>KN</i>
пьезоэлемент	<i>BQ</i>	реле электротепловое	<i>KK</i>
датчик частоты вращения (тахогенератор)	<i>BR</i>	контактор, магнитный пускатель	<i>KM</i>
звукоусилитель	<i>BS</i>	реле времени	<i>KT</i>
датчик скорости	<i>BV</i>	реле напряжения	<i>KV</i>
Конденсаторы	<i>C</i>	Катушки индуктивности, дроссели, реакторы	<i>L</i>
Схемы интегральные, микросборки:	<i>D</i>	Двигатели	<i>M</i>
схема интегральная аналоговая	<i>DA</i>	Приборы измерительные:	<i>P</i>
схема интегральная цифровая, логический элемент	<i>DD</i>	амперметр	<i>PA</i>
устройство хранения информации	<i>DS</i>	счетчик импульсов	<i>PC</i>
устройство задержки	<i>DT</i>	частотомер	<i>PF</i>
Элементы разные:	<i>E</i>	счетчик активной энергии	<i>PI</i>
нагревательный элемент	<i>EK</i>	счетчик реактивной энергии	<i>PK</i>
лампа осветительная	<i>EL</i>	омметр	<i>PR</i>
пиропатрон	<i>ET</i>	Регистрирующий прибор:	<i>PS</i>
Разрядники, предохранители, устройства защитные:	<i>F</i>	часы, измеритель времени, действия	<i>PT</i>
дискретный элемент защиты на ток мгновенного действия	<i>FA</i>	вольтметр	<i>PV</i>
		ваттметр	<i>PW</i>
		Выключатели и разъединители в силовых цепях:	<i>Q</i>
		выключатель автоматический	<i>QF</i>
		короткозамыкатель	<i>QF</i>
		омметр	<i>PR</i>
		разъединитель	<i>QS</i>

Примеры видов элементов	Код	Примеры видов элементов	Код
Резисторы:	<i>R</i>	Приборы электровакуумные и полупроводниковые:	<i>V</i>
терморезистор	<i>RK</i>		
потенциометр	<i>RP</i>	диод, стабилитрон	<i>VD</i>
шунт измерительный	<i>RS</i>	прибор электровакуумный	<i>VL</i>
варистор	<i>RU</i>	транзистор	<i>VT</i>
Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных:	<i>S</i>	тиристор	<i>VS</i>
выключатель или переключатель	<i>SA</i>	Линии и элементы СВЧ. Антенны:	<i>W</i>
выключатель кнопочный	<i>SB</i>	ответвитель	<i>WE</i>
выключатель автоматический	<i>SF</i>	короткозамыкатель	<i>WK</i>
выключатель, срабатывающий от различных воздействий:		вентиль	<i>WS</i>
уровня	<i>SL</i>	трансформатор, фазовращатель	<i>WT</i>
давления	<i>SP</i>	аттенюатор	<i>WU</i>
положения (путевой)	<i>SQ</i>	антенна	<i>WA</i>
частоты вращения	<i>SR</i>	Соединения контактные:	<i>X</i>
температуры	<i>SK</i>	токосъемник, контакт скользящий	<i>XA</i>
Трансформаторы, автотрансформаторы:	<i>T</i>	штырь	<i>XP</i>
трансформатор тока	<i>TA</i>	гнездо	<i>XS</i>
электромагнитный стабилизатор	<i>TS</i>	соединение разборное	<i>XT</i>
трансформатор напряжения	<i>TV</i>	соединитель высокочастотный	<i>XW</i>
Устройства связи. Преобразователи электрических величин в электрические:	<i>U</i>	Устройства механические с электромагнитным приводом:	<i>Y</i>
модулятор	<i>UV</i>	электромагнит	<i>YA</i>
демодулятор	<i>UR</i>	тормоз с электромагнитным приводом	<i>YB</i>
дискриминатор	<i>UI</i>	муфта с электромагнитным приводом	<i>YC</i>
преобразователь частоты, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	<i>UZ</i>	электромагнитный патрон или плита	<i>YH</i>
		Устройства оконечные, фильтры, ограничители	<i>Z</i>

Список литературы

1. **Межгосударственные стандарты.** Межгосударственная система стандартизации (ГОСТ 1.0-92 ...). М.: Изд-во стандартов, 1998.
2. **Государственные стандарты Российской Федерации.** Государственная система стандартизации (ГОСТ Р 1.0-92...). М.: Госстандарт России, 2001.
3. **Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии.** Государственные стандарты. Указатель 2001 (по состоянию на 1 января 2001 г.). В 4 т. М.: Изд-во стандартов, 2001.
4. **Межгосударственные стандарты.** Единая система конструкторской документации. Основные положения (ГОСТ 2.001-93...). М.: Изд-во стандартов, 2001.
5. **Межгосударственные стандарты.** Единая система конструкторской документации. (ГОСТ 2.301-68...). М.: Изд-во стандартов, 2001.
6. **Межгосударственные стандарты.** Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей различных изделий (ГОСТ 2.402-68). М.: Изд-во стандартов, 2001.
7. **Межгосударственные стандарты.** Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей различных изделий (ГОСТ 2.412-81...). М.: Изд-во стандартов, 2001.
8. **Межгосударственные стандарты.** Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей различных изделий (ГОСТ 2.421-75...). М.: Изд-во стандартов, 2001.
9. **Межгосударственные стандарты.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах (ГОСТ 2.735-68...). М.: Изд-во стандартов, 2002.
10. **Межгосударственные стандарты.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах (ГОСТ 2.752-68...). М.: Изд-во стандартов, 2001.
11. **Межгосударственные стандарты.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах (ГОСТ 2.782-96...). М.: Изд-во стандартов, 2002.
12. **Межгосударственные стандарты.** Единая система программной документации. М.: Изд-во стандартов, 2002.
13. **Государственные стандарты.** Информационные технологии. Автоматизированные системы. Основные положения. М.: Изд-во стандартов, 2002.
14. **Электротехнический справочник.** В 4 т. Т. 1: Общие вопросы. Электротехнические материалы / Под ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. — 8-е изд., испр. и доп. М.: Издательство МЭИ, 1995.
15. **Александров К.К., Кузьмина Е.Г.** Электротехнические чертежи и схемы. М.: Энергоатомиздат, 1990.
16. **Анурьев В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / Под ред. И.Н. Жестковой. — 8 изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1999.
17. **Попова Г.Н., Алексеев С.Ю.** Машиностроительное черчение: Справочник. СПб.: Политехника, 1994.
18. **Орловский Б.Я., Орловский Я.Б.** Архитектура гражданских и промышленных зданий. Промышленные здания: Учеб. для вузов. — 4 изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1991.
19. **Романычева Э.Т., Трошина Т.Ю.** AutoCAD 2000. Серия «Проектирование». — 2-е изд., испр. М.: ДМК, 2000

Производственно-практическое издание

**Александров Константин Константинович
Кузьмина Елена Геннадьевна**

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ И СХЕМЫ

**Редактор *М.П. Соколова*
Художественный редактор *А.Ю. Землеруб*
Технический редактор *Т.А. Дворецкова*
Корректоры *Е.П. Севостьянова, В.В. Сомова***

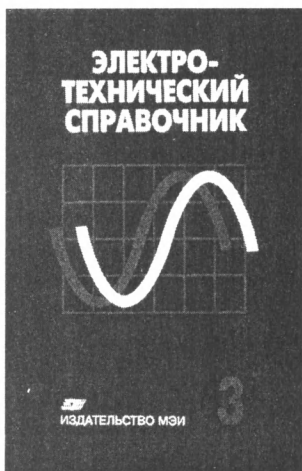
**Набор и верстка выполнены на компьютерах Издательства МЭИ
Компьютерная верстка *В.В. Пак***

ЛР № 020528 от 05.06.97

Подписано в печать с оригинала-макета 29.06.04.	Формат 70×100/16.
Бумага офсетная.	Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 24,5.	Печать офсетная.
Тираж 2000 экз.	Уч.-изд. л. 24,6.
	С-016.
	Заказ 3172

**Издательство МЭИ, 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14.
Отпечатано в ОАО «Типография «НОВОСТИ», 105005, Москва, ул. Фридриха Энгельса, д. 46.**

**предлагает инженерам-электрикам, научным работникам,
аспирантам и студентам электротехнических
и электроэнергетических специальностей**



Электротехнический справочник
в четырех томах

Том 3

**Производство, передача
и распределение электрической
энергии**

Под общ. ред. профессоров МЭИ
В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). —
8-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство МЭИ,
2002. — 964 с.

ISBN 5-7046-0750-0 (Т. 3)

Приводятся сведения по электрическим системам, электрическим станциям, подстанциям, электропередачам переменного и постоянного тока, электрическим сетям высокого напряжения, электроснабжению городов, сельского хозяйства, промышленности и транспорта, а также по автоматике, защите и автоматизации диспетчерского и технологического управления в электроэнергетических системах.

Материал третьего тома существенно обновлен. Приведены данные по современному состоянию электроэнергетики, включая вопросы проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем и их отдельных компонент, а также методы электроэнергетических расчетов, ориентированные на применение вычислительной техники.

Предыдущее издание справочника было выпущено в 1985-1988 гг., том 1 настоящего издания вышел в 1995, том 2 — в 1998 г.

(Переплет, 26,5×17,5 см)

По вопросам приобретения книг обращаться в отдел распространения издательства
Тел.: (095) 361-16-81. Тел/факс: (095) 362-02-13

**предлагает инженерам-электрикам, научным работникам,
аспирантам и студентам электротехнических
и электроэнергетических специальностей**



Электротехнический справочник
в четырех томах

Том 4

**Использование электрической
энергии**

Под общ. ред. профессоров МЭИ
В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). —
8-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство МЭИ,
2002. — 696 с.

ISBN 5-7046-0751-9 (Т. 4)

Приведены сведения по общим вопросам электропривода, компонентам его силового канала, микропроцессорным средствам управления, организации систем с элементами проектирования и примерами современных электроприводов, электротермическому оборудованию, оборудованию для электротехнологии, дуговой, электрошлаковой и контактной сварки, электрическому освещению, электрическому транспорту, электрооборудованию автомобилей и тракторов.

Материал тома существенно обновлен в сравнении с предыдущим изданием (1988 г.) особенно в части быстро меняющихся элементов и систем — преобразователей частоты, микропроцессорных средств, новых видов электротехнологий, освещения, электрооборудования.

(Переплет, 26,5×17,5 см)

По вопросам приобретения книг обращаться в отдел распространения издательства
Тел.: (095) 361-16-81. Тел/факс: (095) 362-02-13



Издательство МЭИ

предлагает инженерам-теплоэнергетикам, научным работникам, аспирантам и студентам энергетических специальностей



Джон О'М. Бокрис, Т. Неджат Везироглу, Дебби Смит
**Солнечно-водородная энергия.
Сила, способная спасти мир**

Пер. с англ. Д.О. Дуникова — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 164 с., ил.
ISBN 5-7046-0904-X

Уровень загрязненности атмосферы медленно, но непреклонно повышается, в результате чего серьезно разрушается биосфера Земли.

Содержание углекислого газа и других загрязнителей увеличивается из-за того, что мы добываем энергию, сжигая нефть, природный газ и уголь. Нам необходимо покончить с зависимостью от ископаемых топлив, которые день за днем ухудшают экологическую обстановку.

В этой книге впервые дается подробное и ясное описание того, что может быть сделано для разрешения проблемы, а также как Вы, читатель, можете участвовать в этом.

(Обложка, 20×14,5 см)

Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н.
**Газотурбинные и парогазовые
установки тепловых электростанций**
Учебное пособие для вузов

Под ред. С.В. Цанева — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 584 с., ил.
ISBN 5-7046-0739-X

Изложены основы теории газотурбинных и парогазовых установок электростанций. Значительное внимание уделено особенностям их конструкции и составу тепловых схем, методам повышения КПД производства электроэнергии и экономии топлива.

Дана классификация тепловых схем различных типов парогазовых установок, приведены методики расчета показателей их экономичности. Особое внимание уделено факторам, влияющим на режимы и показатели работы газотурбинных и парогазовых установок, способам регулирования отпуска электрической и тепловой энергии. Рассмотрены вопросы улучшения экологических параметров установок.

Книга рекомендована Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов энергетических вузов, может быть полезна научным сотрудникам, инженерам, персоналу электростанций.

(Переплет, 24×17 см)



**По вопросам приобретения книг обращаться в отдел распространения издательства
Тел.: (095) 361-16-81. Тел/факс: (095) 362-02-13**

