

К.К.Александров Е.Г.Кузьмина

К.К.Александров
Е.Г.Кузьмина

ЭЛЕКТРО- ТЕХНИЧЕСКИЕ чертежи и схемы



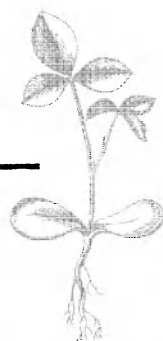
Энергоатомиздат

К.К. Александров
Е.Г. Кузьмина

ЭЛЕКТРО- ТЕХНИЧЕСКИЕ чертежи и схемы



МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1990



Scan AAW

ББК 31.2
А46
УДК 621.3.06

Рецензент канд. техн. наук Р. А. Сакаев

Александров К. К., Кузьмина Е. Г.

А46 Электротехнические чертежи и схемы.— М.:
Энергоатомиздат, 1990.— 288 с.: ил.
ISBN 5-283-00618-2

Рассмотрены сведения о технической документации на проектно-конструкторские разработки электротехнических изделий, правила ее выполнения в соответствии с Государственными стандартами СССР и стандартами СЭВ. 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 электро-энергетических специальностей.

А 2202010000-002
051(01)-90 45-90

ББК 31.2

Производственное издание

Александров Константин Константинович
Кузьмина Елена Геннадьевна

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЧЕРТЕЖИ И СХЕМЫ

Зав. редакцией **М. П. Соколова**
Редактор издательства **Л. А. Решмина**
Художественные редакторы **В. А. Гозак-Хозак, А. А. Белюс**
Технические редакторы **Г. В. Преображенская, В. В. Хапаева**
Корректор **М. Г. Гулина**
ИБ № 1879

Сдано в набор 25.09.89. Подписано в печать 10.07.90. Т-09820. Формат 70×
×100¹/₁₆. Бумага офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 23,4. Усл. кр.-отт. 46,8. Уч.-изд. л. 23,42. Тираж 106 000 экз.
Заказ № 345. Цена 1 р. 50 к.

Энергоатомиздат. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленин-
градское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени
А. М. Горького при Госкомпечати СССР. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский
пр., 15.

ISBN 5-283-00618-2

© Авторы, 1990

Развитие материально-технической базы страны может осуществляться на основе кардинального ускорения научно-технического прогресса, обновления производственного аппарата путем широкого внедрения передовой техники, улучшения условий труда и значительного повышения его производительности.

Ключевая роль в осуществлении научно-технической революции отведена машиностроению. Приоритетное развитие получают станкостроение, электротехническая промышленность, микроэлектроника, вычислительная техника и приборостроение.

Научно-исследовательские, проектно-изыскательские и конструкторско-технологические организации решают задачи создания принципиально новой техники, обеспечивающей революционные перемены в производстве, улучшение качества продукции.

В связи с развитием электротехнической промышленности, усложнением конструкции электротехнических 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 си-

стемами государственных стандартов (ЕСКД, СПДС, ЕСПД и др.). Но общее количество стандартов достаточно велико, к тому же документация на электротехнические устройства обладает определенной специфичностью. Поэтому авторы поставили перед собой задачу разъяснить принципы разработки технической документации на электротехнические устройства и дать основные сведения о правилах оформления этих документов в соответствии со стандартами на техническую документацию.

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 электротехнической промышленности 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 канд. техн. наук Р. А. Сакаеву, внимательно прочитавшему рукопись и сделавшему полезные замечания по тексту и графическому материалу.

Все пожелания и замечания по содержанию книги авторы просят направлять в адрес Энергоатомиздата: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Авторы

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 фиксации и передачи информации.

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

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

дующего 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. д. Совокупность взаимосвязанных документов, относящихся к какому-либо техническому предмету, процессу, вопросу, 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. Стандарт представляет собой совокупность правил, норм, требований, используемых при разработке и оформлении конструкторских документов. Стандарты в СССР подразделяют на следующие категории:

государственные стандарты Союза СССР — ГОСТ;

стандарты Совета Экономической Взаимопомощи — СТ СЭВ;

отраслевые стандарты — ОСТ;
республиканские стандарты союзных республик — РСТ;
стандарты предприятий (объединений) — СТП.

Государственные стандарты устанавливают единые, общие правила выполнения и обращения конструкторской и проектной документации и обязательны к применению всеми предприятиями, организациями и учреждениями во всех отраслях народного хозяйства СССР.

Стандарты СЭВ устанавливают единые, общие для всех отраслей правила выполнения и обращения проектно-конструкторской документации стран — членов СЭВ.

Отраслевые стандарты обязательны для всех предприятий и организаций данной отрасли.

Республиканские стандарты союзных республик обязательны для всех предприятий и организаций республиканского и местного подчинения данной союзной республики.

Стандарты предприятий (объединений) обязательны только для предприятия (объединения), утвердившего данный стандарт.

Существует несколько систем государственных стандартов, определяющих правила оформления технической документации. Основной среди них является Единая система конструкторской документации (ЕСКД), которая содержит комплекс государственных стандартов, устанавливающих правила и положения по оформлению, разработке и обращению конструкторских документов на изделия, выпускаемые предприятиями СССР (ГОСТ 2.001-70). Правила и положения ЕСКД распространяются также на научную и учебную литературу.

Конструкторскую документацию составляют графические и текстовые документы, которые определяют конструкцию технического предмета 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. д.), а также сам предмет и его составные части. Конструкция предусматривает 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 предмета.

Графическое изображение — это воспроизведение комплекса геометрических свойств предмета в образной форме, т. е. в образном представлении при помощи 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. полностью 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 изготовить. Схема — документ, содержащий условные графические изображения составных частей технического предмета и связи между составными частями.

Текстовые конструкторские документы содержат речевую 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. д.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т. д.).

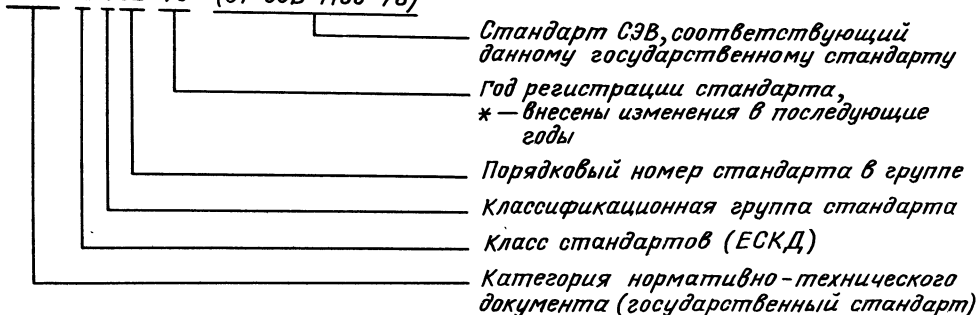
Стандарты ЕСКД распределены по следующим группам:

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

Обозначение стандарта ЕСКД строится на классификационном принципе и состоит из указания категории стандарта, системы, группы, порядкового номера стандарта в группе, года утверждения стандарта. Иногда после обозначения государственного стандарта указывают соответствующий ему номер стандарта СЭВ.

Пример обозначения стандарта ЕСКД «Правила выполнения электрических схем»:

ГОСТ 2.702-75* (СТ СЭВ 1188-78)



Кроме ЕСКД в электротехнической промышленности 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 проектной документации по строительству (СПДС).

Стандарты СПДС дополняют ЕСКД с учетом специфики проектной документации для строительства (ГОСТ 21.001-77).

Правила оформления отчетов о научно-исследовательских работах, издательских материалов, рефератов, аннотаций, докладов и т. д. 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. Это стандарты 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

Потребность страны в необходимых изделиях и растущий спрос населения на разнообразные товары требуют от промышленности выпуска продукции, воплощающей в себе последние достижения научной мысли, соответствующей самым высоким технико-экономическим, эстетическим и другим потребительским требованиям и конкурентоспособной на внешнем рынке.

Эта задача решается путем рациональной организации процесса разработки и постановки на производство изделий новой техники. Разработка и постановка продукции на производство в общем случае предусматривают проведение следующих работ (ГОСТ 15.001-73): а) разработка, согласование и утверждение технического задания; б) разработка и экспертиза технической документации; в) изготовление опытных образцов (опытных партий); г) испытание и приемка опытных образцов (опытных партий); д) принятие решения о постановке продукции на производство; е) подготовка производства продукции; ж) освоение производства продукции.

Выпуск продукции предприятием включает в себя изготовление различных технических предметов, которые определяются термином «изделие». По ГОСТ 2.101-68 изделие представляет собой любой предмет или набор предметов производства,

подлежащих изготовлению на предприятии.

Установлены следующие виды изделий:

а) деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марки материала без применения сборочных операций;

б) сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе сборочными операциями;

в) комплекс — несколько изделий, не соединенных сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций;

г) комплект — набор деталей или сборочных единиц, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера.

На основании изучения потребностей общества определяются технико-экономические показатели новых изделий. Продукция, подлежащая разработке и постановке на производство, по техническому уровню и качеству должна соответствовать требованиям высшей категории качества на момент освоения ее производства. 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 оформляются в виде заявки (ГОСТ 15.001-73) на разработку и освоение, которую составляет организация-заказчик. В этой заявке указываются наименование продукции, цель и назначение разработки, предполагаемый разработчик, ориентировочная потребность в заказываемой продукции на определенный срок, сроки изготовления опытного образца, начало промышленного производства и поставки, источники финансирования. Заявка передается организации-разработчику для выработки технического задания.

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.

Основанием для проведения НИР является заказ-наряд (договор).

Проведение НИР подразделяется на следующие этапы: а) разработка технического задания на выполнение НИР; б) выбор направления исследования; в) теоретические и 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 исследова-

ния» выполняют для систематизированного анализа исследуемого вопроса и выявления на его основе направления исследований.

Этап «Теоретические и экспериментальные исследования» проводят в целях получения необходимых теоретических обоснований предлагаемого решения по объекту исследования, подтвержденных, как правило, экспериментальными исследованиями.

Рекомендации законченных НИР должны обеспечивать возможность создания продукции, соответствующей по своему техническому уровню высшей категории качества с учетом научного прогнозирования на период ее производства и рационального использования сырья, материалов, топлива и энергии.

На этапе «Обобщение и оценка результатов исследований» составляют отчет о НИР. Отчет должен содержать обобщение результатов работ, проведенных на всех этапах НИР, и рекомендации по разработке продукции. Общие требования, структура и правила оформления отчета приведены в ГОСТ 7.32-81.

Для выявления наиболее эффективных решений по результатам НИР могут быть проведены опытно-конструкторские работы (ОКР).

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 электроизделий конструкторская документация выполняется в две стадии: эскизный или технический проект и рабочая документация. При наличии предварительной проработки или создании мо-

дернизируемых 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 электробытовых 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, и т. д. устанавливают ведущие министерства или ведущие организации. Результаты экспертизы должны учитываться при разработке технической документации.

После завершения разработки необходимой технической документа-

ции 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 15.001-73) разрабатывают на основе исходных требований заказчика, изложенных в заявке, а также на основе результатов выполненных научно-исследовательских и экспериментальных работ, научного прогнозирования, анализа передовых достижений и технического уровня 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 народнохозяйственное 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.

Требования, включаемые в техническое задание, должны основываться на современных достижениях науки и техники и необходимости обеспечения опережающих показателей технического уровня продукции, а также на использовании прогрессивных изобретений и должны включать прогнозируемые показатели технического уровня и качества продукции, в том числе уровня стандартизации и унификации с учетом наиболее полного удовлетворения потребностей народного хозяйства, населения и экспорта.

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 2.105-79 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) показатели назначения и экономного использования 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 по 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 установке;

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 эталонам образцов, 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 составным частям, устойчивость к моющим средствам, топливу, маслам и др., требования к виду и со-

ставу запасных частей инструмента и принадлежностей.

В подразделе «б» указывают основные технические параметры продукции, определяющие ее целевое использование и применение, 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, коэффициент полезного действия.

Эстетические и эргономические требования (подраздел «ж») должны отражать требования технической эстетики, а также эргономические требования: удобство обслуживания, комфортабельность, усилия, требуемые для управления и обслуживания, и т. д.

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 продук-

ции по сравнению с лучшими отечественными и зарубежными образцами.

Техническое задание является обязательным исходным документом для разработки новых и модернизированных бытовых электроизделий и технической документации на них. Требования к продукции должны задаваться в техническом задании с учетом действующих государственных стандартов, стандартов СЭВ, 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. д.).

В графическом конструкторском документе основная информация о техническом предмете представлена в виде графического изображения, выполненного черным цветом при помощи 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. д.).

Стандарты ЕСКД (ГОСТ 2.102-68) предусматривают номенклатуру кон-

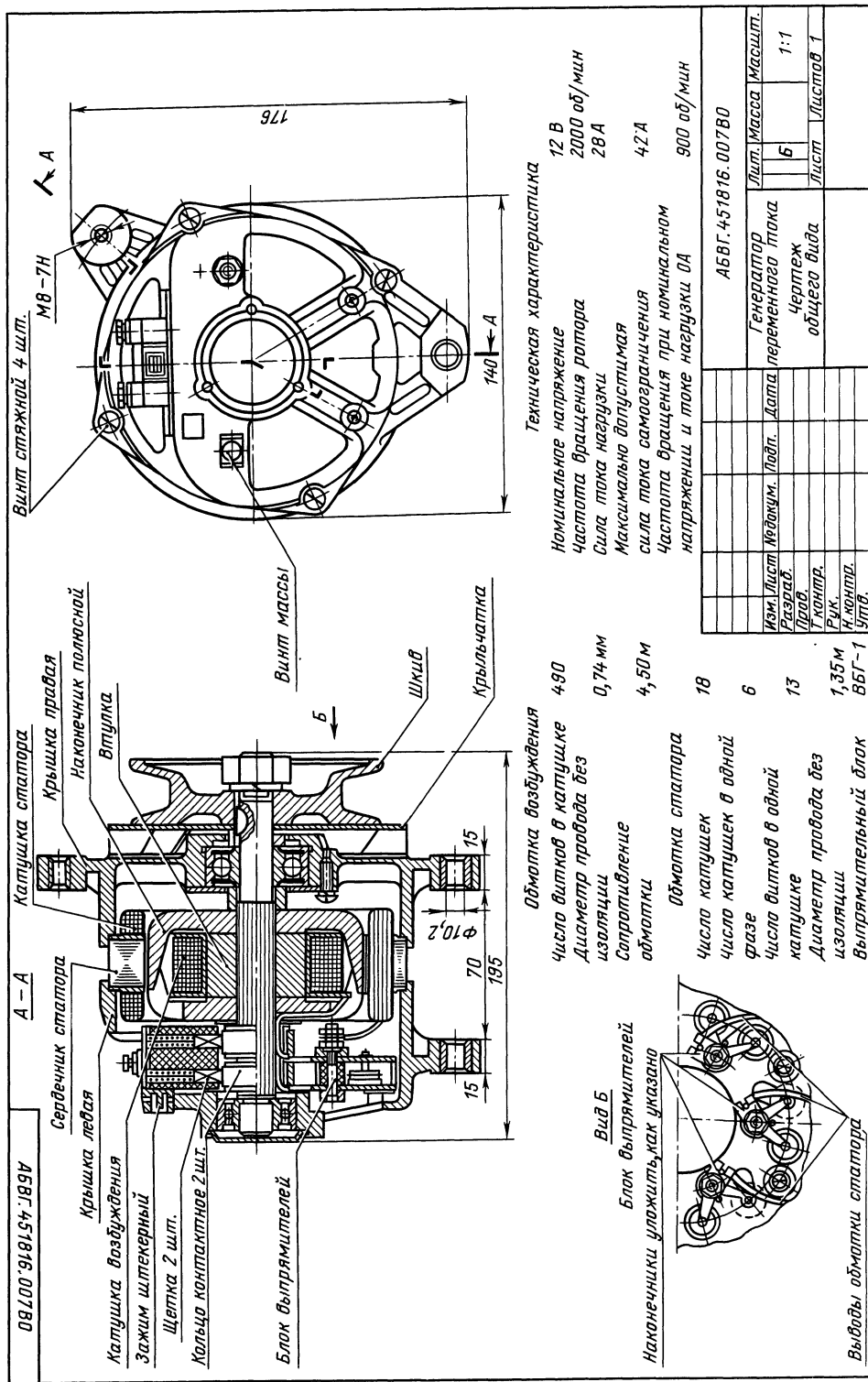


Рис. 1.1. Конструкторский документ — чертеж общего вида

структурских 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 синхронного генератора переменного тока с электромагнитным возбуждением. На чертеже представлено изображение генератора, со-

стоящее из продольного разреза, вида слева и вида на кремниевые диоды (вид В), смонтированные в выпрямительном блоке. Чертеж содержит также текстовую информацию в виде наименований составных частей генератора, данных по обмотке возбуждения, обмотке статора, техническую характеристику. На изображении нанесены габаритные и присоединительные размеры.

Чертеж генератора дает представление о его конструкции. Сердечник статора, являющийся магнитопроводом, закреплен между двумя крышками (левой и правой) при помощи четырех стяжных винтов. Для уменьшения вихревых токов сердечник набран из тонких листовых пластин. Внутренняя поверхность статора имеет 18 зубцов, на которые надето

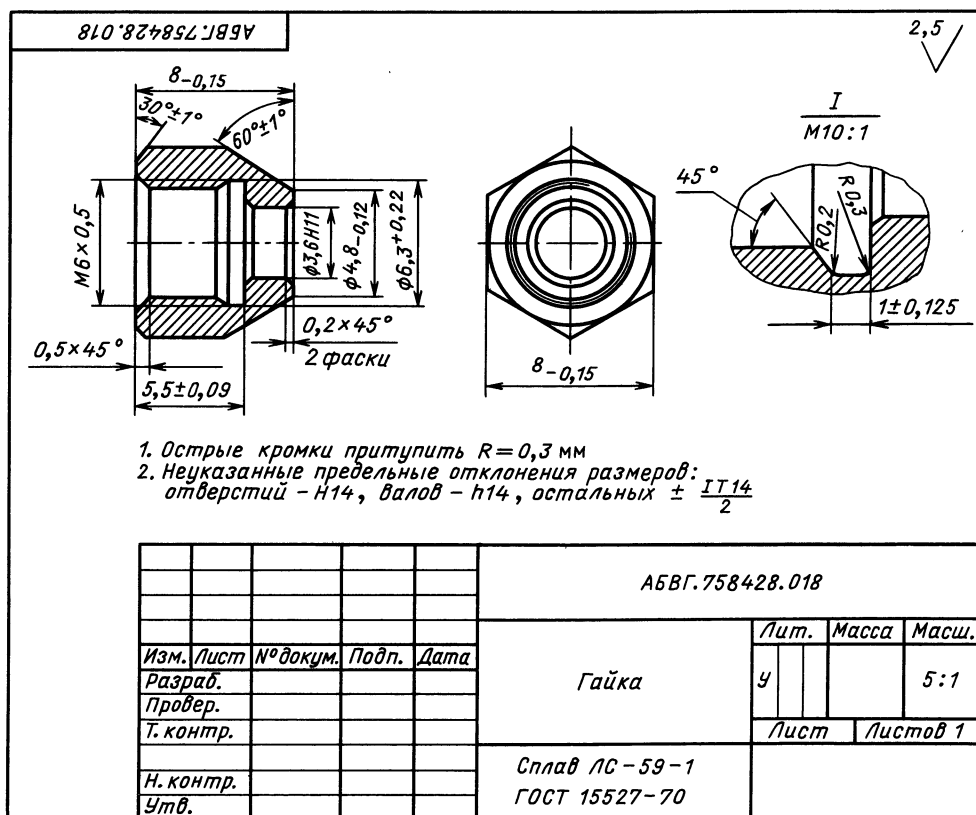


Рис. 1.2. Конструкторский документ — чертеж детали «Гайка»

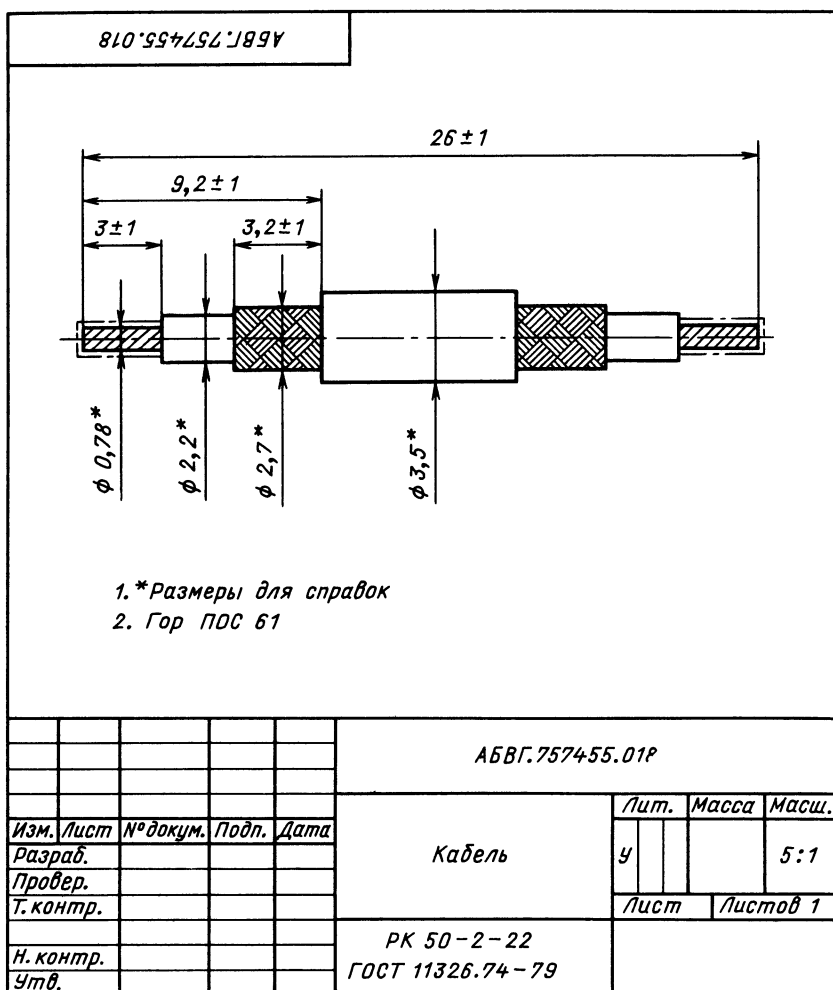


Рис. 1.3. Конструкторский документ — чертеж детали «Кабель»

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 при помощи сегментной шпонки. Та же шпонка передает вращение крыльчатке, служащей для охлаждения генератора.

На чертеже общего вида, как пра-

Чертеж детали — это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные

На чертеже детали «Гайка» (рис. 1.2) приведено изображение детали, нанесены все размеры и их предельные отклонения. Обозначена шероховатость поверхности: $Ra=2,5$ мкм. В соответствующей графе основной надписи указаны наименование и

					АБВГ.685661.018			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кабель ВЧ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.								1
Пров.								
Н. контр.								
Утв.								

15

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 по ГОСТ 11526.74-79. 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 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 составляется по определенной форме и в определенной последовательности, определяемой ГОСТ 2.108-68.

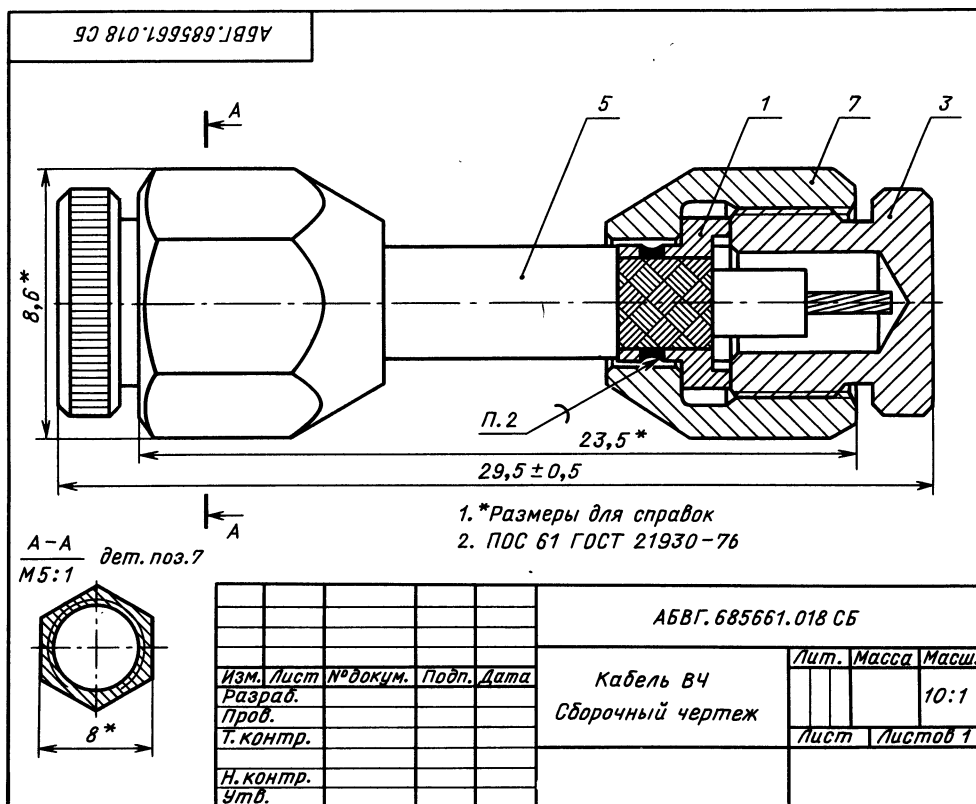


Рис. 1.5. Конструкторский документ — сборочный чертеж

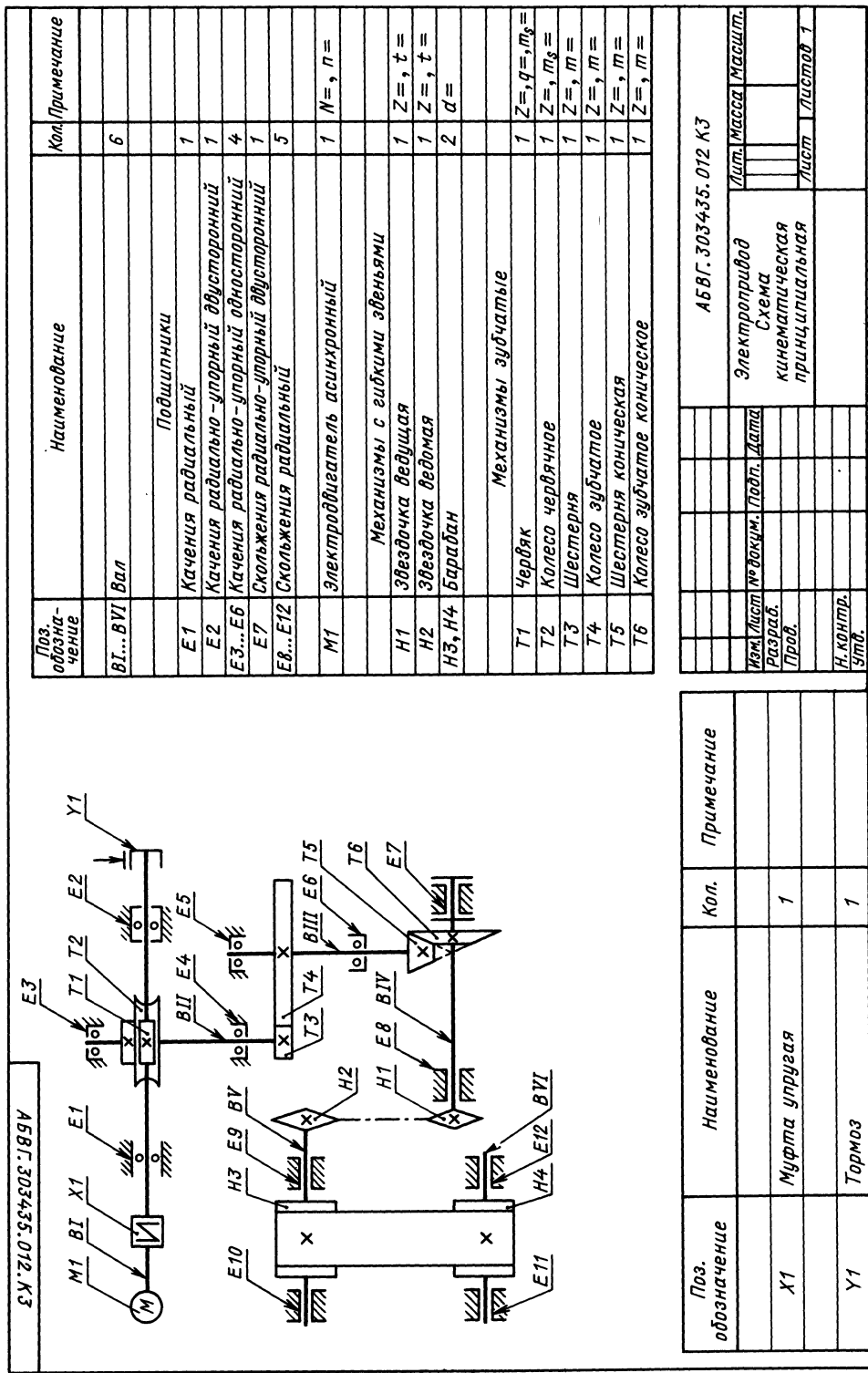


Рис. 1.6. Конструкторский документ — схема

МИНИСТЕРСТВО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

УТВЕРЖДАЮ:

42 1821XXXX

Главный инженер завода
_____ Ю. П. МЕДВЕДЕВ

«_____» _____ 1989 г.

Главный инженер НИИ
_____ А. В. СОРОКИН

«_____» _____ 1989 г.

П Р И Б О Р С П - 4

**Пояснительная записка
АБВГ.411246.004ПЗ**

СОГЛАСОВАНО:

Главный технолог
_____ И. П. БЫКОВ

Начальник отделения
_____ Л. В. КУБИКОВ

Начальник отдела
_____ Ю. А. ЕСИНОВ

Начальник цеха
_____ В. А. СЫРОВ

РАЗРАБОТАНО:

Начальник отдела
_____ А. М. ВОРОБЬЕВ

Начальник лаб.
_____ В. М. ЧИКУЛАЕВ

Рук. группы
_____ В. В. МОШИН

Ст. инженер
_____ А. Г. ЕРЕМЕЕНКО

1989

Рис. 1.7. Конструкторский документ — пояснительная записка

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 габаритный 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

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

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

где J_s — 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 таблице 3.1.

Т а б л и ц а 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.411246.004ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Рис. 1.8. Образец текста пояснительной записки

тип: структурная, функциональная, принципиальная (полная), соединений (монтажная), 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.

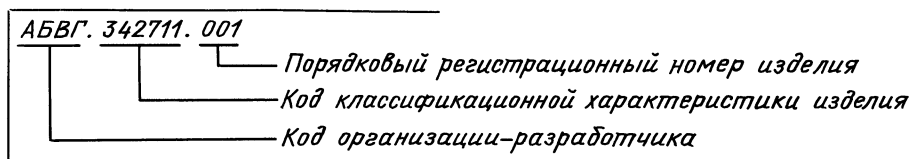
По изображению можно представить передачу и преобразование движения в электроприводе от двигателя

до ведомого звена. В перечне составных элементов разъясняются обозначения элементов и приводятся некоторые их параметры.

Пояснительная записка (ГОСТ 2.106-68) 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 наименова-

ние министерства или ведомства, разработавшего документ, код изделия по общесоюзному классификатору продукции (ОКП), грифы согласования и утверждения, наименование изделия, обозначение документа, подписи разработчиков документа, год издания документа. Пример вы-



полнения промежуточной страницы пояснительной записки приведен на рис. 1.8.

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 обозна-

чение, которое включает в себя четырехзначный буквенный код организации-разработчика, шестизначный цифровой код классификационной характеристики изделия и трехзначный порядковый регистрационный номер изделия.

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 классификатору изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения (классификатору ЕСКД).

Классификатор ЕСКД представляет 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. д.

В основе построения классификатора ЕСКД лежит единая обезличен-

ная система обозначений предметов производства. Особенностью обезличенной системы является то, что классификационные характеристики изделий 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. д. В классе 56 «Источники электрической энергии, системы электрооборудования, комплекты электрооборудования» представлены классификационные характеристики на различные типы источников электрической энергии, систем элект-

Т а б л и ц а 1.1. Структура классификационной характеристики

Изделие	3 0 3 4 4 1	Механический привод с двигателем и винтовой передачей
Класс	3 0 — — — —	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

роснабжения 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. В настоящее время заполнены 50 классов. Неиспользованные 50 классов являются резервными и с течением времени могут быть по необходимости использованы для размещения новых видов изделий, так как срок действия классификатора рассчитан на 25—35 лет.

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 из-

делия. 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), 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 конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных ре-

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	Электромагнитный чертеж					○ ²		
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; 1...3 — документы могут быть совмещены.

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1			<u>Документация общая</u>			
2						
3			<i>Вновь разработанная</i>			
4						
5	A1	АБВГ.411237.034 В0	Чертеж общего вида	1		
6	A2	АБВГ.411237.034 Э1	Схема электрическая структурная	1		
7	A1	АБВГ.411237.034 Э3	Схема электрическая принципиальная	1		
8	*)	АБВГ.411237.034 ПЗ	Пояснительная записка	40		*)А4,А3
9						
10			<u>Документация по</u>			
11			<u>сборочным единицам</u>			
12						
13			<i>Вновь разработанная</i>			
14						
15	A3	АБВГ.301234.034 В0	Шасси. Чертеж общего вида	1		
16	A3	АБВГ.418115.034 Э3	Плата ПЛ1. Схема электрическая принципиальная	1		
17						
18						
19			<i>Примененная</i>			
20						
21	A3	АБВГ.418119.032 Э3	Плата ПЛ2. Схема электрическая принципиальная	1		
22						
23	A3	АБВГ.418131.032 Э3	Плата ПЛ3. Схема электрическая принципиальная	1		
24						
25						

					АБВГ.411237.034 ЭП				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Прибор СП4 Ведомость эскизного проекта				
Разраб.	Гордеева								
Пров.	Боброва								
Н.контр.	Чухеева				Лит. 3 Лист 1 Листов 3 ИГ ЗАПТ				
Утв.	Кизьмина								

Рис. 1.9. Конструкторский документ — ведомость эскизного проекта

шений 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 принципиальные 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 включается пояснительная записка, ведомость эскизного проекта. Кроме того, могут быть включены чертеж общего вида, теоретический и габаритный чертежи, схемы и другие документы (табл. 1.2).

Технический проект (ГОСТ 2.120-73) — совокупность конструкторских документов, которые должны содержать 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. д. (табл. 1.2).

Рабочая конструкторская документация (ГОСТ 2.109-73) — сово-

купность 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 (табл. 1.2).

Рабочая документация на сборочную единицу обязательно содержит спецификацию и сборочный чертеж, могут быть также другие чертежи, схемы и текстовые документы (табл. 1.2).

В комплект конструкторской документации на стадиях проектной разработки (техническое предложение, эскизный и технический проект) входит ведомость проекта, которая является обязательным документом (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 2.106-68). 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 (ГОСТ 2.601-68).

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

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 производственного 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 вдоль короткой стороны листа, т. е. формат A4 всегда имеет вертикальное расположение.

Для быстрого нахождения на чертеже (схеме) составной части изделия или его элемента рекомендуется

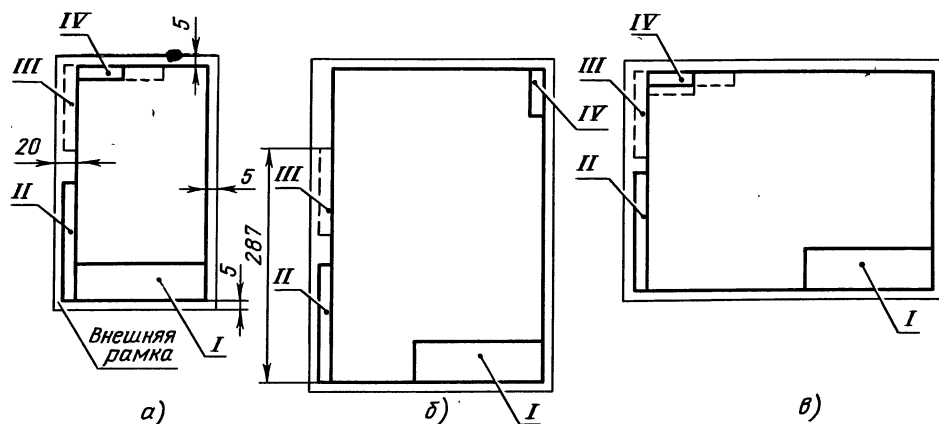


Рис. 2.1. Расположение основной надписи и дополнительных граф на стандартных форматах: а — формат A4; б — форматы больше A4 с основной надписью вдоль короткой стороны листа; в — форматы больше A4 с основной надписью вдоль длинной стороны листа; I — основная надпись; II... IV — дополнительные графы

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.

В графах основной надписи (ГОСТ 2.104-68) и дополнительных

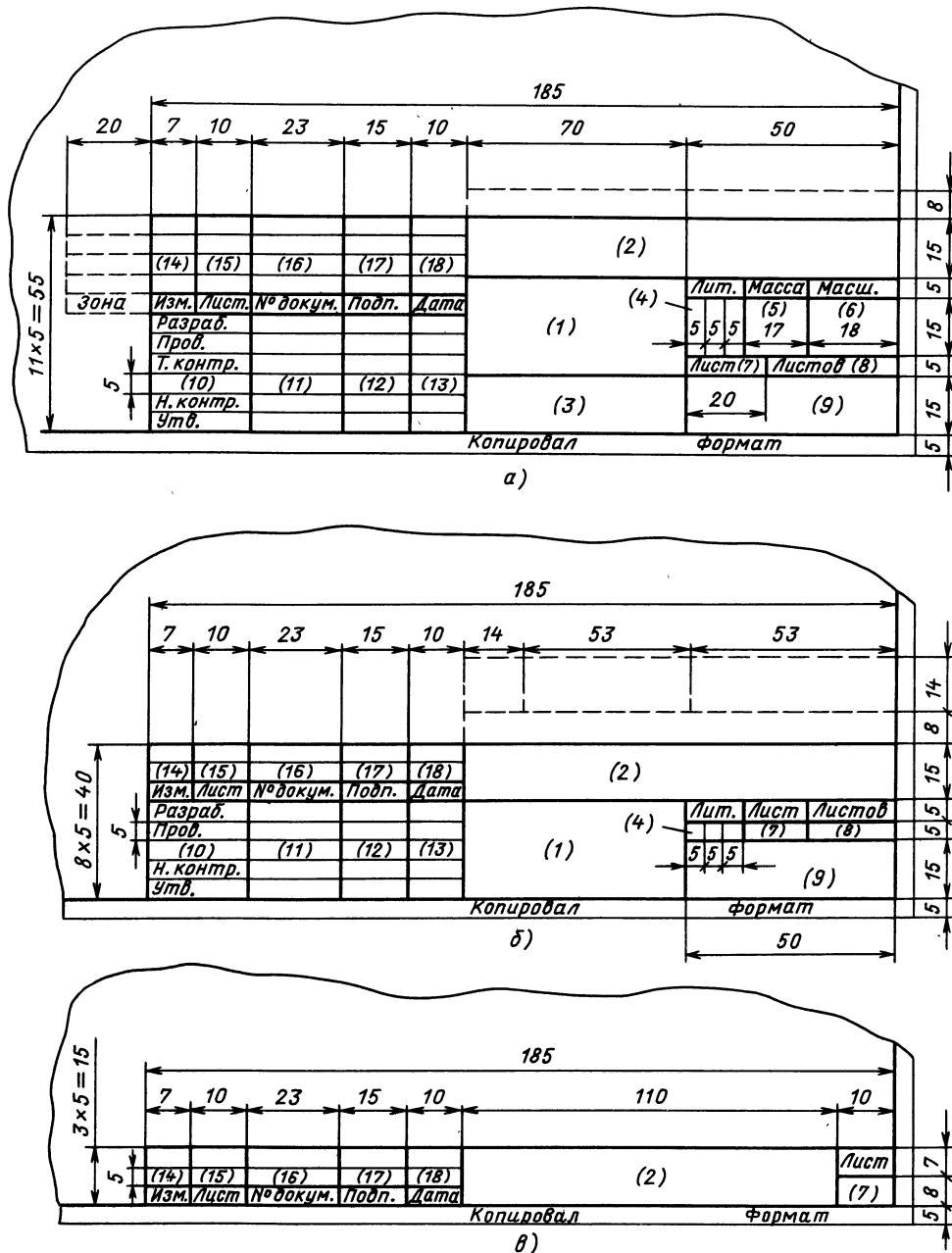


Рис. 2.2. Основная надпись:

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

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 народнохозяйственного назначения допускается не указывать наименование документа, если его код определен ГОСТ 2.102-68, ГОСТ 2.601-68, ГОСТ 2.602-68, 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;

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 2.501-68, ГОСТ 2.502-68, ГОСТ 2.503-74;

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 графы «Масштаб», «Масса», «Обозначение материала». Основная надпись для последующих листов содержит гра-

					АБВГ.521721.003 СБ				
3		АБВГ 130-83		9.09.89					
2		АБВГ 169-82		7.10.89					
1		АБВГ 115-82		5.03.89					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Двигатель асинхронный Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масш.	
Разраб.	Ильин			4.02.89		О ₁ А	6,3	1:1	
Пров.	Карпов			4.02.89					
Т. контр.	Петров			5.02.89		Лист 1	Листов 2		
Зав. сект.	Зверев			5.02.89					
Н. контр.	Лисицин			5.02.89		ИГ ЗАПТ			
Утв.	Волков			6.02.89					

а)

1		АБВГ 84-83		7.02.89	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		5.10.89	Лист статорный	Лит.	Масса	Масш.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		А		0,015	1:1
Разраб.		Кузина		5.03.89					
Пров.		Щукин		5.03.89					
Т. контр.		Петров		6.03.89		Лист	Листов 1		
Зав. сект.		Зверев		6.03.89	Лента 0,5 × 95 - П - 2 - ТО - БП - А - 2013 ГОСТ 21427.2-75	ИГ ЭАПТ			
Н. контр.		Лисицын		7.03.89					
Утв.		Волков		7.03.89					

Рис. 2.4. Пример заполнения основной надписи для чертежа детали

					АБВГ.343823.007 33				
					Плата Б7 Схема электрическая принципиальная	Лит.	Масса	Масш.	
1		АБВГ 17-83		5.03.89		З			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.		Зайцев		6.04.89					
Пров.		Лютиков		6.04.89					
Т. контр.		Репин		7.04.89		Лист	Листов 1		
Зав. сект.		Орлов		8.04.89		ИГ ЗАПТ			
Н. контр.		Носов		9.04.89					
Утв.		Медведев		10.04.89					

Рис. 2.5. Пример заполнения основной надписи для схемы

					АБВГ.521721.003			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Двигатель асинхронный	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Ильин			2.02.89		0, А	1	5
Пров.	Карпов			4.02.89				
Зав. сект.	Зверев			5.02.89				
Н. контр.	Лисицын			5.02.89		ИГ ЗАПТ		
Утв.	Волков			6.02.89				

а)

					АБВГ.521721.003				Лист
1		АБВГ.14.83		2.04.89					2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

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	Лит	Лист	Листов
Разраб.	Ильин		4.02.89	0, А		1	34	
Пров.	Карпов		4.02.89					
Зав. сект.	Зверев		5.02.89					
Н. контр.	Лисицин		5.02.89					
Утв.	Волков		5.02.89			ИГ ЭАПТ		

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

фы «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 издательского 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 использованы 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.

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 и греческого, а также арабских, римских цифр и знаков шрифтом типа А без наклона показано на рис. 2.10...2.14. Буквы русского алфавита, арабские и римские цифры, написанные шриф-

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

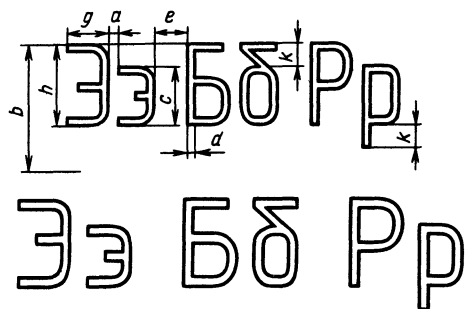


Рис. 2.9. Элементы букв чертежного шрифта (тип А без наклона)

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р
С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю
а б в г д е ж з и й к л м н о п р с т
у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю

Рис. 2.10. Русский алфавит (кириллица)

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R
S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u
v w x y z

Α α Β β Γ γ Δ δ Ε ε Ζ ζ Η η Θ θ Ι ι Κ κ
Λ λ Μ μ Ν ν Ξ ξ Ο ο Π π Ρ ρ Σ σ Τ τ
Υ υ Φ φ Χ χ Ψ ψ Ω ω

Рис. 2.12. Греческий алфавит

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

I III IV VI VIII IX V

Рис. 2.13. Арабские и римские цифры

! ? & § = ≈ < > + - × : % ‹
› ▸ ◻ ^ φ √ ∫ ∞ [] () № ~ *

Рис. 2.14. Знаки

Рис. 2.11. Латинский алфавит

Т а б л и ц а 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>	d	0,25	0,35	0,5	0,7	1

Т а б л и ц а 2.2. Соотношение между параметрами шрифта типа Б

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



Рис. 2.15. Шрифт типа Б с наклоном

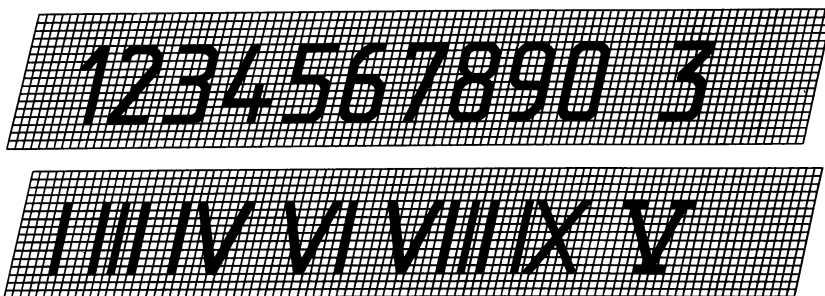


Рис. 2.15. Шрифт типа Б с наклоном (продолжение)

том 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 граф основной надписи.

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

Сплошная волнистая линия применена 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 используется для обозначения поверхно-

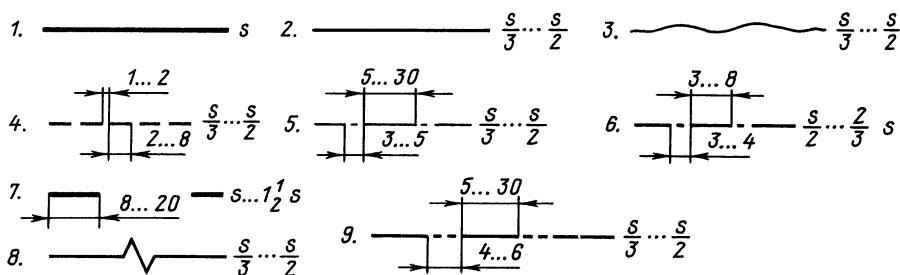


Рис. 2.16. Начертание линий по ГОСТ 2.303-68:

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

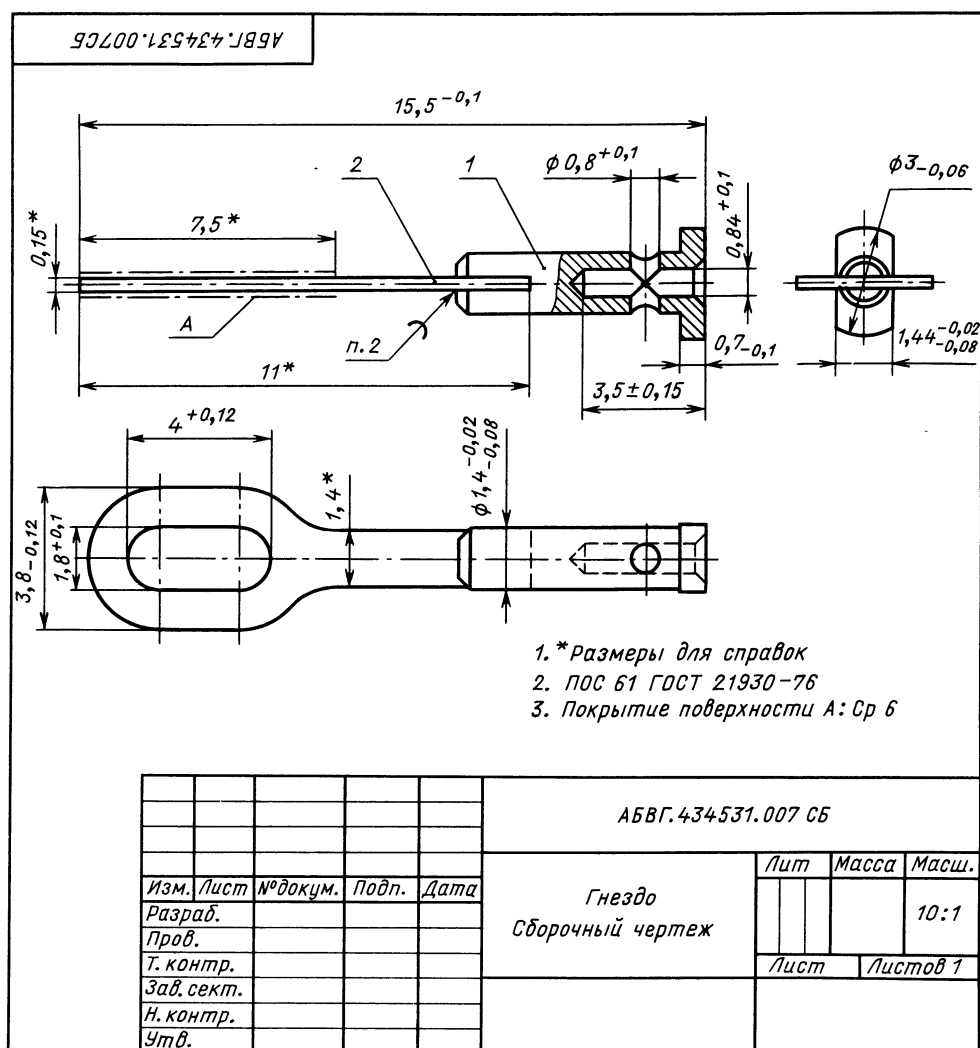


Рис. 2.17. Пример использования стандартных линий

стей, подлежащих специальному покрытию.

Паяный шов отмечен сплошной линией толщиной 2 с.

Назначение других типов линий 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 при помощи линий, штрихов и точек. Все изображения на чертежах выполняются в определенном масштабе. Масштаб — это отношение какого-либо размера изображения на чертеже к соответствующему размеру предмета. По ГОСТ 2.302-68 уста-

новлены 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) натуральная величина 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.

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.

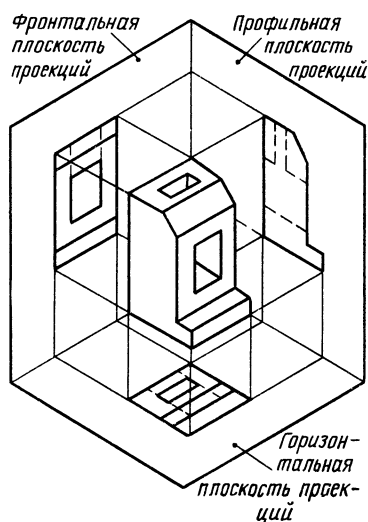


Рис. 2.18. Метод прямоугольного проецирования

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. Проекция 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 получаются 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 предмета, вид сверху — горизонтальной, вид слева — профильной.

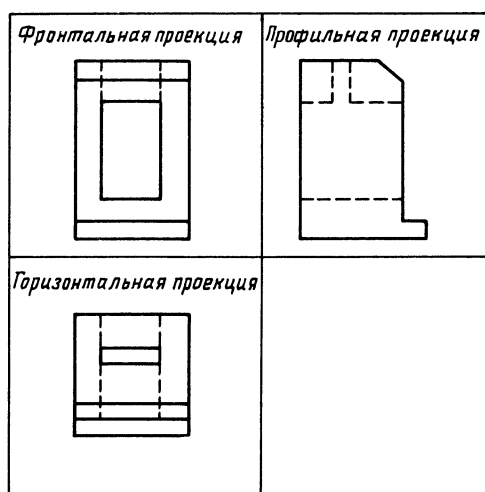


Рис. 2.19. Комплексный чертёж

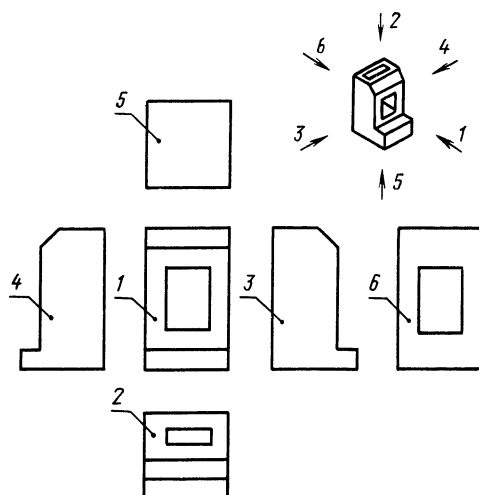


Рис. 2.20. Основные виды:
1 — вид спереди (главный вид); 2 — вид сверху;
3 — вид слева; 4 — вид справа; 5 — вид снизу;
6 — вид сзади

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 чертёж, 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. (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,

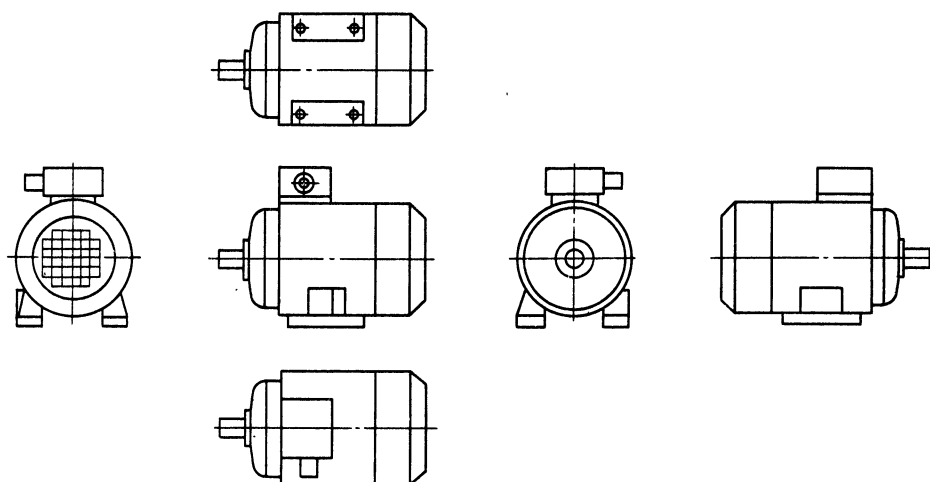


Рис. 2.21. Основные виды асинхронного двигателя

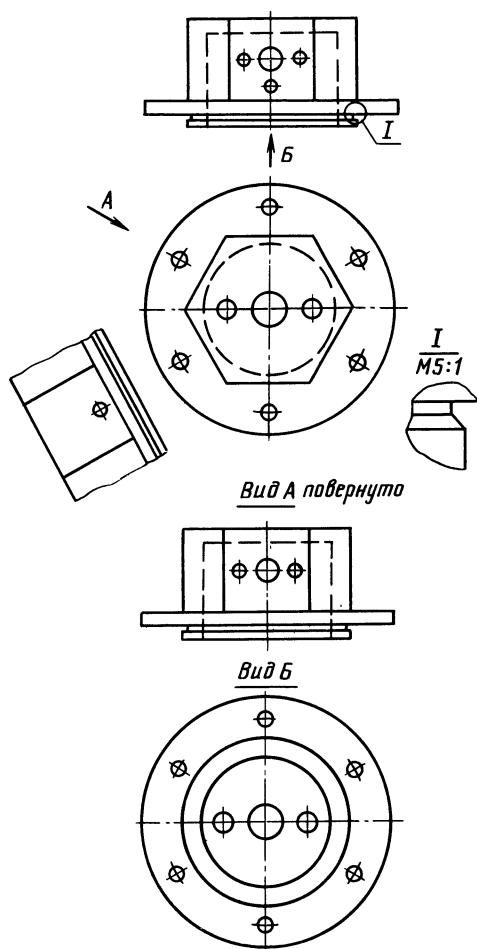


Рис. 2.22. Построение дополнительных и местных видов

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 разре-

шается 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 *Вид Б*, а на главный вид нанесена стрелка *Б*, показывающая соответствующее направление проецирования для построения обозначенного вида. Для обозначения видов в таких случаях используются прописные буквы русского алфавита, кроме букв Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь. 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 к надписи вида должно быть добавлено слово «повернуто» (рис. 2.22, вид А).

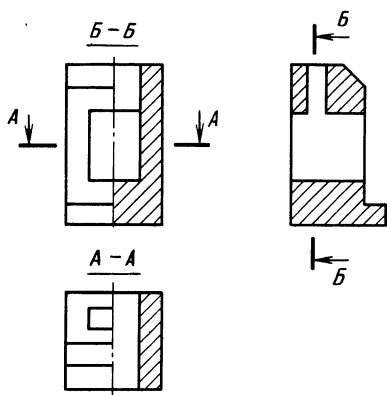


Рис. 2.23. Обозначение разрезов

Изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета называется местным видом. Местный вид ограничивается волнистой линией обрыва (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 римской цифрой на полке линии-выноски. У выносного элемента указывают масштаб вынесенного изображения (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

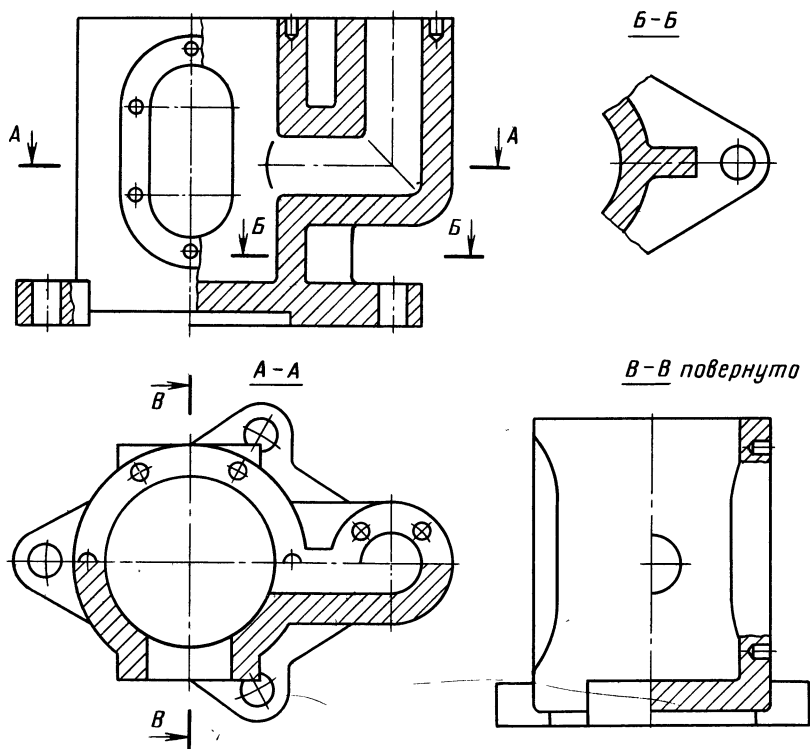


Рис. 2.24. Построение разрезов

внутреннее устройство предмета, применяют условные 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. В общем случае часть вида и часть разреза на одной проекции разрешается соединять сплошной волнистой линией (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 *А-А* (если секущая плоскость обозначена буквами *А*, 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 слово *Повернуто* (рис. 2.24, 2.25, разрез *В-В*).

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 заштриховы-

ваются, 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 (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 *А — А*, выполненный двумя параллельными 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 показать на чертеже не весь разрез предмета полностью, 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 секу-

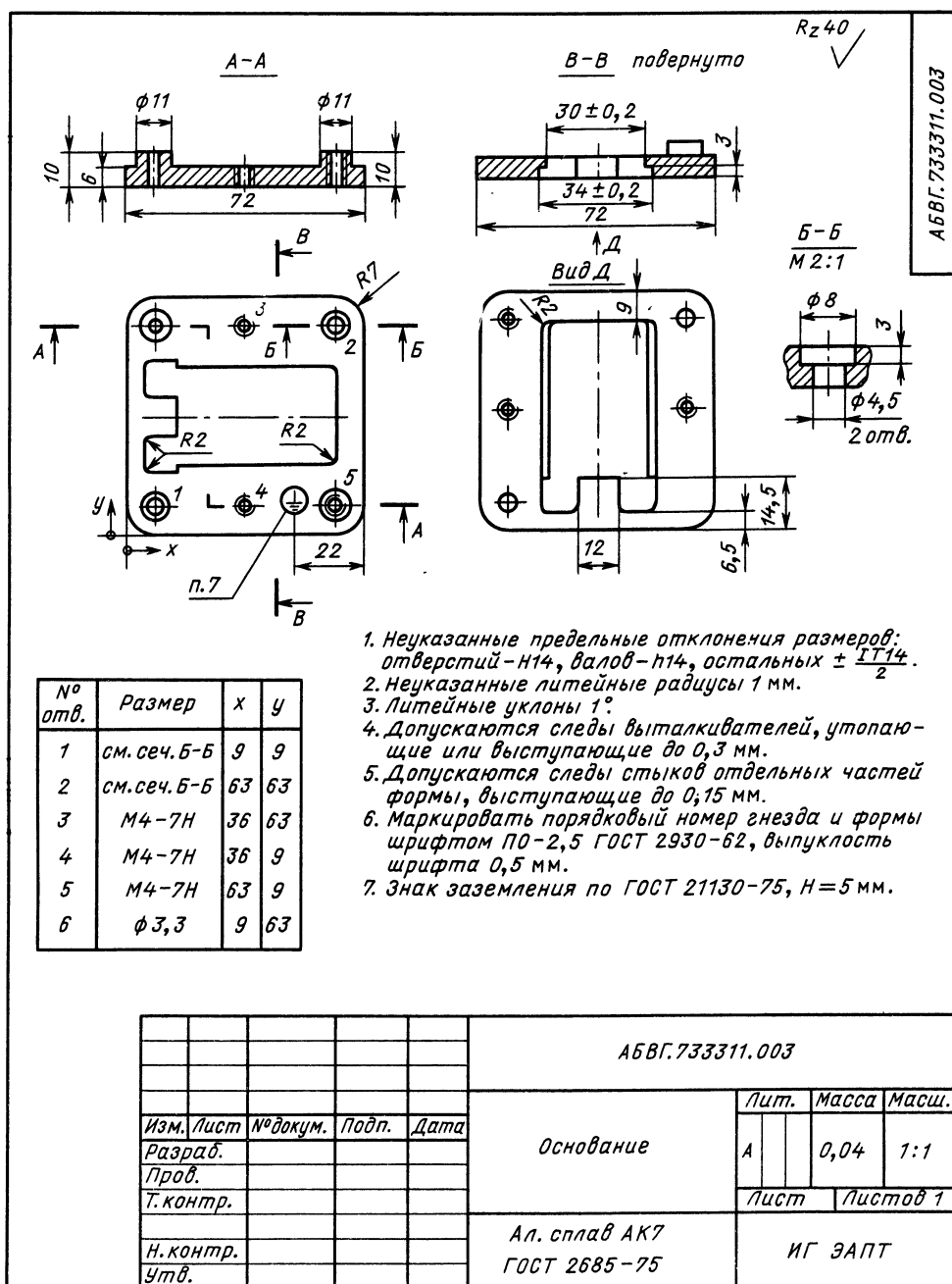


Рис. 2.25. Применение разрезов на чертежах



Рис. 2.27. Применение сечений на чертежах

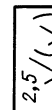


Рис. 2.27. Применение сечений на чертежах

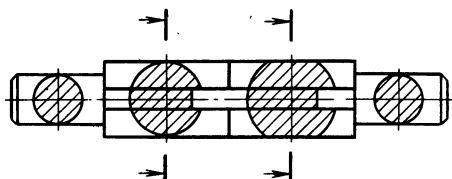
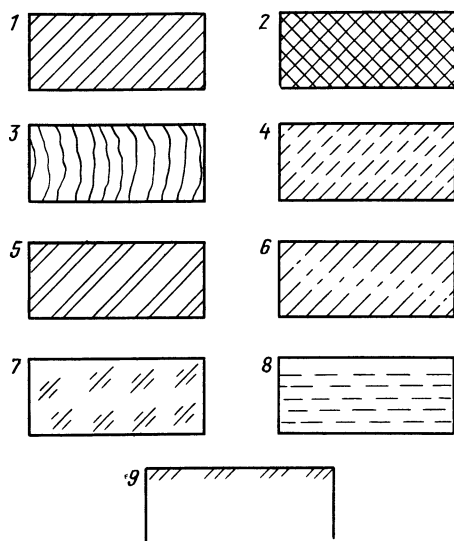


Рис. 2.28. Наложенные сечения

Рис. 2.29. Графические обозначения материалов:

1 — металл; 2 — неметаллические материалы; 3 — дерево; 4 — камень естественный; 5 — керамика и силикатные материалы для кладки; 6 — бетон; 7 — светопрозрачные материалы; 8 — жидкости; 9 — грунт естественный



щую 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 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. 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 разным.

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.

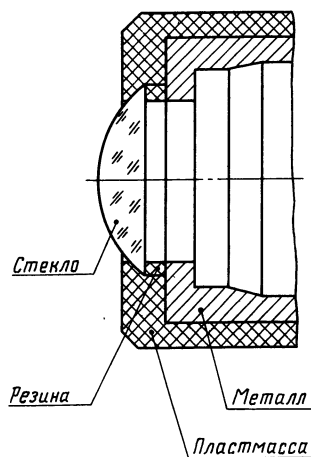


Рис. 2.30. Штриховка разнородных материалов

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 бы 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*).

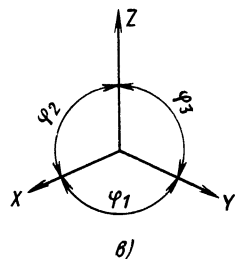
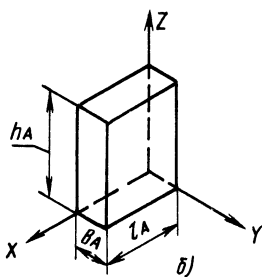
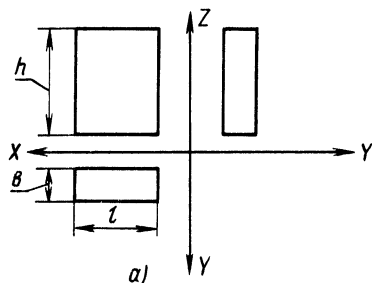


Рис. 2.31. Построение наглядного изображения:

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

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

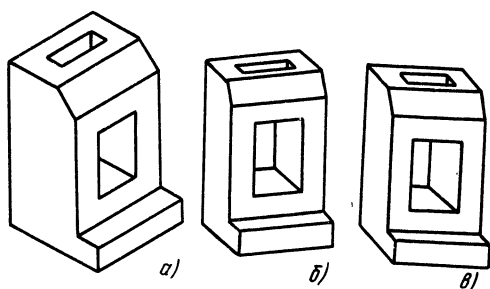


Рис. 2.32. Стандартные аксонометрические проекции:
а — изометрическая; б — диметрическая; в — косоугольная фронтальная диметрическая

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

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

и в соответствии с вышепринятой 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 $J_n = 1$. Изображение в этом случае получается несколько увеличенным, 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 иска-

жения 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 по оси $J_y = 0,5$. 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.)

Необходимо остановиться на построении проекций окружностей в аксонометрии. Как правило, 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

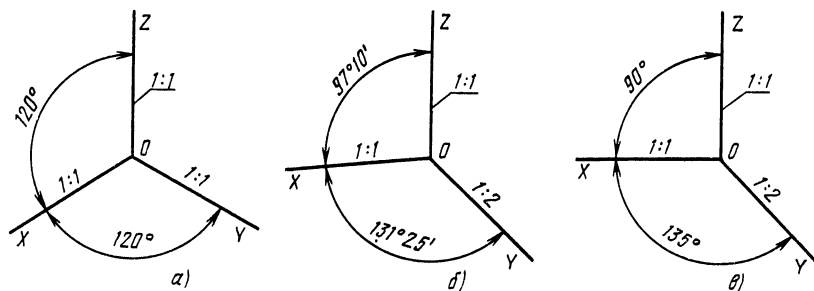


Рис. 2.33. Положение аксонометрических осей:
а — изометрия; б — диметрия; в — косоугольная фронтальная диметрия

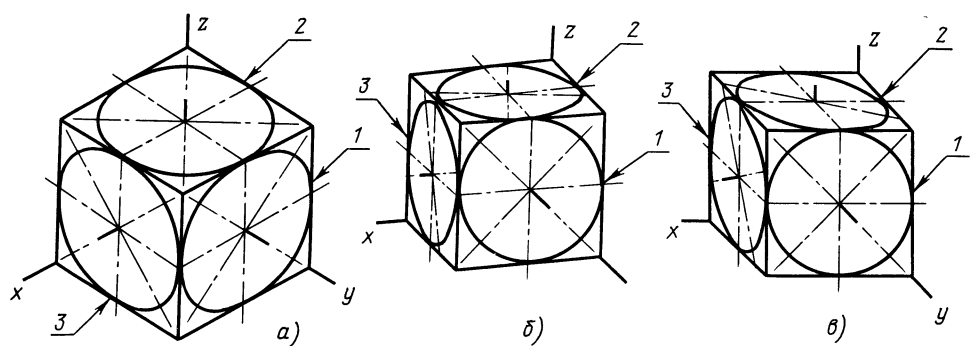


Рис. 2.34. Аксонометрические проекции окружностей

в табл. 2.3. Следует заметить, что размеры диаметров 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 (рис. 2.35).

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.

Аксонометрические 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 проецирования 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, использовав метод центрального проецирования, при котором все проецирующие прямые пересека-

Таблица 2.3. Окружности в аксонометрических проекциях

	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

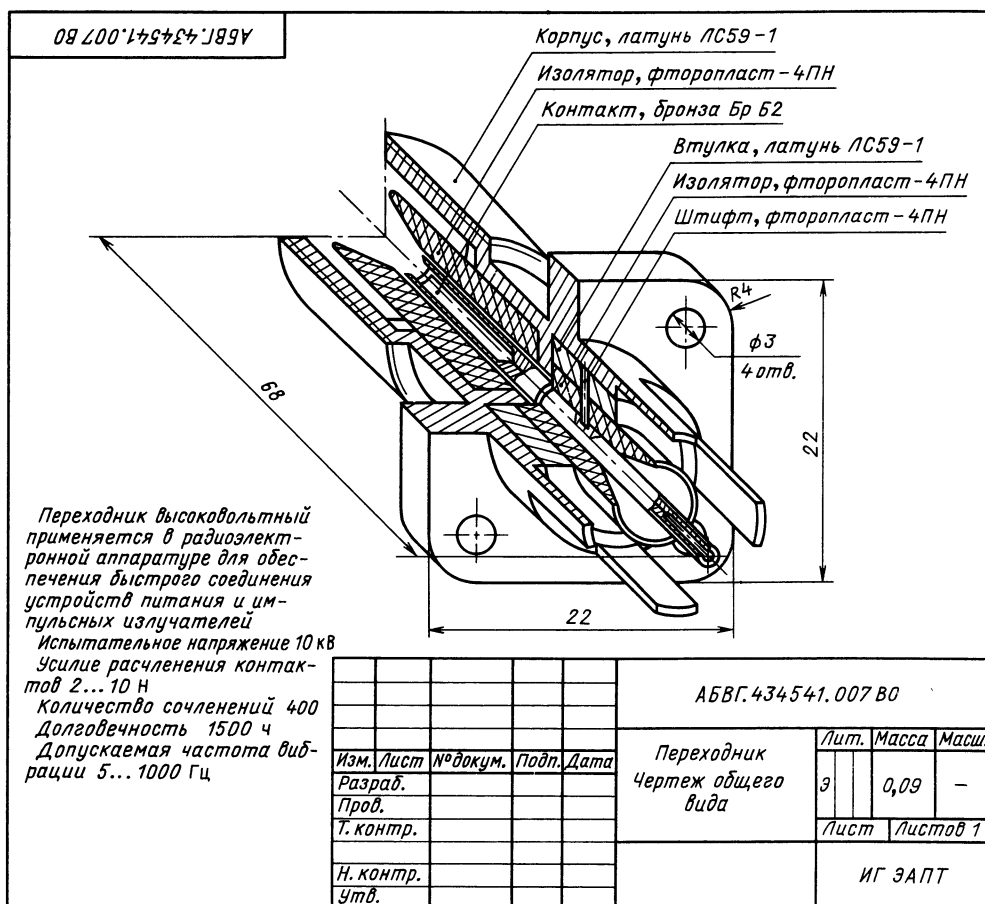


Рис. 2.35. Разрезы в аксонометрии

ются 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.

Чтобы построить перспективу предмета, необходимо иметь две его проекции (рис. 2.37, а, б). На горизонтальной проекции (рис. 2.37, б) выбирается положение центра проециро-

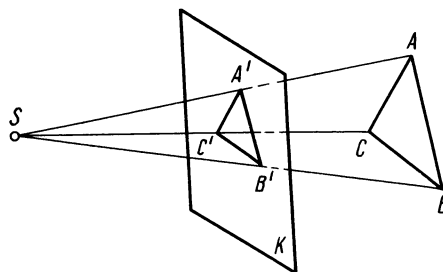


Рис. 2.36. Метод центрального проецирования

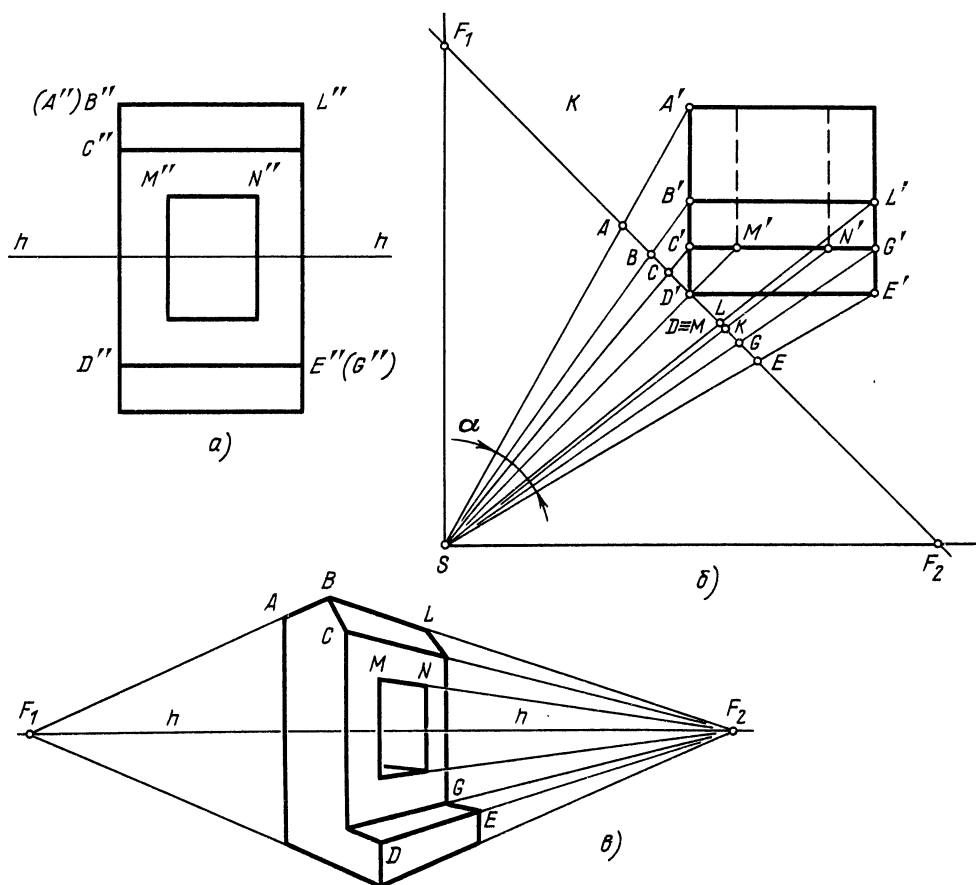


Рис. 2.37. Построение перспективного изображения:
 а — фронтальная прямоугольная проекция предмета; б — горизонтальная прямоугольная проекция предмета; в — перспективное изображение предмета

вания S и положение картинной плоскости K . Наиболее выразительным и естественным перспективное изображение бывает, если угол зрения α выбирается в пределах $20...40^\circ$. На фронтальной проекции (рис. 2.37, а) намечается высота линии горизонта h — h . Из центра проецирования S проводим через характерные точки горизонтальной проекции проецирующие прямые и определяем проекции этих характерных точек на картинной плоскости. Далее находим точки схода параллельных прямых поперечного F_1 и продольного F_2 направлений, проводя из точки S прямые, параллельные соответствующим сторонам предмета на горизонтальной проекции. Полученные точки ис-

пользуются при построении перспективы предмета (рис. 2.37, в). От положения картинной плоскости и линии горизонта зависит видимая форма предмета.

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 чер-

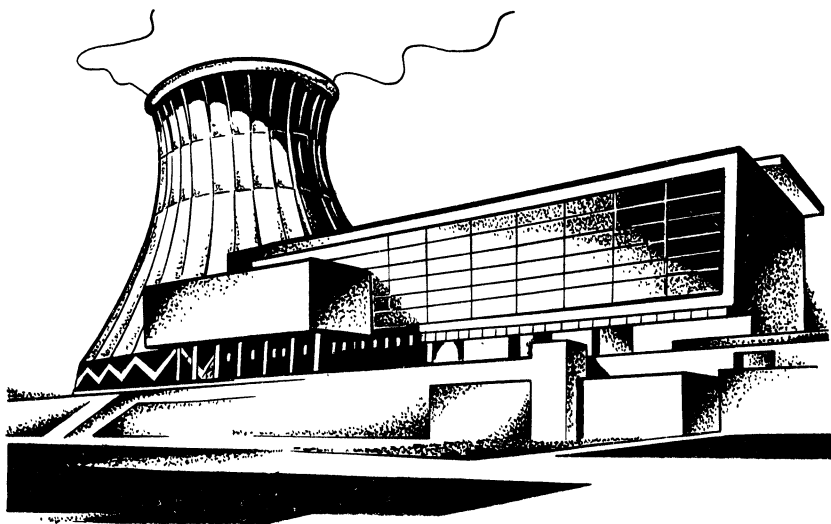


Рис. 2.38. Перспектива тепловой электростанции

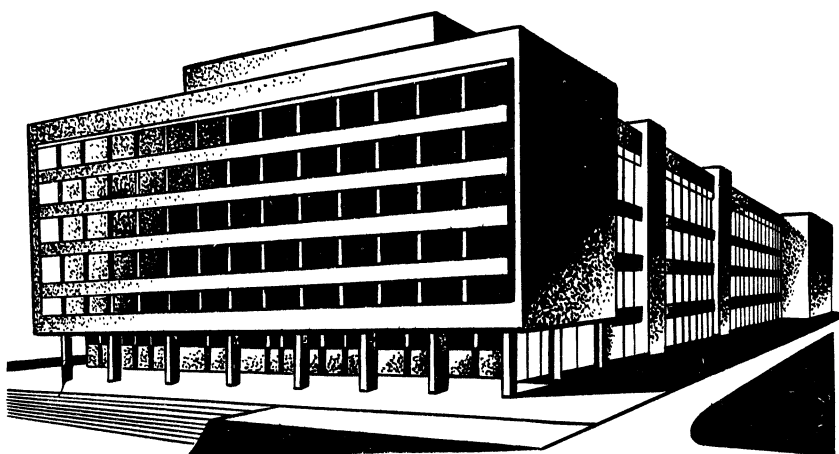


Рис. 2.39. Перспектива здания приборостроительного завода

теже являются искаженными. Аксонометрические наглядные изображения являются более простыми для построения, чем перспективные изображения.

Наиболее широко перспектива используется в строительных и архитектурных чертежах, где изображаемые предметы имеют значительную протяженность в пространстве и изо-

бражение 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

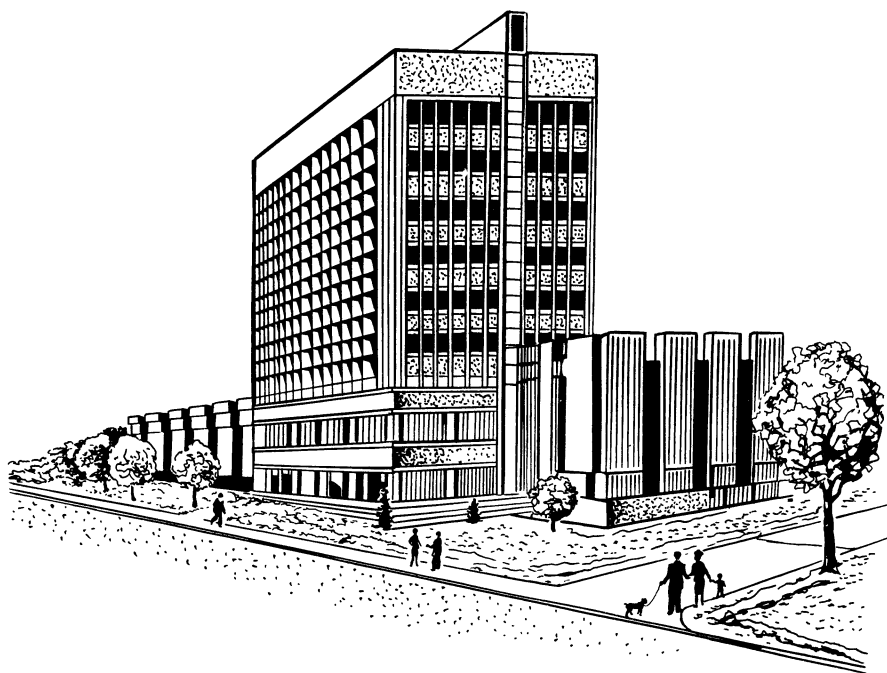


Рис. 2.40. Перспектива здания научно-исследовательского института

реальности изображения здания дополняются окружающими их предметами: соседней застройкой, растительностью, людьми и т. д. (рис. 2.40).

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 изображение наносят размеры. Особенно высокие требования к нанесению размеров предъявляются к чертежам рабочей конструкторской документа-

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

Графическое оформление размера на чертеже осуществляется при помощи 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. д.), то соответствующие размерные числа записывают с указанием единицы измерения.

Размерные и выносные линии выполняются 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 предмета. Минимальное расстояние от

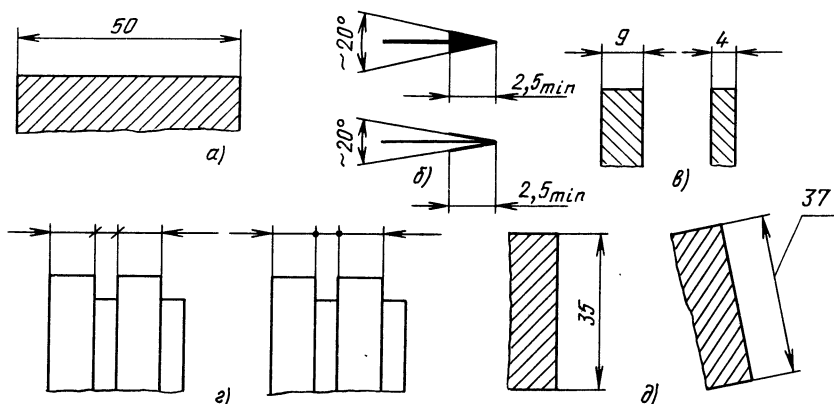


Рис. 2.41. Нанесение линейных размеров

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

При нанесении прямолинейного

размера размерную линию проводят параллельно измеряемому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным. При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят concentrically 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 размеров размерные числа помещают на полках-выносках (рис. 2.42,б). При нанесении размеров на аксонометрические проекции выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии — па-

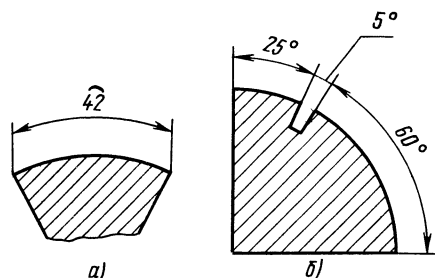


Рис. 2.42. Нанесение размеров дуги окружности (а) и угловых размеров (б)

Таблица 2.4. Нормальные линейные размеры, мм

Ряды				Дополнительные размеры	Ряды				Дополнительные размеры
Ra5	Ra10	Ra20	Ra40		Ra5	Ra10	Ra20	Ra40	
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	—	2,1	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	2,5	2,5	—	—	8,0	8,0	8,0	8,2
—	—	—	2,6	—	—	—	—	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	—

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, сборочные 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 $Ra\ 5$ следует предпочитать ряду $Ra\ 10$ и т. д.). Дополнительные линейные размеры, приведенные в табл. 2.4, допускается применять лишь в отдельных технически обоснованных 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 каж-

дого 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 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

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	—	—	—

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.

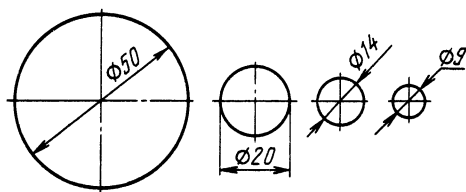


Рис. 2.43. Нанесение размеров диаметра окружности

В тех случаях, если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерными числами, определяющими диаметр или радиус сферы, допускается наносить слово «сфера» или знак \bigcirc (рис. 2.45).

Для обозначения квадрата используется 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 базов-

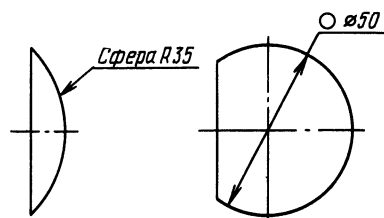


Рис. 2.45. Нанесение размеров сферы

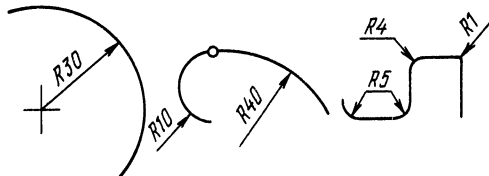


Рис. 2.44. Нанесение размеров радиуса

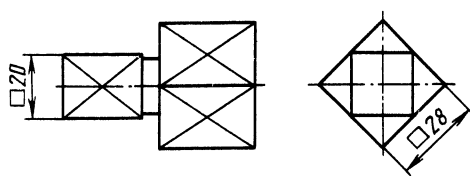


Рис. 2.46. Нанесение размеров квадрата

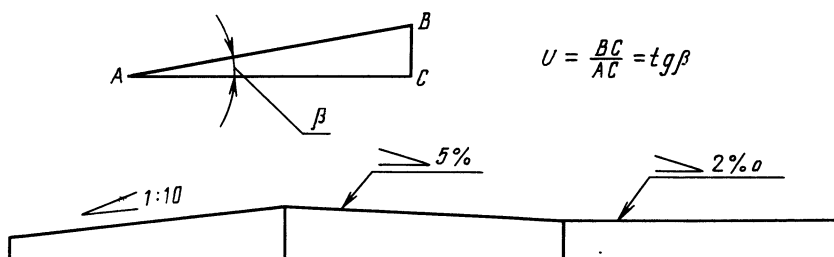


Рис. 2.47. Обозначение уклона

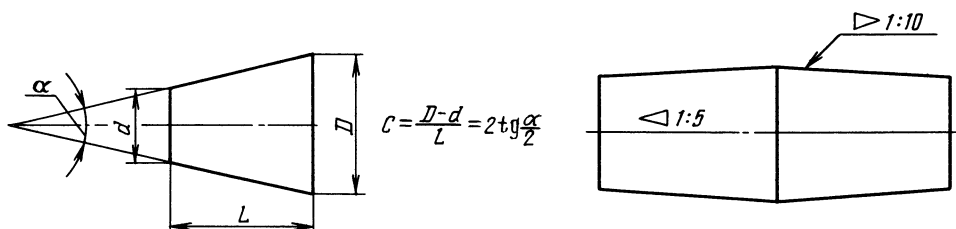


Рис. 2.48. Обозначение конусности

вой прямой или плоскости. Уклон представляет собой тангенс угла наклона и указывается в виде соотношения (1 : n), в процентах (%), в промиллях (‰). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносится знак <, 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 \triangleleft , 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 конус-

ностей: 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.

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-выносках. 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 офор-

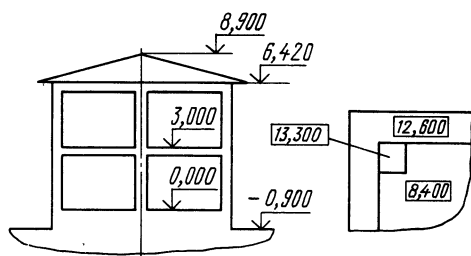


Рис. 2.49. Обозначение отметки уровня

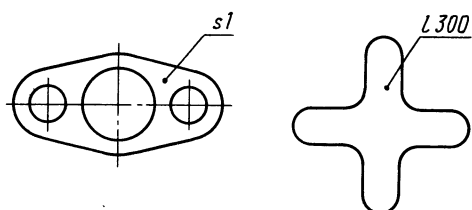


Рис. 2.50. Обозначение толщины и длины деталей

мляется 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	L, l
Ширина	B, b
Высота, глубина	H, h
Толщина (листов, стенок, ребер и т. д.)	s
Диаметр	D, d
Радиус	R, r
Межосевое и межцентровое расстояние	A, a
Шаг: винтовых пружин, болтовых соединений, заклепочных соединений и т. п., кроме зубчатых зацеплений и резьб	t
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 непосредственно 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. д.

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. д.);

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 изде-

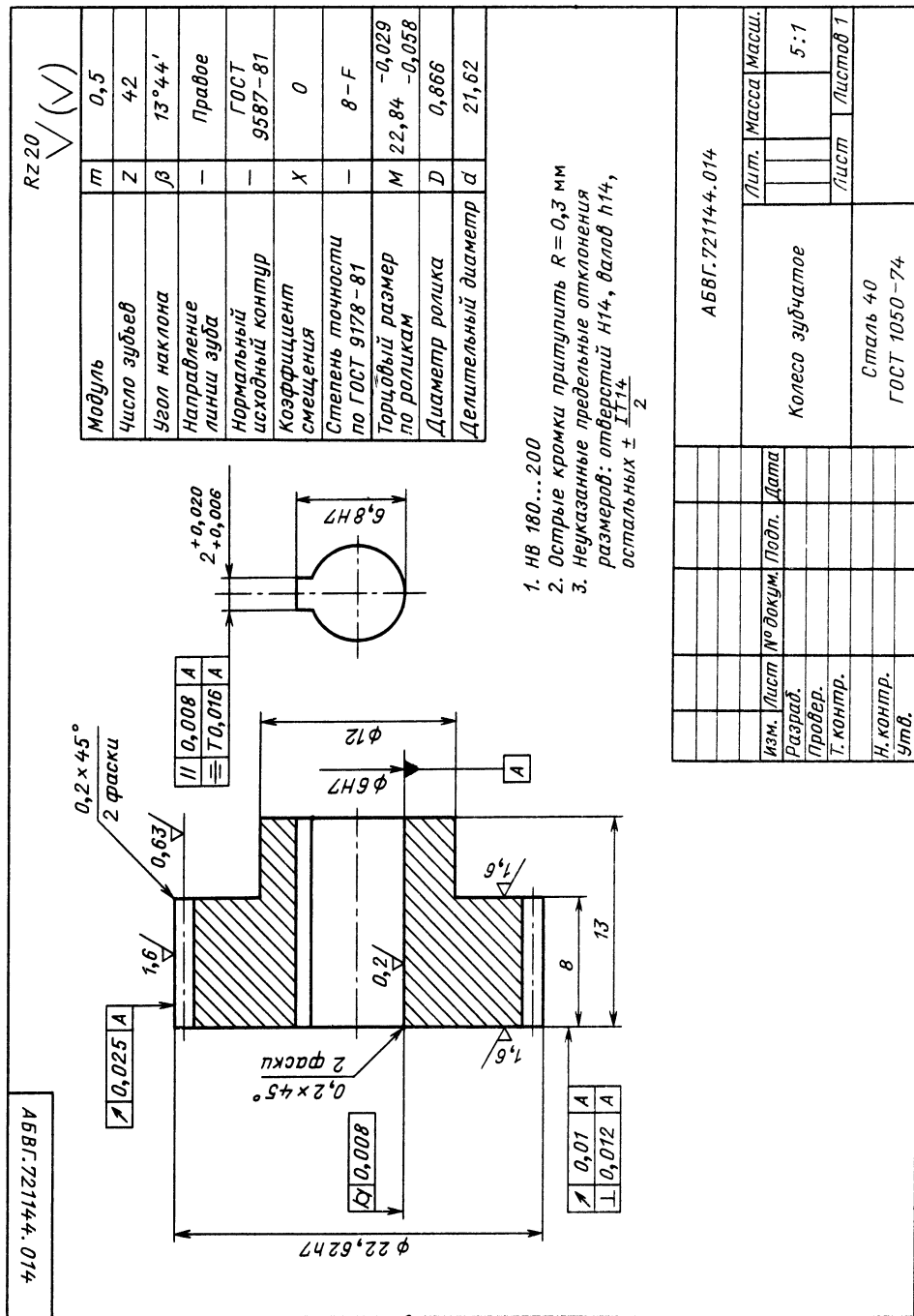


Рис. 2.51. Текстовая информация на чертеже

лий: бесшумность, виброустойчивость и т. д.;

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 характеристика». 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 коли-

честве 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. д. 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.

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

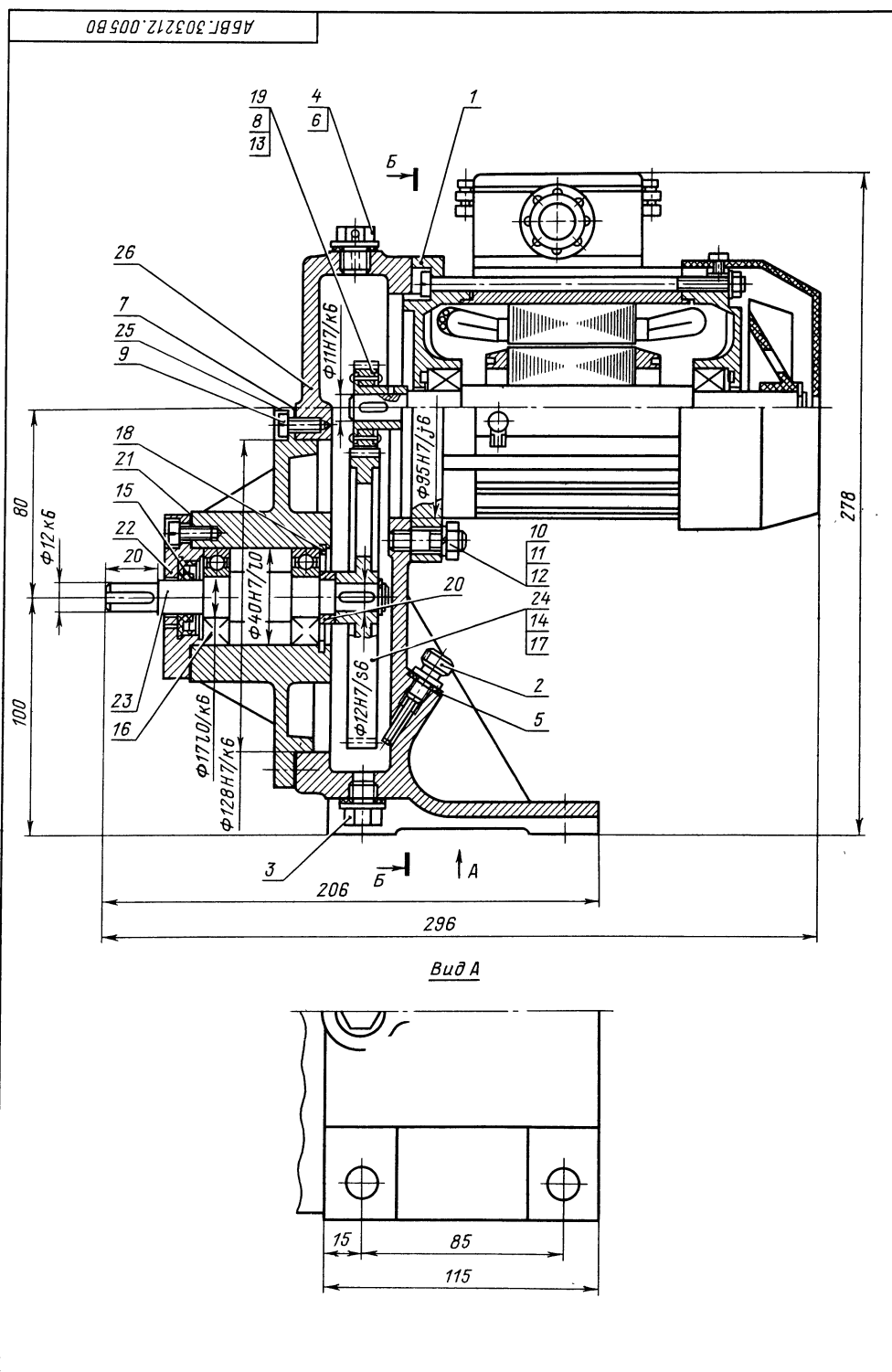
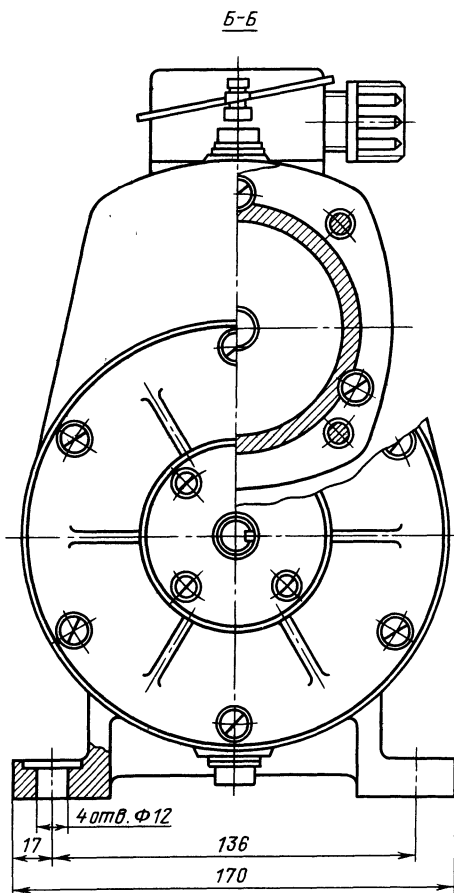


Рис. 3.1. Чертеж общего вида «Мотор-редуктор»



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·м

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. М3-6g 5.48		
		ГОСТ 1478-84	1	
9		Винт А. М6-6g x 12.48		
		ГОСТ 1491-80	10	
10		Гайка М8 x 6Н.5		
		ГОСТ 15521-70	4	
11		Шайба 8Л.65Г		
		ГОСТ 6402-70	4	
12		Шпилька М8-6g x 20.48		
		ГОСТ 22034-76	4	
		Шпонки		
		ГОСТ 23360-78		
13		4 x 4 x 16	1	
14		4 x 4 x 20	2	
15		Манжета Г.1-14 x 30-1		
		ГОСТ 8752-79	1	
16		Подшипник 203		
		ГОСТ 8338-75	2	
17		Кольцо 1А12 ГОСТ 13940-68		
18		Кольцо 1А40 ГОСТ 13941-68		
<u>Вновь разрабатываемые изделия</u>				
19	АБВГ.303711.005	Шестерня	1	$m=7$ $z=37$
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	$m=123$ $z=123$
25	АБВГ.725616.005	Крышка корпуса	1	
26	АБВГ.731245.005	Корпус	1	

					АБВГ.303212.005 В0		
Изм.	Лист	Нэдокум.	Подп.	Дата	Мотор-редуктор	Лит.	Масса
Разраб.	Вавилова					Т	Масшт.
Проб.	Сазанов				Чертеж общего вида		1:1
Т. контр.	Бодрова					Лист	Листов 1
Зав. отд.	Петров						
Н. контр.	Власова						
Утв.	Александров						

и анализ содержащийся 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 одноступенчатого зубчатого редуктора вертикального типа, выполненного заодно с асинхронным трехфазным электродвигателем.

Ведущая шестерня редуктора установлена на вал электродвигателя. Корпус электродвигателя скреплен с корпусом редуктора при помощи 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, указание 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);

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 (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 сле-

дующем 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. д.), в пределах каждой группы — в алфавитном порядке, в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначения стандартов, в пределах 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, установленными 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

(наносят 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. д.);

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. д.

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 25346-82 (СТ СЭВ 145-75) 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 качества (ГОСТ 25346-82), например: $18H7$, $12e8$.

Квалитет — совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров. Установлено 19 квалитетов: 01, 0, 1, 2, ..., 17. С увеличением номера квалитета уменьшается степень точности и увеличивается величина допуска.

Совокупность допусков вала и

отверстия образуют 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:

$$\varnothing 40 \frac{+0,025}{-0,009} \text{ или } \frac{-0,025}{-0,009}$$

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

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 25346-82.

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 взаим-

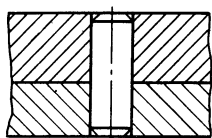


Рис. 3.2. Шрифтовое соединение

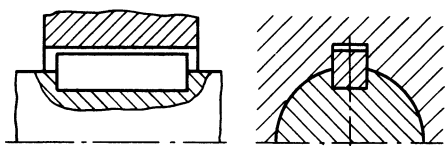


Рис. 3.3. Соединение призматической шпонкой

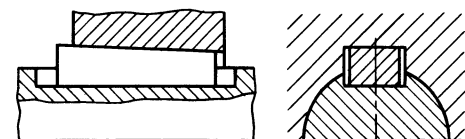


Рис. 3.4. Соединение клиновой шпонкой

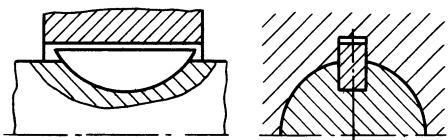


Рис. 3.5. Соединение сегментной шпонкой

ного 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 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 24071-80.

В конструкции мотор-редуктора (см. рис. 3.1) приняты соединения при помощи 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 прямобоочные (ГОСТ 1139-80), 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 прямобоочного профиля указание о поверхности центрирования, число и номинальные размеры зубьев (наружный и внутренний

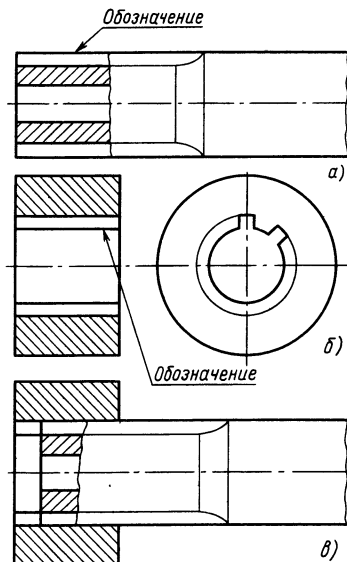


Рис. 3.6. Шлицевое соединение: а — шлицевой вал; б — шлицевая втулка; в — соединение шлицевых деталей

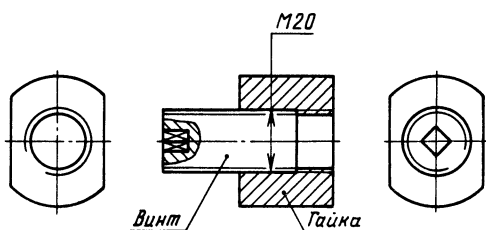


Рис. 3.7. Изображение резьбы

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 при помощи навинчивания осуществляется в том случае, если на их поверхности выполнена резьба.

Резьбы подразделяют на крепежные (неподвижное соединение) и ходовые (подвижное соединение). В качестве крепежных используют 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, а сплошными тонкими по наружному (наибольшему) (рис. 3.7).

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси, резьбу изображают дугой приблизительно в $3/4$ полной окружности, выполненной тонкой сплошной линией. Для стержня дуга проводится по внутреннему

диаметру резьбы, а для отверстия — по наружному (наибольшему) (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 входит буква М и номинальный диаметр резьбы. Для резьб с мелким шагом дополнительно указывают шаг. Левую резьбу обозначают буквами LH. Например, $M24 \times 2LH$ означает, что это метрическая резьба с номинальным диаметром 24 мм, 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 указывается квалитет и допуск резьбы гайки, а в знаменателе — винта. Например: $M36 \times 1,5 - 6H/6g$.

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 при помощи 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 кон-

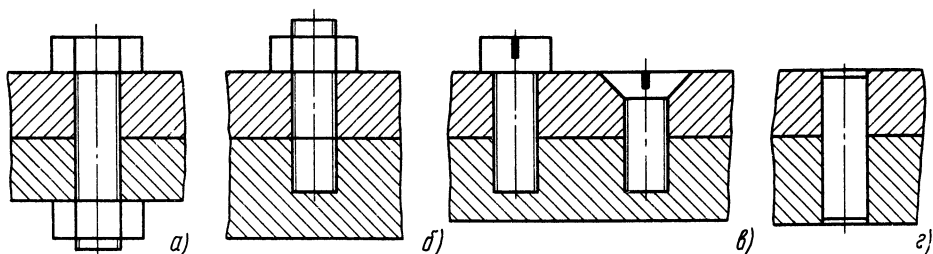


Рис. 3.8. Упрощенное изображение крепежных соединений:
а — болтовое; б — шпильчное; в — винтовое; г — штифтовое

структивным: с указанием зазоров, запасов резьбы, фасок и т. д. (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. д. (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 большое 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 (Н1), катет шва 5 мм ($\nabla 5$). 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

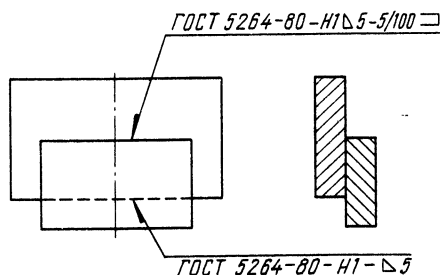


Рис. 3.9. Сварное соединение

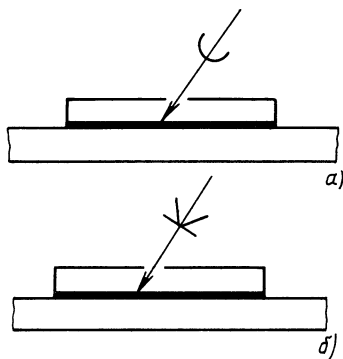


Рис. 3.10. Условные знаки для обозначения паяного (а) и клееного (б) соединений

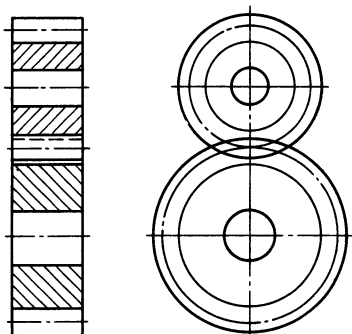


Рис. 3.11. Условное изображение зацепления цилиндрическими зубчатыми колесами

(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 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

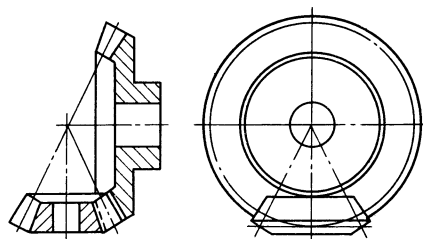


Рис. 3.12. Условное изображение зацепления коническими зубчатыми колесами

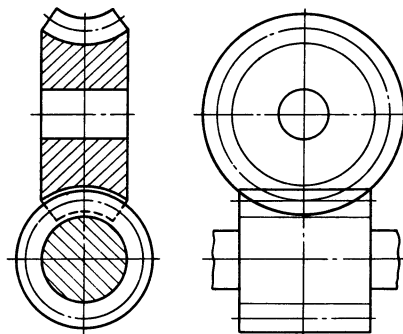


Рис. 3.13. Условное изображение червячного зацепления

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 воспринимае-

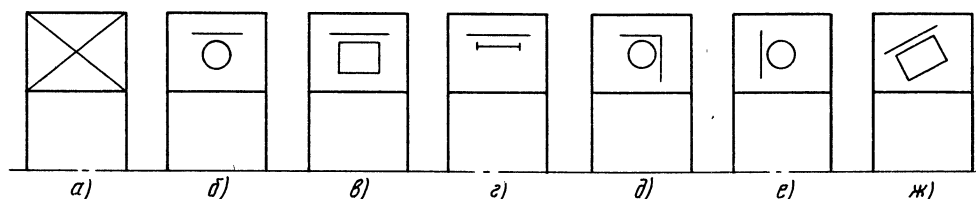


Рис. 3.14. Условное изображение подшипников качения:

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

мой 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 сплошными основными линиями по контуру в соответствии с его конфигурацией. Сплошными тонкими линиями проводят диагонали. Допускается совмещать половину разреза подшипника (относительно оси вращения) с контурными 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 (см. рис. 1.3).

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

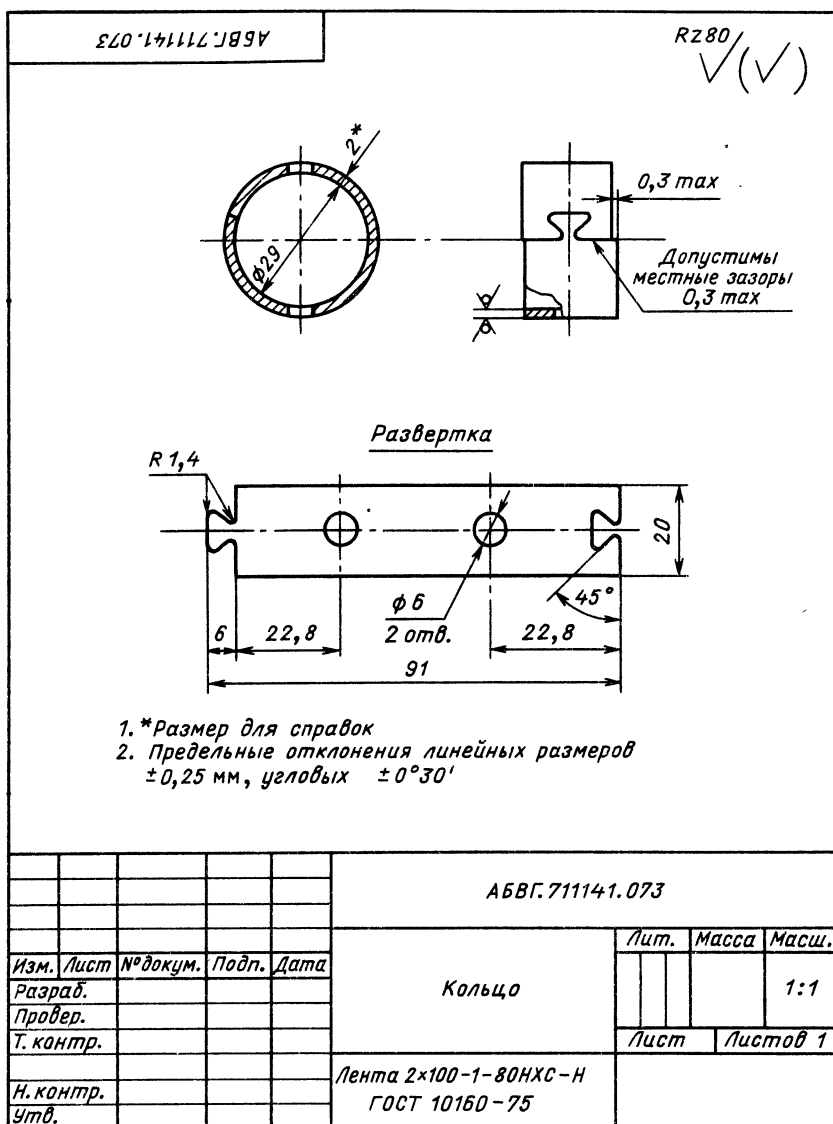


Рис. 3.15. Использование развертки на чертежах

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 конструкции, при изготовлении и при измерении называются базами. Соответственно различают кон-

структорские, технологические и измерительные базы.

Поверхности и оси, которые определяют расположение деталей и узлов в сборочной единице и от которых зависит качество работы конструкции, составляют совокупность конструкторских баз.

На рис. 3.16 представлен ведомый вал мотор-редуктора. На вал насаживаются шариковые подшипники и



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

Если требуется на чертеже указать размер, который является замы-

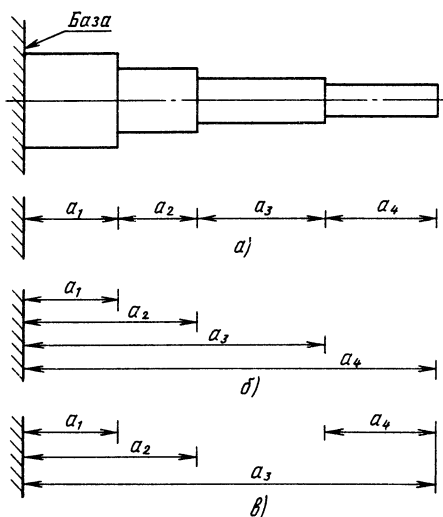


Рис. 3.17. Схемы простановки размеров:
а — цепная; б — координатная; в — комбинированная

кающим 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).

При большом количестве однотипных элементов детали, неравномерно расположенных на поверхности, допускается указывать их размеры и координаты расположения в сводной таблице. Обозначение однотипных элементов производится



Рис. 3.18. Условные знаки для обозначения групп отверстий

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 25346-82, или числовыми значениями.

По ГОСТ 25346-82 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 при помощи условных обозначений — см. рис. 1.2, 2.51, 3.16.

При записи предельных отклонений числовыми значениями верхние отклонения помещают над нижними. Предельные отклонения, равные нулю, не указывают: $50 \pm 0,02$; $40 \begin{smallmatrix} 0,135 \\ -0,215 \end{smallmatrix}$; $30 \begin{smallmatrix} 0,12 \\ -0,02 \end{smallmatrix}$. При симметричном допуске предельные 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: $30H7 \begin{smallmatrix} +0,021 \\ -0,017 \end{smallmatrix}$, $20d9 \begin{smallmatrix} 0,065 \\ -0,117 \end{smallmatrix}$.

Допускается числовые значения предельных отклонений указывать

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

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: от-

верстий 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

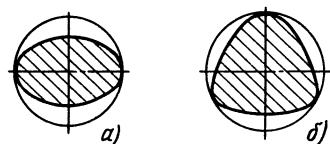


Рис. 3.21. Отклонение от цилиндричности в поперечном сечении:
а — овальность; б — огранка

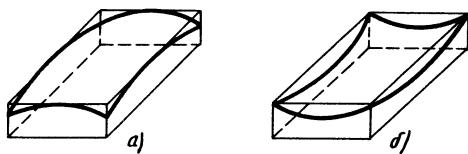


Рис. 3.19. Отклонение от плоскостности:
а — выпуклость; б — вогнутость

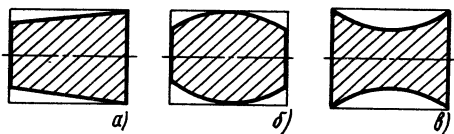


Рис. 3.20. Отклонение от цилиндричности в осевом сечении:
а — конусообразность; б — бочкообразность; в — вогнутость

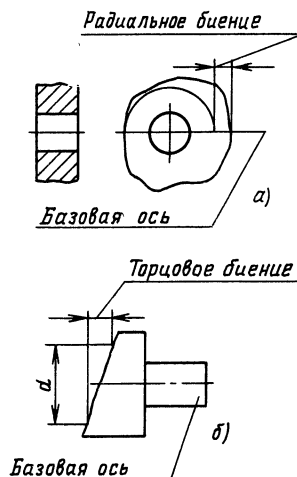


Рис. 3.22. Радиальное (а) и торцовое (б) биение

параллельности, от перпендикулярности, от соосности и т. д.

Совместные погрешности формы и расположения могут вызвать радиальное и торцовое биение (рис. 3.22), отклонение формы 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 миллиметрах, в третьей и последующих — буквенное обозначение базы (см. рис. 2.51, 3.16).

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

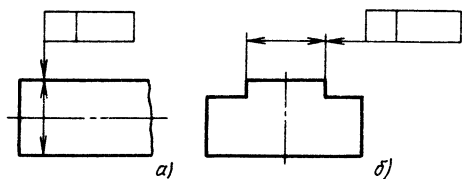


Рис. 3.23. Нанесение допуска формы и расположения оси (а) или плоскости (б) симметрии

Т а б л и ц а 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	≡
	Позиционный допуск	⊕
	Допуск пересечений осей	×
	Суммарные допуски формы и расположения	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск торцового биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцового биения	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	

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 симмет-

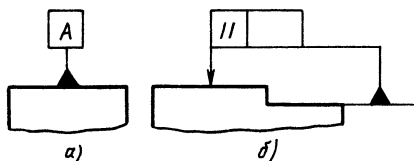


Рис. 3.24. Обозначение базовой поверхности: *а* — на контуре детали; *б* — на выносной линии

рии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии (см. рис. 2.51, 3.16).

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;
- Rmax* — наибольшая высота профиля;
- Sm* — средний шаг неровностей;
- S* — средний шаг местных выступов профиля;

tp — 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 $H = (1,5...3) h$. Толщина линий знаков приблизительно равна половине толщины основной линии на чертеже. Допускается применять

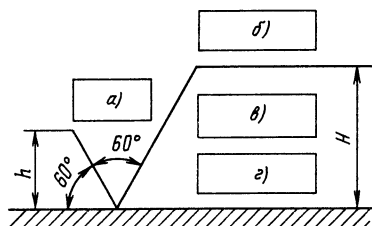


Рис. 3.25. Обозначение шероховатости на чертеже:

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

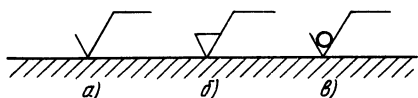


Рис. 3.26. Условное обозначение вида обработки:

a — вид обработки не установлен; *б* — обработка с удалением слоя материала; *в* — обработка без удаления слоя материала или обработка по данному чертежу не производится

условное обозначение вида обработки (рис. 3.26, *a—в*). В обозначении шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак по рис. 3.26, *a*. Поверхности, обрабатываемые с удалением слоя материала (точением, фрезерованием и т. д.) применяют знак, изображенный на рис. 3.26, *б*. Поверхности, обрабатываемые без удаления слоя материала (литьем, ковкой, штамповкой и т. д.), 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 по 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 в тех случаях, когда он является

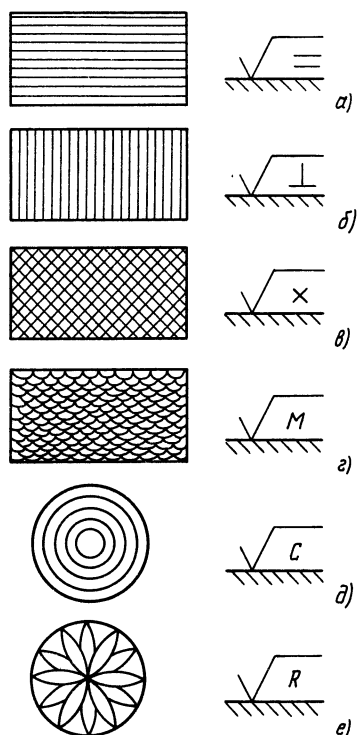


Рис. 3.27. Условные обозначения направления неровностей:

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



Рис. 3.28. Пример обозначения шероховатости на чертежах

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.

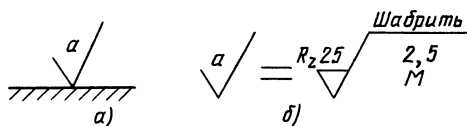


Рис. 3.29. Упрощенное обозначение шероховатости на чертеже:
а — на изображении; б — разъяснение в технических требованиях

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

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, а (см. рис. 2.27, 2.51, 3.16).

Правила нанесения на чертежи изделий покрытий (защитных, декоративных, электроизоляционных и т. д.), 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 выполне-

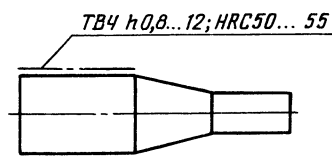


Рис. 3.30. Нанесение показателей свойств материалов

ния 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, просят размеры, определяющие положение поверхности, и делают запись в технических требованиях «Покрытие поверхности А...» (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 выноской со знаками маркирования или клеймения (рис. 3.31). Указание о маркировании и клеймении помещают в технических требованиях под соответствующим пунктом.

На чертежах деталей приводят

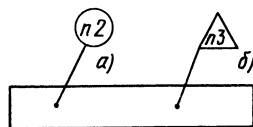


Рис. 3.31. Указание о маркировании (а) и клеймении (б)

Т а б л и ц а 3.3. Условные обозначения материалов

Наименование материала	Условные обозначения
Углеродистая сталь обыкновенного качества (ГОСТ 380-71) марки Ст5	Ст5 ГОСТ 380-71
Сортовой прокат углеродистой стали обыкновенного качества (ГОСТ 539-80) марки Ст5, круглого профиля диаметром 30 мм (сортамент по ГОСТ 2590-71)	Круг $\frac{30 \text{ ГОСТ 2590-71}}{\text{Ст5 ГОСТ 539-80}}$
Углеродистая качественная конструкционная сталь (ГОСТ 1050-74) марки 35	Сталь 35 ГОСТ 1050-74
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 2060-73) круглого сечения диаметром 10 мм, латунь марки Л60	Пруток Л60 кр. 10 ГОСТ 2060-73
Алюминиевый литейный сплав (ГОСТ 2685-75) марки АЛ4	Алюминий АЛ4 ГОСТ 2685-75
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 неплоскостностью класса 1, с покрытием вида М, с коэффициентом заполнения группы Б, марки 3411	Лист 0,50×750×1500 Н-1-М-Б-3411 ГОСТ 21427.1-75
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
Сталь электротехническая нелегированная ленточная (ГОСТ 3836-83) холоднокатаная нормальной точности (Н) по толщине и ширине, обрезаемая нагартованная, толщиной 1,0 мм, шириной 15 мм, с размерами и предельными отклонениями по ГОСТ 503-81, марки 20880, 2-й группы поверхности	Лента $\frac{Н-1,0 \times 15 \text{ ГОСТ 503-81}}{20880-2 \text{ ГОСТ 3836-83}}$
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

Наименование материала	Условные обозначения
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), 1-го сорта, толщиной 0,60 мм, в листах, черного цвета	Фибра ФЭ лист 0,6 1 с, черная ГОСТ 14613-83
Слюда обрезаемая мусковит (ГОСТ 13753-86) марки СМОЩ (слюда обрезаемая 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 спеченный материал (ГОСТ 21559-76) марки КС37	Материал КС37 ГОСТ 21559-76

сведения о материале, из которого изготавливается деталь.

Обозначения материалов разделяются на графические и условные текстовые. Графические обозначения используются на изображениях изделий (см. рис. 2.29). Графические обозначения делают изображение более образным и информативным. Однако они не могут дать полную информацию о материале, требующуюся для изготовления. 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 обозначение материала должно входить обозначение стандарта или технических условий на этот материал, кото-

рое записывают после всех признаков материала. Допускается перенести 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.

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. д. — 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. д.

В современном машиностроении наибольшее применение имеют чугун, сталь, бронза, латунь, алюминий, неметаллические материалы.

В электротехнической промышленности кроме отмеченных кон-

струкционных 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».

3.3. Спецификация и сборочный чертеж

Спецификация и сборочный чертеж 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, комплектования конструкторских документов, планирования запуска изделий в производство.

Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2.108-68. Спецификацию составляют

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Основная надпись по ГОСТ 2.104-68

Рис. 3.32. Форма спецификации

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 единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты.

В зависимости от состава изделия некоторые разделы в спецификации могут отсутствовать. Спецификация изделия «Мотор-редуктор» (рис. 3.33 и 3.34) представлена разделами «Документация», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Материалы». Так как в конструкции «Мотор-редуктора» (см. рис. 3.1) не предусмотрены комплексы, комплекты и нестандартные изделия, примененные по техническим условиям (прочие изделия), то соответствующие разделы в спецификации отсутствуют.

Конструкторские документы на изделие в раздел «Документация» записывают в последовательности, в которой они перечислены в ГОСТ 2.102-68 (см. табл. 1.2).

Примеры последовательности заполнения раздела «Документация» — см. рис. 3.33 и 3.35.

В разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» запись указанных изделий производят в порядке возрастания цифр, входящих в классификационную характеристику изделия. Сборочная единица «Шестерня», занесенная в спецификацию изделия «Мотор-редуктор» (см. рис. 3.33), имеет классификационную характеристику 303711, поэтому в спецификации она записана раньше, чем сборочная единица «Электродвигатель», у которой классификационной характеристикой является сочетание 521721. В такой же последовательности вписаны в спецификацию детали. Детали с одина-

ковой 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 в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

Изделия, примененные по государственным, республиканским, 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 государственным стандартам, затем — по республиканским, отраслевым и стандартам предприятий (рис. 3.36 поз. 19...22).

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 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

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			АБВГ.303212.005 СБ	Сборочный чертеж		
A1			АБВГ.303212.005 В0	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	2		АБВГ.521721.003	Электродвигатель	1	$N=$ $0,18 \text{ кВт,}$ $n=1500$ $об/мин$
				4ААМ56У3		
				<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	$m=1$ $Z=123$
A3	9		АБВГ.725616.005	Крышка корпуса	1	
A2	10		АБВГ.731245.005	Корпус	1	
A4	11		АБВГ.753125.002	Пробка	1	
A4	12		АБВГ.753126.003	Пробка – отдушина	1	
A4	13		АБВГ.754152.002	Прокладка	1	
A4	14		АБВГ.754153.002	Прокладка	2	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<div>АБВГ.303212.005</div> <div>Мотор-редуктор</div>	
Разраб.						
Проб.						
Н. контр.						
Утв.					<div>Лит.</div> <div>Лист</div> <div>Листов</div> <div></div> <div>1</div> <div>2</div>	

Рис. 3.33. Спецификация изделия «Мотор-редуктор»

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 1491-80		
		10		В. М2,5-6g x 6,36.016	4	
		11		В. М3-6g x 8,36.016	22	
		12		В. М3-6g x 10,36.016	2	
		13		Гайка М3-6Н.5.016		
				ГОСТ 5927-70	24	
		14		Заклепка 2 x 8.37.10		
				ГОСТ 10299-80	2	
				Шайбы ГОСТ 6402-70		
		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	Х3, Х4, Х6
		20		Г 1,6 ч	2	Х5, Х7
		21		Планка ОСТ...	1	
		22		Стойка ОСТ...	2	П5, П6
				<u>Прочие изделия</u>		
		23		Конденсатор... ТЧ	1	С1
		24		Тумблер декоративный		
				... ТЧ	2	С1, С3
						Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.411237.037	

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

обозначение зоны чертежа, в которой находится номер позиции составной части;

в) в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации. В разделах «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют;

в) в графе «Обозначение» указывают обозначение конструкторских документов и изделий в соответствии с ГОСТ 2.201-80 (см. § 1.4). В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» 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 проконтролированы 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.

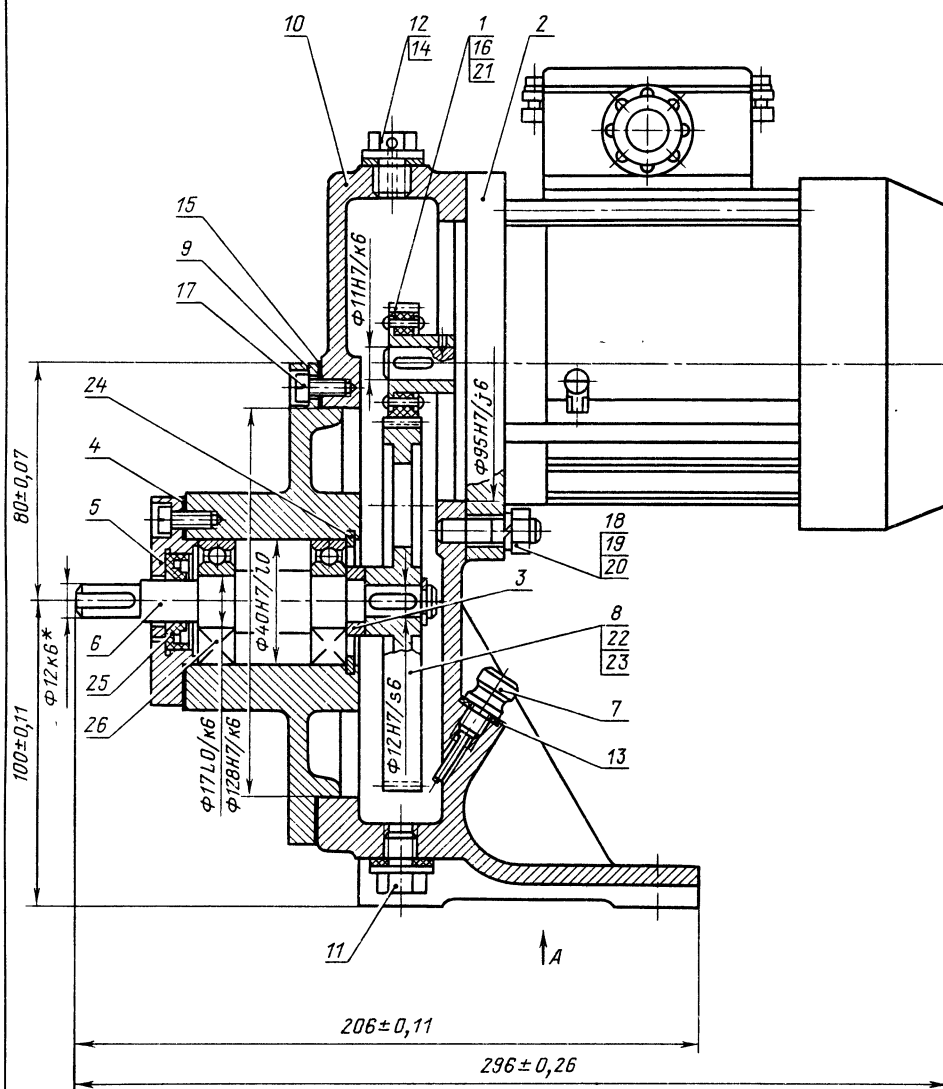
На чертеже приведены размеры и предельные отклонения, которые выполняются по данному чертежу. Имеются указания о посадках цилиндрических деталей, которые выполняются в процессе сборки.

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).

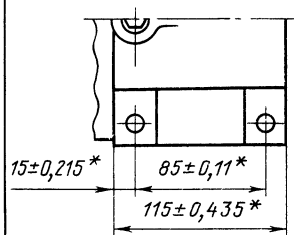
Установочные, габаритные и присоединительные размеры изделия показаны на габаритном чертеже (рис. 3.39), который предназначен для того, чтобы дать исчерпывающую информацию о внешних очертаниях предмета. Установочные и присоединительные размеры изделия на габаритном чертеже должны быть указаны с предельными 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 других стандартов ЕСКД. Изображения различных видов соединений, типо-



Вид А М2:1

* Размеры для справок



					АБВГ.303212.005 СБ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Мотор-редуктор	Лит.	Масса
Разраб.					Сборочный чертеж	0	
Проб.							
Т контр.							
Зав отб.							
Н контр.						Лист	Листов 1
Утв.							

Рис. 3.38. Оформление сборочного чертежа

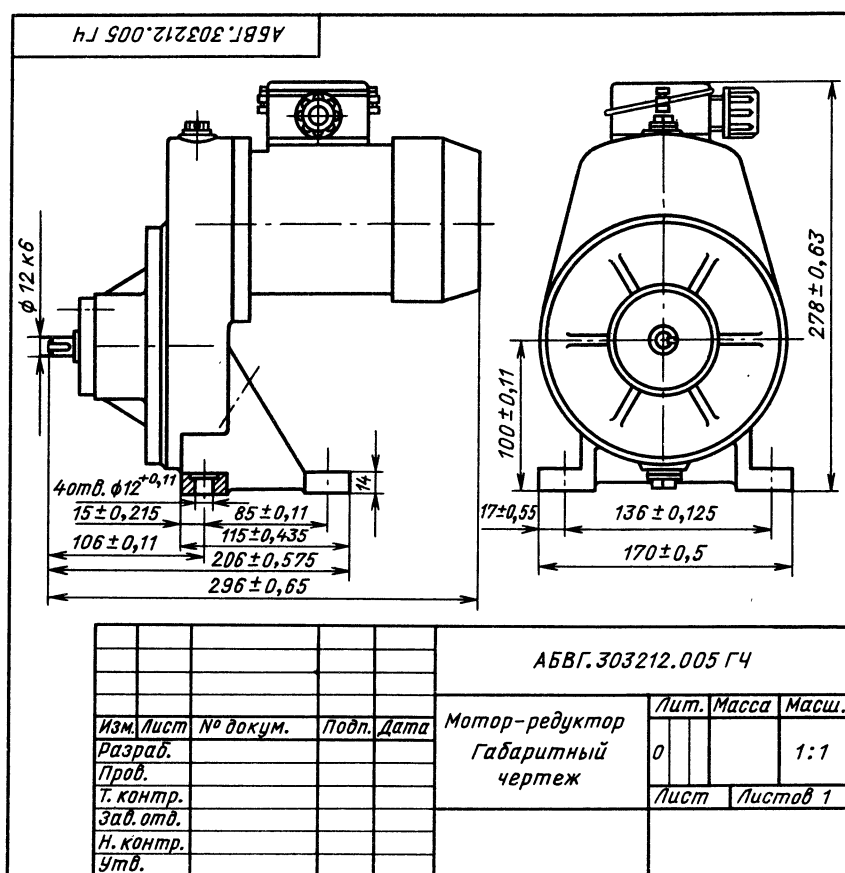


Рис. 3.39. Оформление габаритного чертежа

вых 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 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

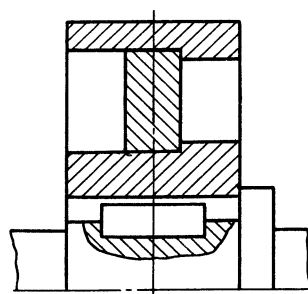


Рис. 3.40. Сварная сборочная единица на сборочном чертеже

АБВГ.303432.007

* Размеры для справок

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	наименование	Кол.	Примечание
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	АБВГ.304132.007	Втулка направляющая	1	
				<u>Детали</u>		
		2	АБВГ.711141.007	Втулка отводки	2	
		3	АБВГ.711151.007	Чашка	1	
		4	АБВГ.712241.007	Кольцо запорное	2	
		5	АБВГ.753511.007	Пружина цилиндрическая	1	
		6	АБВГ.753521.007	Пружина коническая	1	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Рис. 3.41. Совмещение спецификации со сборочным чертежом

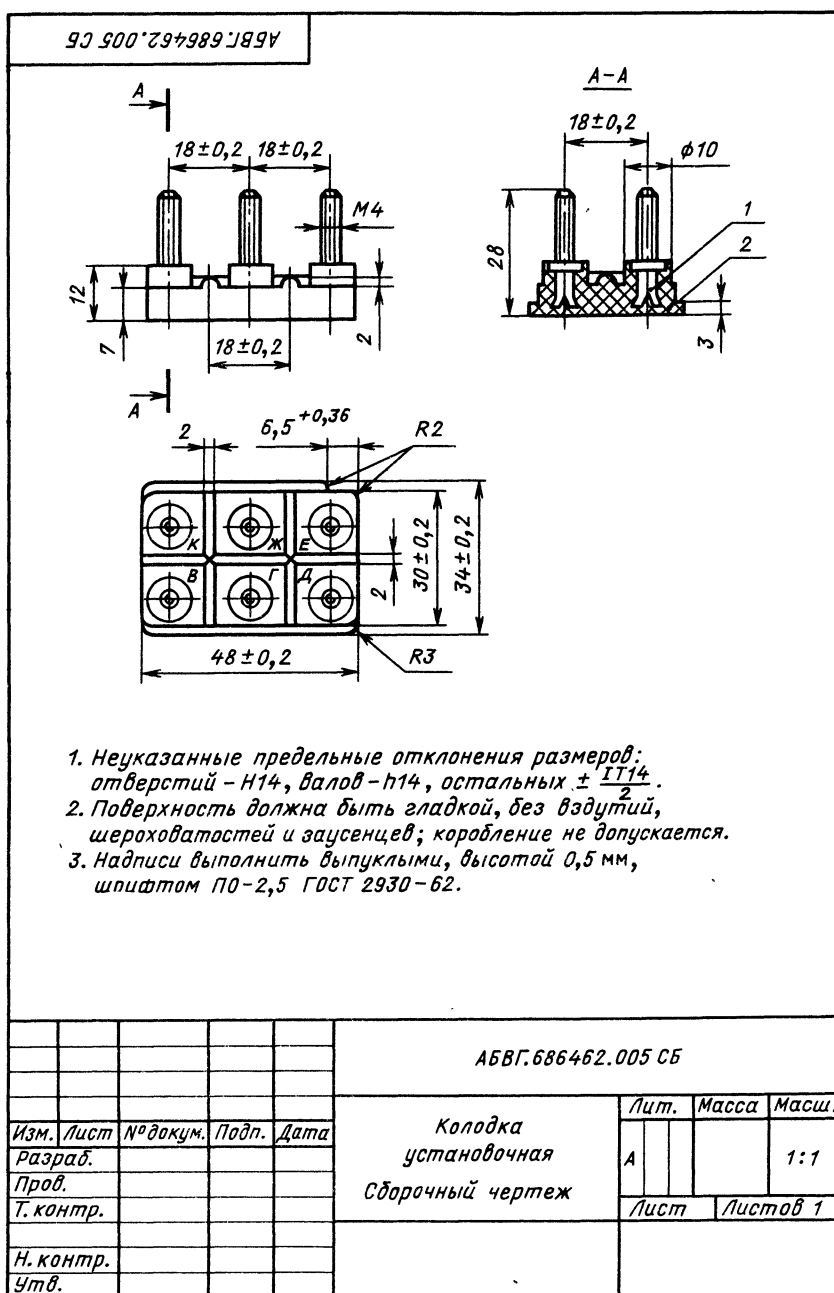


Рис. 3.42. Сборочная единица «Колодка установочная»

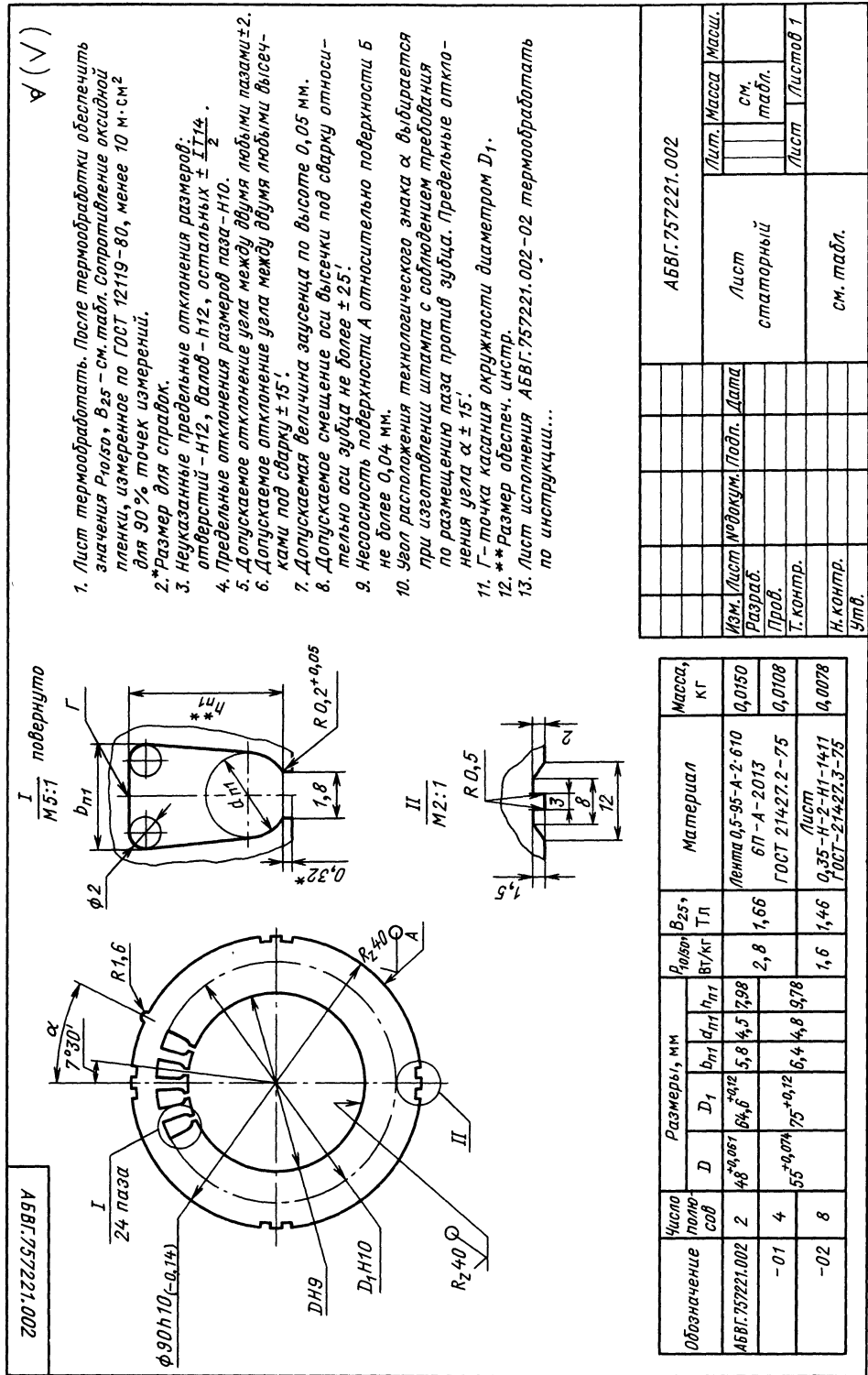


Рис. 3.44. Оформление группового чертежа детали

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 исполнений этого изделия приводятся в документе 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 со-

ответствующими стандартами. Конкретные номинальные значения этих размеров и их предельные отклонения следует указывать в таблице исполнений (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.

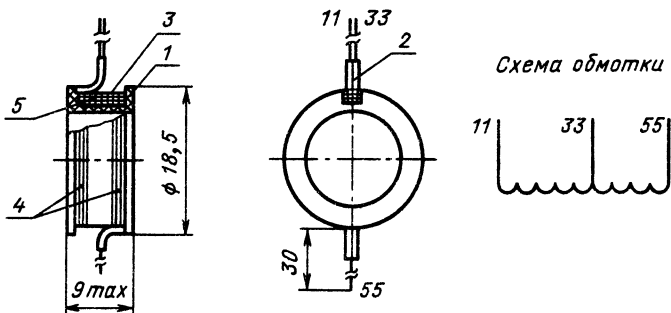
В первую графу таблицы исполнений вносятся обозначения исполнений. Обозначение исполнения состоит из базового обозначения и порядкового номера исполнения. Порядковый номер отделяют от базового обозначения знаком дефис, например АБВГ. 538644. 012-03 (третье исполнение изделия с обозначением АБВГ. 538644. 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 т. п. параметры (рис. 3.45).

Переменные исполнения, которые имеют отличия по форме, должны быть показаны на изображениях. Изображения, относящиеся к одному исполнению, следует рассматривать как самостоятельный рисунок с присвоением порядкового номера: «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

АБВГ.685441.007 СБ



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 внавал.
2. Нумерация выводов показана условно.

					АБВГ.685441.007 СБ			
					Катушка Сборочный чертёж	Лит.	Масса	Масш.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				2:1
Разраб.								
Пров.								
Т. контр.						Лист	Листов 1	
Н. контр.								
Утв.								

Рис. 3.45. Оформление группового сборочного чертежа

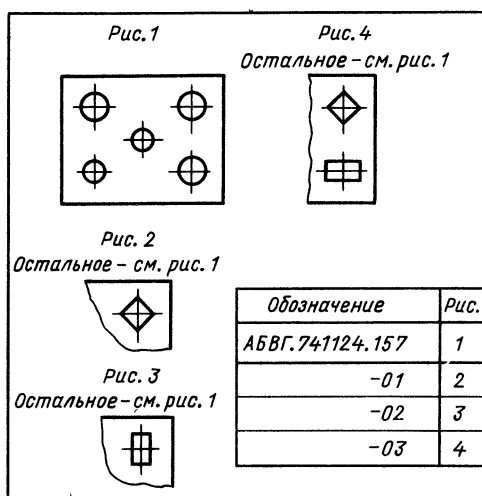


Рис. 3.46. Изображение исполнений на групповом чертеже

раздел с переменными данными. Такую спецификацию выполняют по правилам ГОСТ 2.108-68 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 раздельно 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 тонкими линиями и условно обозначена поз. 8 — переменная часть изделия.

Необходимость обозначения переменной части номером позиции объясняется тем, что в технических тре-

бованиях 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 2.108-68.

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 (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.

[illegible]

Рис. 3.48. Оформление групповой спецификации (окончание)

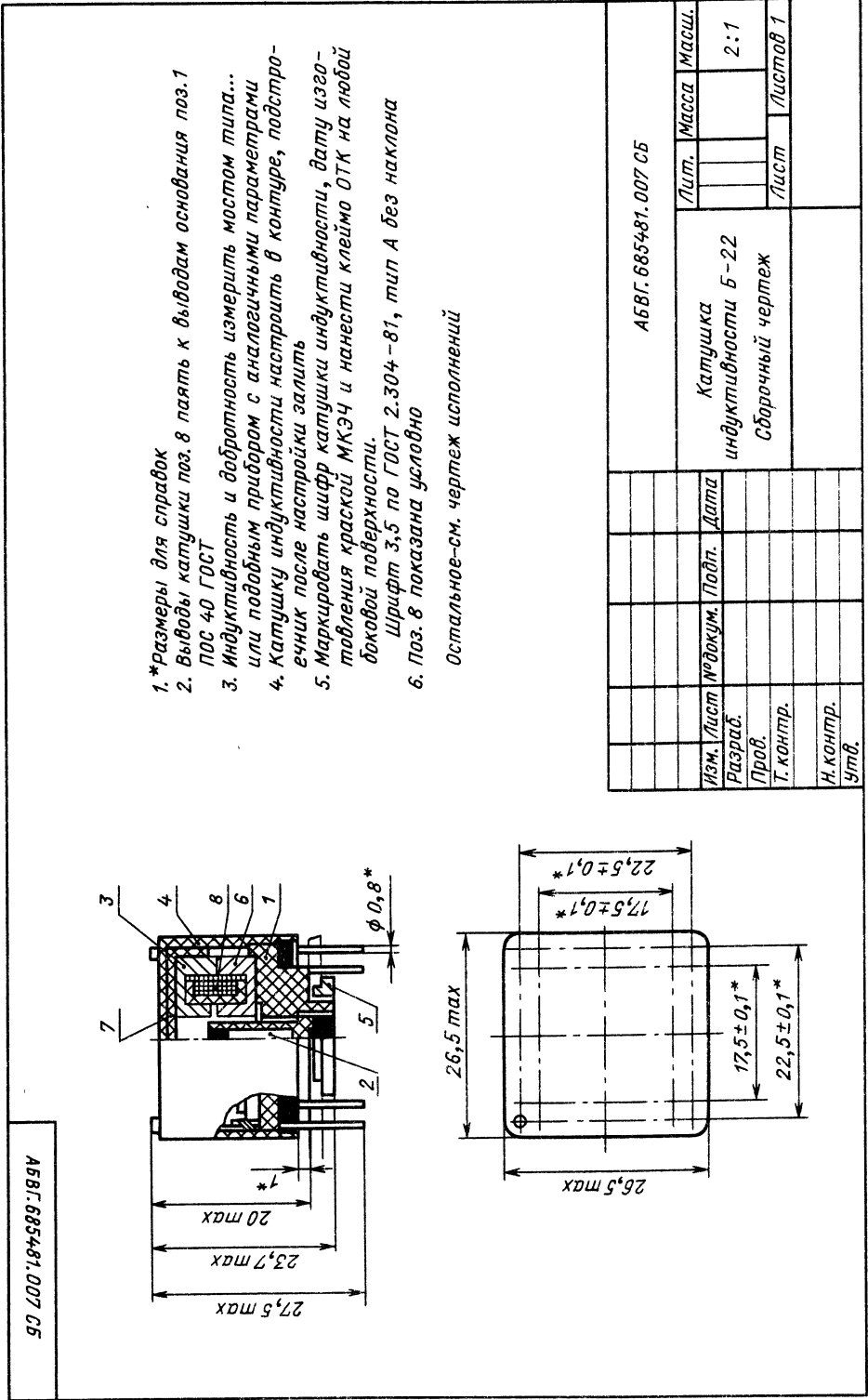


Рис. 3.49. Оформление базового сборочного чертежа

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			АБВГ.685481.007 СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
А3		1	АБВГ.685711.007	Основание	1	
А3		2	АБВГ.685821.007	Подстроечник	1	
				<u>Детали</u>		
А4		3	АБВГ.711821.007	Чашка	1	
А4		4	АБВГ.757617.007	Корпус	1	
		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... 15×15	1	
			Остальное –	см. спецификацию		
			исполнений			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.685481.007	
Разраб.					Катушка индуктивности Б-22	
Пров.						
Н. контр.						
Утв.						
					Лит.	Лист
						Листов
						1

Рис. 3.50. Оформление базовой спецификации

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 2.108-68.

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). 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 2.751-85 (рис. 4.3), штепсельные разъемы, наконечники — прямоугольником.



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

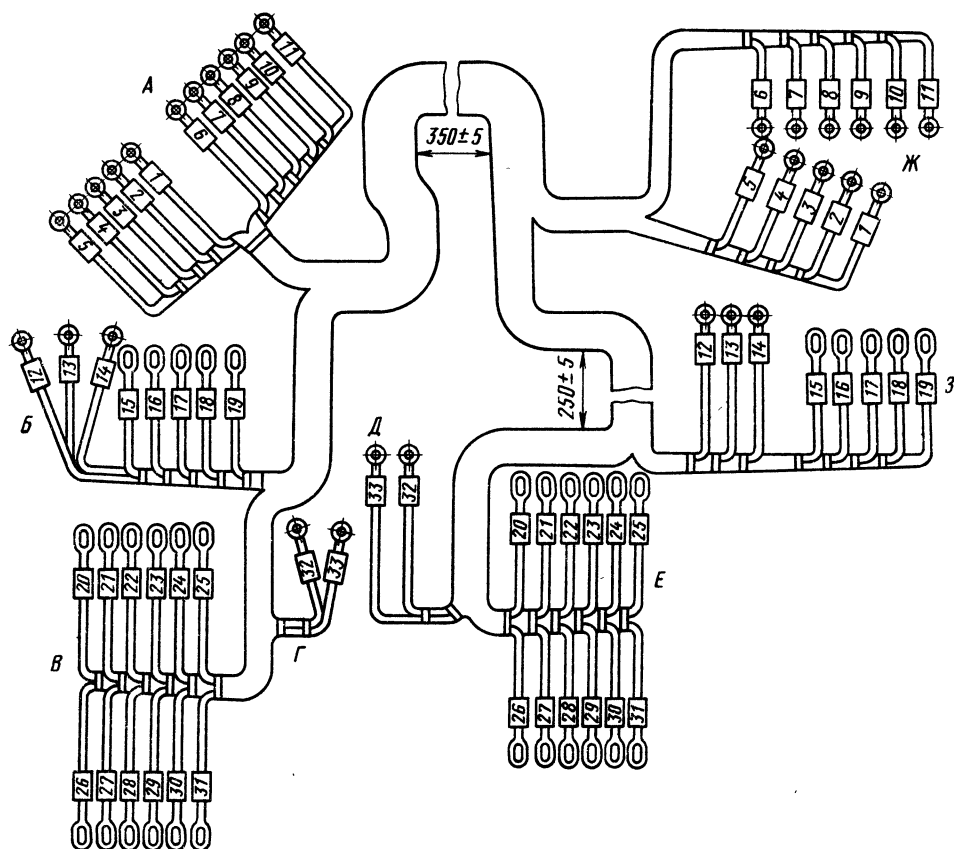


Рис. 4.2. Упрощенное изображение жгута

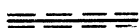


Рис. 4.3. Условное изображение экранированного проводника

На чертеже жгута (кабеля) должны быть помещены сведения о присоединении проводников. Поэтому для каждого проводника указывают цифровое обозначение, присвоенное ему на чертеже для электромонтажа или на электрической схеме. Обозначение проводника наносят около обоих концов 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 обозначения, 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 указывается 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

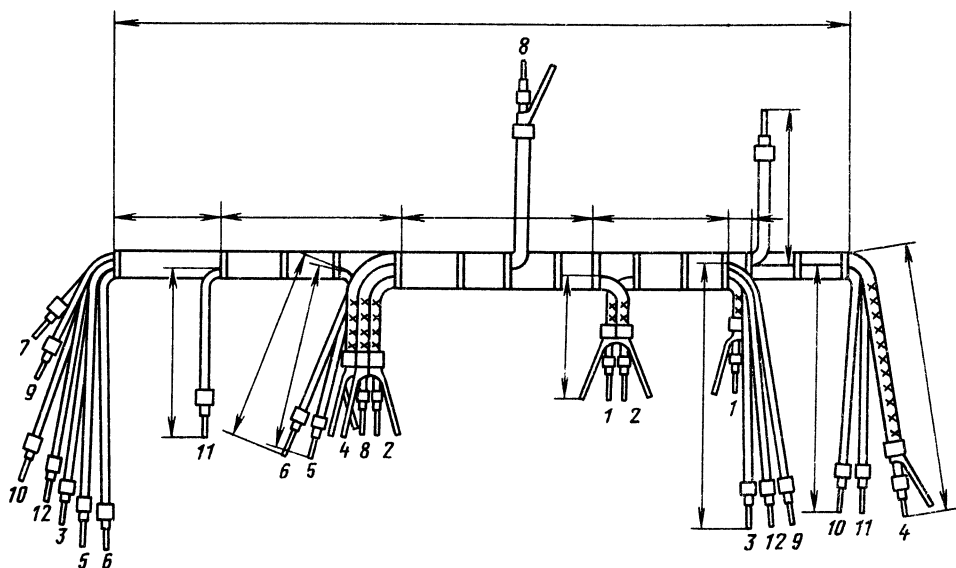


Рис. 4.4. Изображение жгута с размерами и обозначениями проводников

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 последующих листах сборочного чертежа (рис. 4.8).

Для жгутов и кабелей радиоэлектронной промышленности сведения о присоединениях проводов удобно указывать на схеме соединений, выполненной на поле чертежа. 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. Расстояние между линиями, изображающими электрические связи, выбираются в пределах 8...10 мм. Разъемы, одинаковые наконечники и т. п. изображают разнесенным способом. Контакты соединяют сплошной тонкой линией, на концах которой указывают буквенно-цифровые позиционные обозначения соединительных устройств, присвоенные

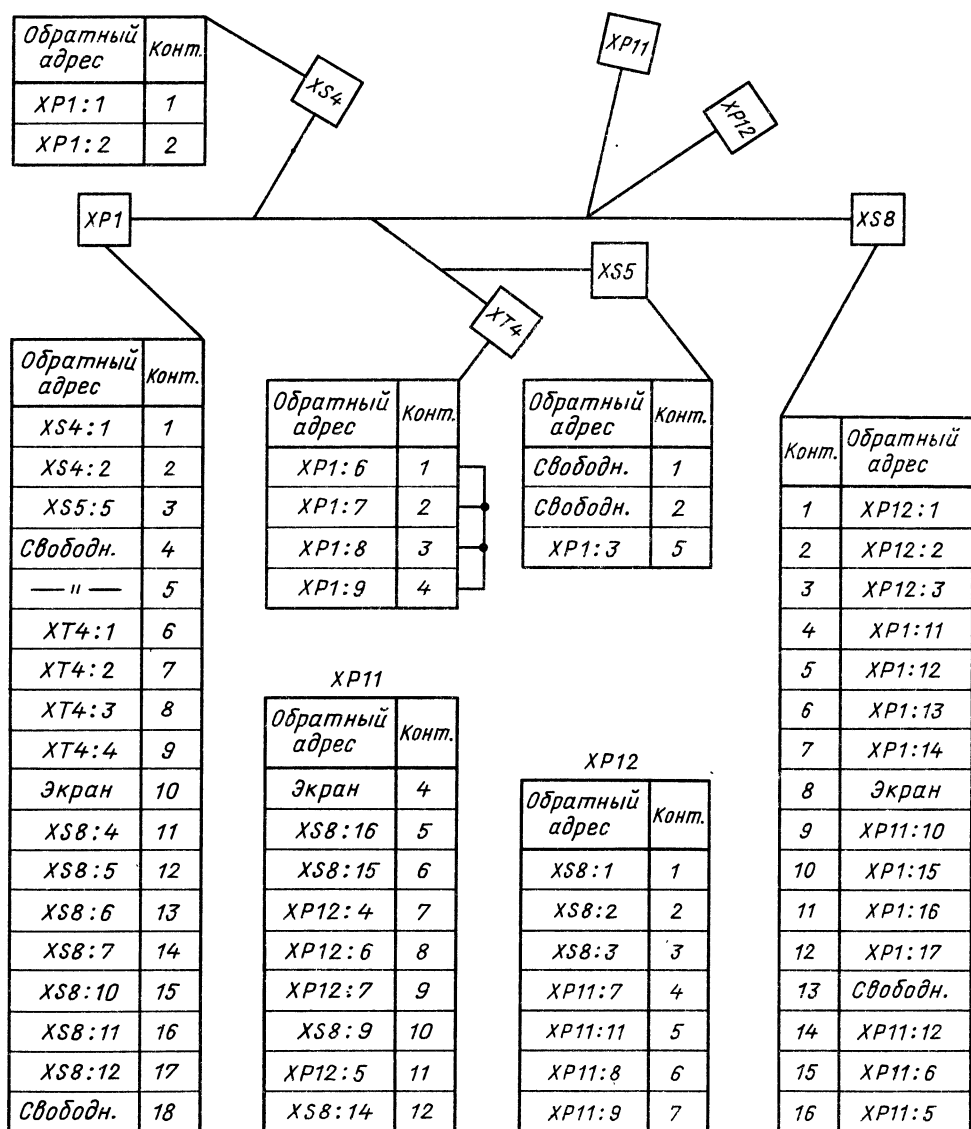
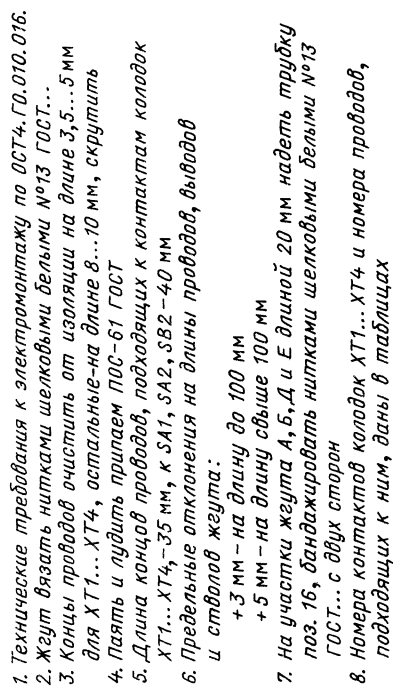


Рис. 4.5. Условное изображение жгута с таблицами для указания присоединения проводников

Проводник	Поз.	Присоединения	Длина	Примечание

Рис. 4.6. Таблица присоединений

XT4

XT3

XT2

XT1

[illegible]

Рис. 4.7. Сборочный чертеж жгута

Провод	Поз.	Присоединения	Длина, м	Примечание
1	5	ХТЗ: 3; СВ2	0,5	
2	5	ХТ4: 4; FU1	0,35	
3	5	ХТ2: 6; FU1	0,35	
4	5	ХТ1: 4; СВ2	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

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

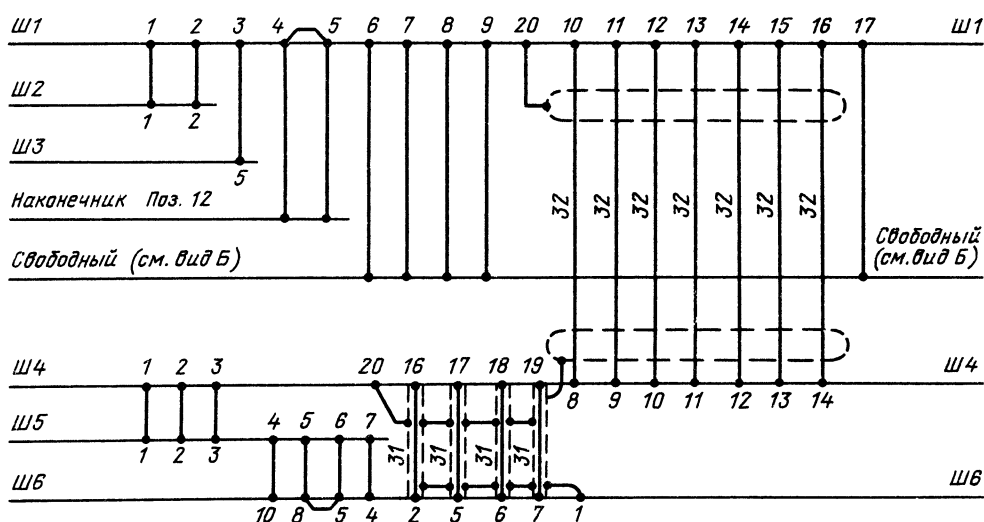


Рис. 4.9. Схема соединений

им на принципиальной схеме. Располагать разъемы рекомендуется по возрастанию порядковых номеров позиционных обозначений сверху вниз. Запасные провода и свободные контакты разъемов следует изобра-

жать упрощенно в конце схемы в правой ее части. Обозначение контактов соединительных устройств наносят у точки, обозначающей присоединение. При выполнении отдельных цепей жгута проводами различных

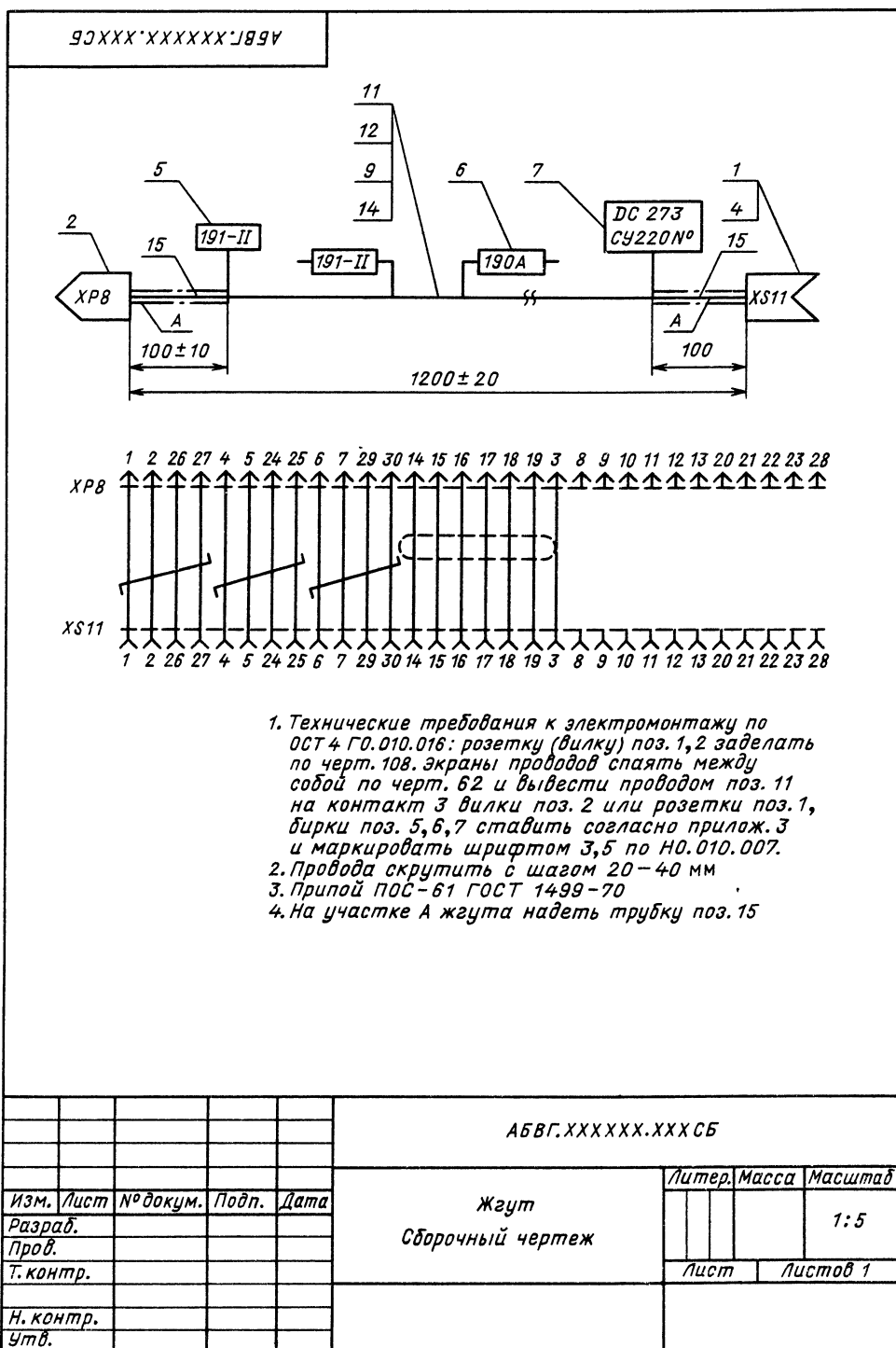


Рис. 4.10. Сборочный чертеж жгута со схемой соединений

[illegible]

марок и сечений на линиях электрической связи указывают номера позиций этих проводов по спецификации жгута (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. Для радиоэлектронной аппаратуры такие требования устанавливает ОСТ4 Г0.010.016. Этот ОСТ отражает способы заделки кабелей в низкочастотные кабельные разъемы; устанавливает минимальные внутренние радиусы изгиба кабеля, требования к обработке концов монтажных проводов в зависимости от вида провода, требования к заделке запасных проводов.

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).

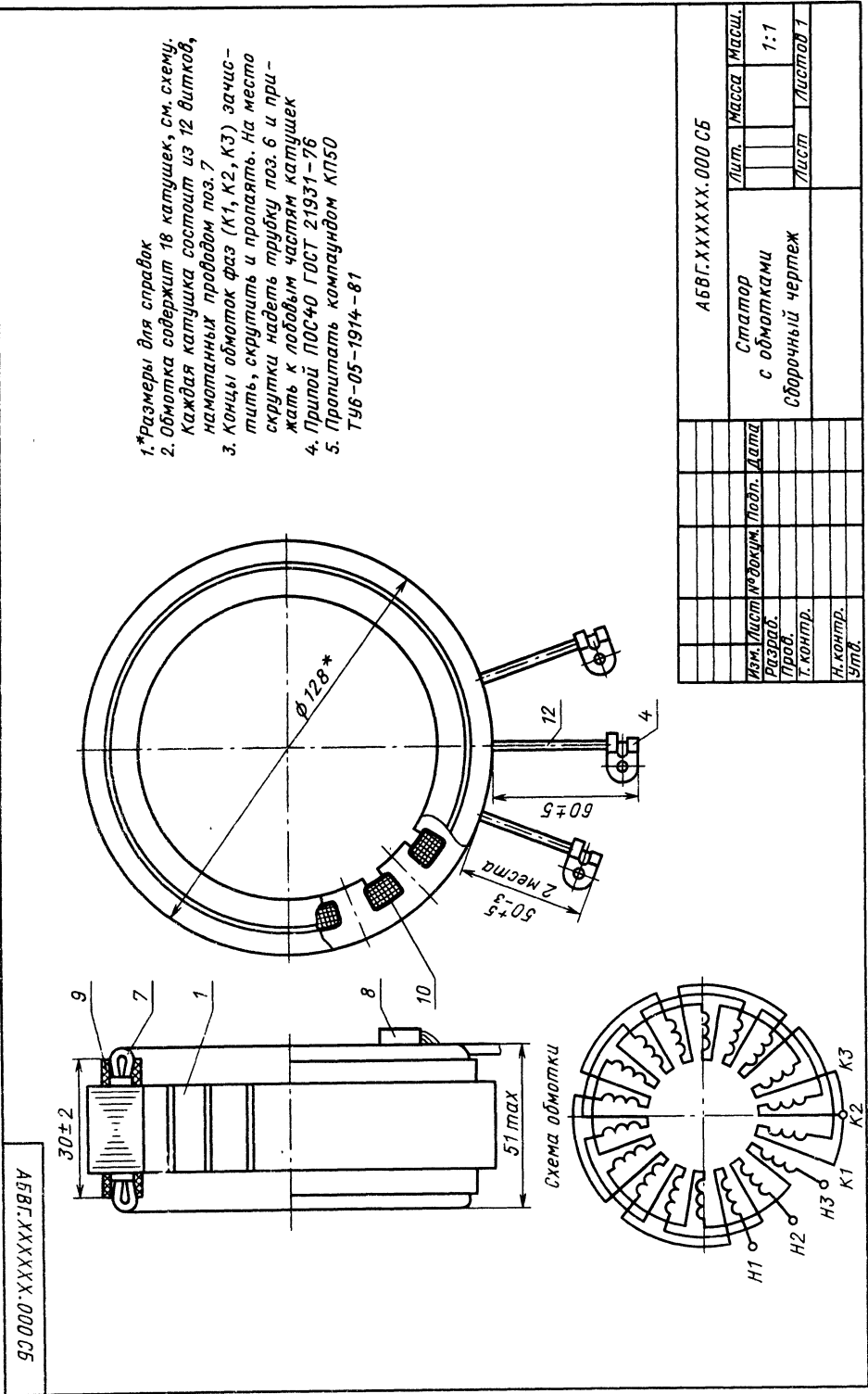
Пример выполнения сборочного чертежа жгута приведен на рис. 4.10, спецификации — на рис. 4.11. Жгут изображен условно, кабельные вилка и розетка — упрощенно (по ОСТ4.Г0.000.047). Сведения о соединении проводников содержатся в схеме, размещенной на поле чертежа. Технические требования поясняют технологию изготовления жгута.

Связь сборочного чертежа со спецификацией осуществляется через позиционные обозначения. Спецификация (рис. 4.11) составлена согласно ГОСТ 2.108-68. 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 2.108-68.

При изображении изделий типа роторов, статоров и индукторов электрических машин в продольном разрезе, как правило, показывают верхнюю половину предмета. 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 штри-



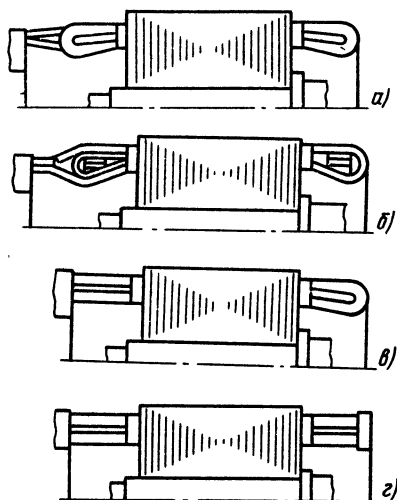


Рис. 4.13. Изображение обмоток ротора в продольном разрезе:

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

ховки 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.

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 (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 мате-

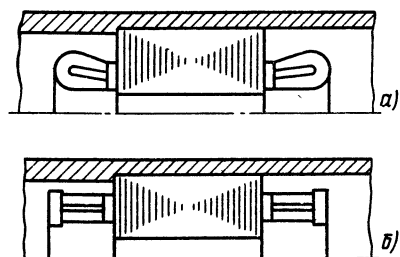


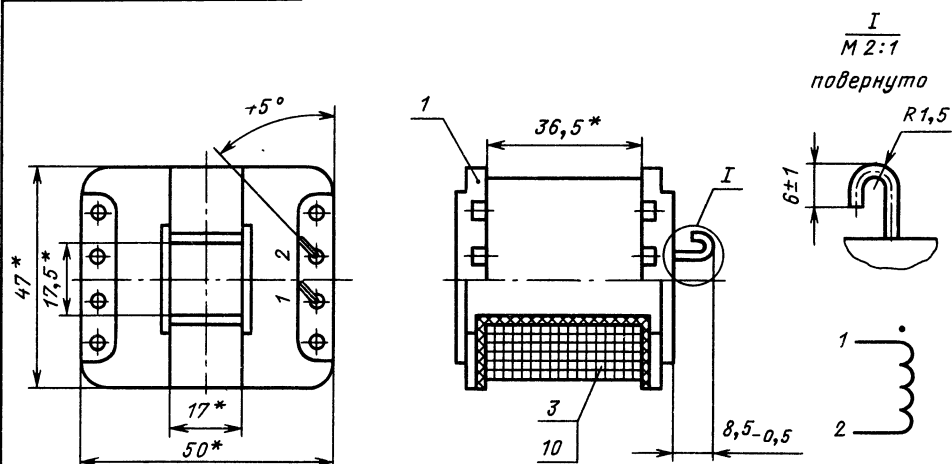
Рис. 4.14. Изображение обмоток статора в продольном разрезе:

а — многовитковая; *б* — стержневая

риалах должны быть записаны в соответствующих разделах спецификации, а применение должно быть отражено в таблице обмоточных данных и технических требованиях чертежа. В технических требованиях или в таблице обмоточных данных помещают также указания о количестве слоев и витков обмотки, изоляции и бандажа и данные об их расположении.

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. Намотка обмоток должна производиться согласно требованиям ОСТ4.Г0054.069, устанавливающим правила выполнения различных типов намотки. Поэтому одним из пунктов этих требований должна быть ссылка на ОСТ. 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, 4.17). Начало и конец обмотки обозначают точкой или буквами Н и К соответственно. Более подробно пра-



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

- 1.*Размеры для справок.
2. Перед намоткой каркас обернуть двумя слоями бумаги поз. 10.
3. Намотку производить по ОСТ4.ГО.054.069.
4. Катушку дросселя пропитать лаком ФЛ-98 ГОСТ 12294-66.
5. Маркировка выводов показана условно.

					АБВГ.ХХХХХХХ.010 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Катушка дросселя Сборочный чертеж	Лит.	Масса	Масш.
Разраб.								1:1
Пров.								
Т. контр.						Лист	Листов 1	
Н. контр.								
Утв.								

Рис. 4.15. Сборочный чертеж катушки

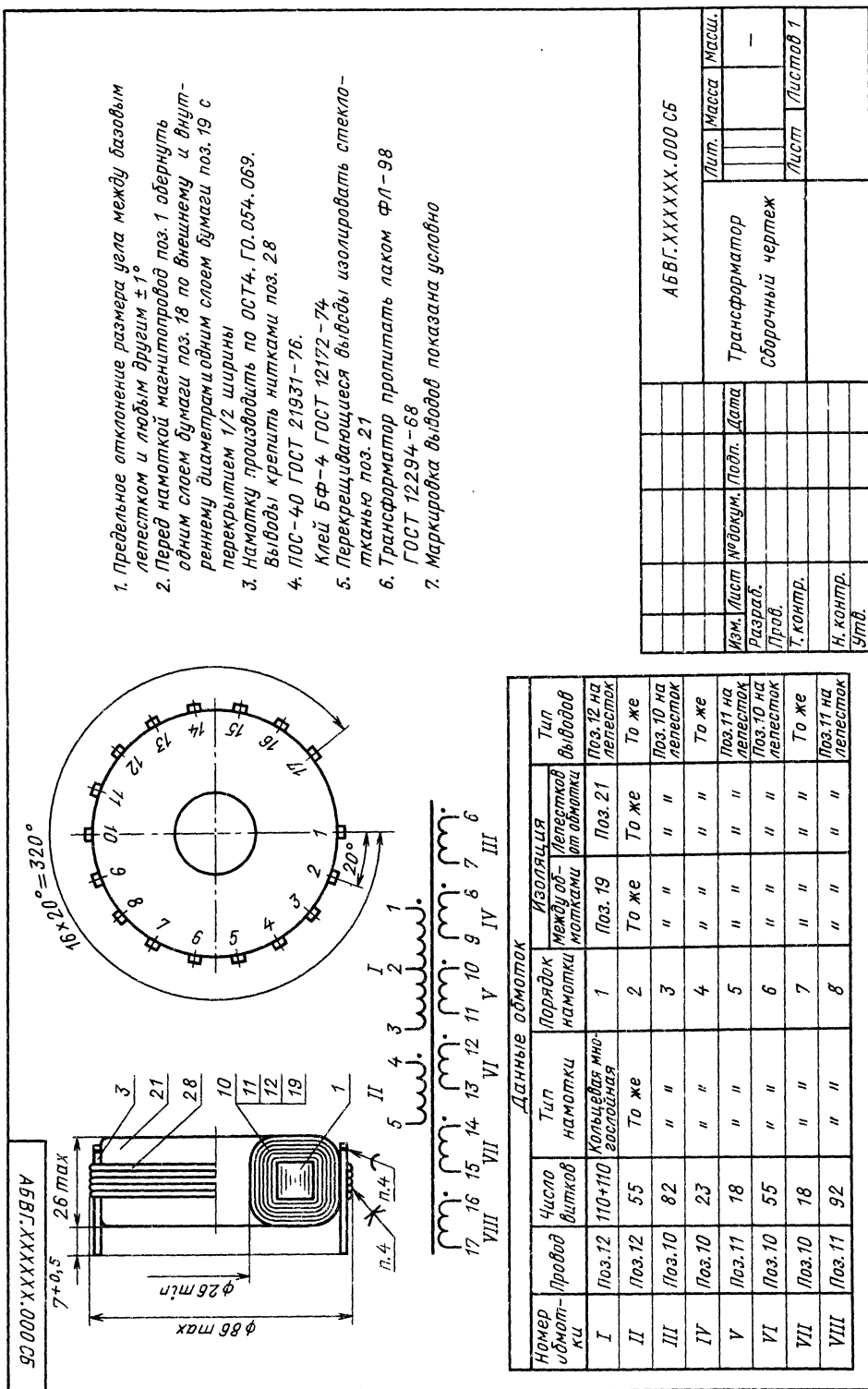


Рис. 4.16. Сборочный чертеж трансформатора

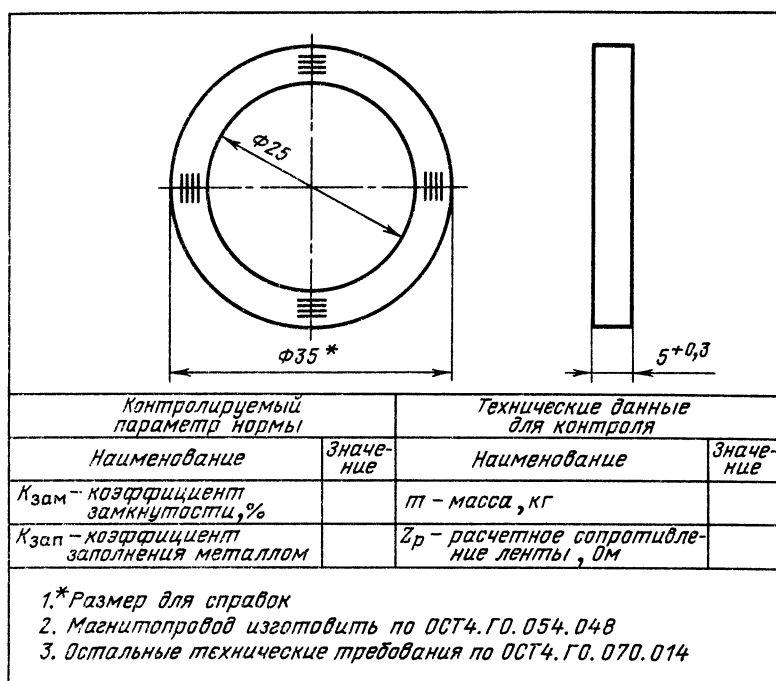


Рис. 4.17. Магнитопровод

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

На рис. 4.15 приведен пример оформления сборочного чертежа катушки дросселя. Каркас катушки (поз. 1) представляет собой сборочную единицу. Обмотка дросселя (поз. 3) в поперечном разрезе заштрихована «в клетку». На изображение изделия нанесены габаритные и присоединительные размеры (отмечены *), а также исполнительные, относящиеся к выводу обмотки. Приведена схема обмотки, на которой начало обмотки обозначено точкой. Данные обмотки приведены в таблице на поле чертежа. Позиции спецификации, относящиеся к материалам провода и изоляции обмотки, указаны в таблице обмоточных данных и технических требованиях чертежа.

На рис. 4.16 приведен пример оформления чертежа многообмоточного кольцевого трансформатора. На фронтальном разрезе, выполненном по общим правилам, установленным ГОСТ 2.305-68, обмотка разрезана вдоль проводов и заштрихована в

соответствии с требованиями ГОСТ 2.415-68. На свободном поле чертежа приведена схема соединений обмоток. Обмотки обозначены римскими цифрами, начало обмотки — точкой. Данные обмоток приведены в таблице. В технических требованиях содержатся сведения по технологии изготовления трансформатора, приведены марки клея и припоя.

Чертежи 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 *. Особенности изготовления магнитопроводов устанавливают ОСТ4.ГО.054.048 и ОСТ4.ГО.070.014. Ссылка на эти документы дается в технических требованиях чертежа. Техническая характеристика изделия указана в таблице.

4.3. Чертежи печатных плат

Сущность печатного монтажа заключается в нанесении на изоляционное основание тонких электропроводящих покрытий, выполняющих функции монтажных проводов и элементов схемы — резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, контактных деталей и др. Ниже приведены основные термины, которые будут использованы при изложении материала.

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 способом пайки 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, ширина проводников, 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 2.417-68 и действующими нормативно-технически-

ми 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); (2,8); (3,0). Диаметры, не взятые в скобки, являются предпочтительными. Не рекомендуется на одной печатной плате иметь

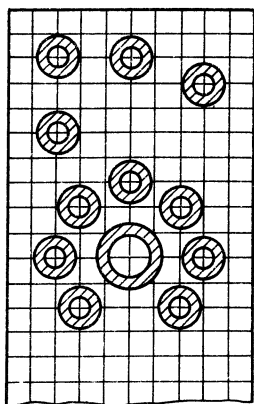


Рис. 4.18. Изображение отверстий

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	» 0,6 » 0,8 »
1,6	1,5	» 0,8 » 1,3 »
2,1	2	» 1,3 » 1,7 »






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

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 графики платы

отверстия показывают окружностями одинакового диаметра с обозначением по табл. 4.2 (по ОСТ 27-72-694-834).

При выполнении отверстий таким способом на поле чертежа помещают таблицу отверстий (рис. 4.19). Размеры 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. 4.20). Круглые контактные площадки и отверстия с зенковкой изображают одной окружностью, диаметр которой должен соответствовать минимальному размеру контактной площадки. Размер диаметра контактных площадок следует указывать в технических требованиях чертежа. При наличии на плате контактных площадок, не оговоренных размерами, или по форме, отличных от круглых,

Таблица 4.2

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

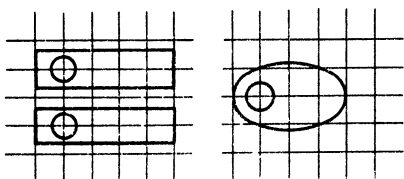


Рис. 4.20. Изображение контактных площадок

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 мас-

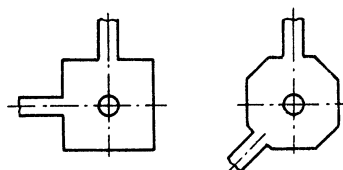


Рис. 4.22. Изображение контактной площадки с проводником

штабе 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 между краем проводника, контактной площадки, неметаллизированного отверстия и кра-

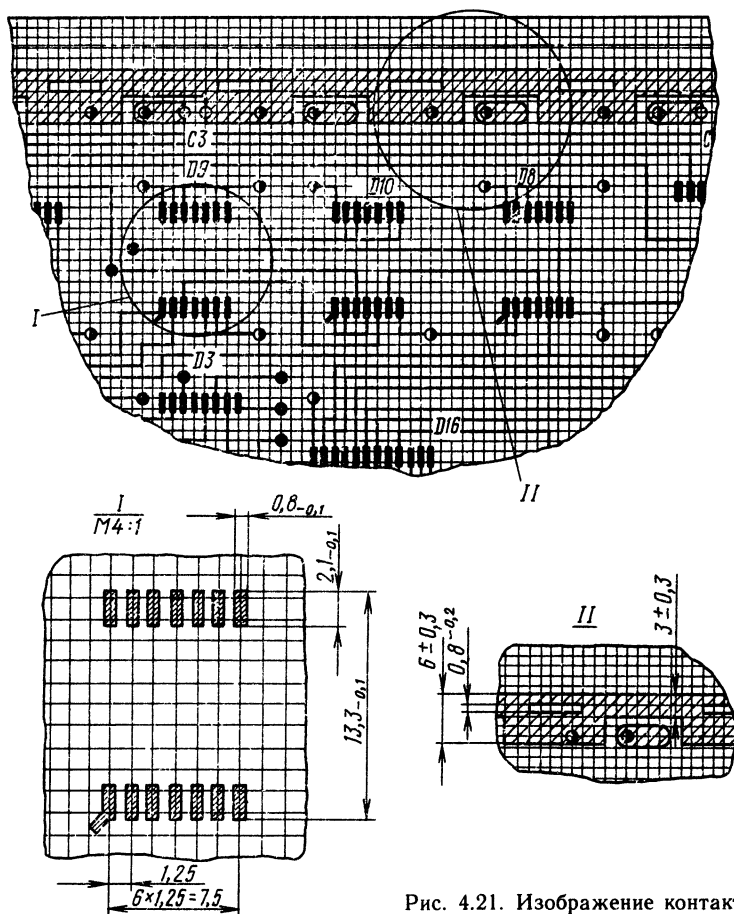
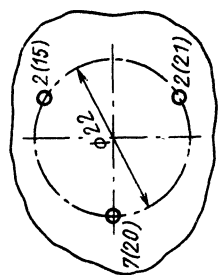
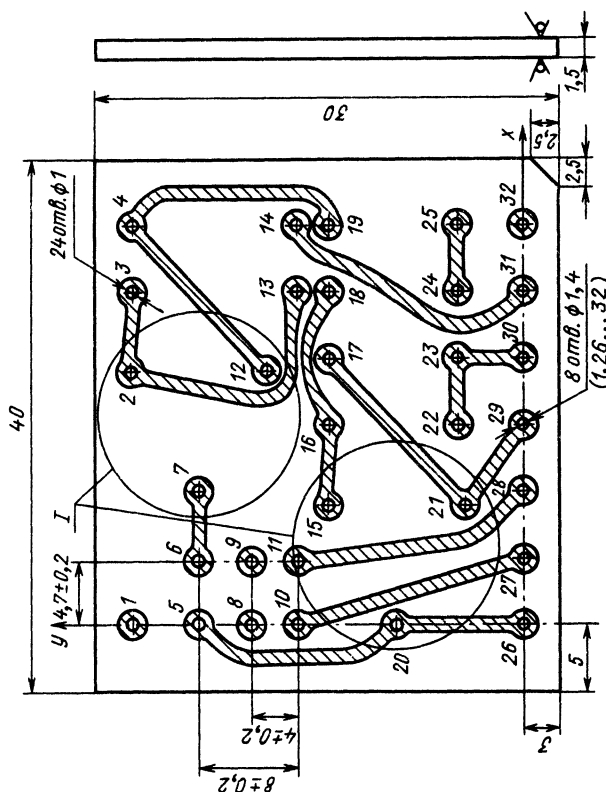


Рис. 4.21. Изображение контактной группы

$R_{Z40}(\checkmark)$



1. Плату изготовить химическим методом.
2. Плата должна соответствовать ГОСТ 4.077.000.
3. Ширина печатных проводников — не менее 1 мм, в узких местах — 0,8 мм.
4. Зазор между печатными проводниками не менее 1 мм.
5. Расстояние между базовым отверстием и любым монтажным с допуском $\pm 0,2$ мм.
6. Форма проводников и контактных площадок произвольная.

№ отд.	Координаты		№ отд.	Координаты		№ отд.	Координаты		№ отд.	Координаты		№ отд.	Координаты	
	x	y		x	y		x	y		x	y		x	y
1	0	27,5	8	см. чертеж	15	см. чертеж	22	15	5	29	15	0		
2	см. чертеж	9	см. чертеж	16	15	17,5	23	20	5	30	20	0		
3	25	27,5	10	см. чертеж	17	20	17,5	24	5	31	25	0		
4	30	27,5	11	см. чертеж	18	25	17,5	25	30	5	32	30	0	
5	0	22,5	12	см. чертеж	19	30	17,5	26	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				

[illegible]

Рис. 4.23. Чертеж печатной платы с проводниками произвольной формы

ем 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° . Допускается выполнение проводников произвольной конфигурации и скругление перегибов проводников (рис. 4.23).

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

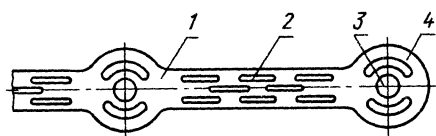


Рис. 4.24. Изображение проводников шириной более 5 мм

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 учетом удобства применения переходных элементов (рис. 4.26). Границы участков печатной платы, которые не допускается занимать проводниками, ограничивают штрихпунктирной утолщенной линией.

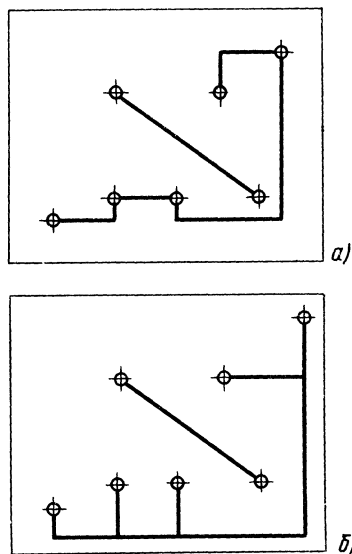


Рис. 4.25. Изображение печатных проводников:
а — правильное; б — неправильное

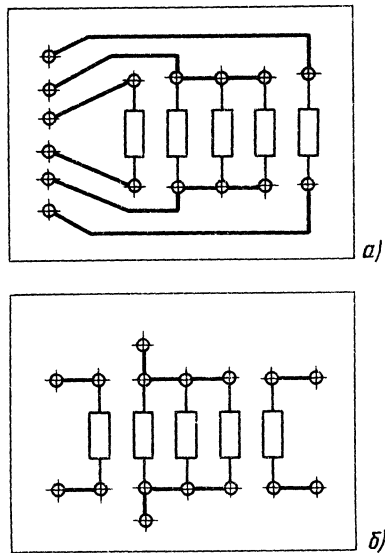


Рис. 4.26. Изображение контактов для подключения печатной платы:
а — правильное; б — неправильное

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 при помощи 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 при помощи размерных и выносных линий. При таком способе выполнения чертежа координатную сетку не наносят. За начало отсчета в данном примере принят центр левого нижнего отверстия платы. Отверстия различного диаметра обозначены в соответствии с данными табл. 4.2. Контактные площадки и

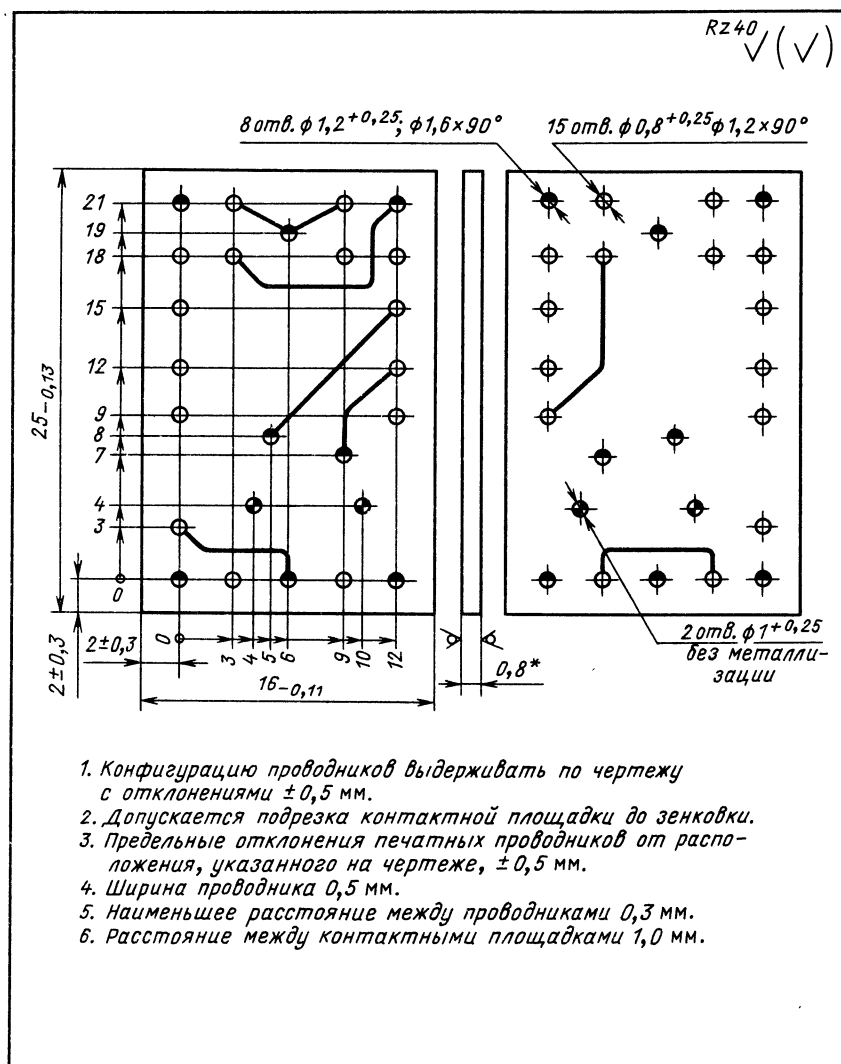


Рис. 4.27. Чертеж двусторонней печатной платы

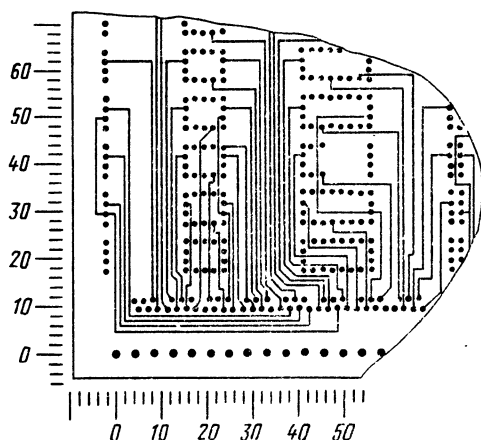


Рис. 4.28. Вариант нанесения координатной сетки

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 нижнего отверстия, левый нижний угол платы, левую нижнюю точку, образованную построениями, например продолжением линии контура платы, углы которого срезаны.

На рис. 4.29 приведен пример выполнения чертежа печатной платы комбинированным способом простановки размеров — при помощи 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 недостаю-

щие данные относительно печатного монтажа указаны в технических требованиях чертежа.

Пример выполнения чертежа печатной платы с указанием размеров с таблице координат приведен на рис. 4.23. Размеры диаметров 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, ширину 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.

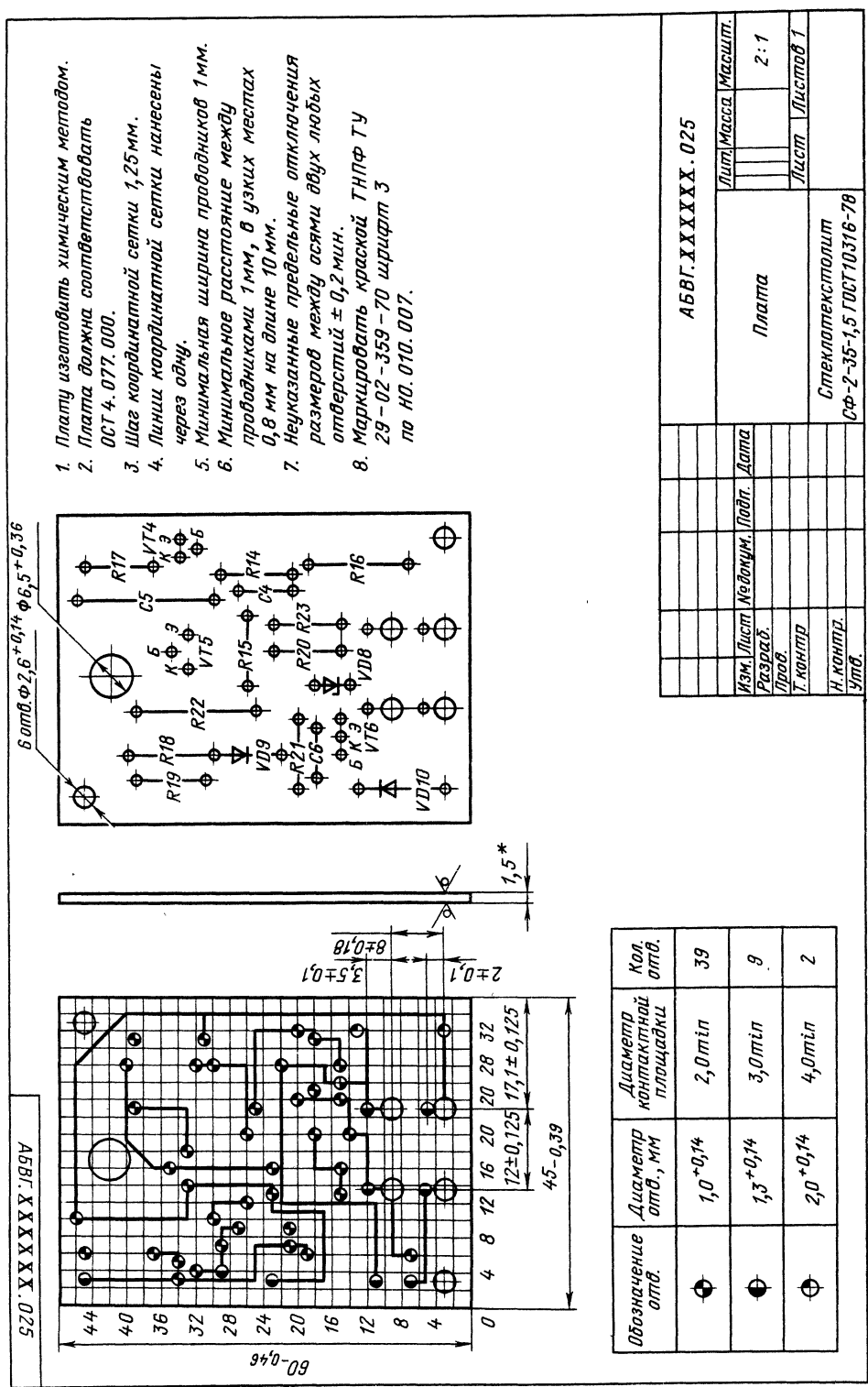


Рис. 4.29. Чертеж печатной платы с комбинированным способом нанесения размеров

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, $b_{min} = \dots$ мм.

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 $\pm \dots$ мм, в свободных местах $\pm \dots$ мм.

13. Предельные отклонения расстояний между центрами контактных площадок в группе $\pm \dots$ 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.

На изображении платы допускается указывать маркировку (рис. 4.29) в соответствии с требованиями ГОСТ 2.314-68. Маркировка может быть основной и дополнительной. Основная маркировка включает условное обозначение платы, порядковый номер изменения чертежа, дату изготовления, порядковый или завод-

ской номер платы и партии плат. Условное обозначение платы следует выполнять травлением фольги. В качестве условного обозначения принимают последние три цифры обозначения чертежа платы или буквенно-цифровое обозначение функциональной группы, например ЛОГ 2. Остальная маркировка выполняется краской.

Дополнительная маркировка включает позиционные буквенно-цифровые обозначения навесных элементов по электрической принципиальной схеме, изображение контура навесных элементов, цифровое обозначение выводов навесных элементов, точек контроля, обозначение положительного вывода (+) полярных навесных элементов.

Символы дополнительной маркировки следует выполнять травлением фольги при наличии свободного места на стороне печатного монтажа платы или краской способом сеткографической печати со стороны печатного монтажа платы, а при необходимости — и со стороны пайки.

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.

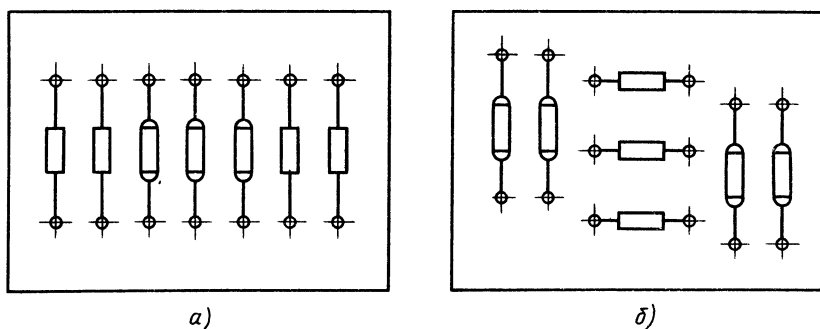


Рис. 4.30. Размещение навесных элементов на печатной плате:
а — рекомендуемое; б — не рекомендуемое

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, 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 с 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 2.108-68. При записи в

спецификацию составных частей, являющихся элементами электрической принципиальной схемы, в графе «Примечание» указывают буквенно-цифровые позиционные обозначения этих элементов (рис. 4.32, 4.33).

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

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

При ручном методе конструирования разрабатывается чертеж платы, содержащий изображение платы с проводящим рисунком и отверстиями, а также, при необходимости, дополнительное отдельное изображение части платы, требующей графического пояснения или нанесения размеров, координатную сетку, выполненную в соответствии с требованиями ГОСТ 2.417-78, размеры всех элементов проводящего рисунка и их предельные отклонения; технические требования. Чертеж платы должен выполняться в масштабе не менее 2:1, максимальный формат А1.

Полуавтоматизированный метод предусматривает размещение навесных элементов при помощи ЭВМ при ручной трассировке печатных проводников или ручное распределение навесных элементов при автоматизированной трассировке проводников, обеспечивает ускорение процесса конструирования при оптимальном размещении проводящего рисунка. Чертеж платы должен содержать все сведения, необходимые для ее изготовления и контроля. Изображение слоев платы получают с расчерчивающего устройства в виде чертежа-схемы, фотосхемы, фотоотпечатка в масштабе 1:1 или 2:1. На чертеже-схеме и фотосхеме контактные пло-

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А3			АБВГ.ХХХХХХ.010 СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Детали</u>		
А4	1		АБВГ.ХХХХХХ.015	Штекер	2	
А3	2		АБВГ.ХХХХХХ.017	Плата	1	
А4	3		АБВГ.ХХХХХХ.022	Штекер	2	
А4	4		АБВГ.ХХХХХХ.016	Втулка	4	
А4	5		АБВГ.ХХХХХХ.018	Втулка	2	
А4	6		АБВГ.ХХХХХХ.021	Заклепка	4	
				<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
			АБВГ.ХХХХХХ.010			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Пров.						Листов
						1 2
Н. контр.						
Утв.						
					Плата	

Рис. 4.32. Спецификация сборочного чертежа печатной платы

шадки могут быть изображены условно одной окружностью. Чертеж-схему, фотосхему или фотоотпечаток наклеивают на оригинал чертежа платы.

Постоянные данные чертежа,

например, технические требования, таблицу отверстий, следует впечатывать с оригинала чертежа постоянной части. Формат конструкторского документа должен быть не более А2.

[illegible]

Рис. 4.33. Продолжение спецификации сборочного чертежа печатной платы

Автоматизированный метод предполагает кодирование исходных данных, размещение навесных элементов и трассировку печатных проводников производить при помощи ЭВМ. Такой метод обеспечивает высокую производительность труда при изготовлении чертежей. При автоматизированном методе конструктор разрабатывает чертеж-схему кодирования, содержащий номинальные значения размеров элементов конструкции платы.

4.4. Чертежи с применением электромонтажа

Чертежи с применением электро-монтажа относятся к сборочным, поэтому содержат как минимум два документа — спецификацию и сборочный чертеж. В электротехнике значительная группа изделий изготавливается с применением электро-монтажа, например электро- и радио-приборы, электроустановки и т. д.

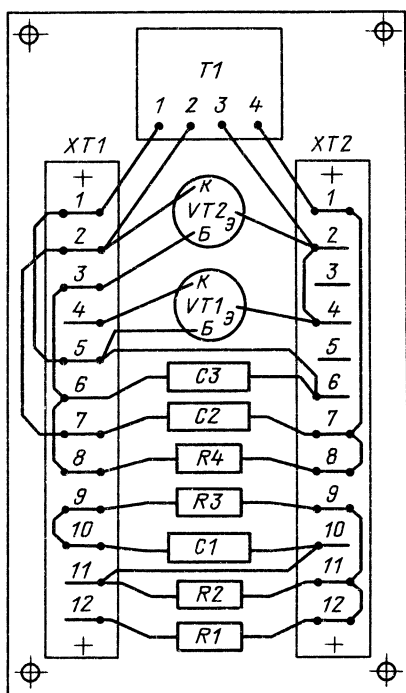


Рис. 4.34. Изображение элементов электрической принципиальной схемы

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. Элементам, не указанным в схемах (переходным стойкам, лепесткам заземления и т. п.), для указания присоединения проводников присваивают очередные позиционные обозначения после элементов того же функционального назначения, изображенных на схеме (рис. 4.34).

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

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

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

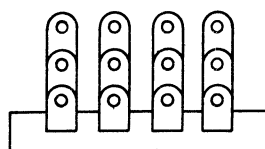


Рис. 4.35. Изображение составных частей электромонтажного чертежа с искажением

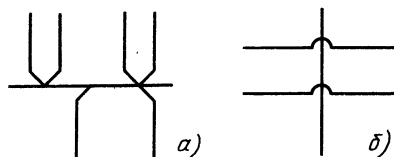


Рис. 4.36. Изображение проводников на чертеже с применением электромонтажа: а — разветвление проводников; б — пересечение проводников

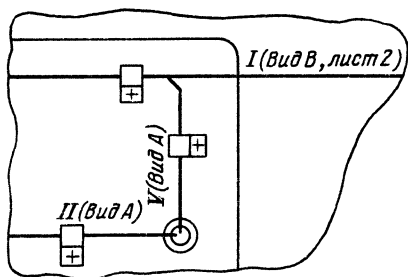


Рис. 4.37. Изображение обрывов проводников

отсутствии схемы соединений проводнику на чертеже присваивают обозначение, состоящее из цифрового обозначения соответствующей цепи в электрической принципиальной схеме, знака дефис и порядкового номера проводника в цепи: например 2-1, 2-2 следует читать так 1- 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 1 раз — посередине изображения, а у длинных проводников — около обоих их концов. Проводники, идущие рядом, допускается изображать в виде одной линии, а жгуты, кабели и их проводники изображать одной линией не разрешается.

На чертеже для электромонтажа должны быть однозначно определены все соединения между составными

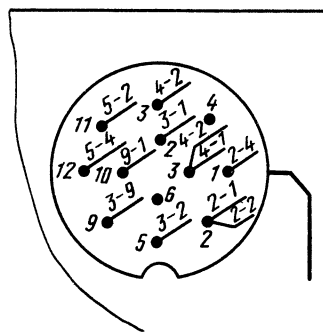


Рис. 4.38. Присоединение проводников к многоконтактному изделию

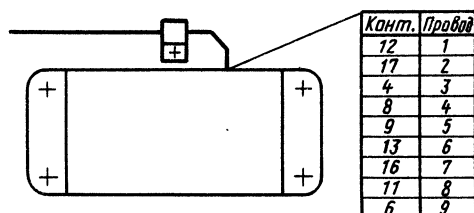


Рис. 4.39. Таблица соединений

частями. При этом, линии, изображающие проводники, присоединяемые к многоконтактному изделию, допускается не проводить до изображения контактов и заканчивать у линии, показывающей внешние очертания изделия. Указания о присоединении проводников к контактам приводят в этом случае одним из следующих способов: обозначения проводников указывают около обозначения контакта (рис. 4.38), обозначения проводников приводят в таблице (рис. 4.39). Если контакты изделия, к которому должны быть присоединены проводники, не имеют обозначений, то на чертеже им присваивают обозначения и поясняют их схемой соединений или указанием в технических требованиях чертежа.

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 тех-

нических 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 кабеля 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 крепления 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.

ния 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 записаны 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» записывают наименования разделов, например «Жгуты», «Кабели», «Провода», наименование и обозначение соответствующих изделий, например «Жгут XXXX.XXXXXX.010», «Кабель XXXX.XXXXXX.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 оформляют самостоятельные чертежи.

В зависимости от объема, слож-

<i>Проводник</i>	<i>Поз.</i>	<i>Откуда идет</i>	<i>Куда поступает</i>	<i>Длина</i>	<i>Примечание</i>
------------------	-------------	--------------------	-----------------------	--------------	-------------------

Рис. 4.40. Форма таблицы соединений

Проводник	Поз.	Откуда идет	Куда поступает	Длина, см	Примечание
		<u>Жгуты</u>			
	16	<u>Жгут 1</u>			
1		ХТ2:11а	С7:+		
2		ХТ2:13с	ХS1:4		
		(и т. д.)			
		<u>Кабели</u>			
	19	<u>Кабель № 1</u>			
1		ХS1	RI5		
2		ХS2	R6		
		(и т. д.)			
	44	<u>Кабель № 4</u>			
1		ХТ8:3а	HL7:2		
		(и т. д.)			
		<u>Провода</u>			
1	75	HL4:1	T:12/4		
2	76	С9	HL8:2		
		(и т. д.)			

Рис. 4.41. Пример заполнения таблицы соединений

ности и характера производства чертежи изделий с применением электро-монтажа 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 2.108-68 и ГОСТ 2.413-72. Примером чертежа, выполненным 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 2.108-68, сборочный чертеж и спецификацию для электро-монтажа с учетом ГОСТ 2.413-72.

Вариант В. Электромонтаж изделия производят по электро-монтажному чертежу (шифр МЭ). При этом разрабатывают три конструкторских документа: сборочный чертеж со спецификацией для механической сборки и электро-монтажный чертеж (МЭ) по ГОСТ 2.413-72. Составные части, устанавливаемые по электро-монтажному 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 (ЭЗ), схему электрическую соединений (ЭД) 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 (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.

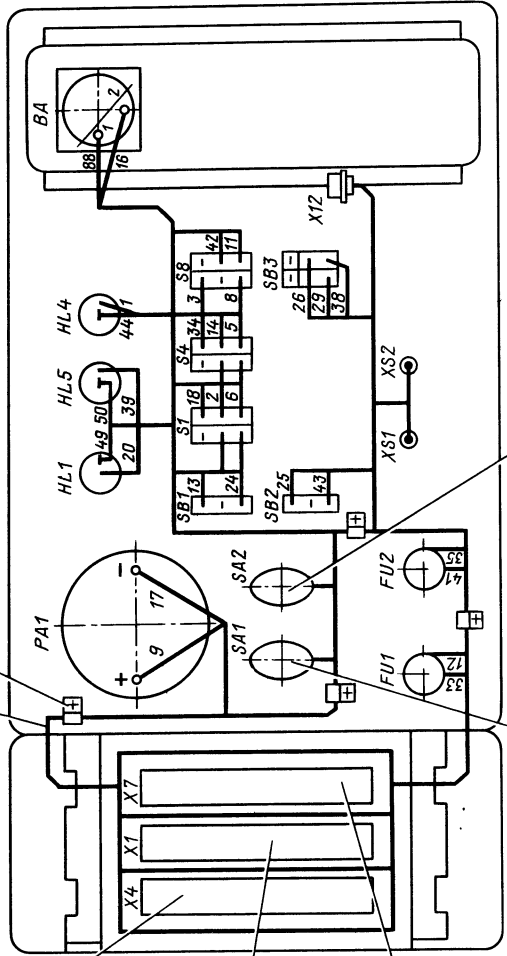
При выполнении конструкторской документации по варианту Б из состава изделия с электромонтажом выделяют в виде самостоятельной

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

При выполнении конструкторской документации по варианту В для выполнения электромонтажа разрабатывают электромонтажный чертеж, которому присваивают шифр МЭ. 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 плос-

EW020 XXXXXX J89V

Стенка развернута



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

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

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

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

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

- 1. Технические требования к электромонтажу по ГОСТ 23584-79
- 2. Припой ПОС 61 ГОСТ...
- 3. Контакты колодок X1, X4, X7 изолировать трудками поз 54

АБВГ.ХХХХХХ.020ЭМ			
Лист	Масса	Масштаб	
Прибор С			
Электромонтажный чертеж			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Проб.	Т. контр.	И. контр.
Утв.			
Лист			Листов 1

Рис. 4.42. Пример выполнения электромонтажного чертежа (МЭ)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			АБВГ.ХХХХХХ.020 СБ	Сборочный чертеж	1	
A3			АБВГ.ХХХХХХ.020 МЭ	Электромонтажный		
				чертеж	1	
A1			АБВГ.ХХХХХХ.020 ЭЭ	Схема электрическая		
				принципиальная	1	
				<u>Сборочные единицы</u>		
A4	1		АБВГ.ХХХХХХ.010	Корпус	1	
A4	2		АБВГ.ХХХХХХ.030	Шасси	1	
				и т. д.		
				<u>Детали</u>		
A2	8		АБВГ.ХХХХХХ.011	Панель	1	
A4	9		АБВГ.ХХХХХХ.018	Скоба	8	
				и т. д.		
				<u>Стандартные изделия</u>		
	18			Лампа МН18-0,1		НЛ1, НЛ4
				ГОСТ 2204-80	3	НЛ5
				(и т. д.)		
			АБВГ.ХХХХХХ.020			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Прибор с	
Разраб.						
Пров.						
Н. контр.						
Утв.					МЭИ ИГ	
					Лит.	Лист
						Листов
						1
						5

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

[illegible]

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

костью чертежа (см. вариант Г), поворачивать составные части, сопровождая такие изображения соответствующими надписями.

Составные части, устанавливаемые при электромонтаже, записывают в спецификацию 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 XXXX.XXXXXX.XXX МЭ».

Пример выполнения электромонтажного чертежа приведен на рис. 4.42. Чертеж содержит изображения электротехнических изделий, проводов, крепежных деталей. Сведения о присоединении к контактам при-

ведены в таблицах около изображения многоконтактных изделий. Электротехнические изделия, устанавливаемые до электромонтажа, изображены 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, запи-

саны 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 (рис. 4.44).

Глава пятая

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ

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 опреде-

ленную 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. 5.4).

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

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

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

В технических документах, разрабатываемых при проектировании, эксплуатации и исследовании электротехнических устройств, применяют все типы схем, указанные выше, при этом на стадиях эскизного и технического проектирования разрабатывают структурные и функциональные схемы, на стадии рабочего проектирования — принципиальные, соединений, подключения, общие и расположения. Общее количество схем, входящих в комплект конструкторской документации на изделие, выбирается минимальным, но в совокупности они должны содержать

сведения в объеме, достаточном для проектирования, эксплуатации, контроля и ремонта изделия. Между схемами одного комплекта осуществляется однозначная связь при помощи буквенно-цифровых позиционных обозначений. Такая связь необходима для быстрого отыскания одних и тех же элементов или устройств, входящих в схемы различного типа.

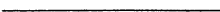


Общие правила выполнения схем устанавливают ГОСТ 2.701-84 и ГОСТ 2.702-75. Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей не учитывается или учитывается приближенно. Электрические элементы и устройства на схеме изображают в состоянии, соответствующем обесточенному. Элементы и устройства, которые приводятся в действие механически, изображают в нулевом или отклоненном 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 и ГОСТ 2.004-79. При выборе форматов схем 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.;

Т а б л и ц а 5.1

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

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 выдерживаются постоянными во всем комплекте схем. Графические обозначения элементов и линии взаимосвязи выполняют линиями одинаковой толщины. Допускается утолщением линий при необходимости выделить отдельные электрические цепи, например, силовые цепи. На одной схеме рекомендуется применять не более трех типов-размеров линий по толщине. Назначение, применение и начертание 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, установленные соответствующими стандартами ЕСКД (см. приложение 2.). На схемах определенных типов кроме условных графических обозначений 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 условных графических обозначений, различающихся геометрической формой, например коммутационные устройства по ГОСТ 2.755-74 (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 условных графических обозначений элементов схемы приведены в соответствующих стандартах. Линейные и угловые размеры, указанные в стандартах, допускается в отдельных случаях пропорционально увеличивать или уменьшать. Размеры условных графических обозначений увеличивают при необходимости:

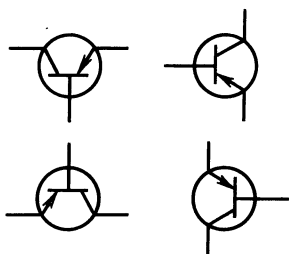


Рис. 5.1. Изображение электрических элементов условными графическими обозначениями

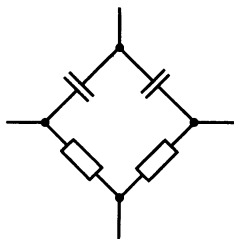


Рис. 5.2. Вариант условных графических обозначений

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

поместить внутри условного графического обозначения квалифицирующий символ и дополнительную информацию.

Условные графические обозначения 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 0,8 мм. Выбранные размеры условных графических обозначений 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, крат-

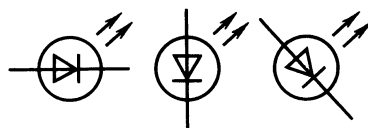


Рис. 5.3. Изображение квалифицирующих символов

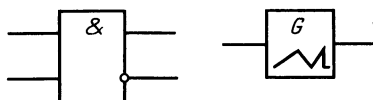


Рис. 5.4. Изображение логических элементов

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

5.3. Общие правила построения 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. д., 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 графическое слияние отдельных линий в

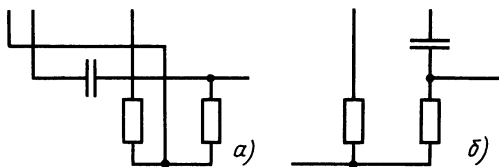


Рис. 5.5. Изображение линий связи:
а — нерациональное; б — рациональное

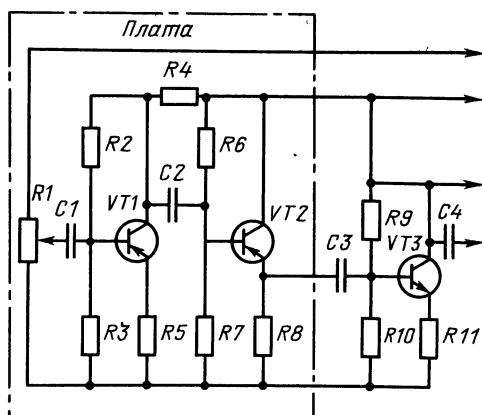


Рис. 5.6. Фрагменты схемы «Плата»

групповые линии связи по следующим правилам. Каждая линия в месте слияния должна быть помечена порядковым номером (рис. 5.7, а). Линии, сливаемые 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 сливаемые 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:

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

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

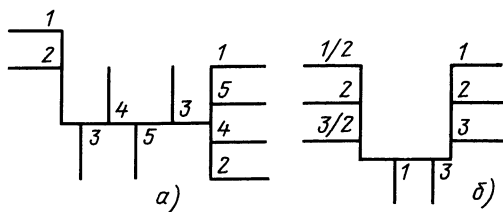


Рис. 5.7. Изображение групповых линий связи:
а — без разветвлений; б — с разветвлениями

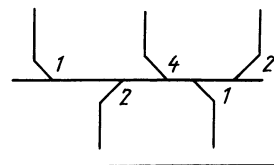


Рис. 5.8. Изображение ответвлений линий групповой связи



Рис. 5.9. Однолинейное представление линий связи

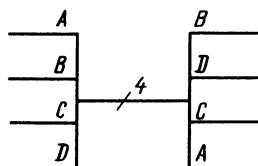


Рис. 5.10. Изображение слияния и разветвления линий связи

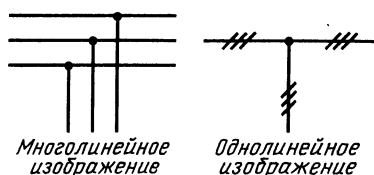


Рис. 5.11. Изображение группы линий связи с ответвлениями

группа линий связи, имеющих от-
ветвления, изображается так, как по-
казано 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 одно-
линейному на примере схемы управ-
ления электроприводом. В данном
примере однолинейному представле-
нию линий связи соответствует одно-
линейное изображение электрических
элементов (тиристоров). Если одина-
ковые элементы находятся не во всех
цепях, изображенных однолинейно,
то справа от позиционного обозна-
чения или под ним в квадратных
скобках указывают обозначения це-
пей, в которых находятся эти эле-

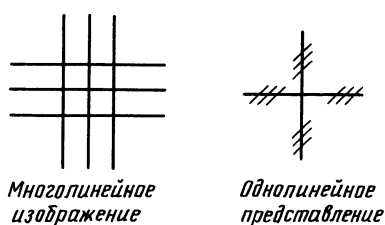


Рис. 5.12. Однолинейное представление груп-
пы линий электрической связи

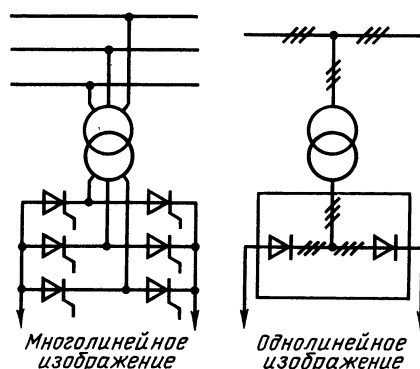


Рис. 5.13. Схема управления электроприво-
дом

менты (рис. 5.14). На одной схеме
допускается применять сочетание
однолинейного и многолинейного
изображений (рис. 5.15).

Элементы и устройства на схеме
изображают совмещенным и разне-
сенным способами. При совмещенном
способе составные части элементов
или устройств изображают на схеме
в непосредственной близости друг к
другу и присваивают буквенно-циф-
ровое обозначение 1 раз всему ус-
тройству или элементу. При разне-
сенном способе составные части эле-
ментов и устройств или отдельные
элементы устройств изображают на
схеме в разных местах таким обра-
зом, чтобы отдельные цепи изделия
были изображены наиболее наглядно.
При этом буквенно-цифровые
обозначения присваивают всем час-
тям устройства или элемента, изо-
браженного разнесенным способом.
На рис. 5.16 показано обозначение
устройства АЗ, изображенного раз-
несенным способом. Если поле схемы

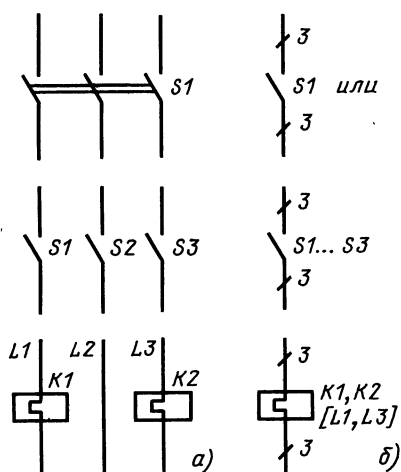


Рис. 5.14. Изображение электрических элементов при однолинейном представлении

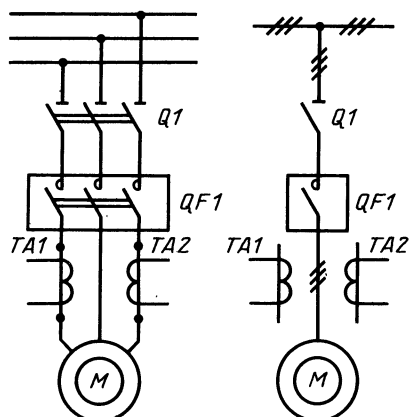


Рис. 5.15. Сочетание однолинейного и многолинейного изображений элементов

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

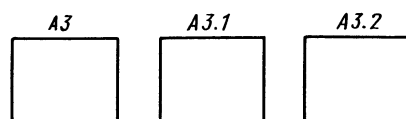


Рис. 5.16. Изображение устройства разнесенным способом

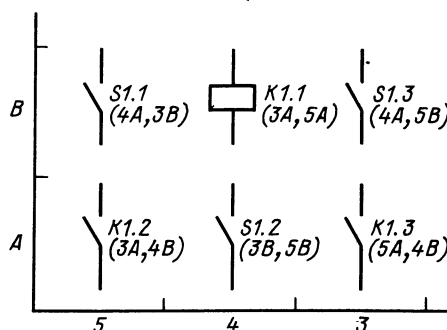


Рис. 5.17. Обозначение элементов на чертеже, разбитом на зоны

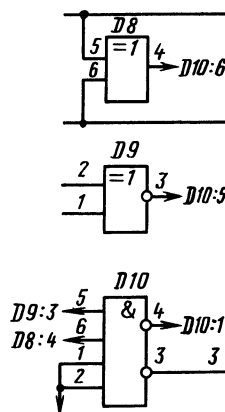


Рис. 5.18. Изображение обрыва линий связи

обрывы линий электрической связи. Допускается обрывать линии связи удаленных друг от друга элементов, если графическое изображение линий затрудняет чтение схемы, если схема выполнена на нескольких листах и т. д. Обрывы линий заканчивают стрелками с указанием мест подключения. На рис. 5.18 изображен фрагмент схемы электрической принципиальной. Около обрывов линий электрической связи указаны адреса подключения, например $D10:6$ следует читать так: к устройству

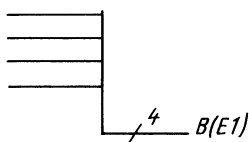


Рис. 5.19. Изображение обрыва линий связи в однолинейном представлении

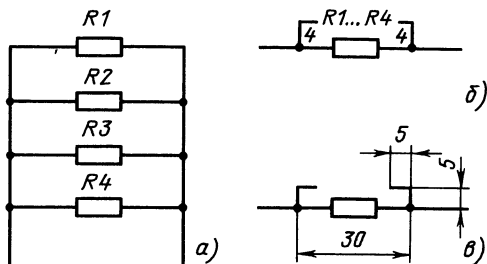


Рис. 5.20. Изображение одинаковых элементов, соединенных параллельно:

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

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.

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 при помощи обозначения ответвления. Около

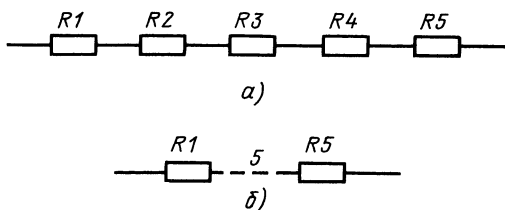


Рис. 5.21. Изображение одинаковых элементов, соединенных последовательно:

а — развернутое; *б* — упрощенное

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

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

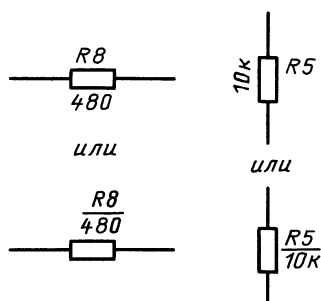


Рис. 5.22. Условные обозначения технических параметров

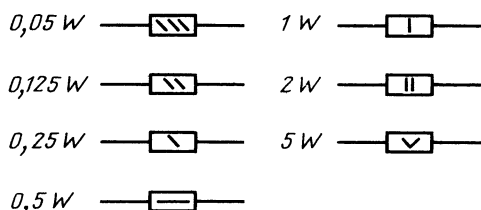


Рис. 5.23. Символы, обозначающие номинальную мощность резисторов

нальных 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);

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 9999×10^{-12} Ф — в пикофарадах без указания единицы измерения;

от 1×10^{-8} до 9999×10^{-6} Ф — в микрофарадах с обозначением единицы измерения строчными буквами «мк».

Номинальную мощность рассеяния 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, должны 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	()

а)

б)

Рис. 5.24. Форма таблицы перечня элементов:
а — поле разбито на зоны; б — поле схемы на зоны не разбито

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 рас-

стоянии не менее 12 мм. Продолжение перечня помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68 (форма 2 для первого листа, форма 2а для последующих листов). Перечню элементов, выполненному в виде самостоятельного документа, присваивают код П и в основной надписи указывают наименования изделия и конструкторского документа «Перечень элементов».

В графах перечня помещают следующие данные:

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

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.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Дешифратор АБВГ.ХХХХХХ.033	1	
D1	Микросхема К155М2 бко.348.006.0У1	1	
D2	Микросхема К155ЛА3.бко.348.006ТУ1	1	
	<u>Резисторы</u>		
R1, R2	МЛТ-0,25-430 Ом \pm 10 % ГОСТ ...	2	
R3	МЛТ-0,25-13 Ом \pm 10 % ГОСТ ...	1	
SA1	Переключатель АБВГ.ХХХХХХ.154	1	
A2	<u>1. Блок включения ФЭУ, АБВГ.ХХХХХХ.122</u>	1	
AB1	Блок индикации АБВГ.ХХХХХХ.249	1	
	Резисторы ГОСТ ...		
R1, R2	МЛТ-0,25-120 Ом \pm 10 %	2	
R3	МЛТ-0,25-220 Ом \pm 10 %	1	
R4...R6	МЛТ-0,25-120 Ом \pm 10 %	3	
PM1	<u>1.1. Измеритель</u>		
AC1	Блок сигнализации АБВГ.ХХХХХХ.021	1	
C1, C2	Конденсатор КМ-3а-Н30-0,22...ТУ	2	
R7	Резистор МЛТ-0,25-470 Ом \pm 10 % ГОСТ ...	1	

Рис. 5.25. Пример заполнения перечня элементов

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 од-

ну строку, при этом в графе «Кол.» указывают общее количество одинаковых элементов.

При записи одинаковых по наименованию элементов рекомендуется объединять их в группы, выполнять общий заголовок и записывать в графе «Наименование» только тип и документ, на основании которого этот элемент применен. Допускается обозначения документов, на основании которых применены элементы, записывать в общем наименовании (заголовке). Если продолжение перечня перенесено на следующий лист

или свободное поле схемы, заголовок группы элементов повторяют.

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

5.5. Групповой способ оформления схем

Схемы, имеющие одинаковый рисунок, 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 групповой схеме 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 выполняются частично или полностью только те элементы схемы и связи, которые необходимы для показа отличия от основного изображения. Эти изображения рассматривают как самостоятельный рисунок. Каждому рисунку должен быть присвоен порядковый номер в пределах конструкторского документа. Основному изображению присваивают первый порядковый номер рисунка. Номера рисунков (рис. 1, рис. 2 и т. д.) записывают над соответствующим изображением в виде заголовка. Под наименованием рисунка, начиная со второго, делают запись «Остальное — см. рис. 1».

Все сведения о переменных данных (изображениях, технических характеристиках и др.), которые подлежат включению в схему согласно ее назначению, должны быть приведены в таблице исполнений. В таб-

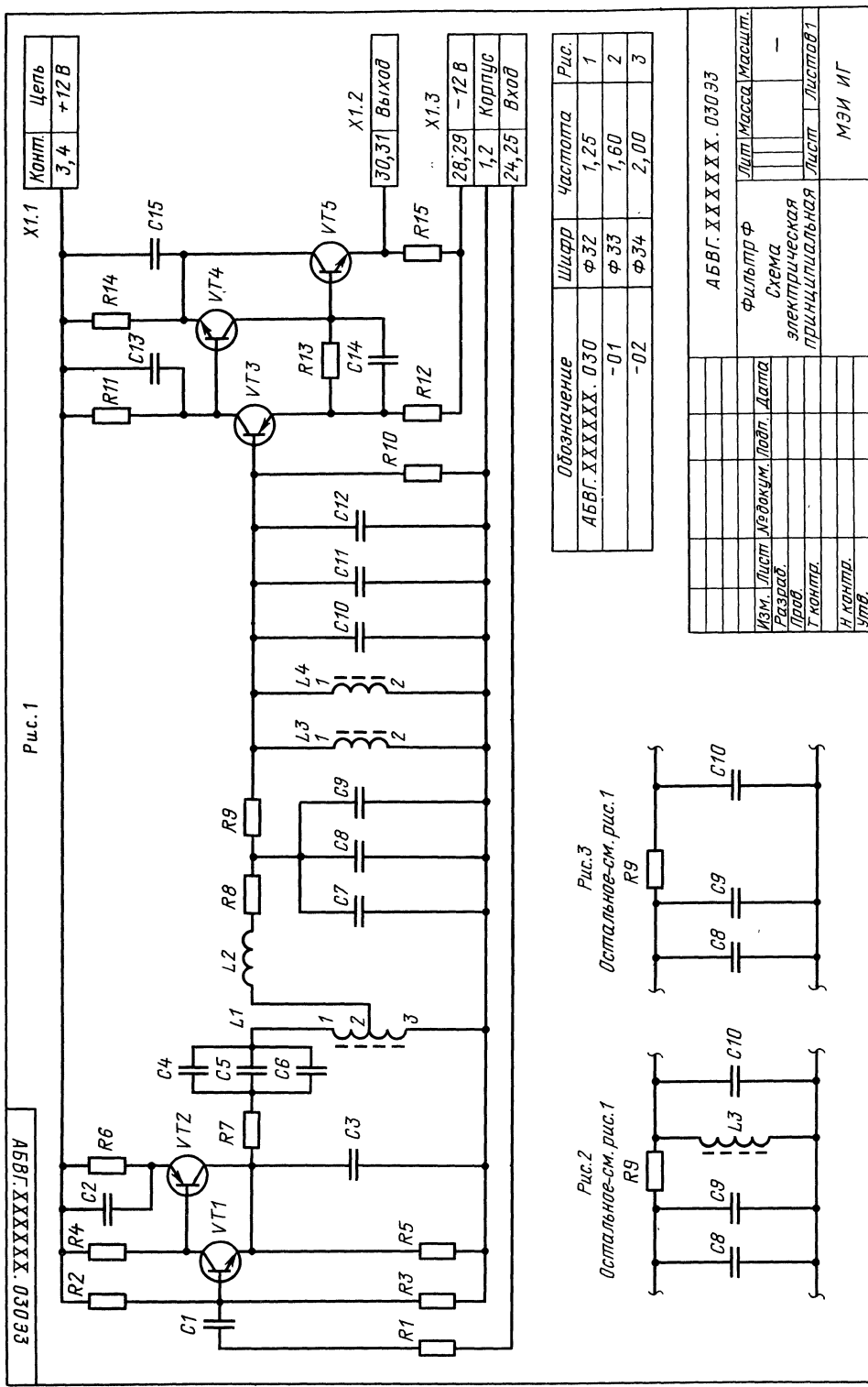


Рис. 5.26. Фильтр Ф. Схема электрическая принципиальная (1-й вариант)

[illegible]

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

[illegible]

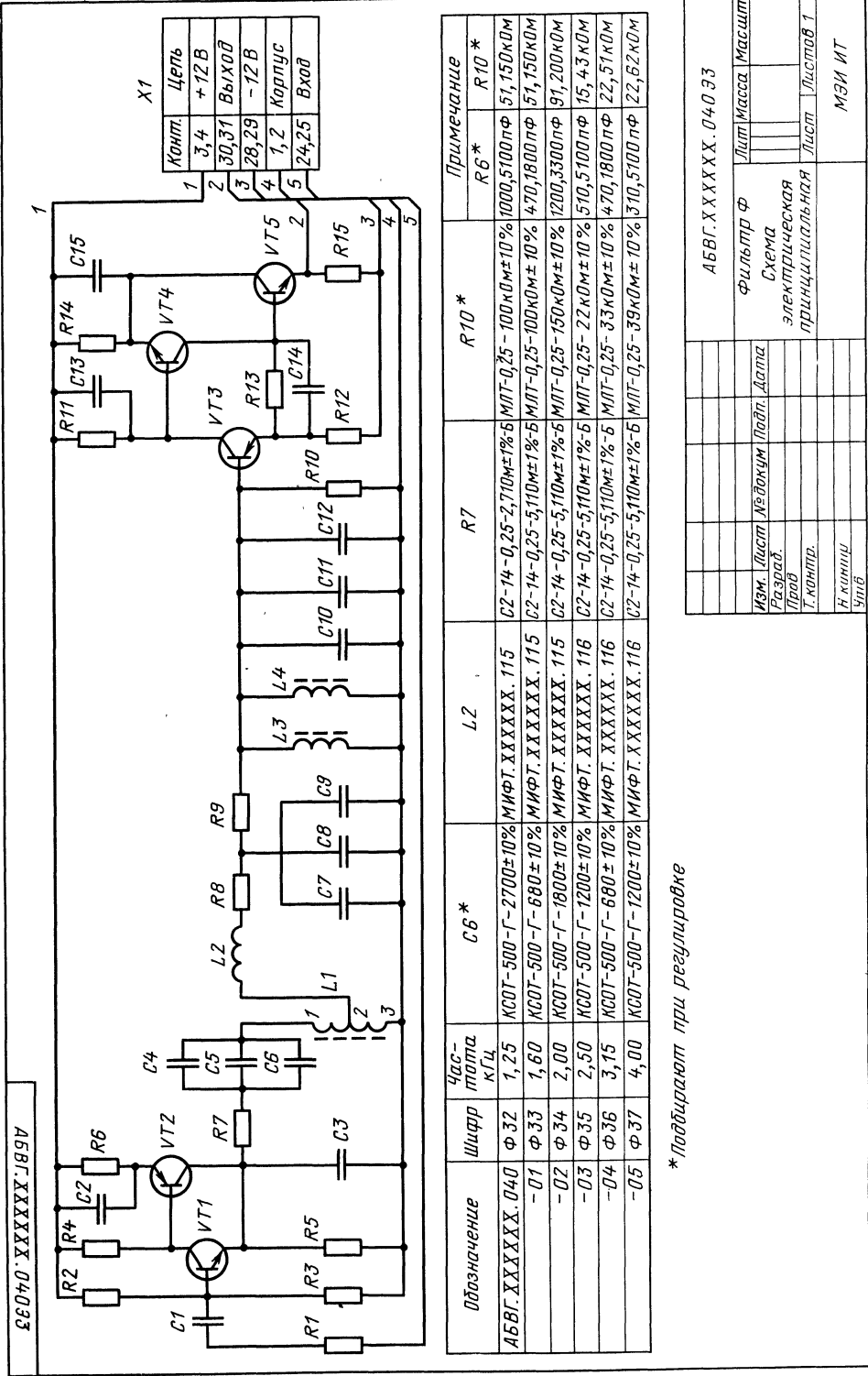


Рис. 5.30. Фильтр Ф. Схема электрическая принципиальная (2-й вариант)

Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
	Конденсаторы КМ-3 ОЖО.460.043 ТУ		
	Конденсаторы КСОТ ОЖО.461.025 ТУ		
	Конденсаторы К73П-3 ОЖО.461.029 ТУ		
	Конденсаторы К50-6 ОЖО.464.031 ТУ		
С1, С2	К50-6-І-16В-50 мкФ	2	
С3	КМ-3Б-Н30-3300 пФ ± 20 %	1	
С4	К73П-3- мкФ ± 5 %	1	
С5	КСОТ-5-500-Г-3900 ± 10 %	1	
С6 *	См. табл.		
С7	К73П-3-0,05 мкФ ± 10 %	1	
С8	КСОТ-5-500-Г-680 ± 10 %	1	
С9	КСОТ-5-500-Г-1800 ± 10 %	1	
С10	К73П-3-0,5 мкФ ± 10 %	1	
С11	КСОТ-5-500-Г-3900 ± 10 %	1	
С12	КСОТ-5-500-Г-2700 ± 10 %	1	
С13	КМ-3Б-Н30-1500 пФ ± 20 %	1	
С14	КМ-3Б-Н30-2200 пФ ± 20 %	1	
С15	К50-6-Г-16 В-5 мкФ	1	
	Катушки индуктивности		
Л1	АБВГ.ХХХХХХ.113	1	
Л2	См. табл.		
Л3	АБВГ.ХХХХХХ.118	1	

Рис. 5.31. Фильтр Ф. Перечень элементов

лице 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, оформляют двумя способами:

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

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

На рис. 5.26 изображена электрическая принципиальная схема фильтра для разных частот, выполненная групповым способом. Над основным изображением помещена надпись

«Рис. 1». Переменные данные для исполнений выполнены двумя способами. Данные, имеющие отличия в расположении элементов и связей между ними, приводятся на поле схемы в виде «Рис. 2», «Рис. 3» и таблицы исполнений. Данные, имеющие отличия номинальных параметров (*C4, C5, L3, P7, P10*, 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.

Глава шестая

ВЫПОЛНЕНИЕ СХЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

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.

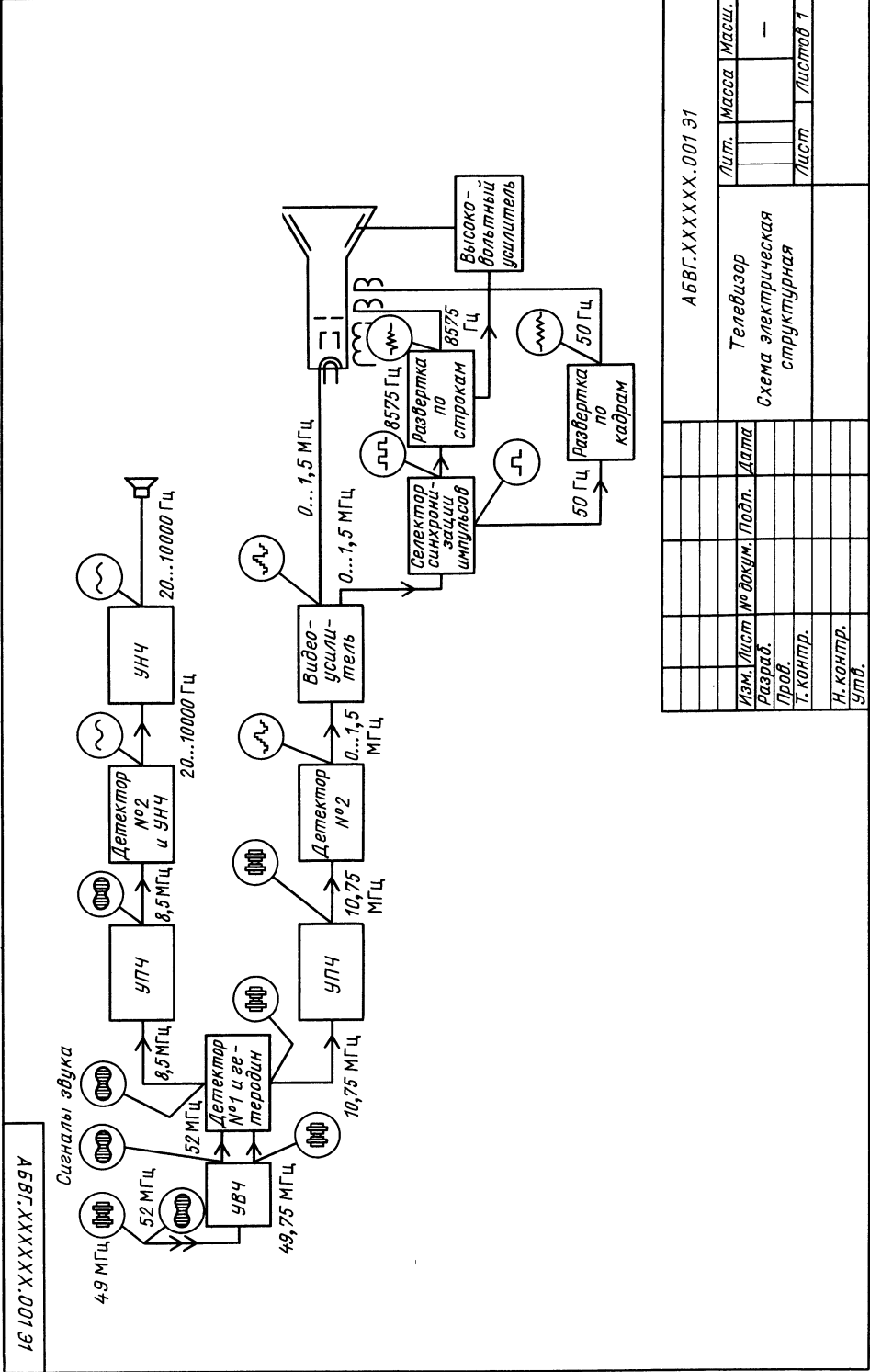


Рис. 6.1. Пример оформления структурной схемы

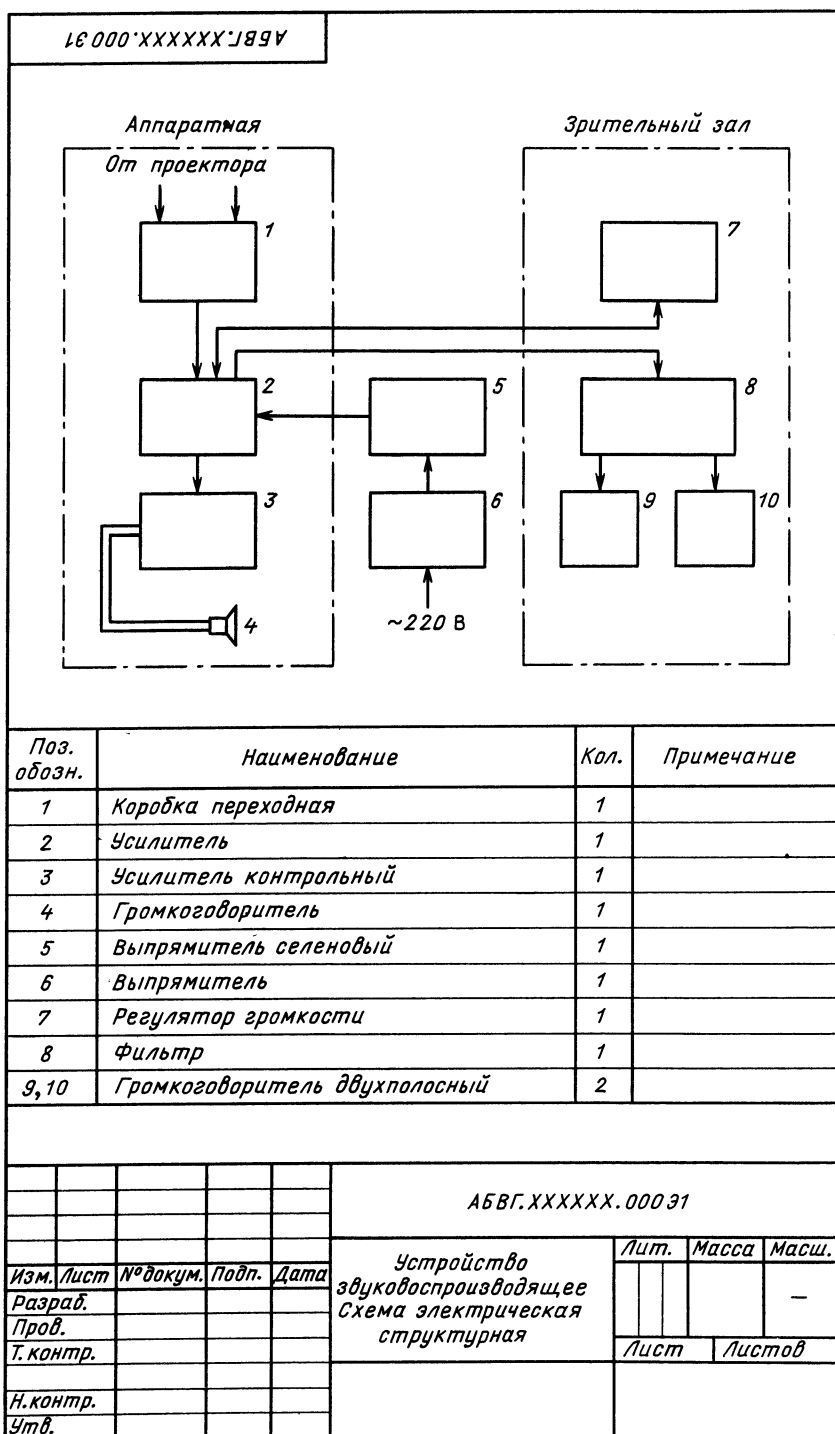


Рис. 6.2. Звукоспроизводящее устройство. Структурная схема

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. д., определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках (токи, напряжения и т. д.), 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 схема структурная звуковоспроизводящего устройства. Основная надпись изображена условно. Функциональные группы на схеме выделены штрихпунктирной линией. 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 ГОСТами 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 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.

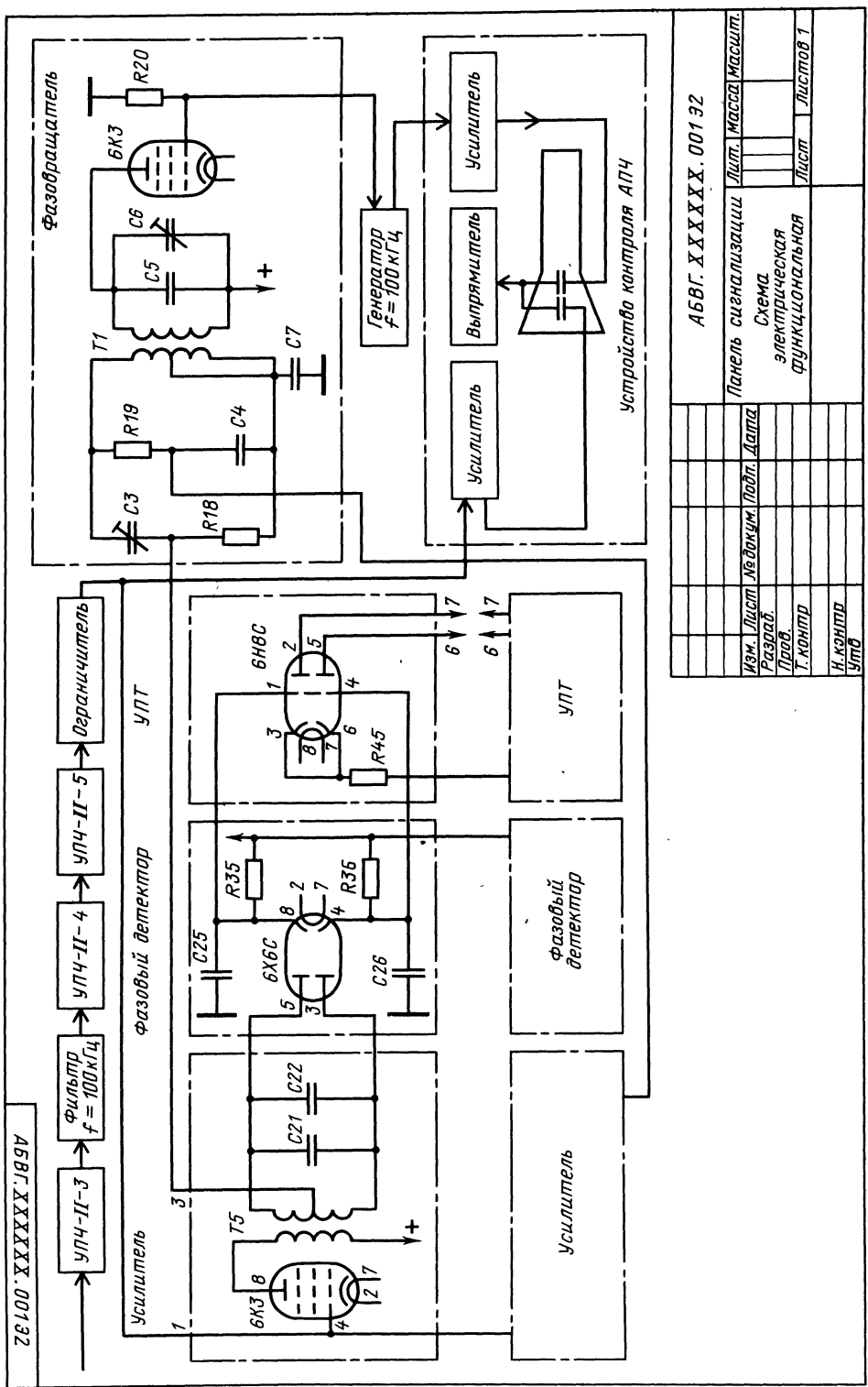


Рис. 6.3. Пример оформления функциональной схемы

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

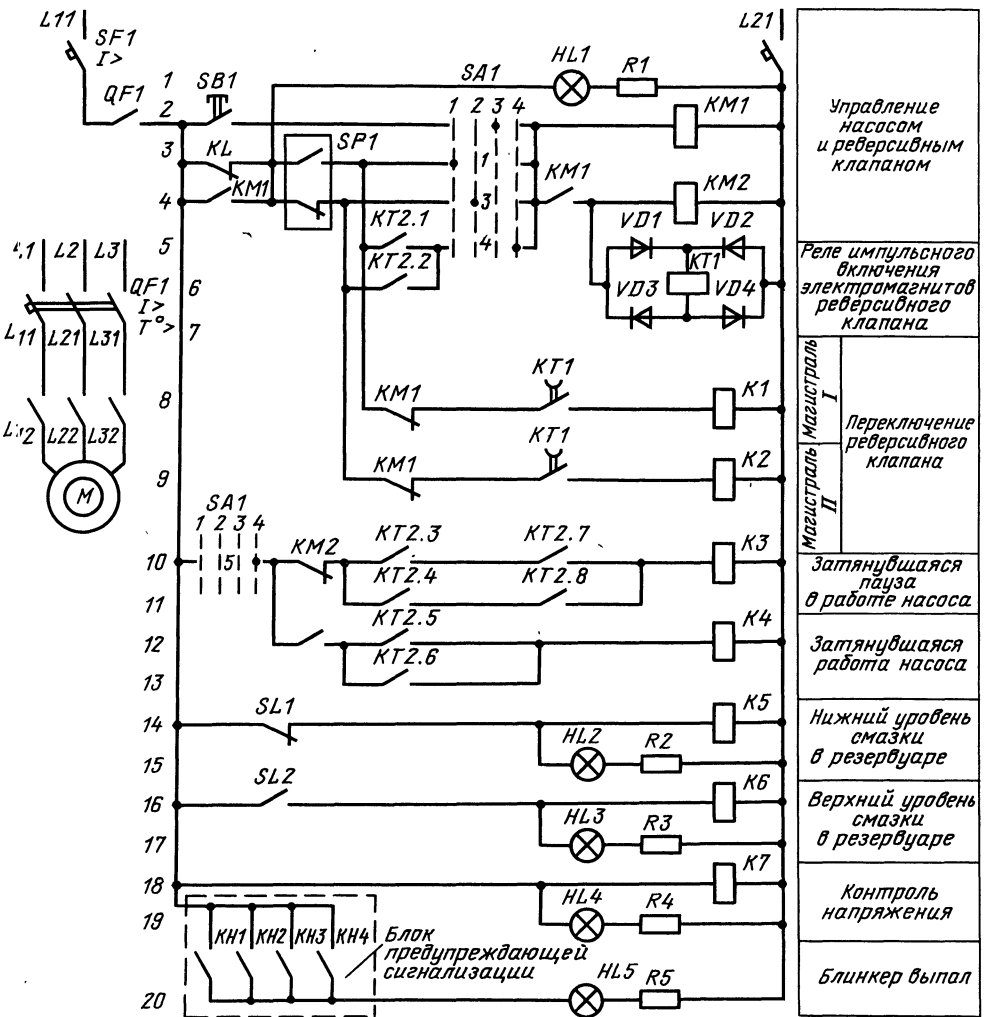


Рис. 6.4. Схема электрическая принципиальная устройства смазки

нии 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 условно не показаны). Схема цепей управления выполнена строчным способом. Строки пронумерованы, на свободном поле схемы помещены надписи, поясняющие назначение отдельных цепей. Элементы схемы — реле и выключа-

тели — выполнены разнесенным способом. Контакты, относящиеся к определенному типу реле, обозначены согласно ГОСТ 2.710-81. Силовые цепи и электрические элементы силовых цепей выделены утолщенной линией.

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 должна определяться от источника питания к потребителю, а разветвляющиеся участки цепи маркируют сверху вниз в направлении слева направо. При маркировке цепей допус-

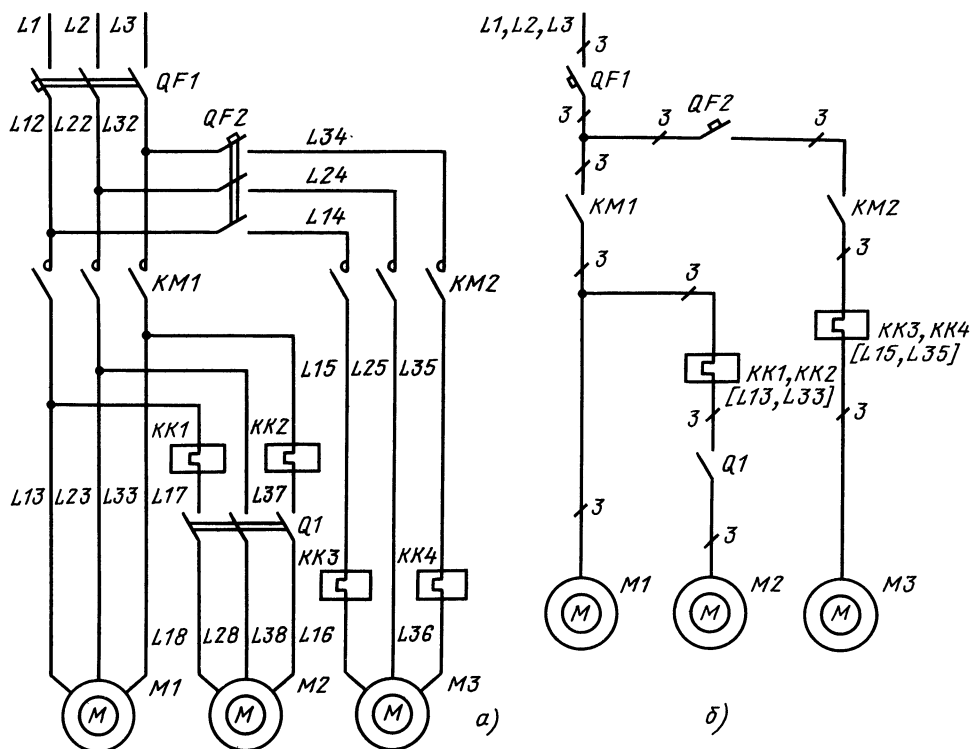


Рис. 6.5. Способы представления силовых цепей:
а — многолинейное представление; б — однолинейное представление

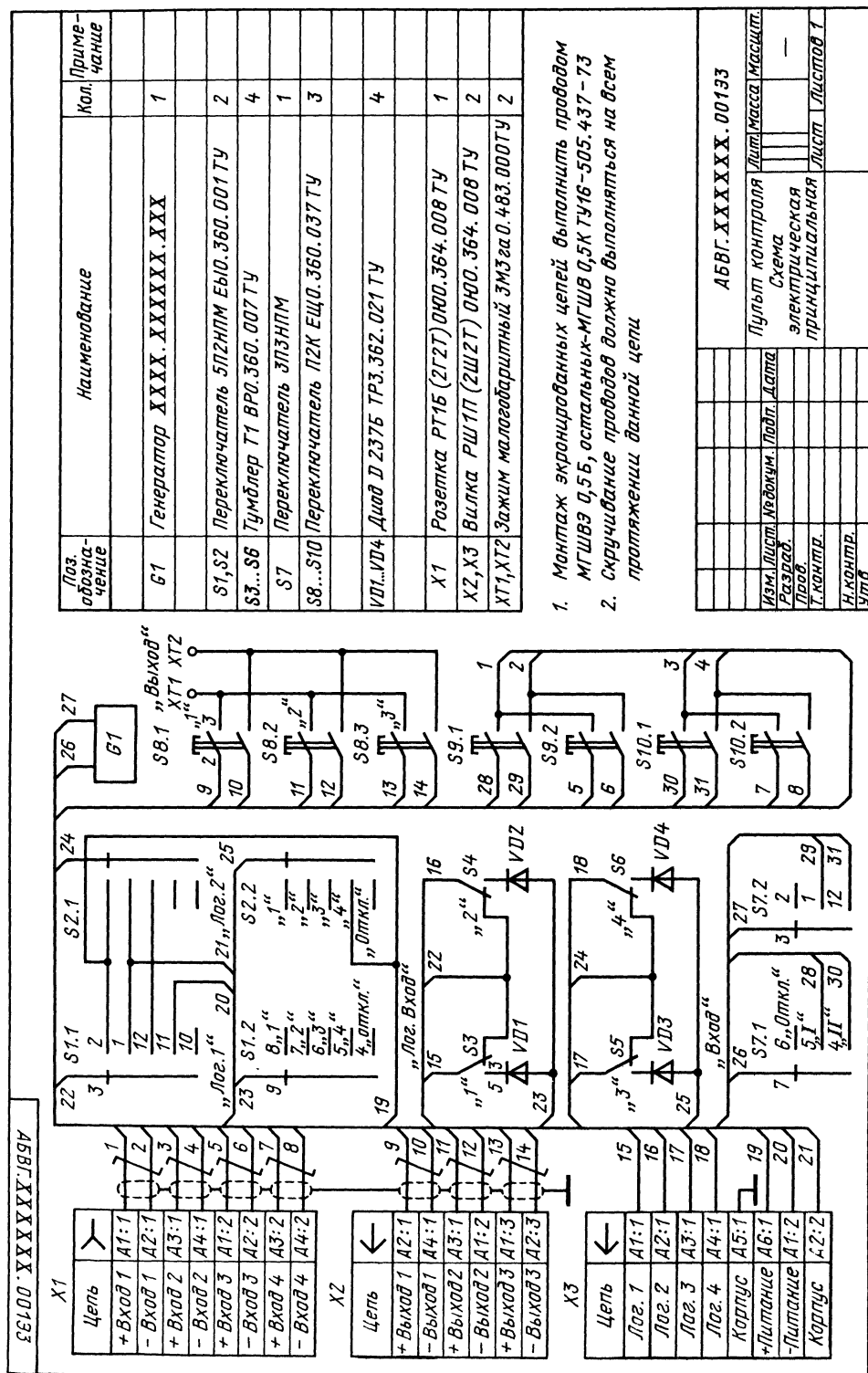


Рис. 6.6. Пульт контроля. Схема электрическая принципиальная

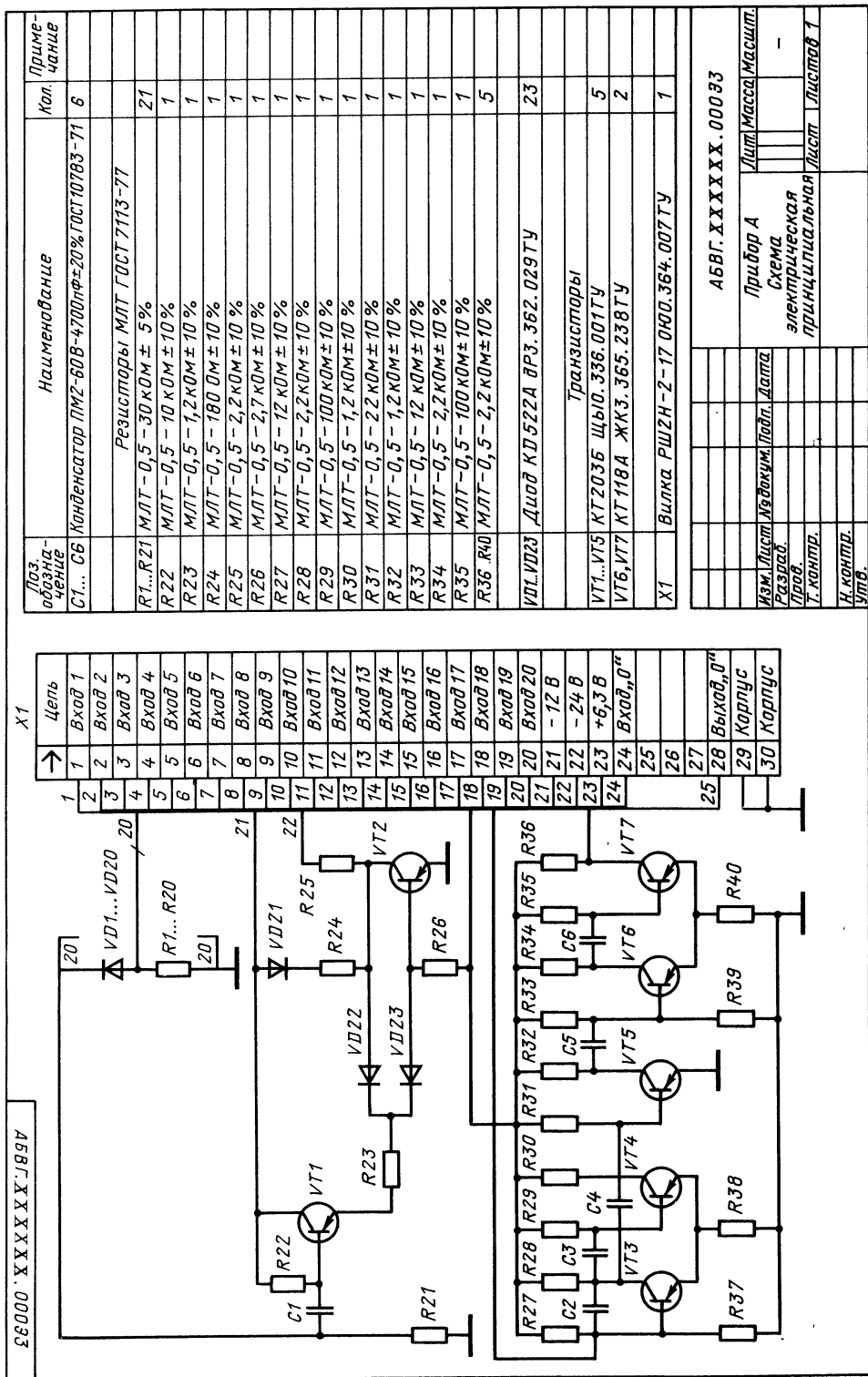


Рис. 6.7. Устройство 1. Схема электрическая принципиальная

кается оставлять резервные номера. Обозначения цепей производят прописными буквами латинского алфавита и арабскими цифрами.

Силовые цепи маркируют буквами, обозначающими фазы, и последовательными 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 разъёмные, разборные или неразборные контактные соединения, должны иметь одинаковые обозначения. На схеме обозначе-

ния 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 однопроводном представлении. Однолинейное изображение силовой части протяжного станка дано на рис. 6.5. Силовые цепи обозначены в соответствии с ГОСТ 2.709-72. 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 групповой 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

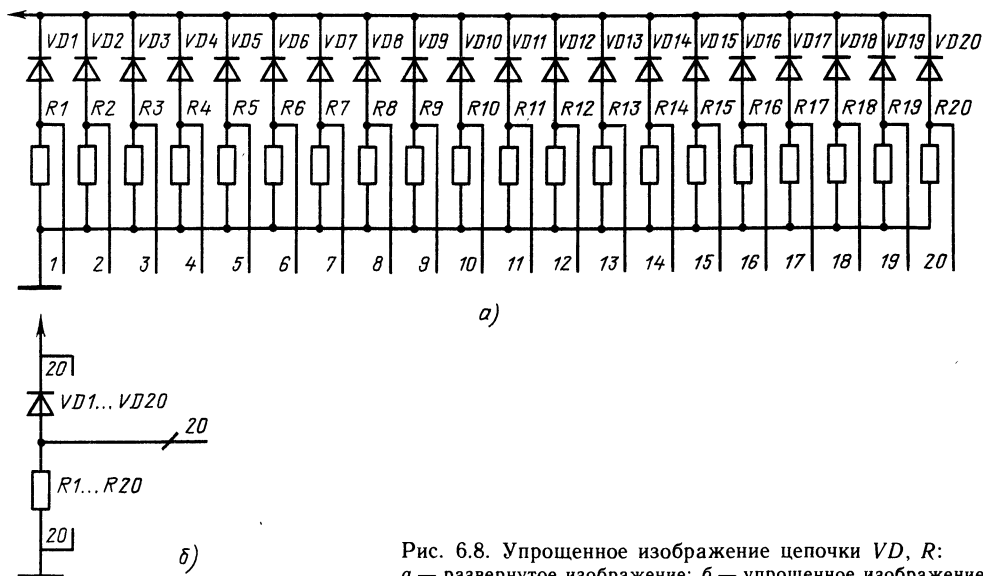


Рис. 6.8. Упрощенное изображение цепочки VD , R :
а — развернутое изображение; б — упрощенное изображение

применен способ упрощенного изображения нескольких одинаковых элементов, соединенных параллельно. Линии связи, идущие от средней точки между этими элементами, выполнены в однолинейном представлении, обозначены порядковыми но-

мерами (1...20). Линия групповой связи показана утолщенной линией. Разветвления от групповой линии связи изображены под углом 45° к ней и обозначены. Каждая из них имеет однозначный адрес присоединения. Такой прием значительно уп-

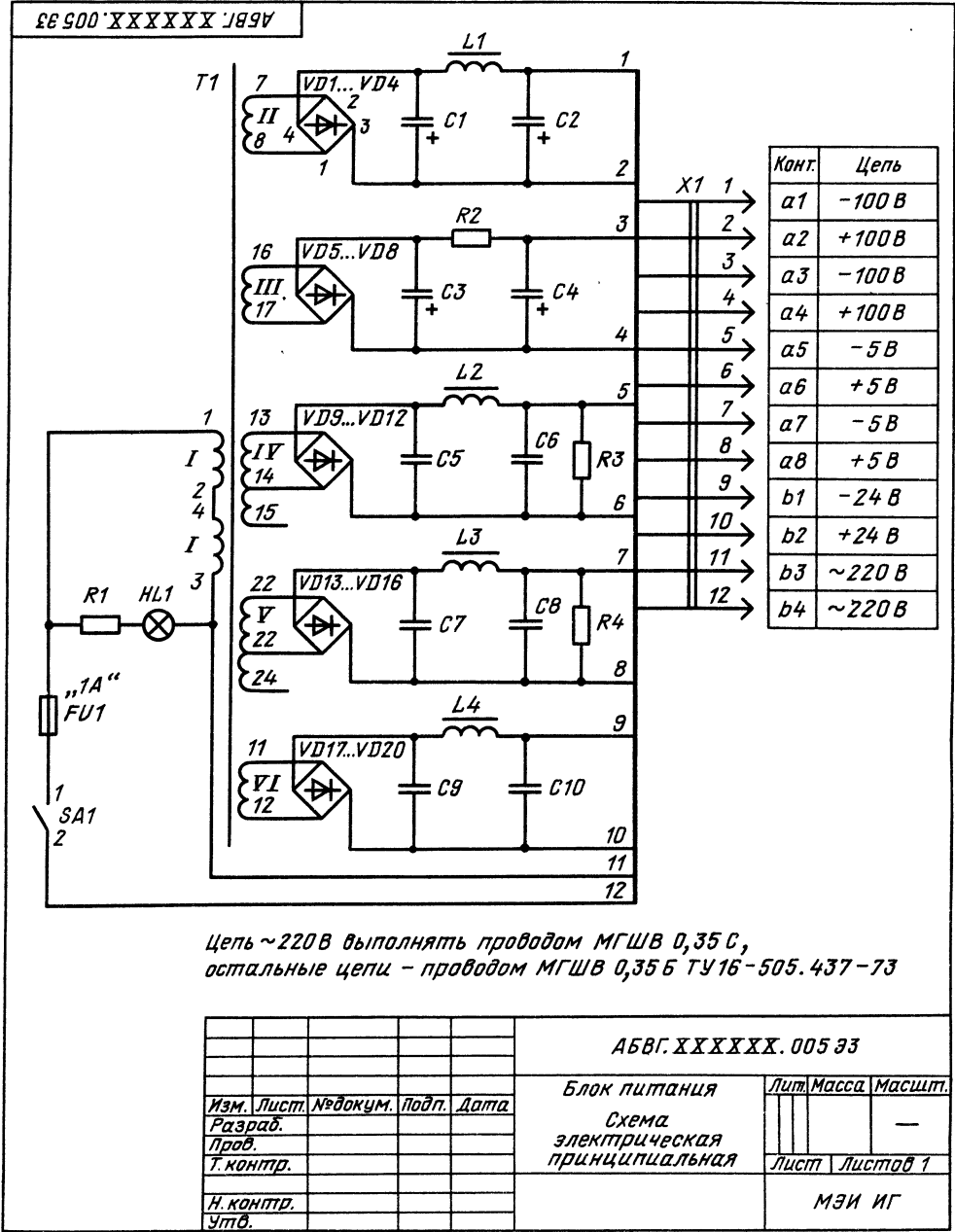


Рис. 6.9. Блок питания. Схема электрическая принципиальная

рошает 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 изделия (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 способом, 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 кроме позиционного обозначения следует указывать обозначения контактов (выводов), нанесенные на изделие или установленные в их документации. Допускается условно присваивать выводам 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 элемен-

тов (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 5 контактом разъема *X3* устройства *A*, или «Прибор *A*», если такая надпись обеспечивает однозначность присоединения.

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. д. Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством построения схемы. Размеры и форма таблицы ГОСТом 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 (рис. 6.11), при этом головка таблицы приводится только на одном из изображений.

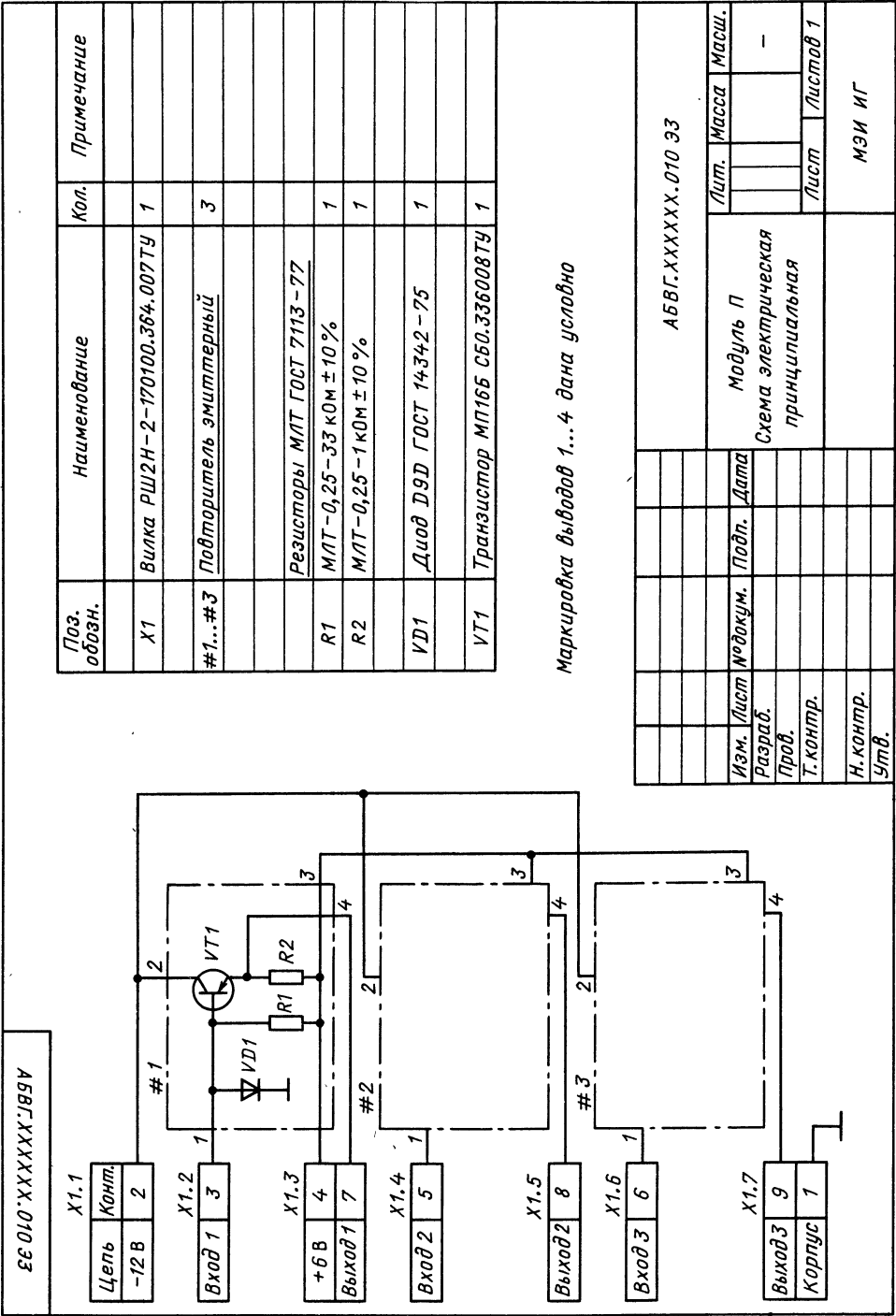


Рис. 6.11. Модуль П. Схема электрическая принципиальная

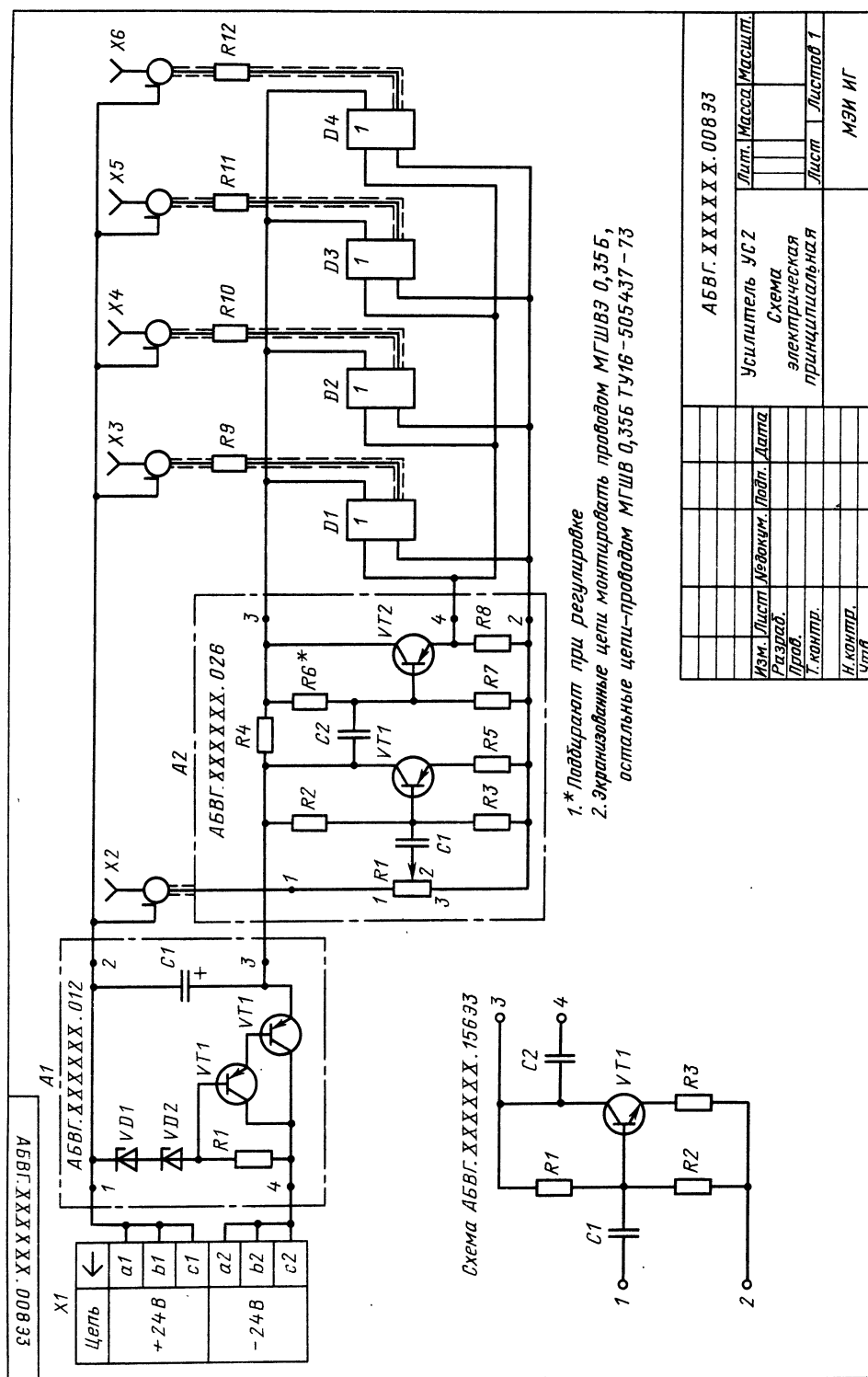


Рис. 6.12. Усилитель УС2. Схема электрическая принципиальная

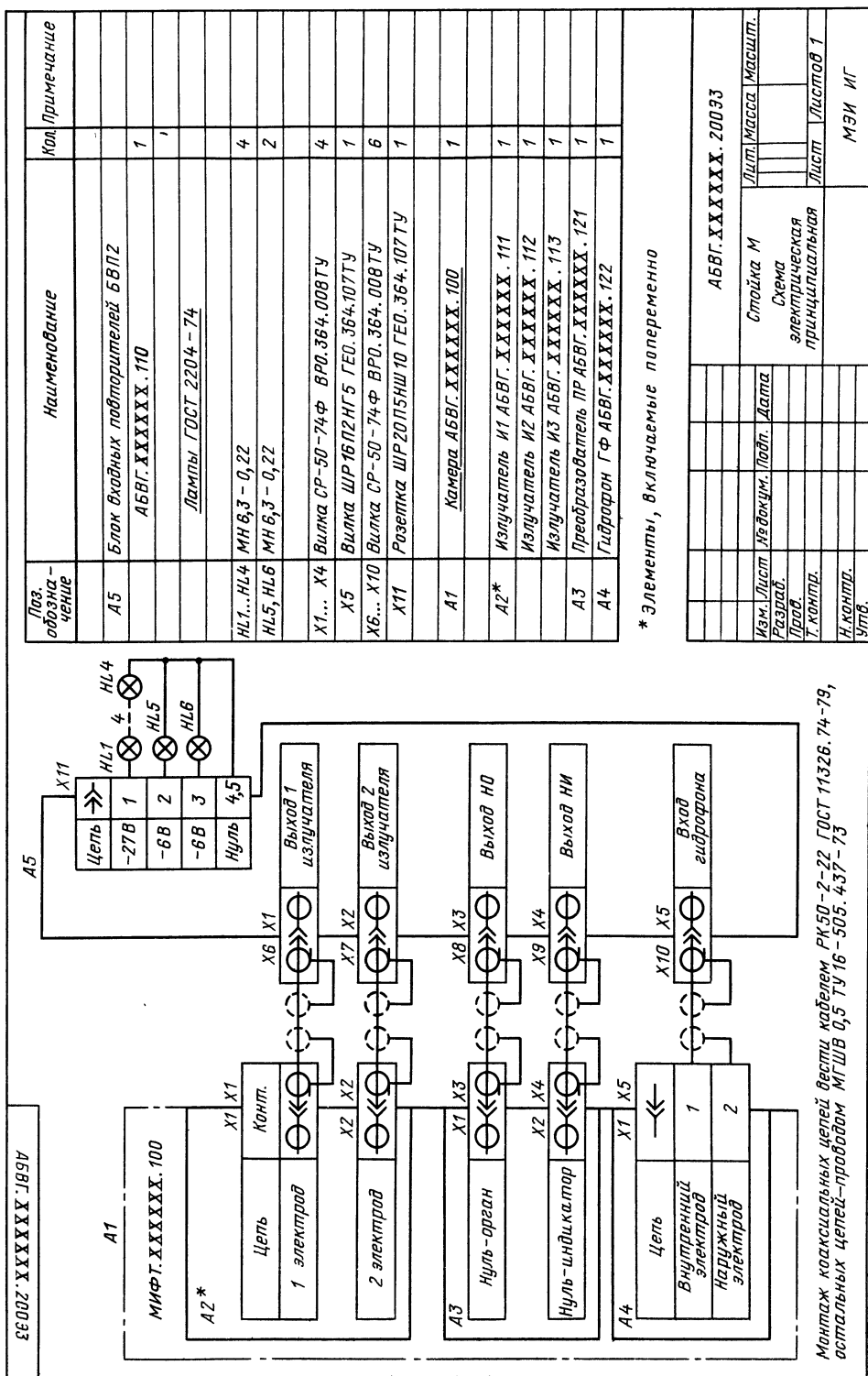


Рис. 6.14. Стойка М. Схема электрическая принципиальная

пиальной 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 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 с характеристиками входных и выходных цепей (рис. 6.14). Знаком * отмечены устройства, включаемые попеременно. На рис. 6.14 показано упрощенное соединение нескольких одинаковых элементов (*H1...H4*), 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 устройства или функциональную группу изображают в виде прямоугольника, а схему такого устройства изображают внутри одного из прямоугольников (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 для схем, выполненных строчным способом (см. рис. 6.4).

При выполнении схем на нескольких листах следует выполнять следующие требования: при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдать сквозную нумерацию в пределах изделия, выполнять 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 соедине-

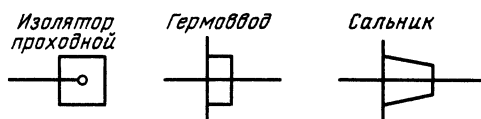


Рис. 6.15. Изображение вводных элементов

ния 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 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 (рис. 6.16).

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 цоколевка электровакуумных приборов 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, раз-

мещаемой 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:

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 в целях удобства 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

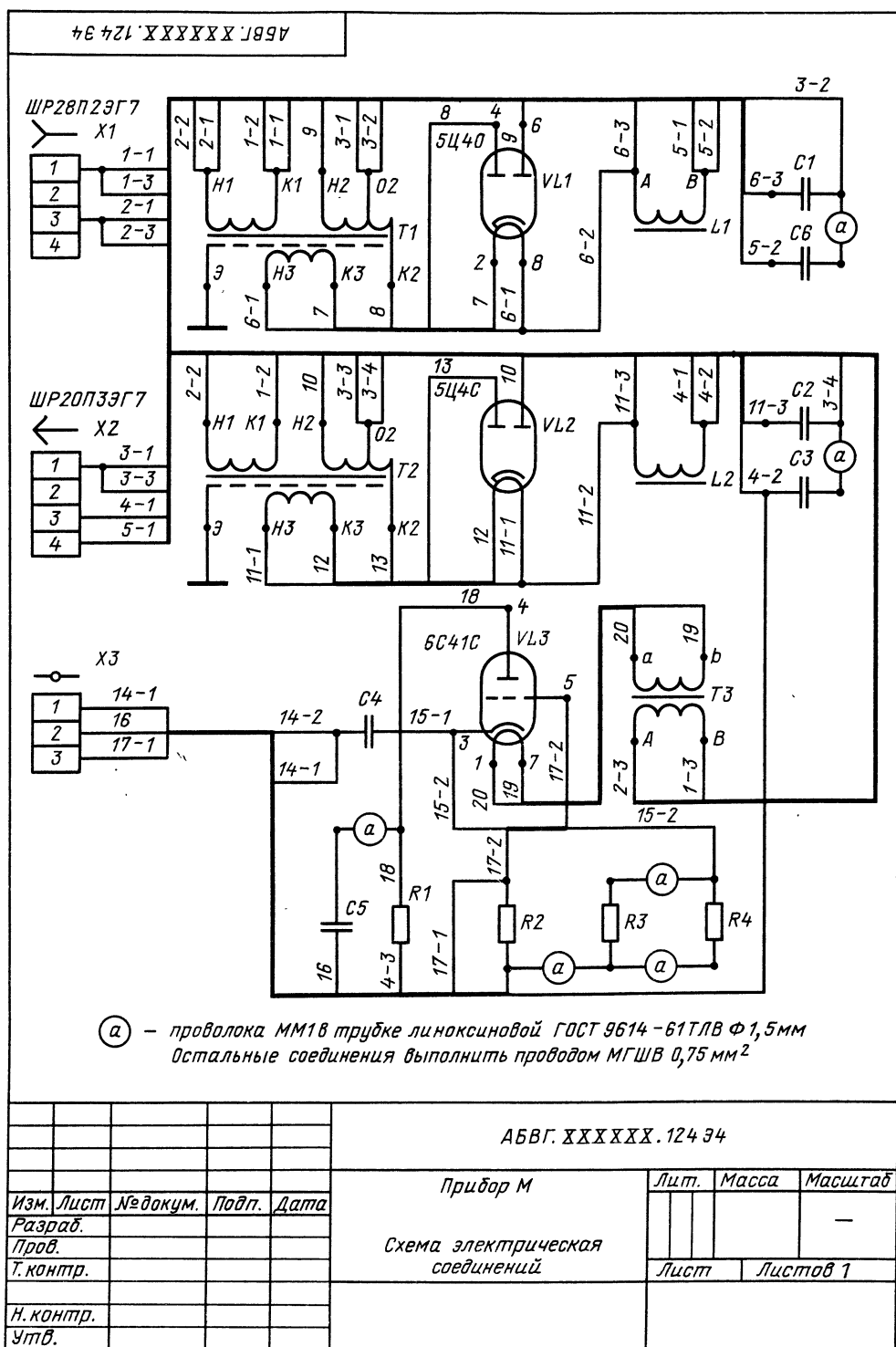


Рис. 6.16. Прибор М. Схема электрическая соединений

Рис. 6.17. Система контроля. Схема электрическая соединений и подключения

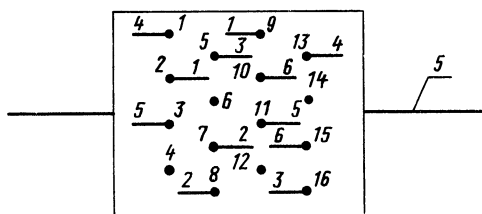


Рис. 6.18. Многоконтактное устройство

мест присоединения 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. 6.18 обозначение кабеля РШМ $12 \times 1 \text{ мм}^2$ 8 означает: РШМ — марка кабеля, 12 — число всех жил, 1 мм^2 — 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 рекомендуются указывать на поле схемы (см. рис. 6.17).

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 прово-

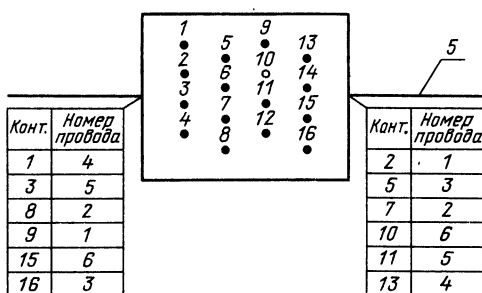


Рис. 6.19. Многоконтактное устройство с таблицей соединений

да» — обозначение провода, жилы кабеля;

в графах «Откуда идет», «Куда поступает» — условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств;

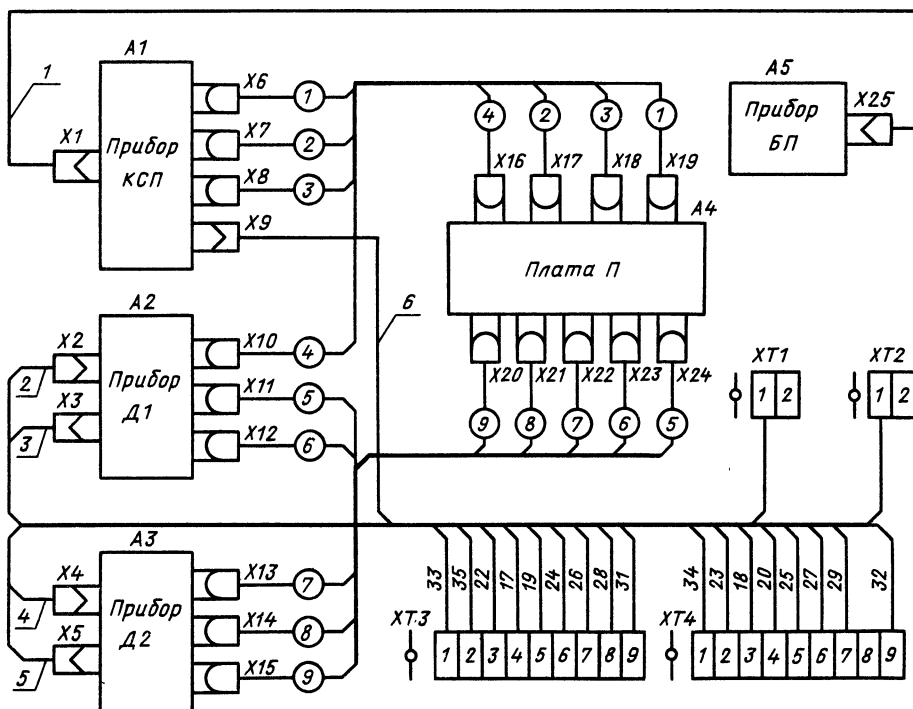
в графе «Соединения» — условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств, разделяя их запятой;

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 перед 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 (см. рис. 6.17).



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
X1... X5	Разъем РП14 МИФТ.ХХХХХХ.018	5	
X6... X8	Вставка МВР 619 МИФТ.ХХХХХХ.021	3	
X9	Разъем РП14 МИФТ.ХХХХХХ.018	1	
X10	Вставка ВР-154 П МИФТ.ХХХХХХ.005	1	
X11... X25	Вставка КПШ МИФТ.ХХХХХХ.012	14	
ХТ1, ХТ2	Колодка КЗ-2 МИФТ.ХХХХХХ.045	2	
ХТ3, ХТ4	Колодка КЗ-9 МИФТ.ХХХХХХ.014	2	

Рис. 6.20. Тракт передачи. Схема электрическая соединений

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
		<u>Жгут 1</u>		
1	= A1 - X1:2a	= A5 - X25:2a	МГШВ 0,75	
2	= A1 - X1:3a	= A5 - X25:3a	МГШВ 0,75	
3	= A1 - X1:5a	= A5 - X25:5a	МГШВ 0,75	
4	= A1 - X1:6a	= A5 - X25:6a	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 Э4			
					Тракт передачи Схема электрическая соединений	Лит.	Масса	Масш.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				-
Разраб.								
Пров.								
Т. контр.						Лист	Листов	
Н. контр.						МЗИ ИГ		
Утв.								

— \square = А1-Х1:5 или — \square — = А1-Х1:5

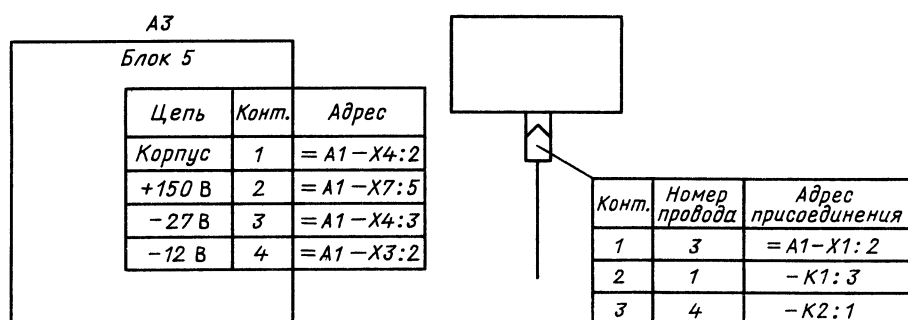


Рис. 6.21. Различные варианты указания адресов присоединений

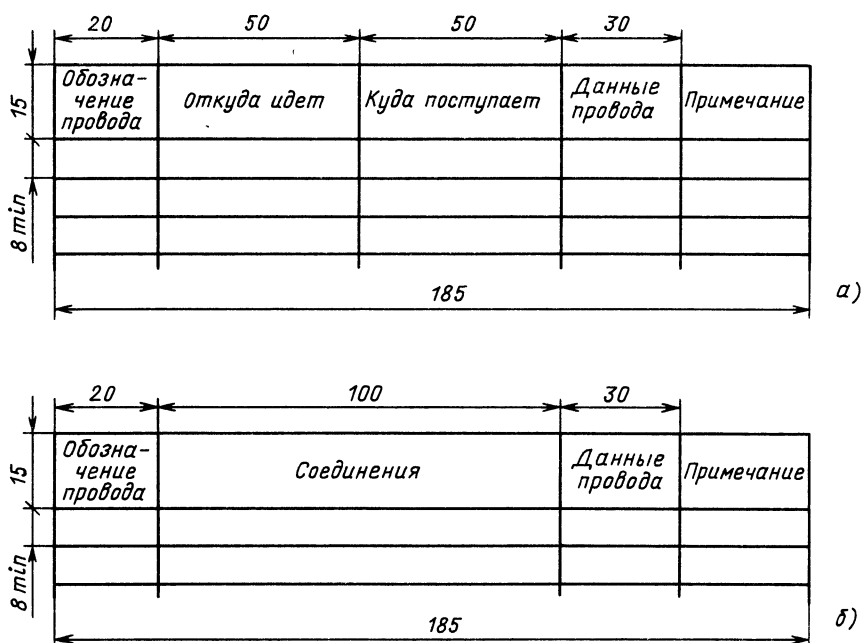


Рис. 6.22. Форма таблицы соединений:
а — первый вариант; б — второй вариант

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.)

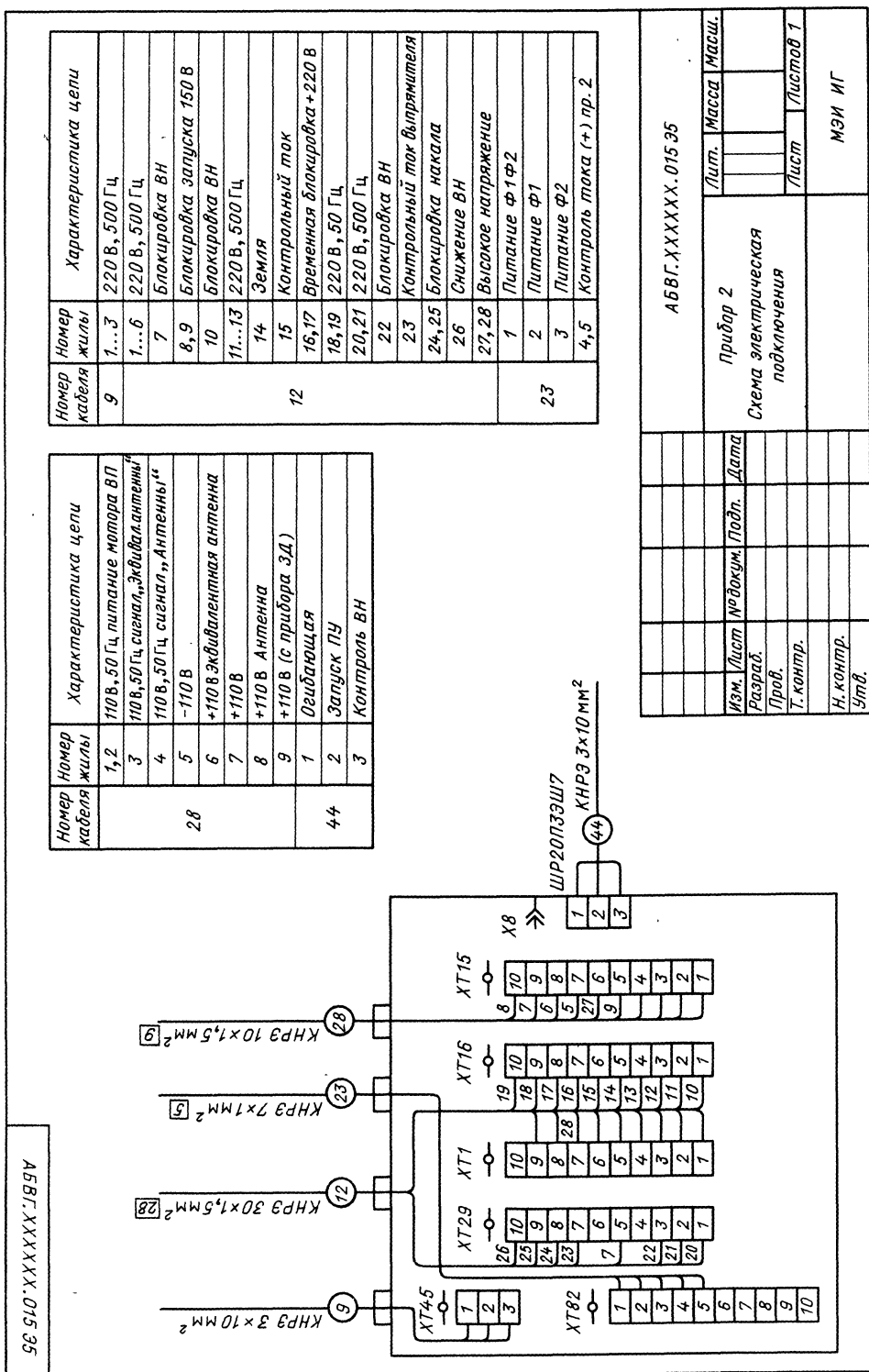


Рис. 6.23. Прибор 2. Схема электрическая подключения

Сведения о внешнем подключении указывают в таблице подключения, расположенной на поле схемы над основной надписью. Форма таблицы произвольная.

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.

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 и 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.

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.

Рис. 6.24. Форма таблицы перечня проводов

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 документа 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. Электрические схемы обмоток и изделий с обмотками

Для обмоток и изделий с обмотками (трансформаторов, электрических машин) 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 изо-

бражать 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* (север-

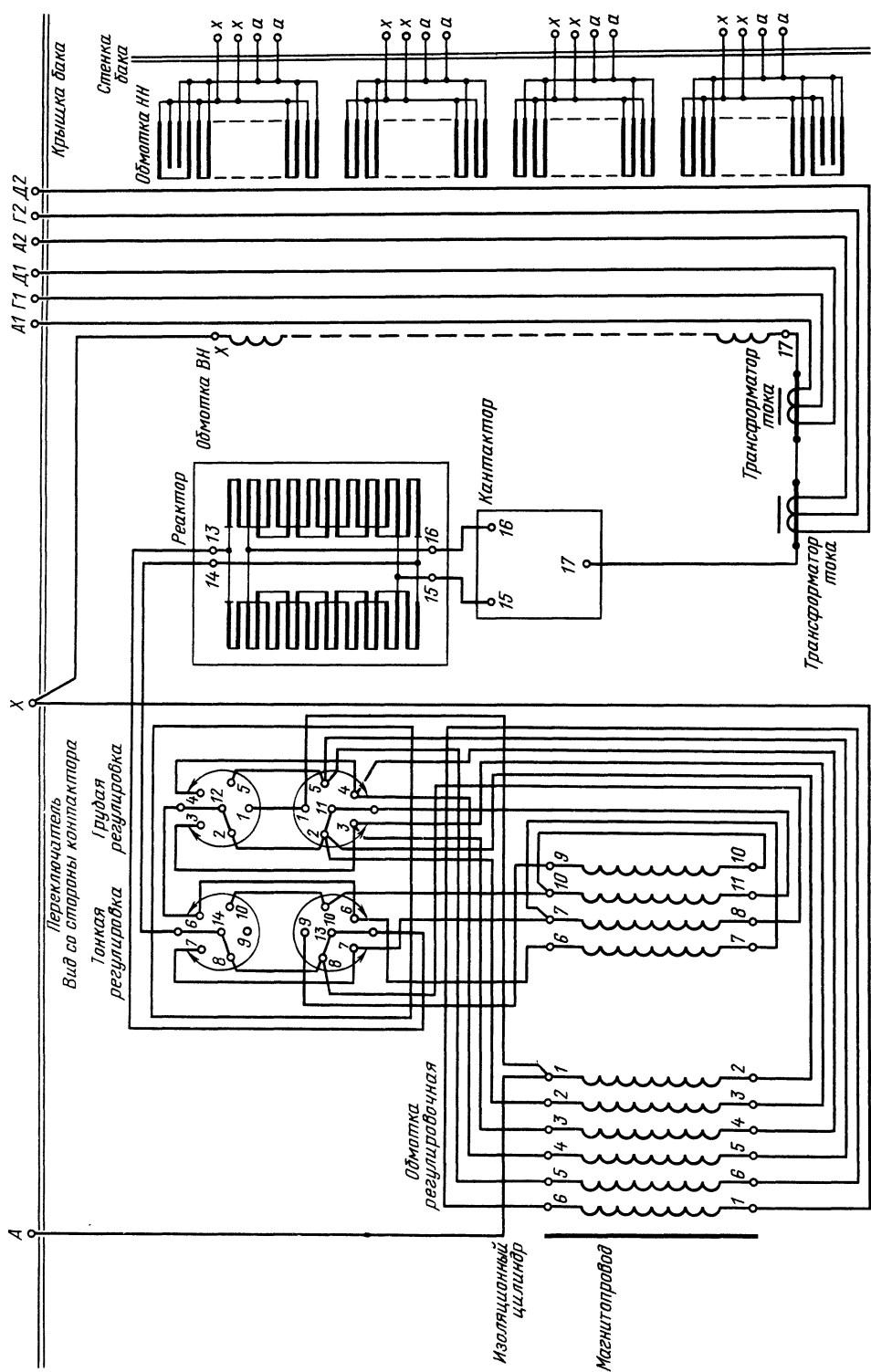


Рис. 6.27. Схема электрическая соединений трансформатора

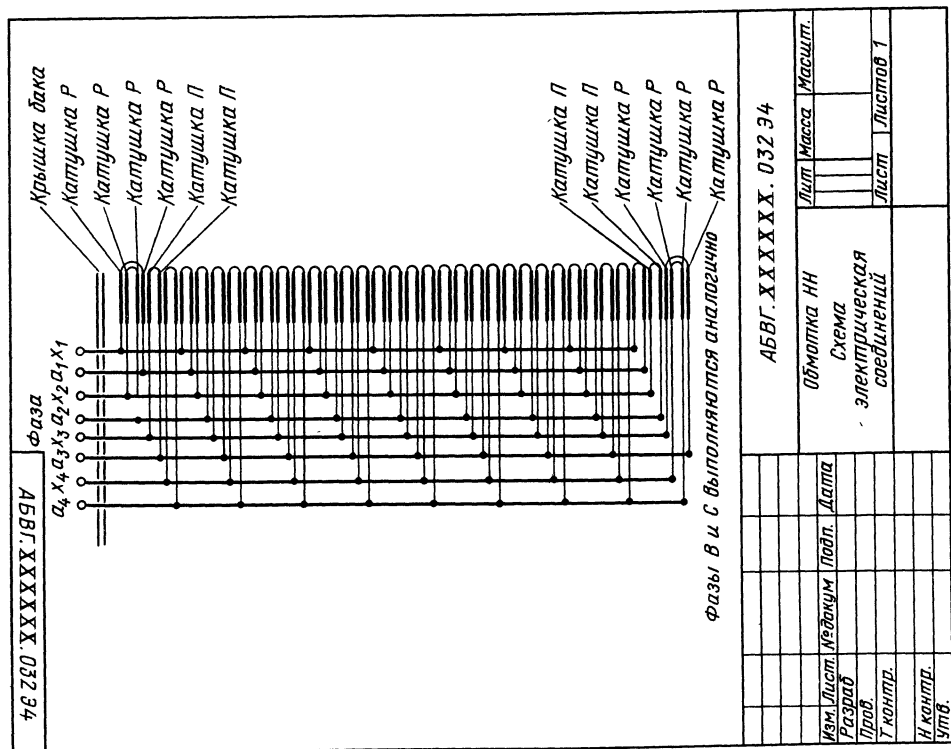


Рис. 6.28. Схема электрическая соединений обмотки низкого напряжения

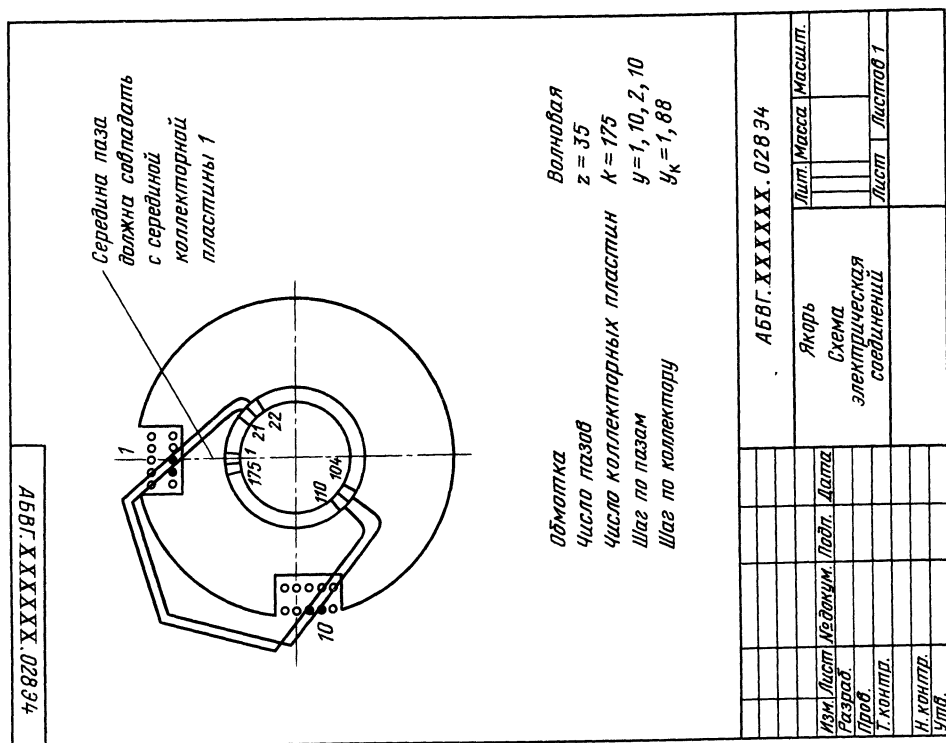


Рис. 6.29. Пример оформления схемы якоря

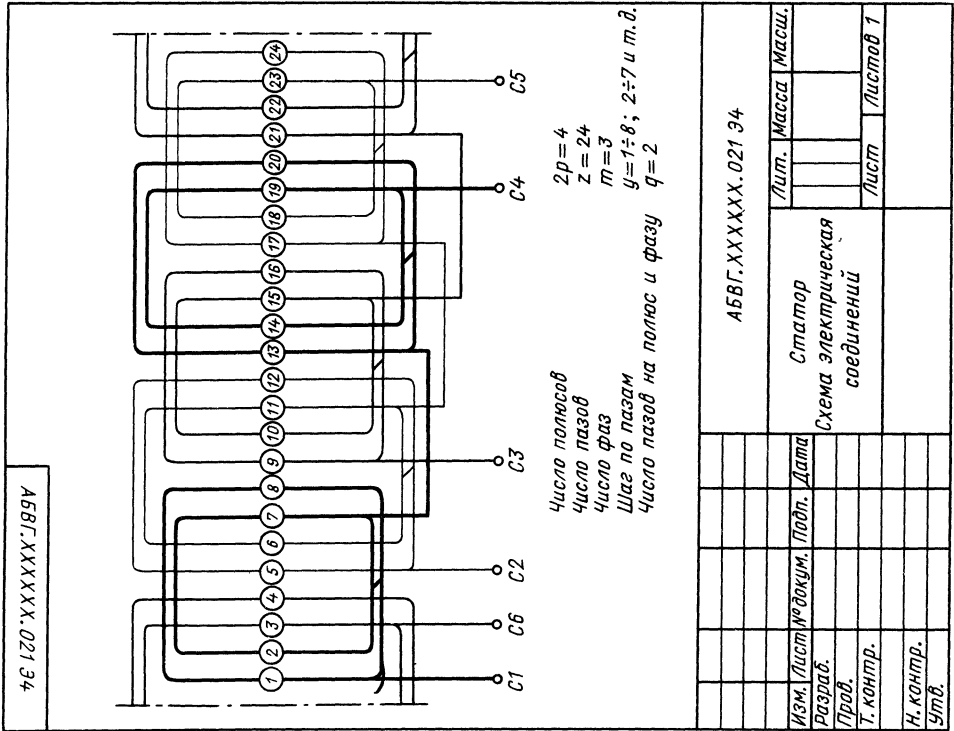


Рис. 6.30. Схема электрическая соединений обмоток статора (при развертке на плоскость)

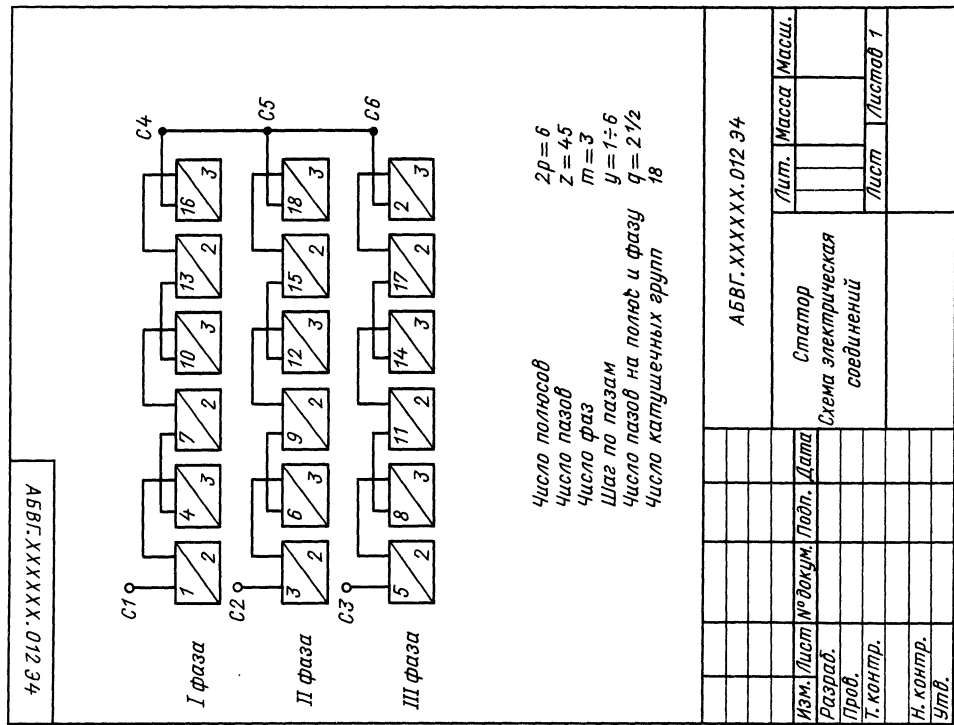


Рис. 6.31. Схема электрическая соединений с расположением обмоток, определяемым удобством чтения схемы

7.1. Общие положения

Электрические схемы вычислительной техники являются основными документами при разработке, изготовлении, наладке и эксплуатации ЭВМ, которые более сложны по сравнению с другими радиоэлектронными устройствами. Особенностью ЭВМ 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 2.743-82, а для элементов аналоговой вычислительной техники — в ГОСТ 2.759-82. Регламентируемые вышеуказанными стандартами правила выполнения схем и условных графических обозначений предусматривают выполнение 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 Т и номер таблицы, например (* Т6). Электропитание на схеме показывают в виде таблицы, текста либо на прерванной линии, отображающей связь по питанию.

На схеме допускается выделять функциональные части штрихпунктирной линией (рис. 7.3). На струк-

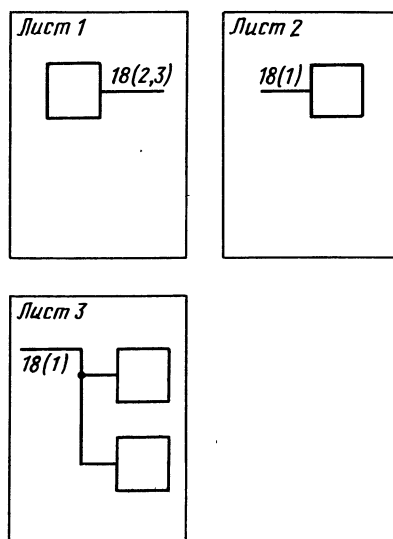


Рис. 7.1. Обозначение обрывов линий электрической связи

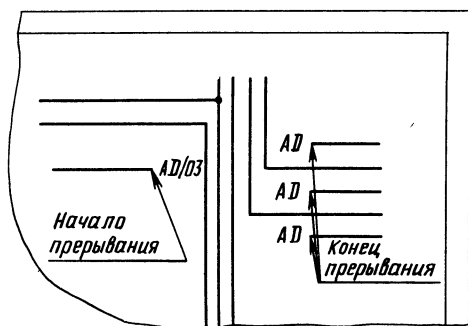


Рис. 7.2. Обозначение обрыва линии групповой связи

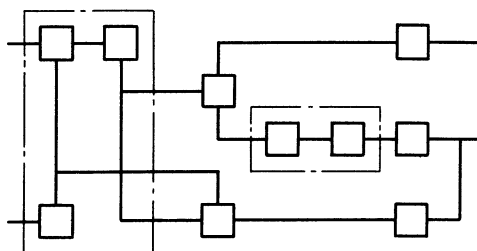


Рис. 7.3. Функциональные части на схеме

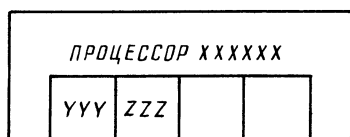
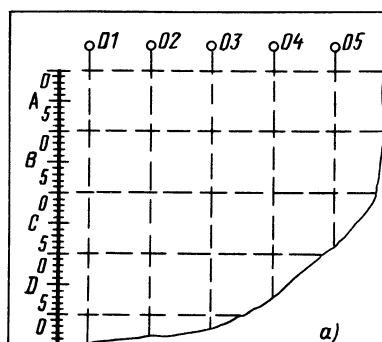


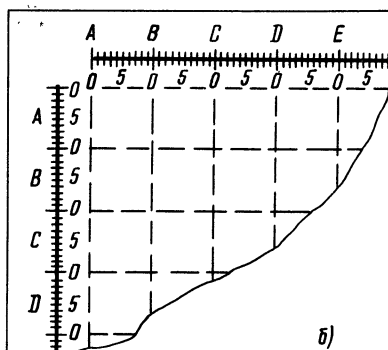
Рис. 7.4. Изображение функциональной части на структурных и функциональных схемах

турных 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 обозначены стрелками. При большой 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).



а)



б)

Рис. 7.5. Деление поля листа:

а — на зоны; б — координатным методом

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. Форма таблицы сигналов выбирается условно в зависимости от ее содержания, запись производят в алфавитном порядке по конструктивным адресам или по схемным адресам. Таблицы сигналов могут быть выполнены самостоятельными документами с шифром ТС и шифром, определяющим вид схемы, например ТСЭЗ — таблица соединений схемы принципиальной электрической.

7.2. Структурные схемы

Структурные схемы имеют код Э1 или 101 (по СТ СЭВ 527-77). Функциональные части на схемах изобра-

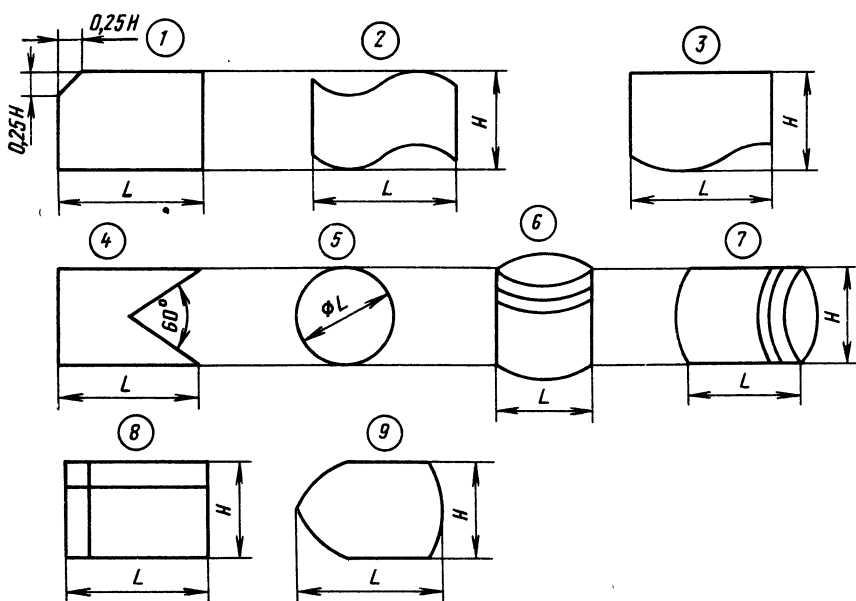


Рис. 7.6. Условные графические обозначения для структурных схем вычислительной техники: 1, 2 — Устройства — носители данных: перфокарты (1), перфоленты (2); 3 — печатающие устройства; 4—7 — накопители на магнитных картах (4), магнитной ленте (5), магнитном диске (6), магнитном барабане (7); 8 — запоминающее устройство; 9 — визуальное устройство ввода-вывода

жают 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 или 102 (по СТ СЭВ 527-77). Функциональные части изображают прямоугольниками или при помощи условных графических обозначений, установленных ГОСТ 2.708-81 (рис. 7.7). Для всех обозначений $L = 1,5 H$. При выполнении схем до-

пускается поворачивать условные графические обозначения функциональных частей на 90° , указывать разрядность функциональных частей (рис. 7.8), совмещать условные графические обозначения функциональных частей по большей их стороне, если выходы одной полностью соответствуют входам другой (рис. 7.9). Функциональные части логических элементов на схемах изображают по ГОСТ 2.743-82.

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 2.743-82 управляющие линии связи подводят к большей стороне условного графического обозначения. Для однозначного определения входов и

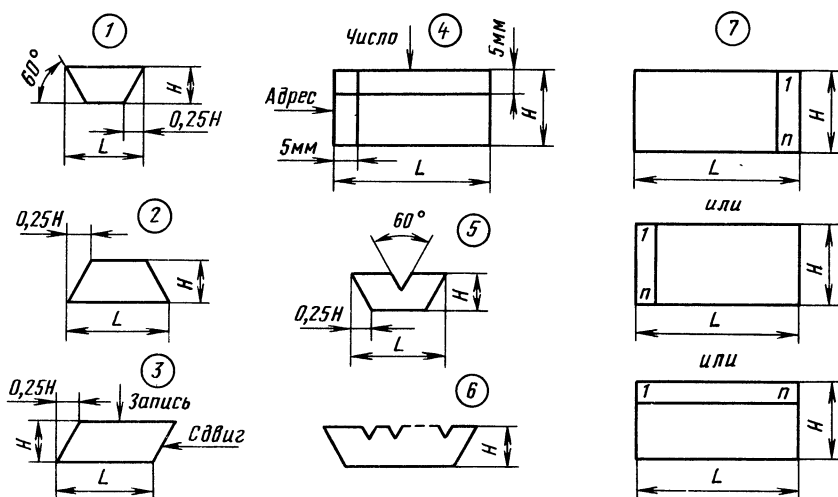


Рис. 7.7. Условные графические обозначения для функциональных схем вычислительной техники:

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

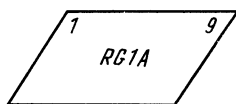


Рис. 7.8. Девятиразрядный сдвигающий регистр

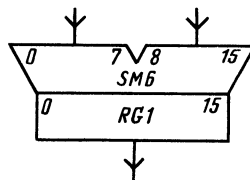


Рис. 7.9. Пример совмещения условных графических обозначений элементов цифровой вычислительной техники

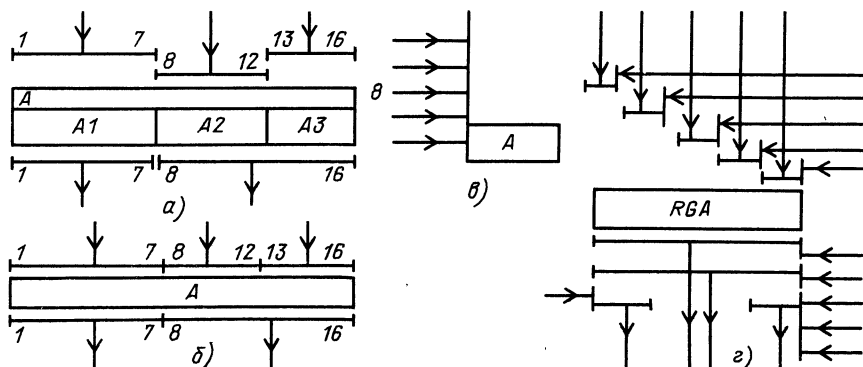


Рис. 7.10. Обозначение линий связи в логических элементах функциональных схем

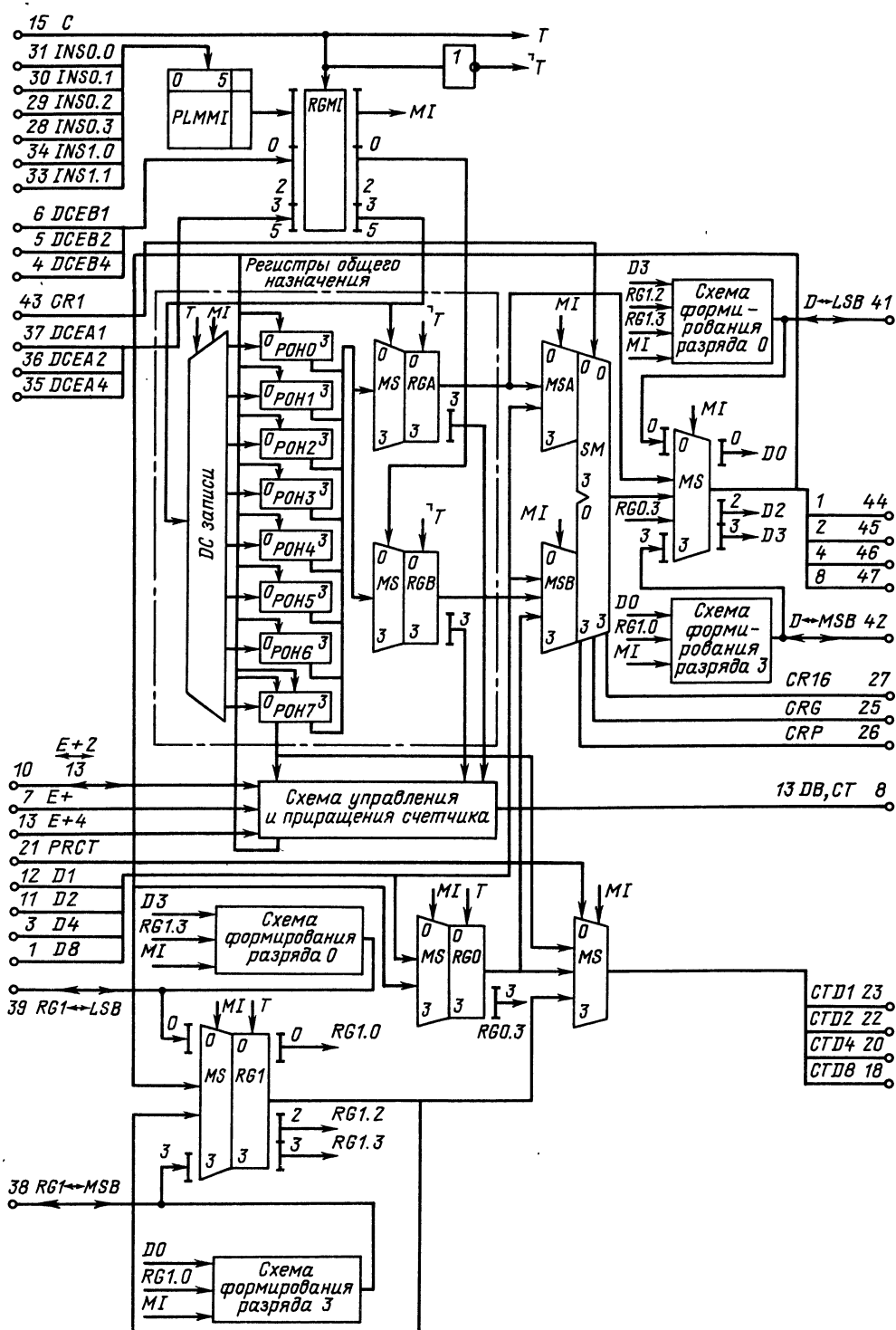


Рис. 7.11. Пример функциональной схемы БИС К582ИК1

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).

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 или 201 (СТ СЭВ 527-77). Элементы схемы изображают по ГОСТ 2.743-82 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, которые отделяют горизонтальной чертой. В первой строке основного поля помещают обозначение функции, выполняемой элементом, в дополнительных полях — информацию о функциональных назначениях выводов (рис. 7.12).

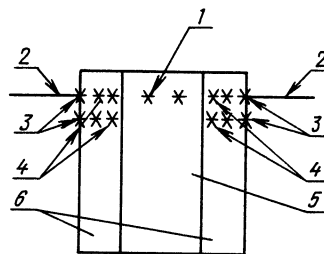


Рис. 7.12. Условное графическое обозначение двоичного логического элемента:

1 — обозначение функции элемента; 2 — линия вывода; 3 — указатели; 4 — метки; 5 — основное поле; 6 — дополнительные поля

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.

Допускается поворачивать условное графическое обозначение на угол, кратный 90° , при этом входы располагают сверху, выходы — снизу (рис. 7.13). Размеры условного графического обозначения по высоте должны быть кратны постоянной величине $C/2$, где C не менее 5 мм. При этом расстояние между горизонтальной стороной прямоугольника и ближайшей линией вывода должно быть не менее и кратным величине $C/2$. Расстояние между линиями выводов должно быть не менее и кратным величине C .

Размер условного графического обозначения по ширине определяется наличием дополнительных полей количеством знаков внутри основного поля, размером шрифта. Ширина дополнительного поля должна быть не менее 5 мм.

Начертание условных графических обозначений приведено на рис. 7.14. Изображение группы элементов в одной колонке может быть выполнено совмещенно и несовмещенно, при этом допускается разделять элементы условного графического обозначения линиями электрической связи.

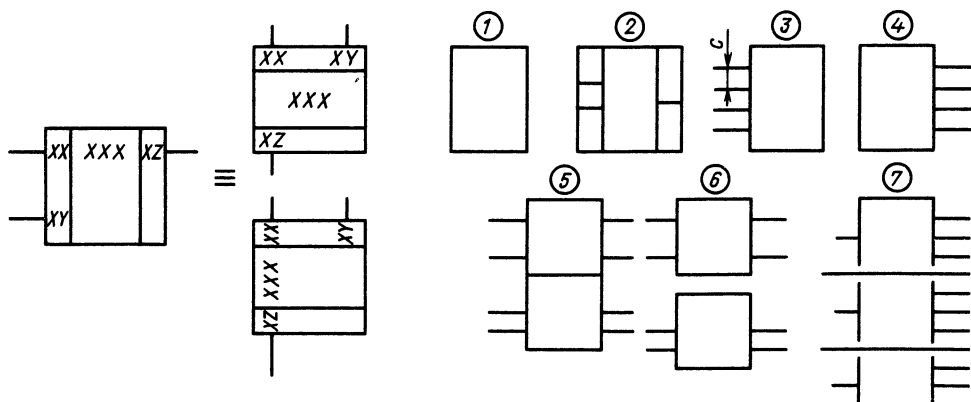


Рис. 7.13. Ориентация условного графического обозначения на схеме

Рис. 7.14. Начертание условных графических обозначений:

1 — основное поле; 2 — основное поле с дополнительными полями, разделенными на зоны; 3 — входы элемента; 4 — выходы элемента; 5, 6 — расположение групп элементов: совмещенное (5) и несовмещенное (6); 7 — изображение условного графического обозначения, разделенного линиями электрической связи

В основное поле элементов и устройств помещают информацию: в 1-й строке — обозначение основной функции (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

Таблица 7.1

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Вычислитель	CP	Сравнение	= =
Процессор	P	Мультиплексор	MUX
Память	M	Демultipлексор	DMX
Управление	CO	Мультиплексор-селектор	MS
Перенос	CR	Селектор	SL
Прерывание	INR	Генератор	G
Передача	TF	Пороговый элемент	TH
Прием	RC	Дискриминатор	DIC
Ввод-вывод	IO	Триггер	T
Арифметика	A	Задержка	→ или DL
Логика	L	Формирователь	F
Регистр	RG	Усилитель	▷
Счетчик	CT	Ключ	SW
Шифратор	CD	Модулятор	MD
Дешифратор	DC	Демодулятор	DM
Преобразователь	X/Y	Нелогический элемент	*

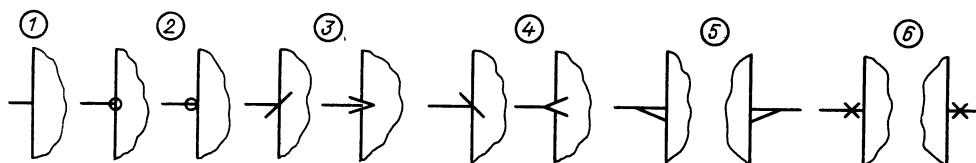


Рис. 7.15. Обозначение указателей входов-выходов:

1, 2 — статические входы: прямой (1), инверсный (2); 3, 4 — динамические входы: прямой (3), инверсный (4); 5 — вход и выход указателя полярности; 6 — выводы, не несущие логической информации

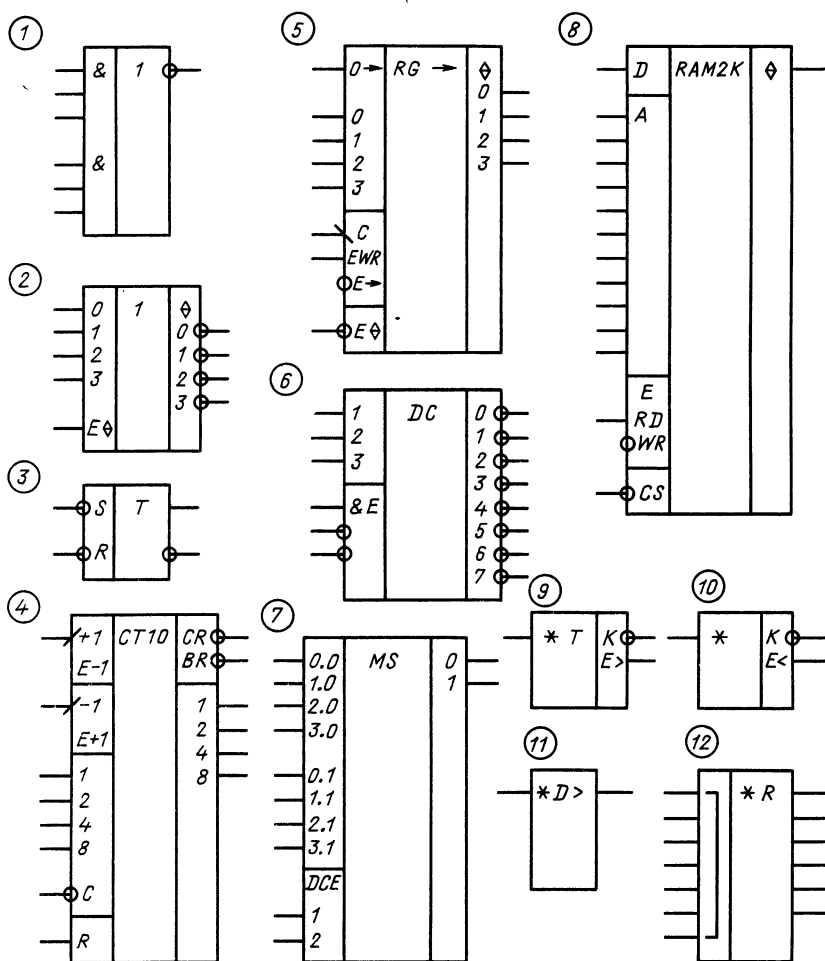


Рис. 7.16. Примеры обозначения элементов цифровой вычислительной техники по ГОСТ 2.743-82:

1 — элемент И — ИЛИ — НЕ; 2 — элемент четырехразрядный магистральный с состоянием высокого импеданса; 3 — RS-триггер с инверсными входами; 4 — счетчик реверсивный четырехразрядный двоично-десятичный; 5 — регистр сдвига четырехразрядный, имеющий выходы с состоянием высокого импеданса и динамический вход \bar{C} , реагирующий на изменение сигнала из состояния логическая 1 в состояние логический 0; 6 — дешифратор с управлением, преобразующий три разряда двоичного кода в восемь разрядов позиционного кода; 7 — селектор-мультиплексор двухразрядный, из четырех направлений в одно; 8 — устройство оперативное запоминающее статического типа, информационная емкость 2К; 9—12 наборы нелогических элементов: транзисторов типа $p-p-p$ (9) и типа $p-p-n$ (10), диодов с прямой полярностью (11), резисторов, у которых часть выводов объединена (12).

цифр и специальных знаков, записанных без пробелов. Количество знаков в обозначении функции не ограничено. Обозначения основных функций элементов цифровой техники по ГОСТ 2.743-82 приведены в табл. 7.1.

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 Π или \wedge , цифровой — $\#$, преобразование цифро-аналоговое — $\#/\wedge$.

Выводы элементов подразделяют на статические и динамические, несущие и не несущие логическую информацию. Статические и динамические выводы подразделяют на пря-

мые и инверсные. На прямом статическом выводе двоичная переменная имеет значение 1, если сигнал на этом выводе в активном состоянии находится в состоянии логической 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 логической 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 логической 1 в принятом логическом соглашении. На инверсном динамическом выводе двоичная переменная имеет значение 1, когда сигнал на этом выводе изменяется из состояния логической 1 в состояние логической 0 в принятом логическом соглашении.

Вывод элемента должен иметь

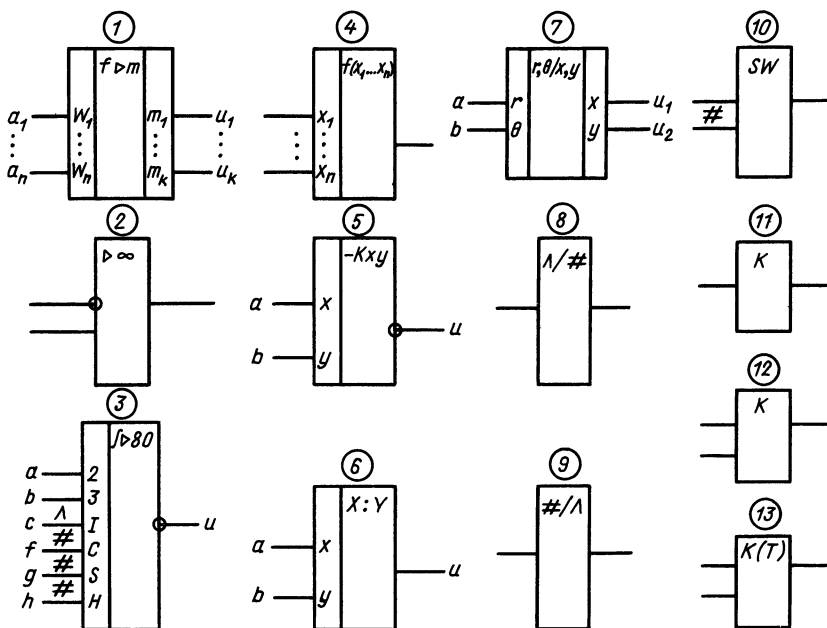


Рис. 7.17. Примеры обозначения аналоговых элементов вычислительной техники по ГОСТ 2.759-82:

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 цифро-аналоговый (9); 10 — электронный ключ (коммутатор); 11 и 12 — блоки постоянного коэффициента с одним и двумя входами соответственно (K — коэффициент передачи); 13 — блок переменного коэффициента с двумя входами

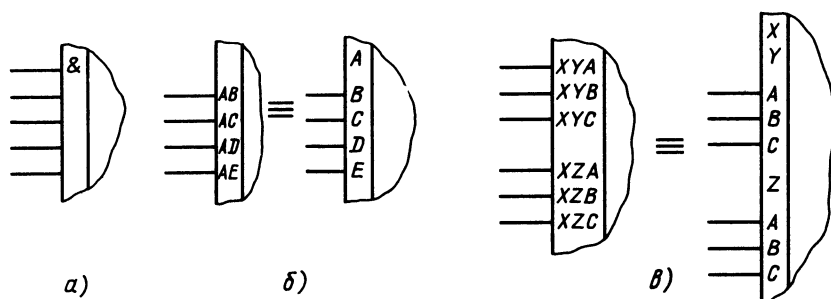


Рис. 7.18. Обозначение групп выводов:

a — объединение группы выводов по И; *б* — групповая метка; *в* — групповая метка более высокого уровня

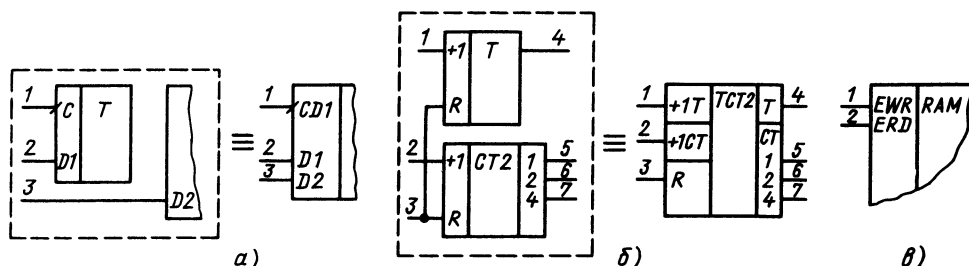


Рис. 7.19. Обозначение взаимосвязи выводов:

a — метками выводов; *б* — условным обозначением функции элемента; *в* — условным обозначением режима элемента

условное обозначение, состоящее из указателя и метки, проставляемой в дополнительных полях условного графического обозначения элемента. Указатели выводов приведены на рис. 7.15. В качестве метки применяют обозначение функции, приведенное на рис. 7.14.

Примеры обозначения элементов цифровой вычислительной техники приведены на 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 коэффициент усиления достаточно высок, а знание его точной величины не имеет значения, то допускается его не проставлять, а ставить знак ∞ или букву М, например $\triangleright M$. В дополнительных полях услов-

ного графического обозначения усилителей, преобразователей, коммутаторов проставляют соответствующие метки или обозначения весовых коэффициентов, коэффициентов усиления, аргументов функций.

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 в группу, которой присваивают метку, обозначающую взаимосвязь между выводами внутри группы (рис. 7.18, *a*). Если в нескольких последовательно расположенных метках имеются части, отражающие одинаковую функцию, то эта часть меток мо-

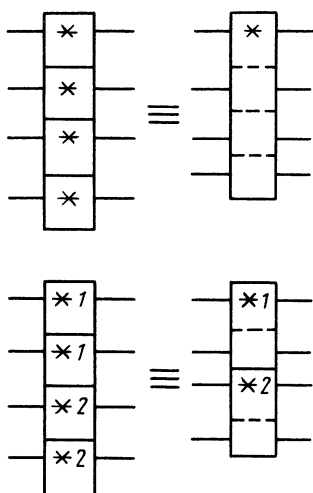


Рис. 7.20. Пример упрощенного изображения элементов

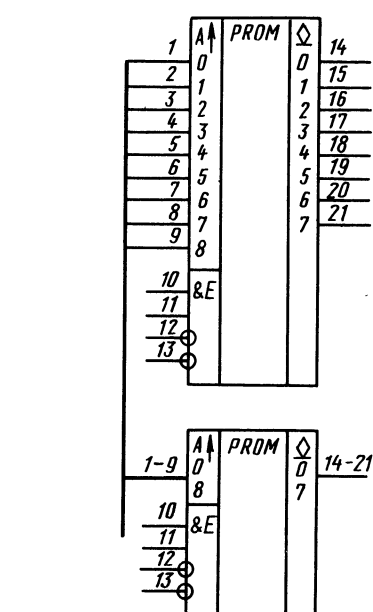
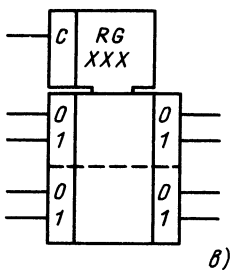
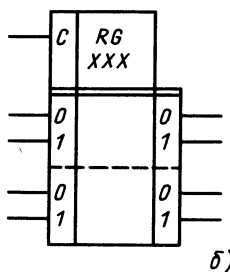
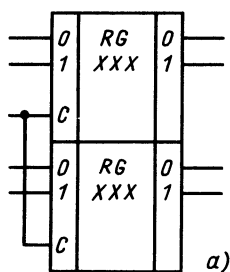


Рис. 7.22. Упрощенное изображение однотипных элементов

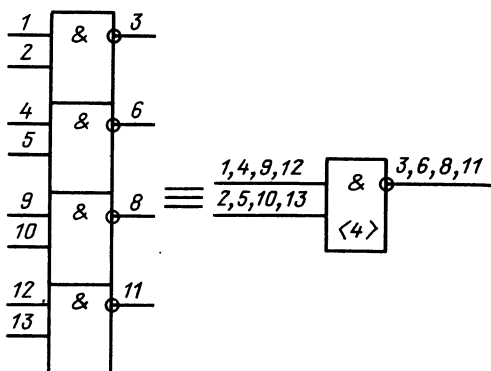


Рис. 7.23. Пакетное изображение элементов и связей

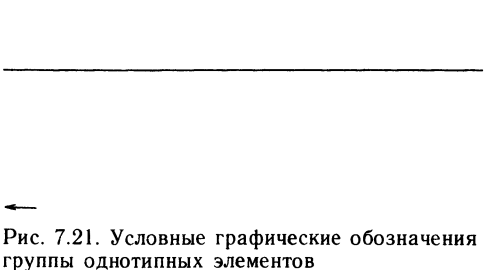


Рис. 7.21. Условные графические обозначения группы однотипных элементов

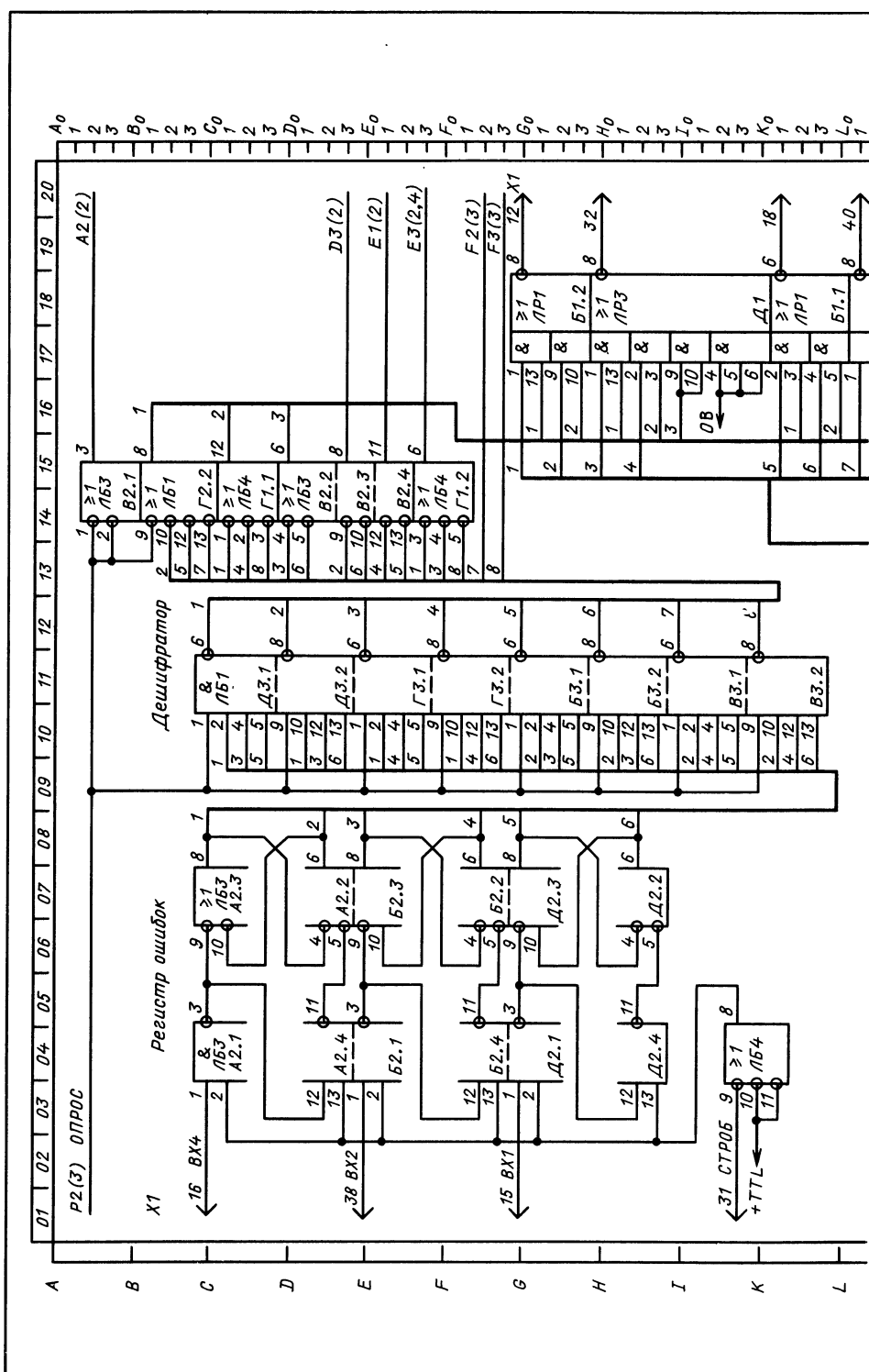
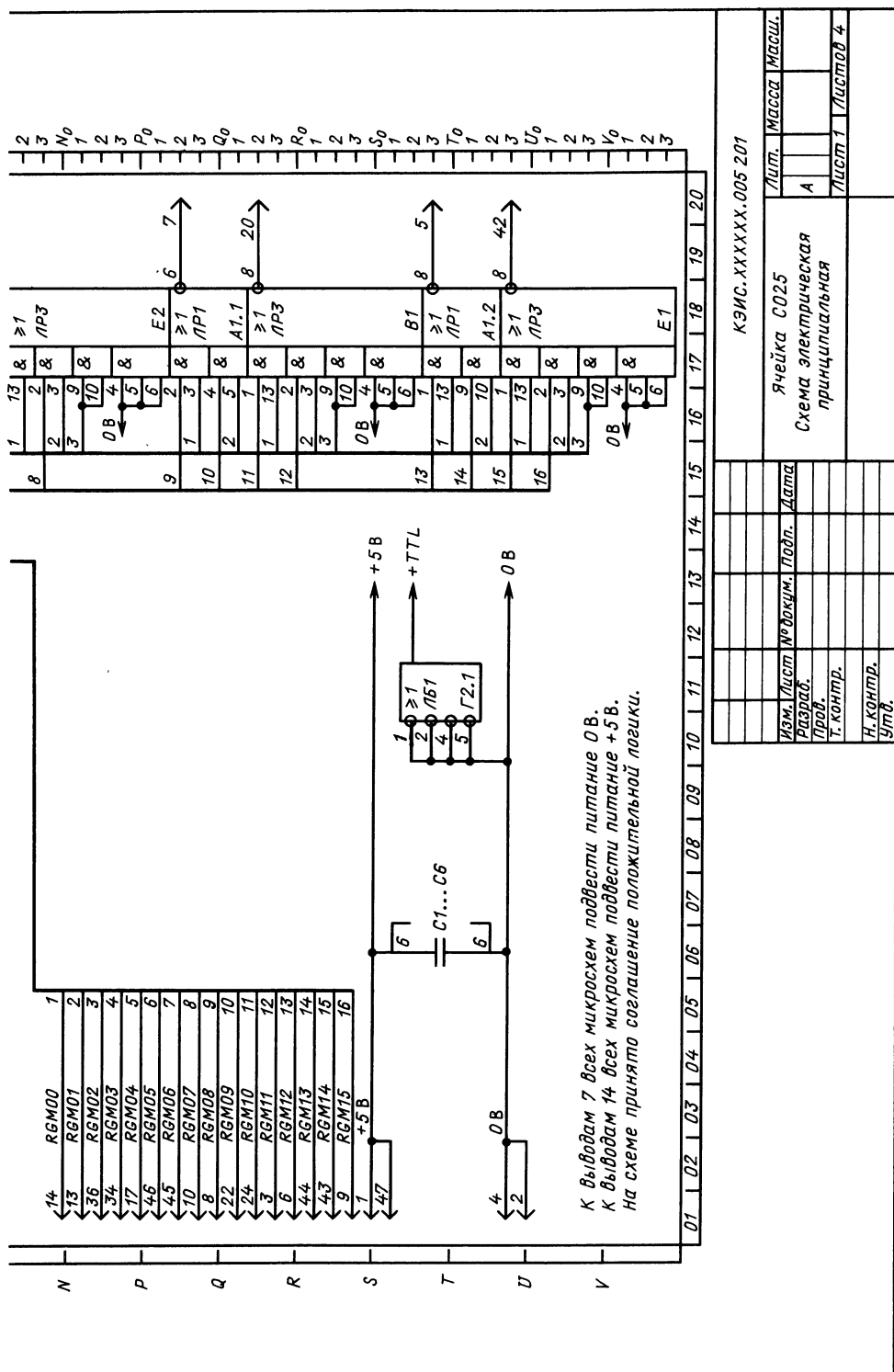


Рис. 7.24. Пример принципиальной схемы на изделие вычислительной техники



жет быть вынесена в групповую метку (рис. 7.18, б). Из нескольких групповых меток может быть выделена групповая метка более высокого порядка (рис. 7.18, в).

При указании сложных функциональных назначений вывода и его взаимосвязи используют составные метки, образованные из основных меток, цифр, знаков, записанных в последовательности, отражающей взаимосвязь между ними. В качестве адреса взаимосвязи используют:

метку или часть метки вывода, связанного с данным выводом (рис. 7.19, а), при этом взаимосвязь отражена метками выводов;

условное обозначение функции элемента, с которой связан данный вывод (рис. 7.19, б). Вывод 1 является счетным входом триггера, вывод 2 — счетным входом счетчика, вывод 3 — входом сброса для всего элемента;

условное обозначение режима элемента, который выполняется данным выводом (рис. 7.19, в). Вывод 1 разрешает режим записи в память, вывод 2 режим чтения из памяти.

Группу элементов, изображенных совмещенно и содержащих частично или полностью одинаковую информацию в основном поле условного графического обозначения, допускается изображать упрощенно, как показано на рис. 7.20. При этом одинаковую информацию помещают в верхнем элементе и отделяют элементы друг от друга штриховой линией.

Группы однотипных элементов, изображенных совмещенно (рис. 7.21, а), могут содержать общий для всех элементов группы графический блок. Общий блок отделяют двойной линией (рис. 7.21, б) или применяют для его изображения специальное обозначение (рис. 7.21, в). Элементы в группе отделяют штриховой линией. В общем блоке помещают относящуюся к нему информацию и подводят к нему общие выводы.

В схемах с повторяющимися элементами одного типа и имеющими большое число выводов одного функ-

ционального назначения, допускается один элемент начертить полностью, а остальные повторить сокращенно. В зоне сокращенной группы выводов указывают метки первого и последнего выводов, а линии связи объединяют в одну групповую линию связи (рис. 7.22).

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. д.

Краткая запись пакета информации может быть представлена следующим образом:

$0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1 \equiv (0,1) 5$ — последовательность 0,1 повторяется 5 раз;

$2,3,4,5 \equiv 2 \div 5$;

$0,0,0,1,1,1 \equiv 3(0,1)$ — 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. 7.23. 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. 7.24 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.

Глава восьмая

ВЫПОЛНЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

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 кроме элементов и компонентов и кристаллы.

Подложка ИС — заготовка, предназначенная для нанесения на нее элементов гибридных и пленочных ИС, межэлементных 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.

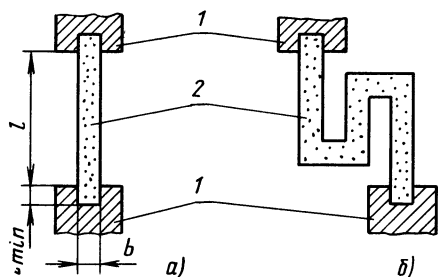


Рис. 8.1. Конструкция пленочного резистора: а — линейного; б — криволинейного; 1 — проводящая пленка; 2 — резистивная пленка

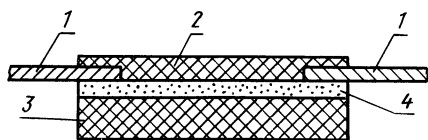


Рис. 8.2. Устройство тонкопленочного линейного резистора: 1 — проводящая пленка (выводы); 2 — защитное покрытие; 3 — подложка; 4 — резистивная пленка

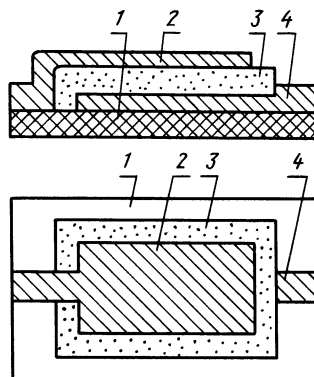


Рис. 8.3. Устройство тонкопленочного конденсатора:

1 — подложка; 2 — обкладка конденсатора; 3 — диэлектрик; 4 — обкладка конденсатора

Геометрическая форма пленочных элементов должна быть по возможности простой, так как это упрощает их производство, увеличивает точность изготовления и надежность. Наибольшее 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 — криволинейными. Устройство тонкопленочного линейного резистора показано на рис. 8.2. Для увеличения надежности и стабильности резистора необходимо правильно выбирать величину перекрытия резистивной пленки контактной площадкой. Оптимальной является величина перекрытия $l_{\min} = 0,15 \div 0,20$ мм.

Конденсаторы из тонких пленок обычно изготавливают трехслойными (рис. 8.3). Для повышения точности изготовления и надежности работы формы обкладок конденсатора выбирается наиболее простой. При формировании трехслойного конденсатора его нижняя пластина 4 (рис. 8.3) должна выступать за край верхней пластины 2 не менее чем на 0,2 мм.

Тонкопленочные катушки индуктивности конструктивно представляют собой плоские прямоугольные или круглые проводящие спирали (рис. 8.4).

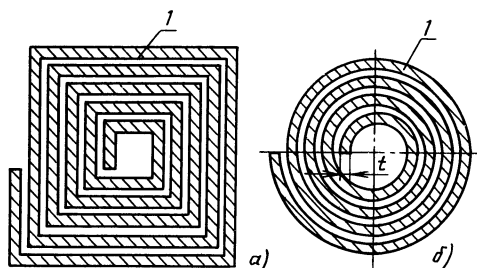


Рис. 8.4. Пленочные катушки индуктивности: а — прямоугольная спираль; б — круглая спираль; 1 — токопроводящая пленка

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 $0,3 \times 0,3$ мм, для подпайки навесных элементов $0,7 \times 0,7$ мм, а для сварки $0,4 \times 0,4$ 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 контактными 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 обкладки конденсаторов, далее изолирующие пленки. При выполнении топологических чертежей используют условные обозначения типов слоев. Резистивный слой изображают площадками с точечным фоном; провод-

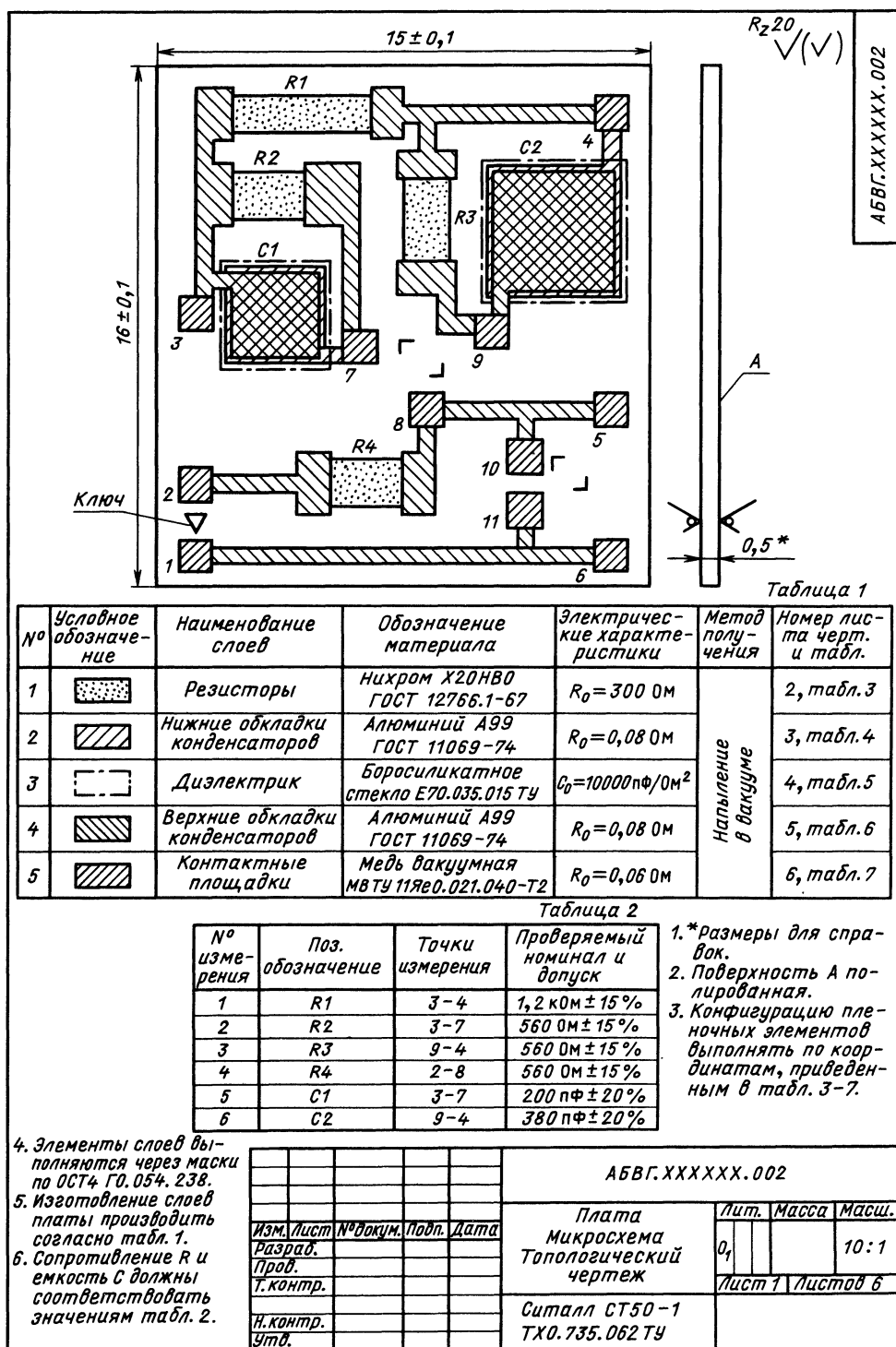


Рис. 8.5. Топологический чертеж гибридной тонкопленочной микросхемы (1-й лист)



На рис. 8.5 приведен пример выполнения топологического чертежа платы гибридной тонкопленочной ИС. Для построения топологического чертежа использована схема электрическая принципиальная, приведенная на рис. 8.6. На схеме изображены все элементы и компоненты и электрические связи между ними

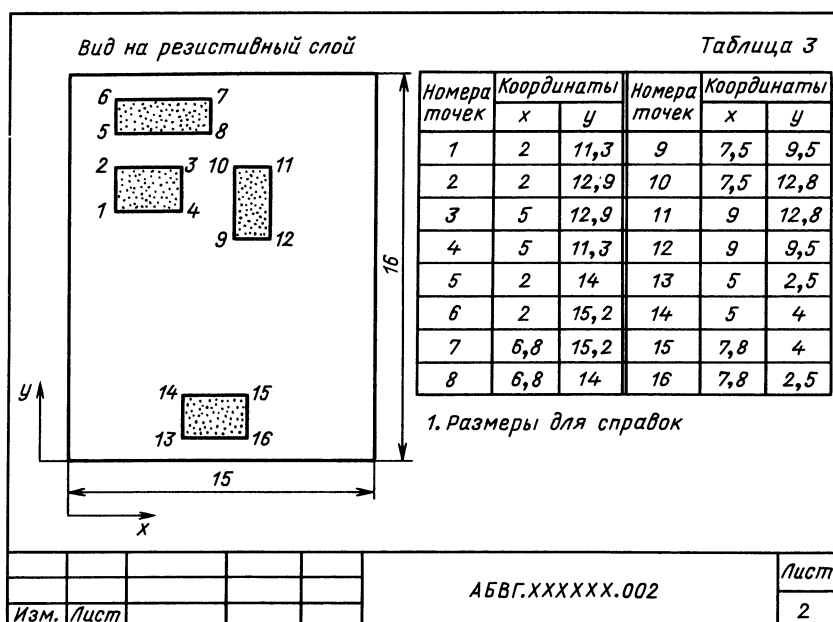


Рис. 8.7. Топологический чертеж резистивного слоя гибридной тонкопленочной микросхемы (2-й лист)

по ГОСТ 2.702-75. Перечень элементов помещен на первом листе в виде таблицы.

На топологическом чертеже изображена плата после нанесения последнего слоя. Условные обозначения слоев и их технические характеристики помещены в табл. 1 на поле чертежа. Внешним контактным площадкам присвоены порядковые номера, которые проставлены условно по часовой стрелке, начиная с нижней левой площадки; внутренним площадкам также присвоены номера. Пассивные пленочные элементы обозначены в соответствии с электрической принципиальной схемой. Местоположение навесных элементов (микротранзисторов) показано метками в виде уголка на резистивном слое.

По топологическому чертежу платы разрабатывают чертежи слоев микросхемы по элементам (резисторы, проводники, контактные площадки, обкладки конденсаторов, диэлектрики и т. д.).

На рис. 8.7 приведен чертеж рези-

стивного слоя, оформленный последующим (вторым) листом. Он выполнен в том же масштабе, что и чертеж платы. Размеры и расположение пленочных элементов заданы координатным способом. Каждому элементу присвоено буквенно-цифровое обозначение по топологическому чертежу. Вершины прямоугольников последовательно пронумерованы, начиная с левого нижнего угла по часовой стрелке в пределах чертежа. Таблица координат составлена в порядке возрастания; в ней приведены координаты всех вершин. На последующих листах топологического чертежа изображаются отдельные слои.

На плату ИС устанавливают навесные элементы и компоненты в соответствии с принципиальной схемой. Такие платы оформляют как сборочные чертежи в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73. На рис. 8.8 приведен пример выполнения сборочного чертежа ИС. Он содержит изображение платы с навесными элементами и сведения о соединении

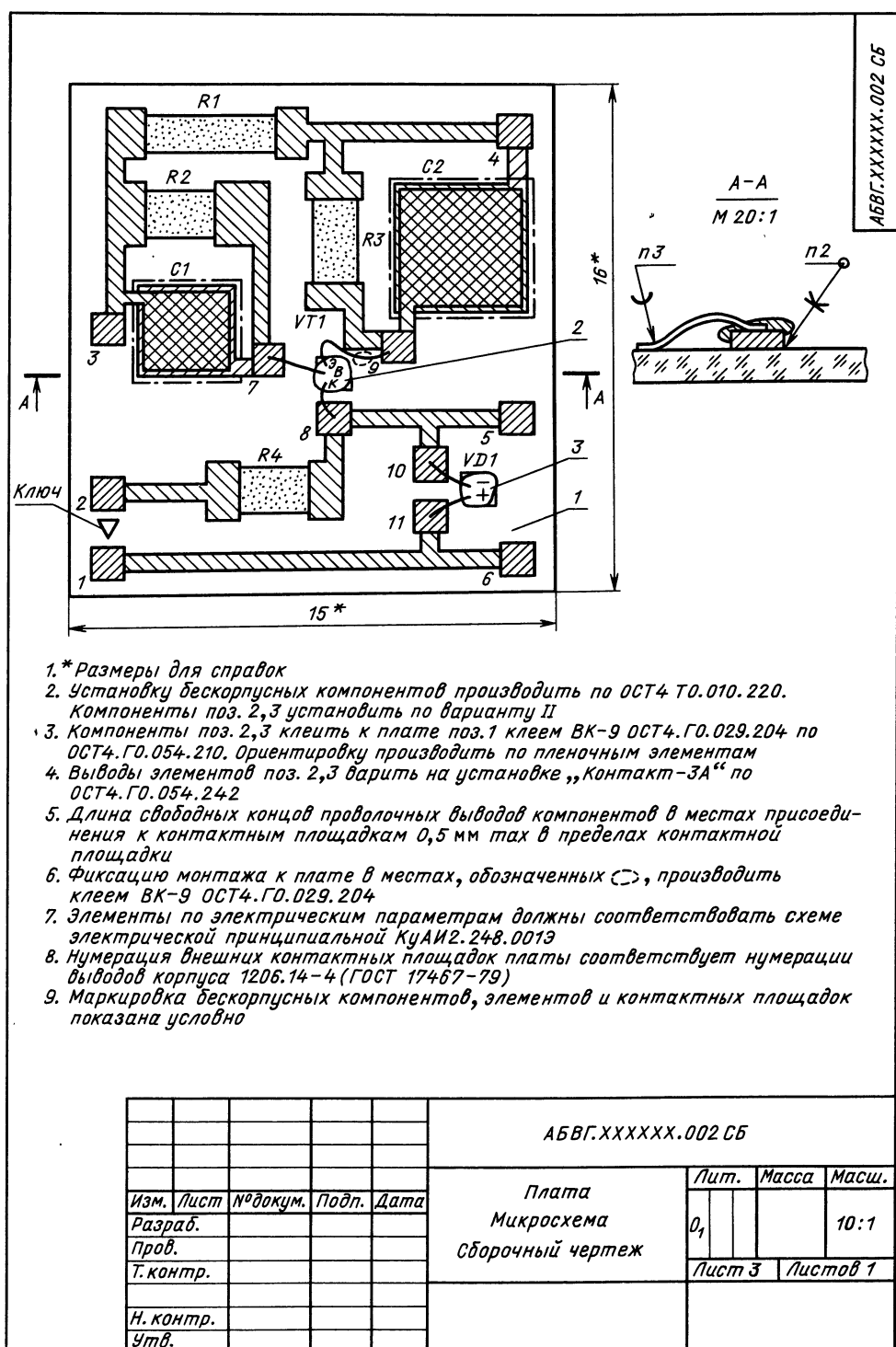


Рис. 8.8. Сборочный чертеж платы гибридной тонкопленочной микросхемы

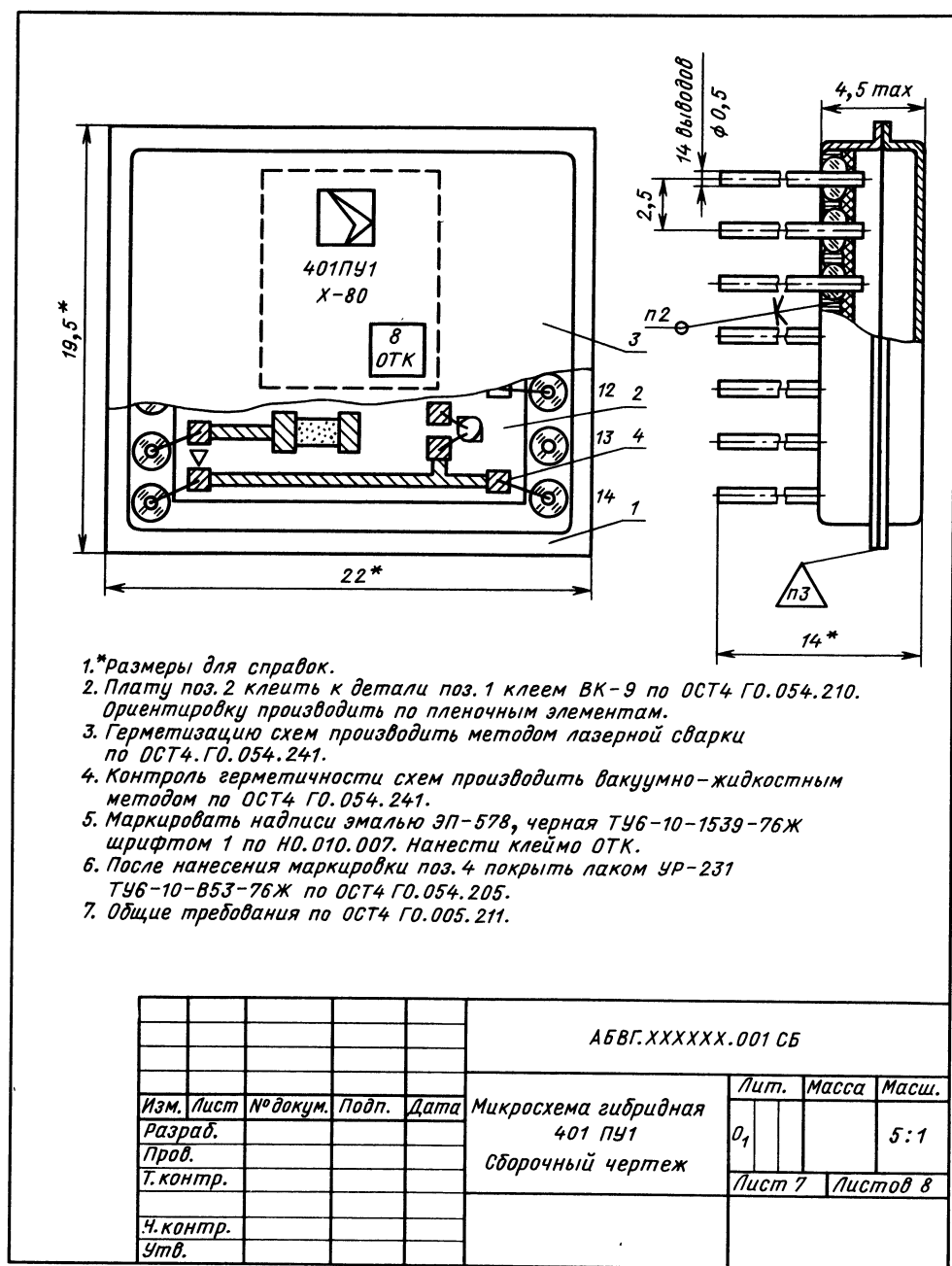


Рис. 8.9. Сборочный чертеж тонкопленочной микросхемы

[illegible]

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. Толстопленочные гибридные микросхемы

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 пло-

щадки. Варианты конструктивного 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, 8.15 приведены примеры топологического чертежа тол-

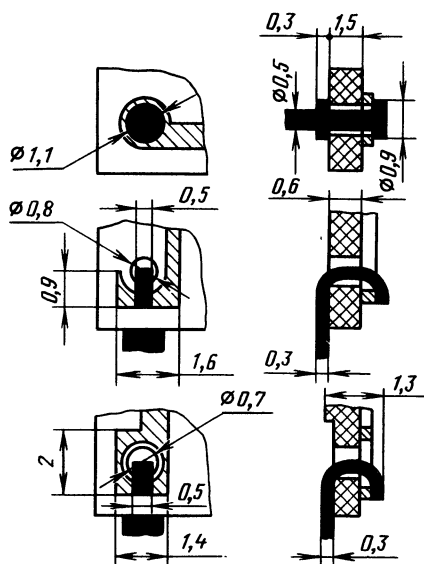


Рис. 8.11. Конструкции контактных площадок и выводов толстопленочных ИС

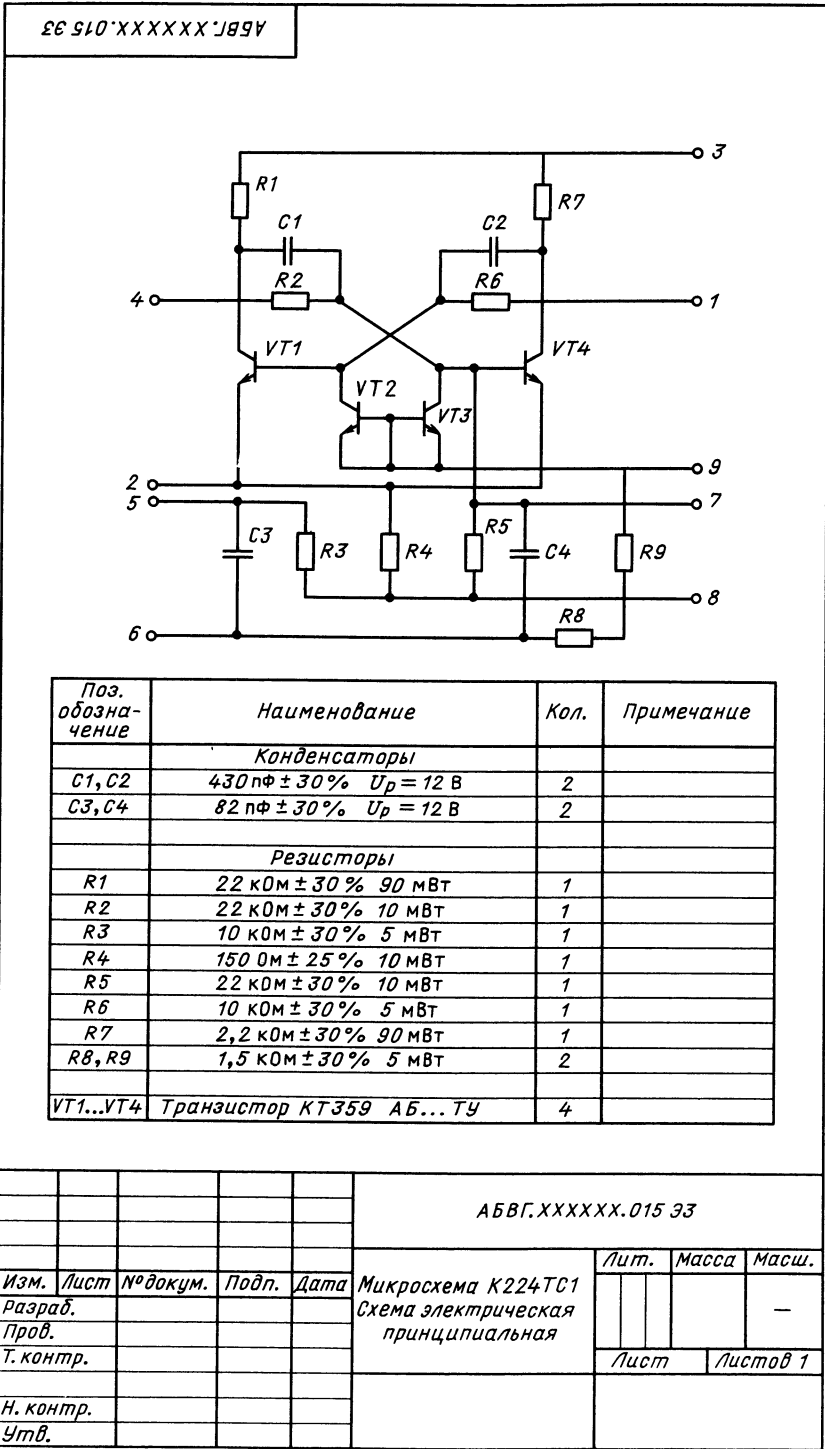


Рис. 8.12. Схема электрическая принципиальная гибридной микросхемы

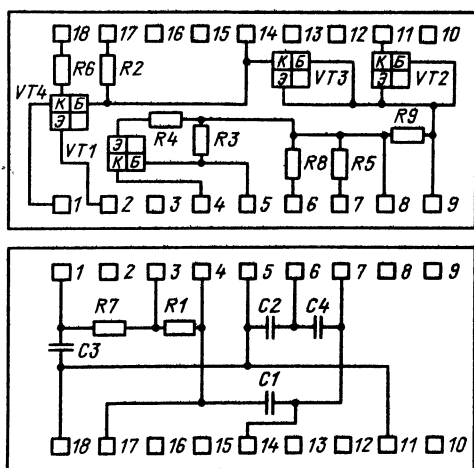


Рис. 8.13. Схема расположения составных частей микросхемы на различных сторонах подложки

стопленочной ГИС. Резисторы ориентированы одинаково. 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 (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 при помощи координатной сетки. Элементы обозначены буквами русского алфавита; левый нижний угол каждого

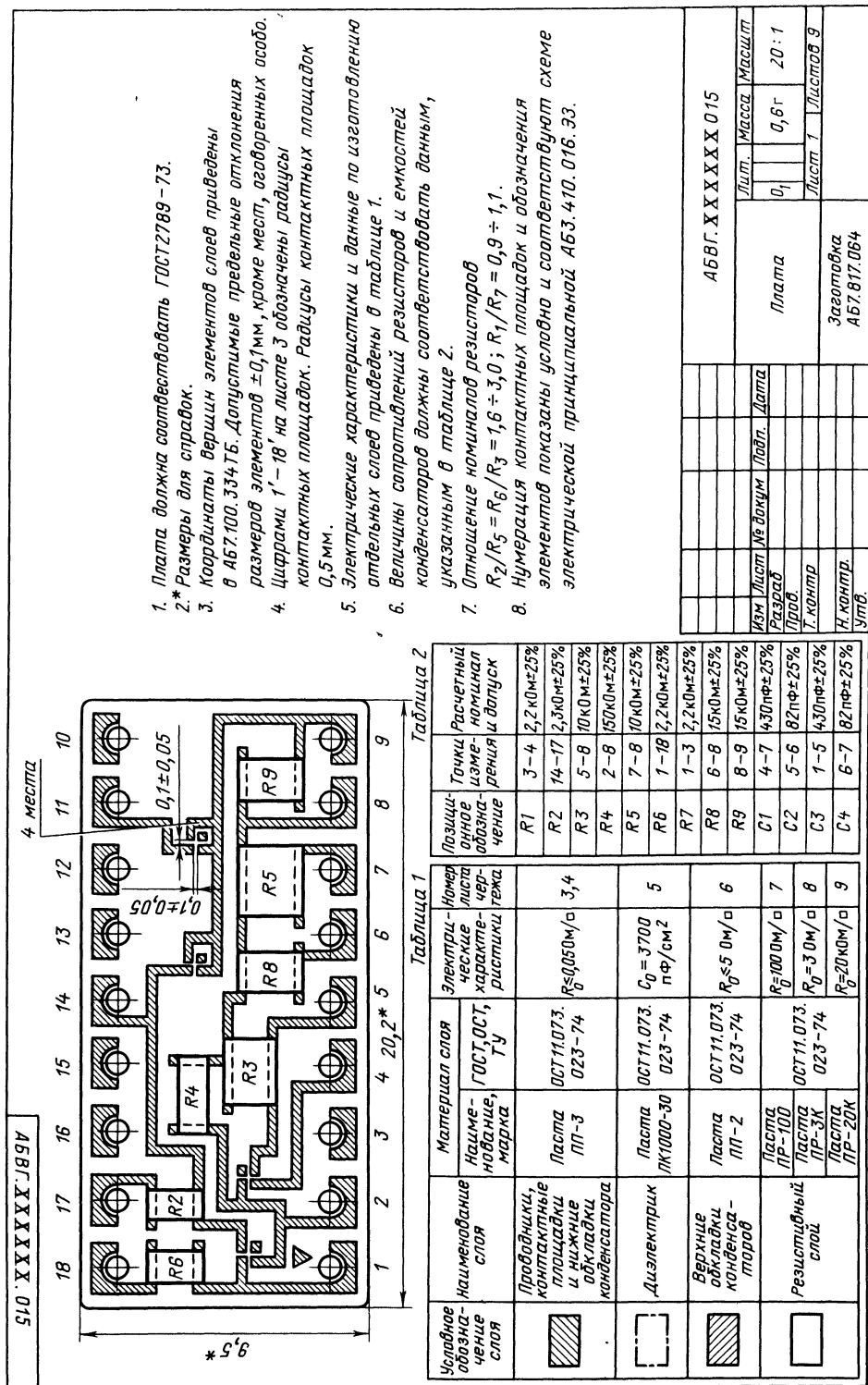
элемента принят за начало отсчета, который производят в пределах элемента по часовой стрелке. На чертеже приведена таблица координат, содержащая значения координат X и Y для элементов схемы. Таблица выполнена в порядке возрастания номеров вершин элементов и в порядке русского алфавита обозначений элементов.

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 2.109-73. На рис. 8.17 приведен пример выполнения чертежа полупроводниковой пластины для формирования элементов ГИС, на рис. 8.18 — пример выполнения чертежа вывода для платы 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. 8.19 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. Сборочный чертеж ИС содержит указания о маркировании и клеймении.



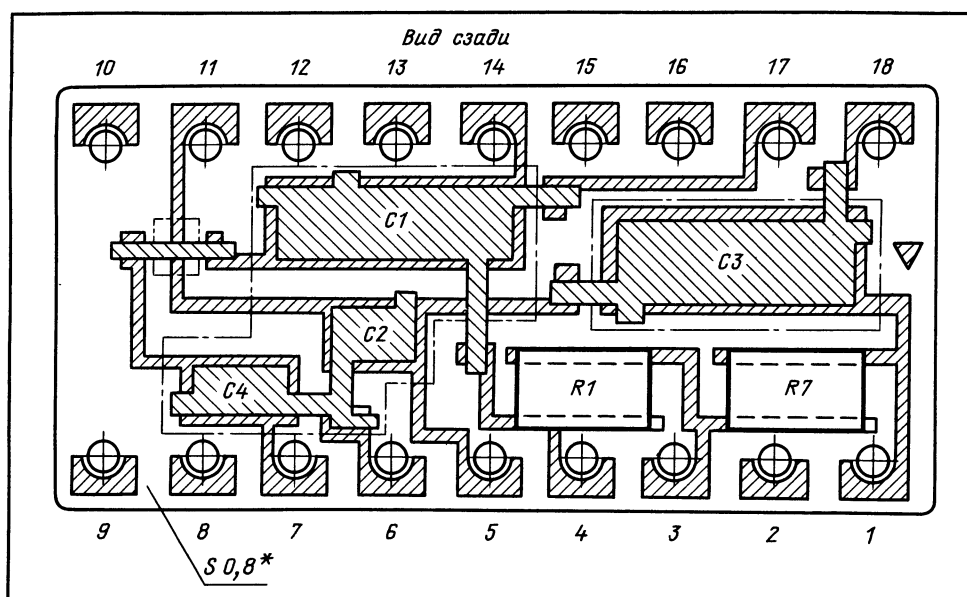


Рис. 8.15. Топологический чертеж гибридной толстопленочной микросхемы, вид сзади (2-й лист)

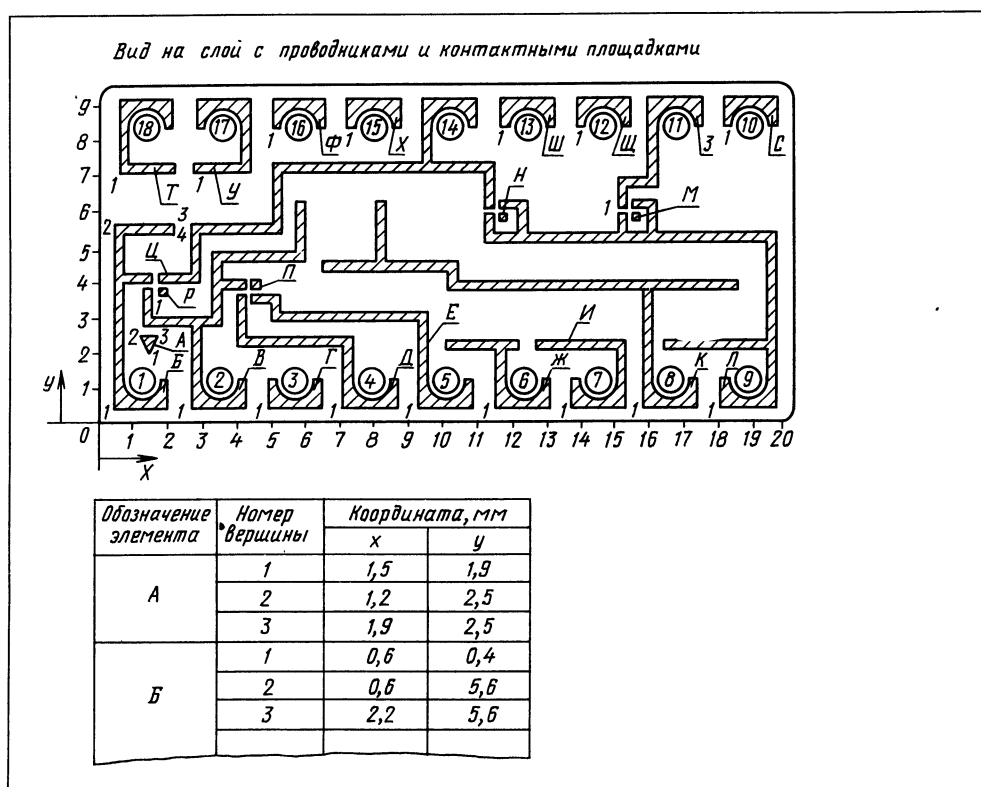


Рис. 8.16. Топологический чертеж слоя с проводниками и контактными площадками гибридной толстопленочной микросхемы (3-й лист)

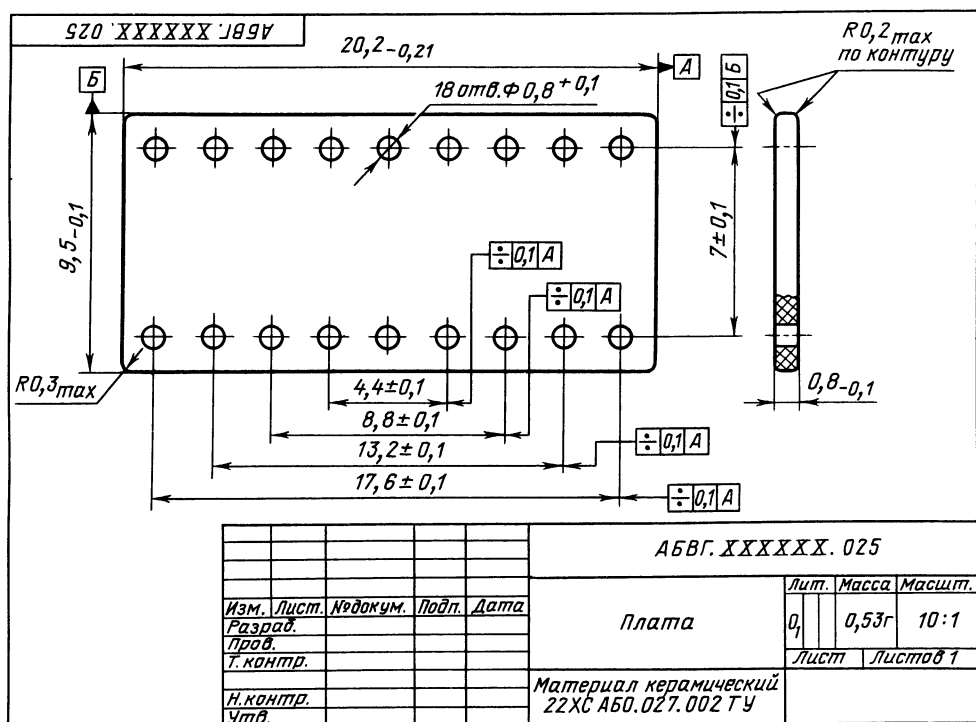


Рис. 8.17. Чертеж платы гибридной толсто пленочной микросхемы

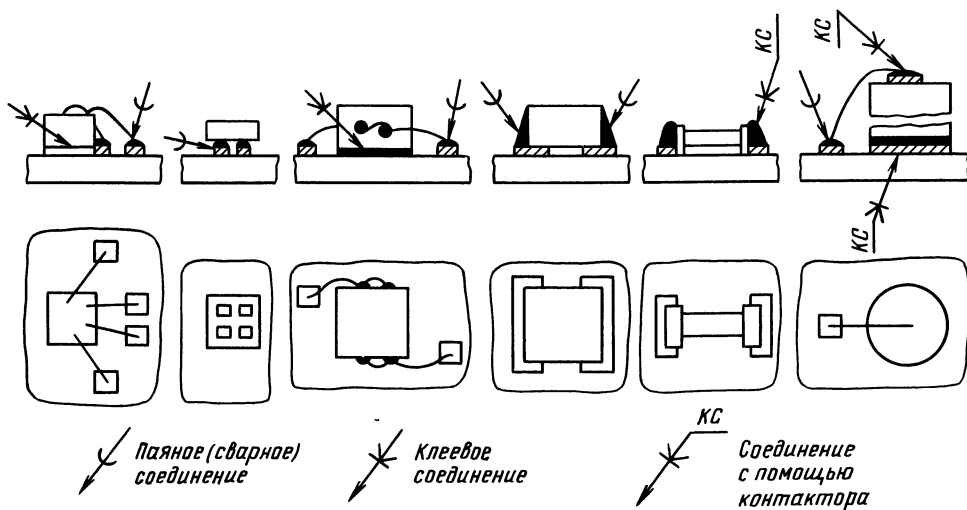


Рис. 8.18. Чертеж пластины с выводами гибридной толсто пленочной микросхемы



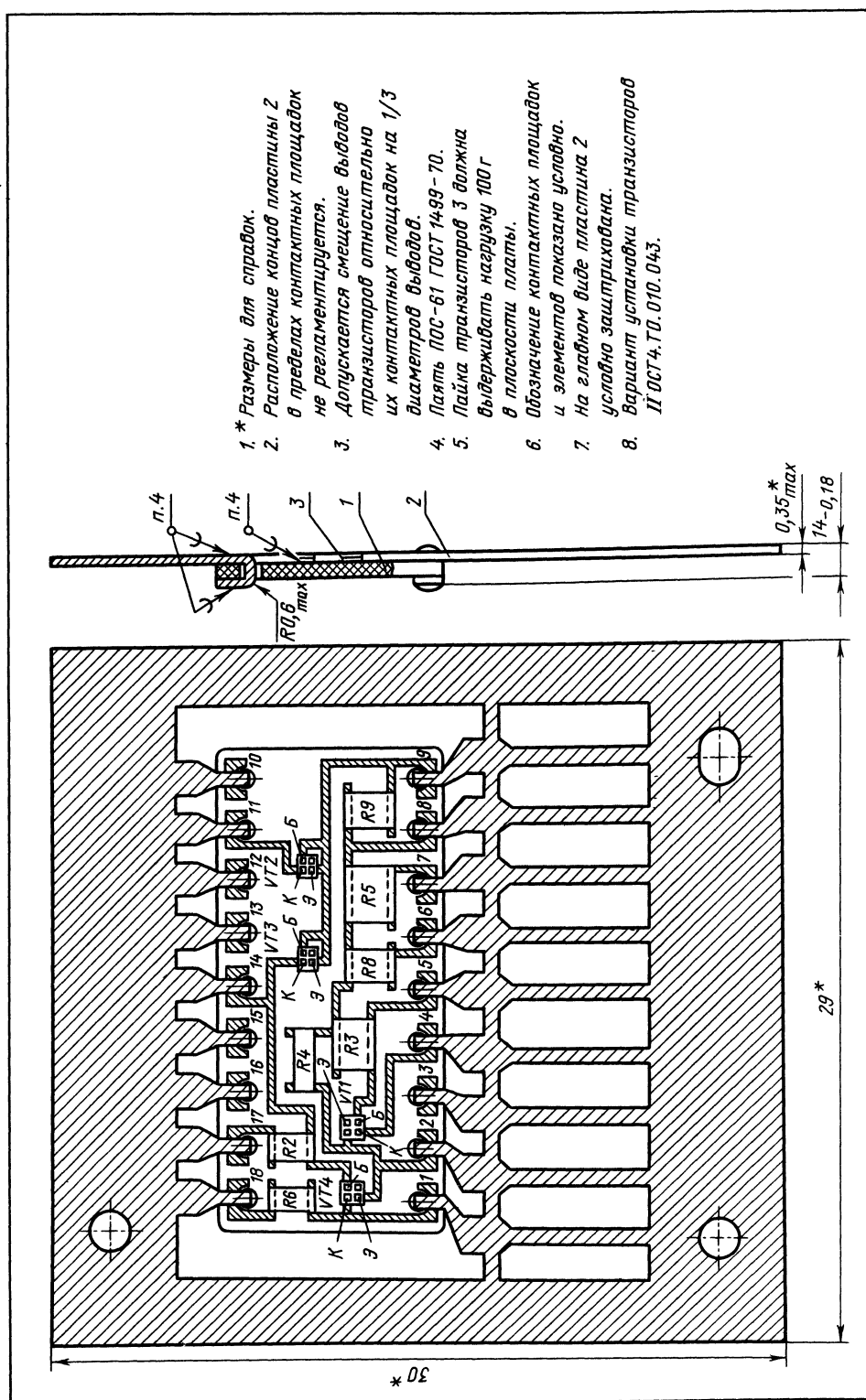


Рис. 8.20. Сборочный чертеж платы толстопленочной гибридной микросхемы

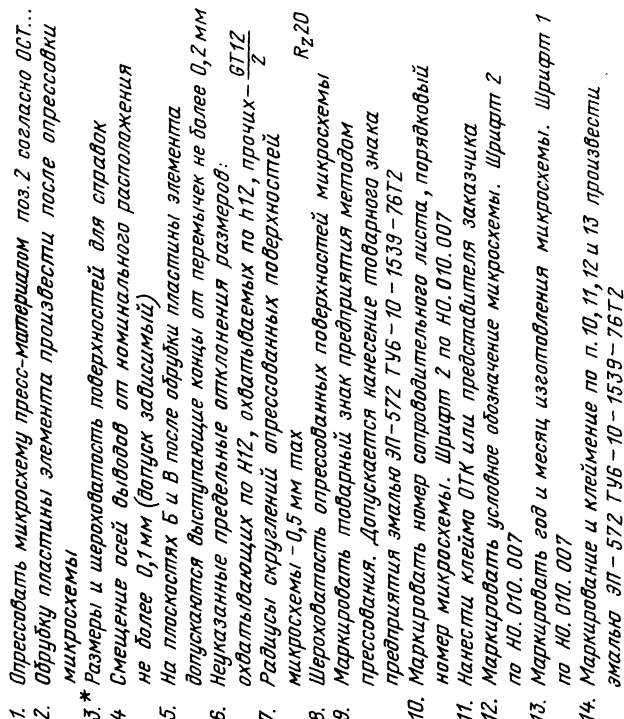
[illegible]

Рис. 8.21. Сборочный чертеж толстопленочной гибридной микросхемы

8.5. Полупроводниковые интегральные микросхемы

Полупроводниковые ИС изготавливаются путем формирования в монокристаллическом теле полупроводника структуры ИС при помощи 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 отраслевы-

ми 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 (КУ), справочный лист (Д1) и этикетка (ЭТ).

Процесс конструирования микросхемы начинают с разработки схемы электрической принципиальной (ЭЗ). На рис. 8.22 представлена схема логического элемента транзисторно-транзисторной логики со сложным инвертором. Все элементы имеют графические буквенно-цифровые обозначения в соответствии с ГОСТами 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, допус-

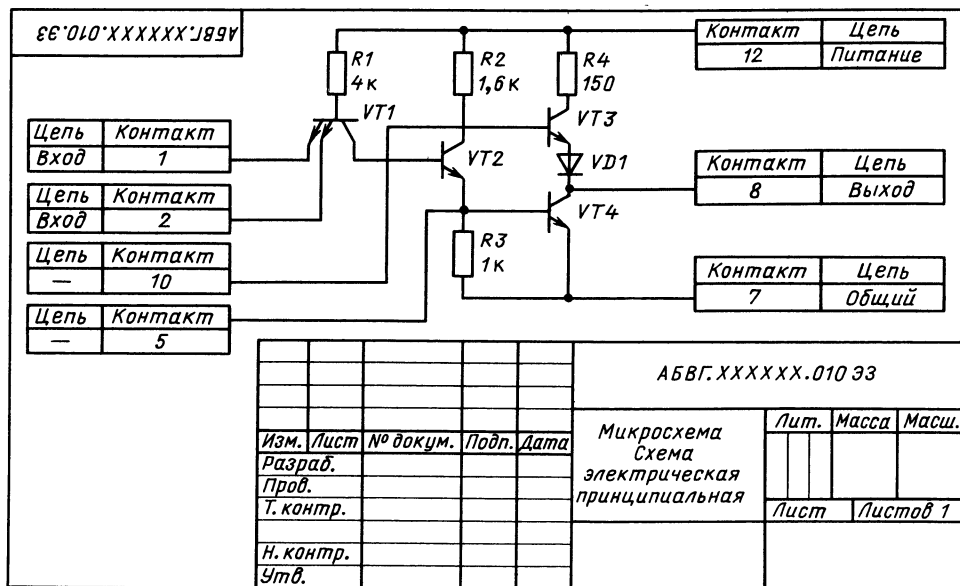


Рис. 8.22. Схема электрическая принципиальная полупроводниковой ИС — логического элемента со сложным инвертором

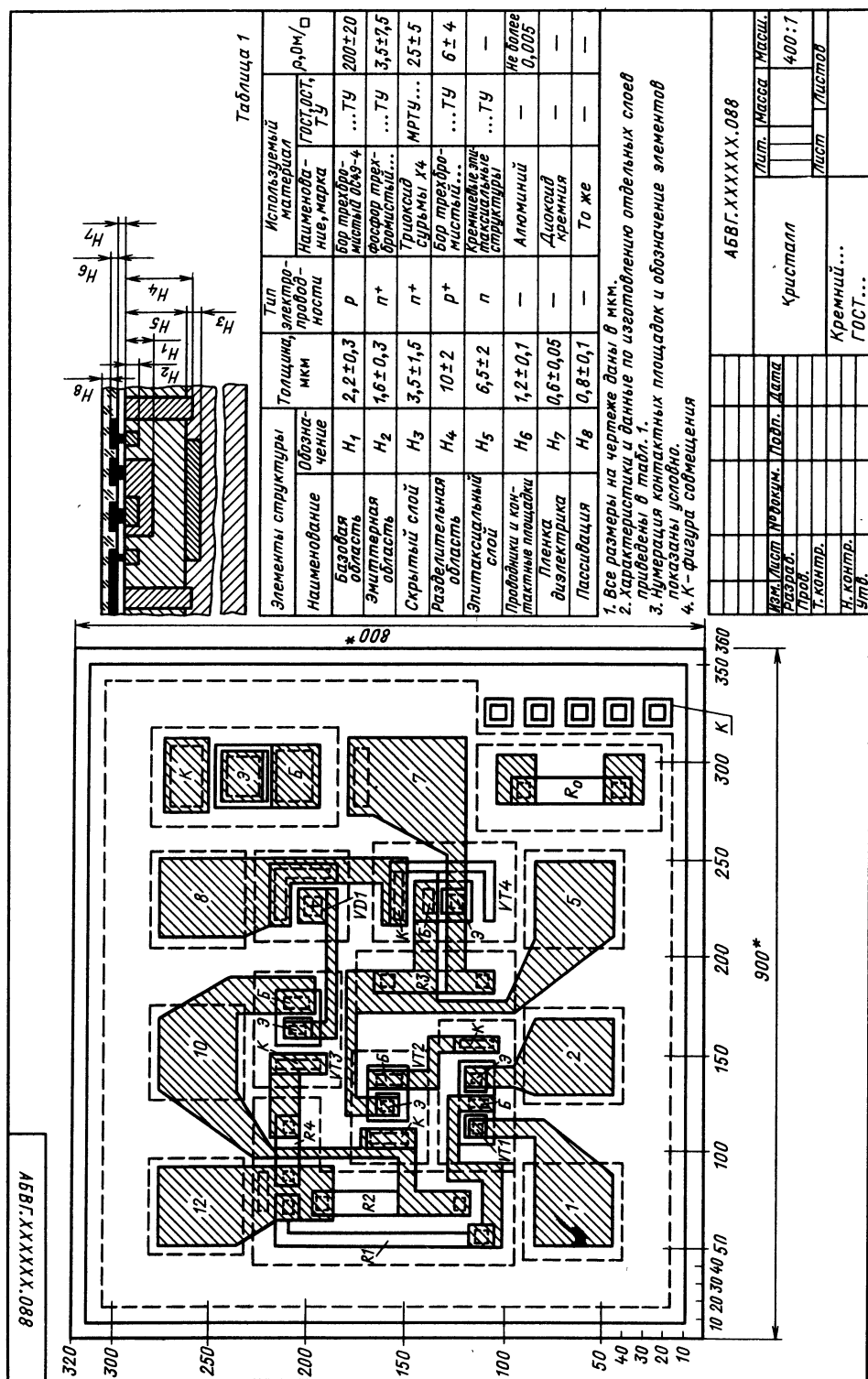


Рис. 8.23. Топологический чертеж полупроводниковой ИС

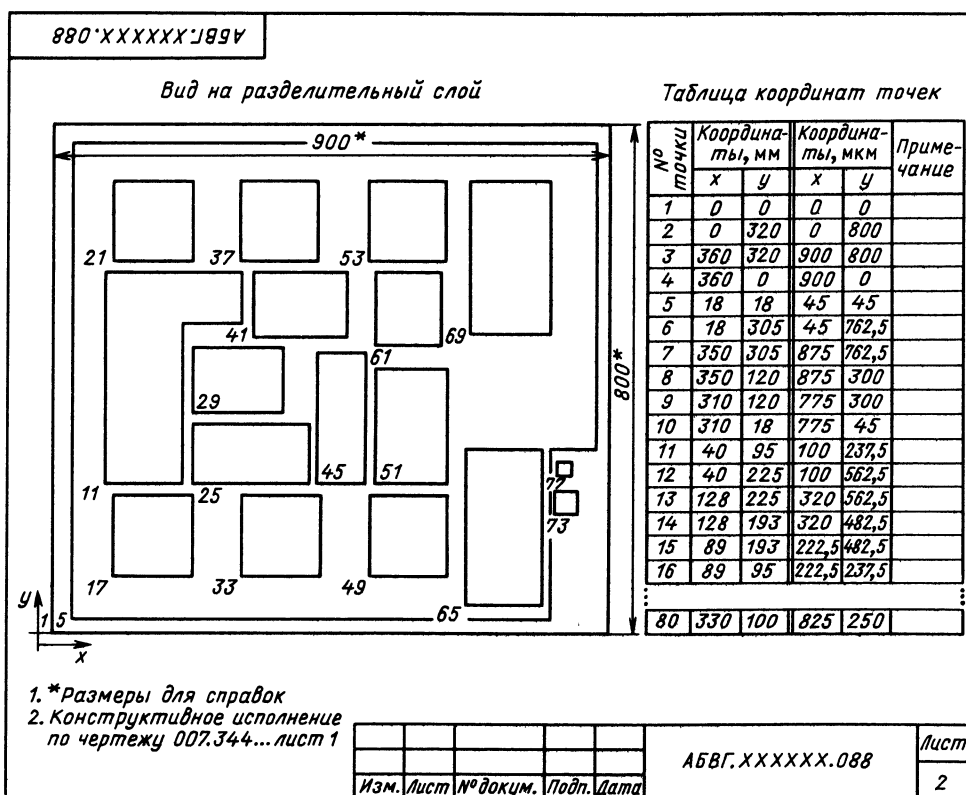


Рис. 8.24. Чертеж слоя полупроводниковой ИС, входящего в состав топологического чертежа

ки 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, за-

штриховывают 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

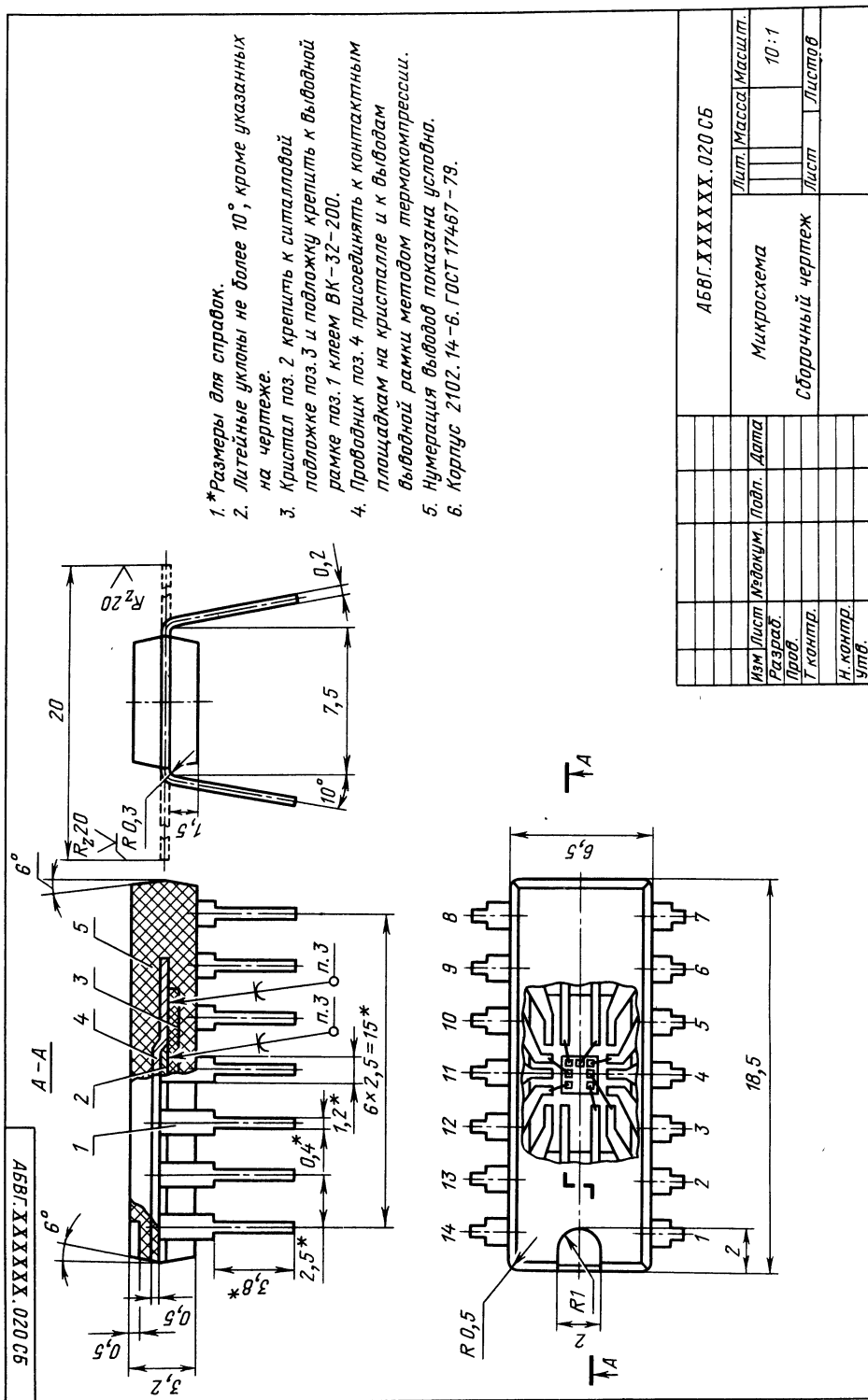


Рис. 8.25. Сборочный чертеж полупроводниковой ИС

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. (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 при помощи 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 (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.

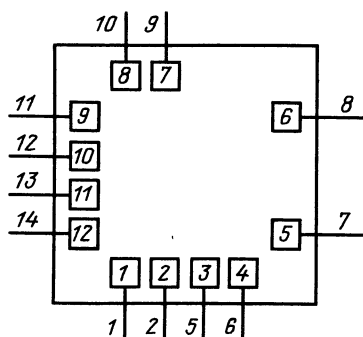


Рис. 8.26. Схема электрическая подключения полупроводниковой ИС

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 2.109-83 и отраслевых стандартов. В технических требованиях указывают сведения, необходимые для осуществления сборки и контроля изделия, параметры, выполняемые или контролируемые по данному чертежу, указания о характере соединения составных частей микросхемы, герметизации, маркировке и др. Спецификация выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.108—68. 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 другие — 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).

В состав текстового документа может входить графическая информация в виде иллюстраций (рис. 9.1). Иллюстрациями в техническом тексте служат чертежи, схемы, фотографии и т. д. Часть информации может быть представлена на формализованном языке в виде формул, уравнений, алгоритмов, программ и т. д. Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц (см. рис. 1.8).

Информация в текстовом конструкторском документе может быть представлена в виде сплошного текста: технические условия — ТУ, пояснительные записки — ПЗ, расчеты — РР, программы и методики проведения испытаний — ПМ, инструкции — И и т. д.; или текста разбитого на графы: спецификации, перечни, ведомости, таблицы и т. д.

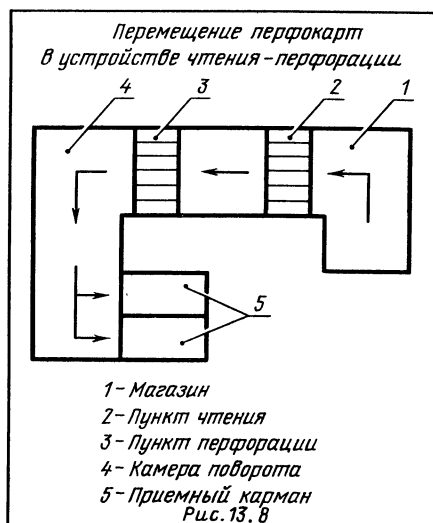


Рис. 9.1. Оформление иллюстрации в текстовом документе

Правила построения, изложения и оформления *технических условий* устанавливает ГОСТ 2.114-70. 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 2.106-68.

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 состоять из следующих разделов:

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 системати-

зированные сведения о выполненной работе.

Общие требования, структуру и правила оформления отчетов о научно-исследовательских работах, выполняемых научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими, технологическими и другими организациями и учреждениями СССР, устанавливает ГОСТ 7.32-81.

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.

Требования, установленные ГОСТ 7.32-81, распространяются на отчеты о фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских работах.

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 приводятся 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). На-
пример:

3. АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

3.1. Интерактивные графические комплексы

- 3.1.1. Нумерация пунктов перво-
- 3.1.2. }го подраздела третьего раз-
- 3.1.3. }дела документа

3.2. Программное обеспечение

- 3.2.1. Нумерация пунктов второ-
- 3.2.2. }го подраздела третьего раз-
- 3.2.3. }дела документа

3.3. Языки представления информации

- 3.3.1. Нумерация пунктов треть-
- 3.3.2. }его подраздела третьего
- 3.3.3. }раздела документа

В документе помещают содержание, включающее номера и наименование 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.

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 пишущей машинки (15—17 мм).

Отчет о НИР должен быть отпечатан машинописным способом 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 том же месте исправленного текста (графики) машинным способом или черной тушью рукописным способом.

Текст документа должен быть кратким, четким и не должен допускать различных толкований.

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.

Таблица 9.1. Основные единицы СИ

Величина				Единица		
Наименование	Обозначение		Размерность	Наименование	Обозначение	
	Главное	Запасное			Международное	Русское
Длина	<i>l</i>	—	<i>L</i>	метр	m	м
Масса	<i>m</i>	—	<i>M</i>	килограмм	kg	кг
Время	<i>t</i>	—	<i>T</i>	секунда	s	с
Сила электрического тока	<i>I</i>	—	<i>A</i>	ампер	A	А
Термодинамическая температура	Θ	<i>T</i>	Θ	кельвин	K	К
Количество вещества	—	—	<i>N</i>	моль	mol	моль
Сила света	<i>I</i>	<i>Iv</i>	<i>J</i>	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	—	радиан	rad	рад
Телесный угол	Ω	ω	стерадиан	sr	ср

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», «ГОСТ 22487-77. Проектирование автоматизированное. 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 иностранные 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 наименование, обозначения и правила применения в СССР 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.

Обозначение 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°.

Обозначения величин с предельными отклонениями следует записывать по образцу: 100 ± 1 Ом.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии: Н·м, А·Вб.

Произведение обозначений в знаменателе следует заключать в скобки: Вт/(м·К).

Не следует применять более одной косой или горизонтальной черты для обозначения отношений. Целесооб-

Таблица 9.3. Обозначение и единицы в системе СИ физических величин

Величина			Единица			
Наименование	Обозначение по ГОСТ 1494-77		Наимено- вание	Обозначение		
	главное	запасное		собственное		производное
				русс.	межд.	
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	$\text{Вб} \cdot \text{м}^{-2}$
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	$\text{кд} \cdot \text{ср} \cdot \text{м}^{-2}$

разно использование отрицательных степеней (табл. 9.3).

Для обозначения кратных и дольных единиц измерения по ГОСТ 8.417-81 используются соответствующие приставки (табл. 9.4).

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, приставку следует присоединять к наименованию первой единицы: кПа·с/м (килопаскаль-секунда на метр), не-

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

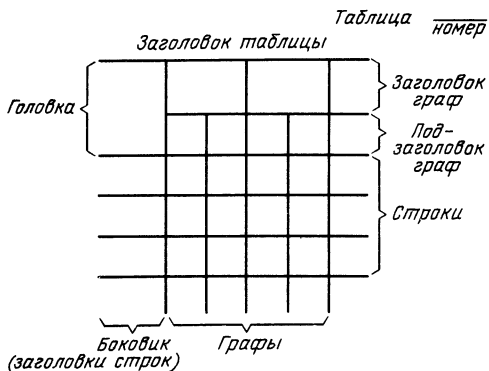


Рис. 9.2. Оформление таблиц

правильно: Па·кс/м (паскаль-кило-секунда на метр).

Основной формой записи данных о физических константах и свойствах веществ и материалах является таблица (см. рис. 1.8, 9.2). Каждую 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.

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 приложения текстового документа включают вспомогательный материал, необходимый для полноты документа: промежуточные математические доказательства, формулы, расчеты, вспомогательные цифровые данные и т. д.

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

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.

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.

Наименование иллюстрации помещают над ней, поясняющие данные (подрисуночный текст) — под иллюстрацией (см. рис. 9.1).

Обозначение иллюстрации состоит из слова «Рис.» и порядкового номера в пределах данного раздела с указанием номера раздела. Номер иллюстрации помещают ниже поясняющей надписи.

Правила оформления диаграмм, изображающих функциональную зависимость двух или более переменных величин в системе координат, устанавливает СТ СЭВ 2824-80.

Диаграммы следует выполнять линиями по ГОСТ 2.303-68 (СТ СЭВ 1178-78).

Оси координат, шкалы, ограничивающие поле диаграммы, следует выполнять сплошной толстой линией (рис. 9.3 — 9.6).

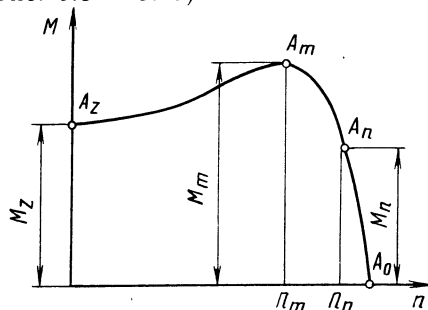


Рис. 9.3. Оформление информационной диаграммы

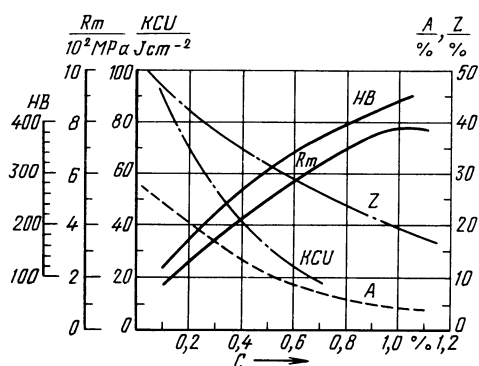


Рис. 9.4. Использование линий различных типов для изображения функциональных зависимостей

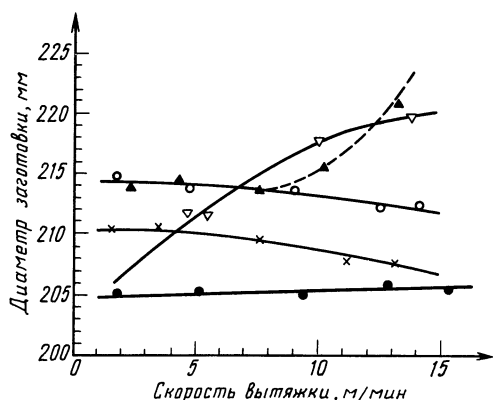


Рис. 9.5. График, построенный по точкам, полученным путем измерения или расчетов:
● — без смазки; ▽ — маловязкое масло; × — олеат кальция; ○ — графит с жиром; ▲ — ланолин

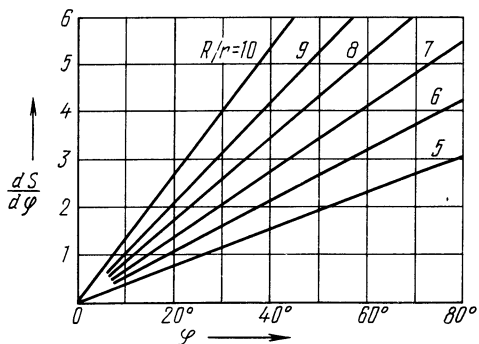


Рис. 9.6. Нанесение пучка линий, выходящих из одной точки

Линии координатной сетки и делительные штрихи следует выполнять сплошной тонкой линией.

Функциональные зависимости предпочтительно выполнять 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. д., рис. 9.4). Если в определенной области совпадают две и более линий, следует вычерчивать одну из них (рис. 9.5).

Характерные точки линий функциональной зависимости (т. е. обозначенные числами, буквами, символами и т. п.) допускается изображать кружком (рис. 9.3).

Точки, полученные путем измерения или расчетов, допускается обозначать графически, например кружком, крестиком и т. п. (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 (рис. 9.6);
- б) делительными штрихами (рис. 9.5);
- в) сочетанием координатной сетки и делительных штрихов (рис. 9.4).

Диаграммы для информационного изображения зависимостей допускается выполнять без шкал значений величин (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 (рис. 9.3, 9.4);
- б) наименованием (рис. 9.5);
- в) математическим выражением функциональной зависимости (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 (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.

Глава десятая

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

10.1. Технические средства

Автоматизированные способы выполнения конструкторских документов предполагают, что их разработка и оформление производятся при взаимодействии человека и ЭВМ с использованием средств машинной графики.

Средства автоматизированного выполнения конструкторских документов значительно сокращают время разработки и позволяют получить нужное количество копий.

В процессе автоматизированного проектирования конструктору необходимо иметь следующие технические средства:

а) процессор;

б) устройства ввода-вывода алфавитно-цифровой и графической информации;

в) графическое регистрирующее устройство;

г) алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ).

Универсальной вычислительной машиной, предназначенной для решения научно-технических, экономических, информационных и других задач, в процессе проектирования изделий и проведения научных исследований является ЭВМ ЕС-1045.

Структура модели ЕС-1045 характеризуется наличием функциональных устройств пяти уровней:

а) центрального обрабатывающего устройства (процессора);

б) оперативной памяти;

в) каналов ввода-вывода;

г) устройств управления периферийным оборудованием;

д) периферийного оборудования (рис. 10.1).

Центральный процессор является ядром системы. В его функции входит выполнение арифметических и логических операций, организация обращений к оперативной памяти, выборка и дешифрация команд, инициативирование работы исполнительных блоков, процедур ввода-вывода, обработка прерываний и др. В соответствии с этими функциями процессор включает центральное устройство управления, арифметико-логическое устройство и устройство управления памятью.

Оперативная память предназначена для хранения массивов данных и должна обеспечивать быстрый доступ с прямой адресацией к информации.

Каналы ввода-вывода организуют и обслуживают процесс обмена данными между внешними устройст-

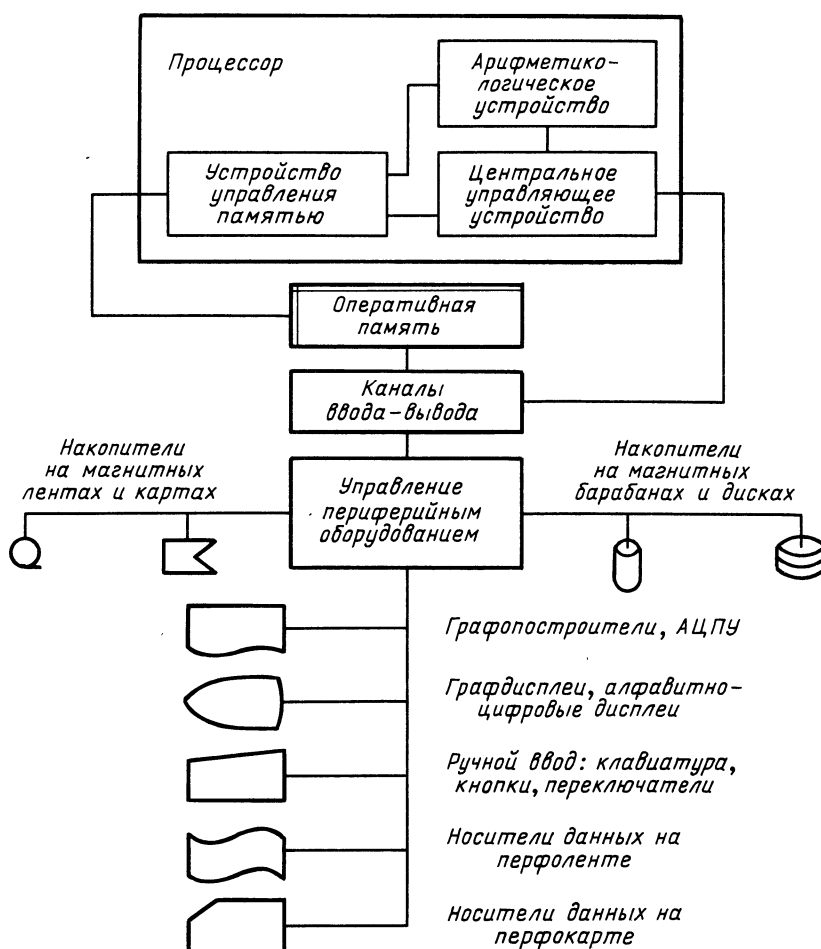


Рис. 10.1. Структурная схема ЕС ЭВМ

вами и оперативной памятью, освобождая центральный процессор от этих функций.

Широкая номенклатура периферийного оборудования включает устройства различного назначения: перфокарточные и перфоленточные, на магнитных лентах, картах, барабанах и дисках, графопостроители и алфавитно - цифровые печатающие устройства, графические и алфавитно-цифровые дисплеи.

Устройства управления периферийным оборудованием могут быть расположены в процессоре, в самих периферийных устройствах, выполнены как отдельные устройства.

ЭВМ ЕС-1045 имеет быстродействие 540...880 тыс. оп./с, объем оперативной памяти 1...4 Мбайт.

Сложные проектно-конструкторские и другие расчеты с выводом графических изображений на экран электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) осуществляются при помощи графического дисплея, который представляет собой устройство ввода-вывода алфавитно-цифровой и графической информации (рис. 10.2).

Графический дисплей ЕС-7064 предназначен для работы совместно с одной из моделей ЕС ЭВМ посредством подключения к селекторному или мультиплексному каналу. Имеет-

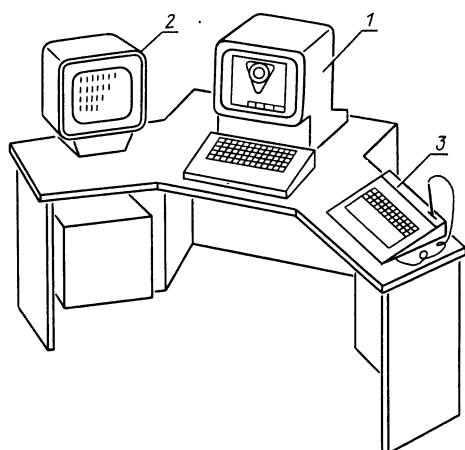


Рис. 10.2. Графическая дисплейная станция: 1 — графический дисплей; 2 — алфавитно-цифровой дисплей; 3 — планшет ввода графической информации

ся возможность корректировки изображения на ЭЛТ.

В состав устройства входят следующие функциональные блоки и узлы: узел управления, блок оперативной памяти, блок сопряжения с каналом, блоки генераторов знака и векторов, блок индикатора на ЭЛТ, алфавитно-цифровая и функциональная клавиатура с управлением, блоки питания с управлением, световой карандаш с управлением, пульт инженера.

Управление устройством — программное. Программа и данные для регистрации хранятся в местной оперативной памяти. Используя программу процессора и световой карандаш, можно производить различные операции с изображением: стирание, перемещение, выборку, поворот, масштабирование, ввод с клавиатуры текста в любое место экрана и другие операции.

В электронной части устройства используются интегральные схемы и дискретные компоненты.

Техническая характеристика ЕС-7064

Скорость вычерчивания векторов, мм/мкс	5...7
Количество знаков в строке: основного размера	74

увеличенного размера	49
Количество строк: для знаков основного размера	52
для знаков увеличенного размера	35
Метод формирования знаков	Отрезками, дугами
Максимальное число знаков на экране (без мерцания)	2100
Размер ЭЛТ по диагонали, см	43
Размеры рабочего поля, мм	250 × 250
Размеры раstra, точки	1024 × 1024
Количество функциональных клавиш	32
Количество типов линий	1
Длина гибкого световода светового карандаша, м	1,2

Для ввода алфавитно-цифровых данных, букв кириллицы или латинского алфавита, цифр, специальных символов и включения операций управления используется алфавитно-цифровой видеотерминал (дисплей) (рис. 10.2).

В типовой состав устройства отображения видеотерминала ЕС-7927.01 входят клавиатура, звуковая сигнализация, блокировка цифровой клавиатуры и блок разрешения доступа. В качестве дополнительного средства имеется селекторное перо.

Техническая характеристика ЕС-7927.01

Размер экрана по диагонали, мм	400
Рабочее поле экрана, мм	280 × 165
Количество воспроизводимых знаков	128
Тип воспроизводимых знаков	Прописные и строчные латинские буквы, прописные буквы латинского алфавита, цифры, спецзнаки
Емкость экрана, зн.	1920(24 × 80)
Емкость буферной памяти, зн.	1920
Габаритные размеры, мм	468 × 602 × 464
Масса, кг	56

Данные, вводимые оператором, маркируются с помощью показываемой на экране позиционной метки.

В распоряжение пользователя предоставляется четыре варианта клавиатуры:

клавиатура рабочего места опера-

тора, латинский алфавит, кириллица; клавиатура для сбора данных, латинский алфавит и кириллица с блоком десятичной клавиатуры;

клавиатура пишущей машинки, кириллица;

клавиатура с латинским алфавитом и блоком десятичной клавиатуры.

Вычерчивание чертежей, графиков, карт и планов осуществляет графическое регистрирующее устройство ЕС-7054 (графопостроитель) (рис. 10.3). Графопостроитель ЕС-7054 является автоматическим графическим регистрирующим устройством, оснащенным шаговым сервомеханизмом, который управляется данными от ЭВМ или собственным квадратичным интерполятором от перфоленты. Каретка и направляющая приводятся в движение серводвигателем постоянного тока. Электронная схема управления состоит из квадратичного интерполятора цифровой дифференцирующей схемы, сервоусилителя, генераторов символов, устройства управления источниками питания, фотоэлектрического считывающего устройства с перфоленты. Информация вводится от устройства управления или от уст-

ройства считывания с перфоленты в интерполятор.

Техническая характеристика ЕС-7054

Максимальная скорость вычерчивания, мм/с . . .	50
Формат бумаги, мм . . .	1750×1370
Размеры рабочего поля, мм	1600×1200
Возможность многоцветной записи:	
число цветов (грифелей)	4
способ изменения цвета	Программный
Толщина линии записи, мм	0,1...0,2
Масштаб вычерчивания символов	1:1; 2:1; 1:2
Ориентация вычерчивания символов	Под 16 углами через 22,5°
Точность вычерчивания	± 0,05
Тип линии записи . . .	Сплошная, штриховая, штрихпунктирная

Для вывода информации на печать из ЕС ЭВМ предназначено алфавитно - цифровое печатающее устройство ЕС-7040. Устройство обеспечивает почтронную печать с последующим перемещением перфорированной бумажной ленты шириной 80...420 мм под управлением команд и приказов, задаваемых каналом ЭВМ. На специальной бумаге может быть получено до четырех копий. Печать производится параллельным способом.

При необходимости оператор может влиять на режим работы устройства с помощью панели оператора: устанавливать начало бланка в позицию печати, продвигать бумагу на необходимое число строк и т. д.

Техническая характеристика ЕС-7040

Скорость печати информации, строк/мин	400
Число символов в строке	132
Число печатаемых символов	64

Планшет ввода графической информации (см. рис. 10.2) предназначен для преобразования графической информации в цифровой код. На планшете расположена координатная сетка пересекающихся проводников. При нанесении карандашом —

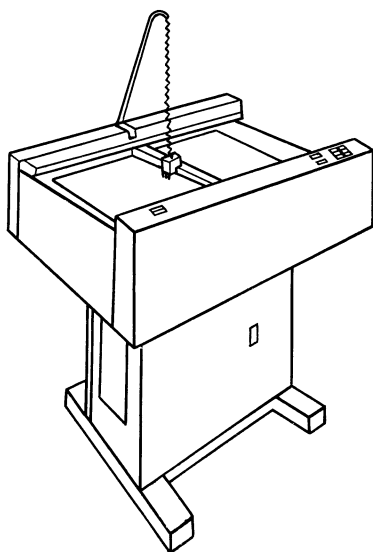


Рис. 10.3. Графопостроитель

указателем поверхности планшета считываются импульсы с ближайших проводников, что и определяет координаты указанной точки. После этого координаты точки передаются в ЭВМ.

10.2. Программное обеспечение

Программное обеспечение состоит из операционной системы ЭВМ и библиотеки программ.

Операционная система предназначена для планирования и организации процесса обработки, ввода-вывода и управления данными, распределения ресурсов, подготовки и отладки программы и других операций обслуживания. Назначение операционной системы ЕС ЭВМ состоит в автоматизации компонентов программного обеспечения и организации вычислительного процесса в условиях его коллективного использования (рис. 10.4).

Операционная система для ЕС-1045 предоставляет пользователям возможность организации виртуальной памяти объемом до 16 Мбайт, подключения устройств телеобработки и машинной графики, использования эффективных трансляторов с основных языков программирования — ПЛ-1, КОБОЛ, ФОРТРАН, АЛГОЛ-60, РПГ, АССЕМБЛЕР.

Библиотека программ содержит программы, снабженные программ-

ной документацией, обеспечивающей возможность ее использования. В стандартный состав библиотеки программ включаются программы по методам численного анализа, матричной и линейной алгебры, статистике, обработке данных и др.

Программа представляет собой последовательность операций вычислительного процесса, записанного в форме, воспринимаемой вычислительной машиной.

Программы по ГОСТ 19.101-77 разделяются на два вида: компонент, комплекс.

Компонент — это программа, рассматриваемая как единое целое, выполняющая законченную функцию и применяемая самостоятельно или в составе комплекса. *Комплекс* — программа, состоящая из двух или более компонентов и (или) комплексов, выполняющих взаимосвязанные функции, и применяемая самостоятельно или в составе другого комплекса.

Программы записываются на языках программирования, которые содержат наборы символов и правила образования конструкций из этих символов.

Алфавит языка программирования ФОРТРАН (ГОСТ 23056-78) содержит три группы символов:

- а) 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9;
- б) буквы: все прописные буквы латинского алфавита;
- в) специальные символы:
 пробел;

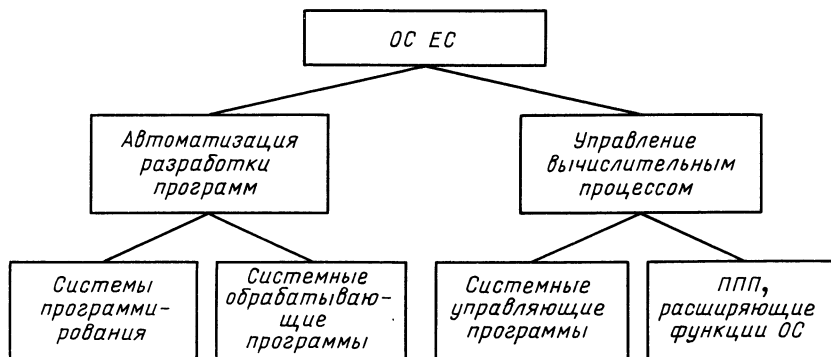



Рис. 10.4. Структурная схема операционной системы ЕС ЭВМ

= равно;
 + плюс;
 - минус;
 * звездочка (умножение);
 / деление (дробная черта);
 (левая скобка;
) правая скобка;
 , запятая;
 . точка;

 знак денежной единицы.

Из символов языка составляются ключевые (служебные) слова, которые имеют определенный смысл: DO — выполнить, END — конец, .GE. — больше или равно, READ — читать, SQRT — квадратный корень, STOP — остановиться, WRITE — писать и т. д.

Из слов составляют предложения, которые в ФОРТРАНе разделяются на операторы и объявления. Операторы предписывают действия. Объявления описывают характеристики и упорядочение данных, вводимые в употребление функции, классификацию программных модулей.

При составлении программы PROGRAM TEST (рис. 10.5) использованы, например, следующие операторы:

а) оператор присваивания, выполнение которого заключается в вы-

числении выражения и изменении значения величины,

$$B = 0.6 * A \quad N = 1;$$

б) условный логический оператор, передающий или не передающий действие оператору с меткой 1,

IF(X.GE.A) GOTO 1;

в) безусловный оператор перехода, который указывает номер следующего оператора для выполнения действия,

GOTO 2;

г) оператор вызова подпрограммы

CALL PAGE (21.,29.7,0,0,0);

д) оператор форматного вывода на печать результатов расчета

PRINT 3,X,Y1,Y2;

В этой же программе используются объявления:

а) массив данных, необходимый для выполнения действий,

DIMENSION GP(50), GP1(50),
GP2(50);

б) формат, задающий форму и вид преобразования вводимых и выводимых данных,

FORMAT (3F10.3).

```

0001      PROGRAM TEST
0002      DIMENSION GP(50),GP1(50),GP2(50)
0003      A=11.
0004      B=0.6*A
0005      N=1
0006      X=0.
0007      DX=0.5
0008      5 IF(X.GE.A)GOTO1
0009      Y1=B*SQRT(1.-(X/A-1.))**2)
0010      GOTO2
0011      1 Y1=SQRT(B*B-(X-A)**2)
0012      2 Y2=-Y1
0013      GP(N)=X
0014      GP1(N)=Y1
0015      GP2(N)=Y2
0016      PRINT3,X,Y1,Y2
0017      3 FORMAT(3F10.3)
0018      X=X+DX
0019      N=N+1
0020      IF(X.GE.(A+B))GOTO4
0021      GOTO5
0022      4 N=N-1
0023      CALL GRINIT
0024      CALL PAGE(21.,29.7,0,0,0)
0025      CALL REGION(2.5,7.,18.,14.,0,0,0)
0026      CALL LIMITS(0.,18.,-7.,7.)
0027      CALL AXES(0,0,0,0,0,0,0,11)
0028      CALL LINEO(GP,GP1,N)
0029      CALL LINEO(GP,GP2,N)
0030      CALL ENDPG('KOM',3)
0031      CALL GRFIN
0032      END
  
```

Рис. 10.5. Пример программы на ФОРТРАНе

Для вывода графической информации на экран графического дисплея или на графопостроитель в программе необходимо указать команды для выполнения графических операций: построить точку по ее координатам, провести прямую линию, построить окружность или дугу окружности, построить ломаную линию, построить кривую линию и т. д.

Геометрически ориентированный язык под названием ФАП-КФ разработан в Институте технической кибернетики АН БССР. Расшифровка аббревиатуры ФАП-КФ означает: формализованный аппарат геометрического моделирования на основе компилятора ФОРТРАНа. ФАП-КФ позволяет производить геометрические построения и решать графические задачи.

Язык графической текстовой информации (ЯГТИ) используется для представления геометрических и текстовых объектов. ЯГТИ обеспечивает представление чертежей, графиков и схем, состоящих из ломаных линий, текстов, единичных графических символов и изображений, дуг и заполняемых контуров. Методические указания, устанавливающие единый язык представления графической и текстовой информации на носителях данных в ЭВМ, разработаны Министерством радиопромышленности СССР и Государственным комитетом СССР по стандартам. Трансляторы с языка ЯГТИ на языки конкретных устройств реализуются пользователями этих устройств.

Для описания чертежей и фрагментов чертежей различных классов механических конструкций радиоэлектронной аппаратуры используется специально разработанный язык кодирования объектов — ЯКОБ-2.

Язык ЯКОБ-2 обеспечивает следующие возможности:

а) кодирование конструкторской документации на электромеханические узлы РЭА;

б) компоновку чертежа из отдельных видов и фрагментов;

в) размерное кодирование и

оформление чертежей согласно ЕСКД;

г) полуавтоматическую простановку размеров;

д) автоматизированную простановку шероховатости и др.

В Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша разработан пакет графических программ на ФОРТРАНе, получивший название ГРАФОР.

Основу построения графического изображения (чертежа) составляют графические элементы: точки, отрезки прямых и кривых линий, треугольники, окружности и т. д.

Каждому графическому элементу в ГРАФОРе соответствует своя программа, описывающая его построение. Основные графические элементы и наименование соответствующих им программ приведены на рис. 10.6.

Построение графического изображения следует начинать с выбора единиц измерения чертежа и определения размеров страницы.

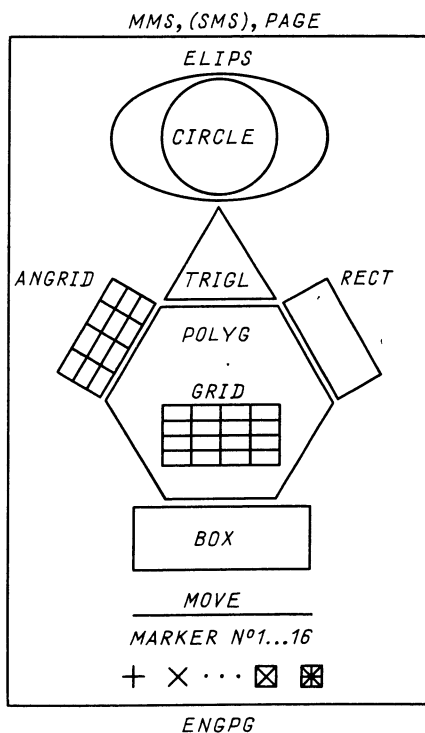


Рис. 10.6. Графические элементы ГРАФОРа

ГРАФОР содержит программы MMS и CMS, устанавливающие единицами измерения миллиметры и сантиметры. Программа CMS устанавливается автоматически по умолчанию, т. е. в том случае, если программист не задает единиц измерения.

Размеры страницы устанавливают программой PAGE. Началом отсчета координат является левая нижняя точка страницы. Вычерчивание окружности и эллипса производится при помощи программ CIRCLE и ELIPS. Для построения треугольника, прямоугольника, многоугольника следует использовать программы TRIGL, RECT и POLYG. Если стороны прямоугольника расположены параллельно координатным осям, его можно начертить, используя программу BOX. Построение сетки осуществляется с помощью программ GRID и ANGRID. Для проведения сплошной прямой линии существует программа MOVE. Возможно проведение штриховых и штрихпунктирных линий.

Для выделения точек на линиях используют программу MARKER.

Программа ENDPG закрывает страницу и готовит систему к открытию следующей, новой страницы.

Для вычерчивания каждого из графических элементов кроме наименования программы необходимо указывать координаты расположения

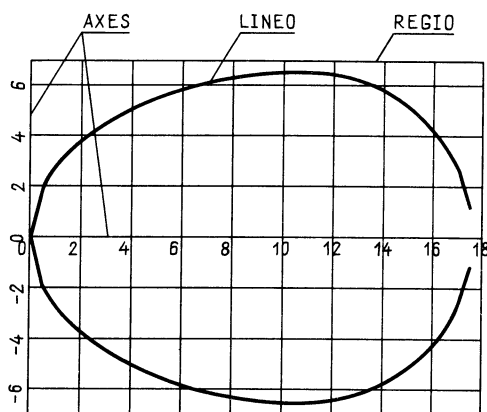


Рис. 10.7. Изображение функциональной зависимости на графопостроителе

элементов и их геометрические параметры.

Ряд программ ГРАФОРa позволяет проводить такие графические операции, как линейное преобразование (масштабирование) чертежа TRANSL, поворот изображения ROTATE, нанесение штриховки SHADE, простановку размеров NARROW.

Текстовая и знаковая информации наносятся с использованием программ SET и SIMBOL.

Программа SET говорит о выборе определенного комплекта знаков для написания текста:

- 1) прописные русские и латинские буквы, цифры и знаки;
- 2) строчные русские и латинские буквы, цифры и знаки;
- 3) прописные греческие буквы, цифры, знаки и символы;
- 4) строчные греческие буквы, цифры, знаки и символы.

С помощью программы SIMBOL можно написать текст знаками требуемой высоты и с необходимым углом наклона строки к горизонтали.

Часто результаты расчетов, проводимых на ЭВМ, бывает целесообразно представить в виде графика функциональной зависимости. Для этой цели особенно удобно использовать программы ГРАФОРa, который является графическим развитием ФОРТРАНа. В одной программе логично объединяются предложения, описывающие математические и графические операции.

На рис. 10.5*, начиная с 23-й строки, задаются команды на вычерчивание графика, изображенного на рис. 10.7.

Программа GRINIT является командой на включение графопостроителя.

При помощи программы REGION выбраны размеры графика и его расположение на странице. Проведение координатных осей и сетки, обозначение переменных величин осу-

* Рис. 10.5, 10.7, 10.23, 10.24 выполнены инж. Г. К. Вавиловой.

ществляются программой AXES. Программа LIMITS определяет математические пределы изменения функции и аргумента. Вычерчивание линии, изображающей функциональную зависимость, производится с помощью программ LINEO (незамкнутая кривая), LINEC (замкнутая кривая). При необходимости нанесения маркеров на проводимую кривую следует выбрать программу LINEMO.

Возможно построение графиков в полярной, логарифмической и полул로그арифмической системах координат.

Примеры выполнения графических документов, выполненных на графопостроителях, приведены в § 10.4.

10.3 Программная документация

Комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимозависимые 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.

При выполнении схем алгоритмов и программ отдельные функции отображаются в виде условных графических обозначений — символов (ГОСТ 19.003-80).

Наиболее употребляемые символы для отображения функций показаны на рис. 10.8.

Символ «Процесс» применяется для обозначения операции или группы операций, в результате которых изменяется значение, форма представления или расположение данных (оператор присваивания и др.).

Символ «Решение» используется для указания направления процесса в зависимости от некоторых условий (условный арифметический и логический оператор).

Символ «Модификация» говорит

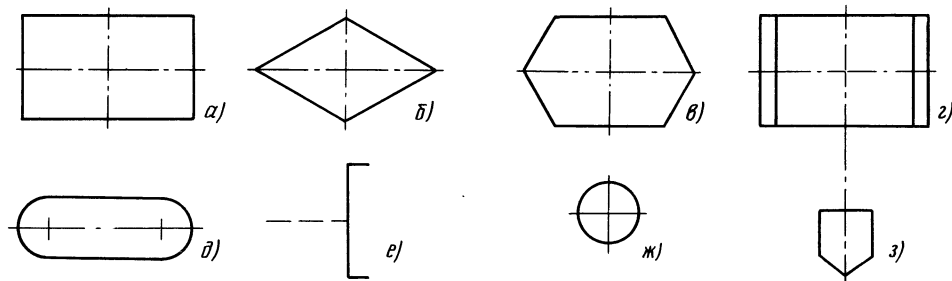


Рис. 10.8. Обозначение символов в схемах алгоритмов и программ:

a — процесс; *б* — решение; *в* — модификация; *г* — predetermined процесс; *д* — пуск — останов; *е* — комментарий; *ж* — соединитель; *з* — межстраничный соединитель

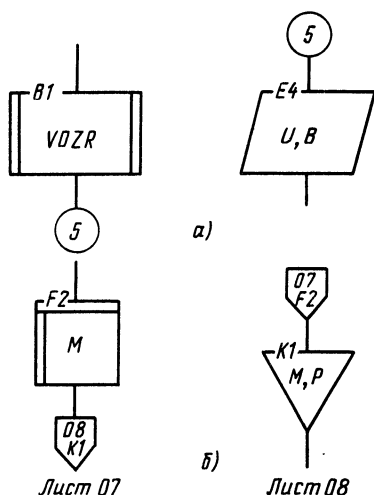


Рис. 10.9. Использование соединителей:
а — на одной странице; б — межстраничный

о выполнении операций, меняющих команды или группы команд, изменяющих программу (оператор цикла).

Символ «Предопределенный процесс» применяется при использова-

нии ранее созданных и отдельно описанных алгоритмов или программ (оператор вызова подпрограмм).

Символ «Пуск — останов» используется для указания начала, окончания, прерывания процесса обработки данных или выполнения программы.

Символ «Комментарий» применяется, если пояснение не помещается внутри графического символа. Символ помещают на свободном месте схемы алгоритма и соединяют с поясняемым символом.

Символы «Соединитель» и «Межстраничный соединитель» используются для указания связи между разъединенными частями алгоритма при большой насыщенности схемы символами. Примеры нанесения символов на оборванные линии потока показаны на рис. 10.9.

Для графического обозначения операций ввода-вывода данных в ЭВМ используются символы, изображенные на рис. 10.10.

Размеры символов назначаются из следующих соображений. Мень-

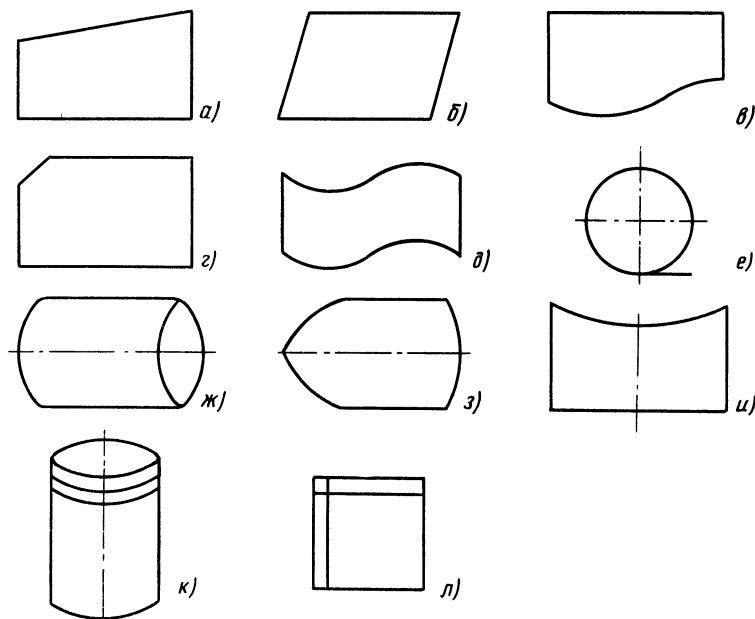


Рис. 10.10. Обозначение ввода-вывода данных в алгоритмах и программах:

а — ручной; б — преобразования; в — документ; г — перфокарта; д — перфолента; е — магнитная лента; ж — магнитный барабан; з — дисплей; и — магнитная карта; к — магнитный диск; л — оперативная память

ший геометрический размер символа (за исключением соединителей пуска — останова, комментария выбирается из ряда 10, 15, 20...мм. Соотношение большего и меньшего размеров должно составлять 1,5. Расположение символов на схеме (за исключением межстраничного соединителя) должно соответствовать приведенному на рис. 10.8 и 10.10. Межстраничный символ может располагаться вертикально и горизонтально.

Правила выполнения схем алгоритмов и программ, выполняемых автоматизированным способом или от руки, устанавливает ГОСТ 19.002-80.

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. 10.9), или иметь порядковый номер (рис. 10.11).

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 (рис. 10.11).

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 ус-

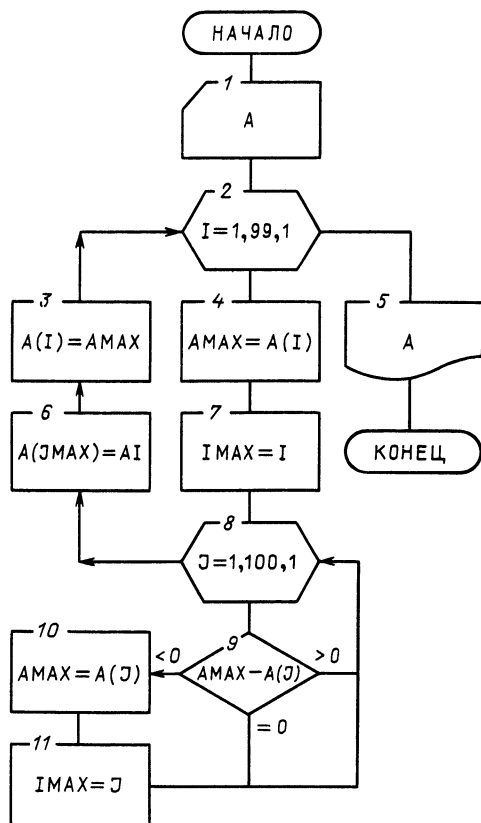


Рис. 10.11. Схема алгоритма

ловные 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. д.);

часть регистрации изменений:
лист регистрации изменений.

При необходимости в основную часть после текста документа включают приложения, перечни терминов, сокращений, рисунков и таблиц, предметный 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).

10.4. Построение графических документов автоматизированным способом

Изготовление конструкторских документов при автоматизированном проектировании производится на АЦПУ и графопостроителях.

Текстовые конструкторские документы (спецификации, ведомости, таблицы и т. д.) рекомендуется выполнять на АЦПУ, при этом допускается не наносить на поле формата горизонтальных и вертикальных линий, строк и граф.

Графические конструкторские документы — чертежи и схемы — целе-

сообразно выполнять на графопостроителях. При необходимости допускается ручная доработка документа.

Конструкторские документы (чертежи и схемы), выполненные автоматизированным способом с помощью графических устройств вывода ЭВМ, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2.004-79, 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;

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. 10.12);

г) при выполнении штрихпунктирной линии точки следует заменять штрихами длиной 1—2 мм.



Рис. 10.12. Линия обрыва

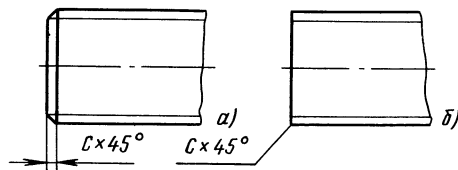


Рис. 10.13. Изображение конструктивных элементов:

а — при ручном выполнении; б — при автоматизированном выполнении

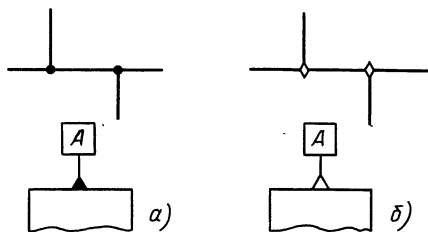


Рис. 10.14. Исключение зачерненных областей:

а — ручное выполнение; *б* — автоматизированное выполнение

При построении изображений и условных обозначений автоматизированным способом следует по возможности графические конструктивные элементы заменять буквенно-цифровыми обозначениями (рис. 10.13). Следует исключать зачерненные области в тех случаях, где это не приведет к неоднозначному пониманию (рис. 10.14).

Для нанесения текстовой инфор-

мации на чертежи и схемы используются буквы, цифры и знаки, начертание которых приведено на рис. 10.15...10.20.

На рис. 10.16 даны только те прописные буквы латинского алфавита, написание которых отличается от написания соответствующих букв русского алфавита (рис. 10.15).

На рис. 10.17 приведены следующие прописные буквы греческого алфавита (слева направо): дельта, дзета, тэта, иота, ламбда, кси, омикрон, сигма, фи, пси, омега. Написание остальных букв греческого алфавита можно найти на рис. 10.15 и рис. 10.16.

На рис. 10.20 показаны знаки: минуты, секунды, кавычки, наклонная черта, номер, знак бесконечности, радикал, звездочка, проценты, градусы, коммерческое И, интеграл, скобки круглые, скобки фигурные. Знаки, не приведенные на рис. 10.20, выполняются в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

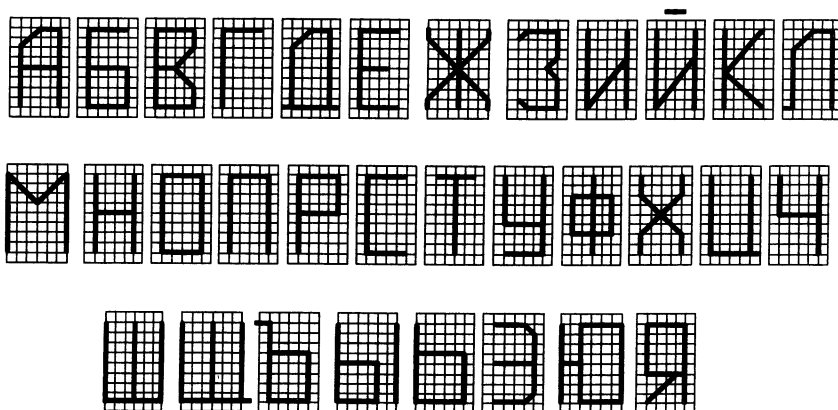


Рис. 10.15. Прописные буквы русского алфавита

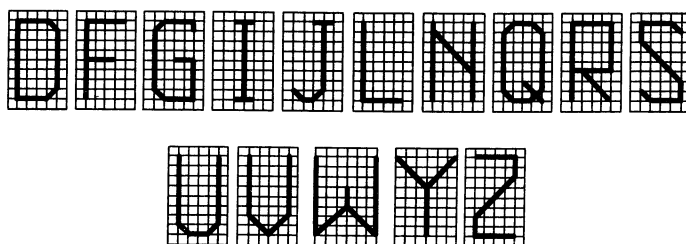


Рис. 10.16. Прописные буквы латинского алфавита

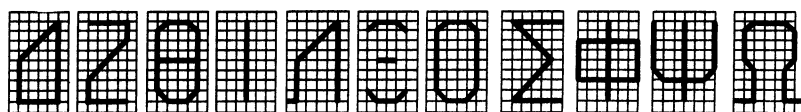


Рис. 10.17. Прописные буквы греческого алфавита

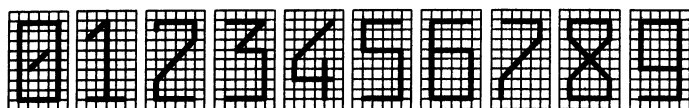


Рис. 10.18. Арабские цифры

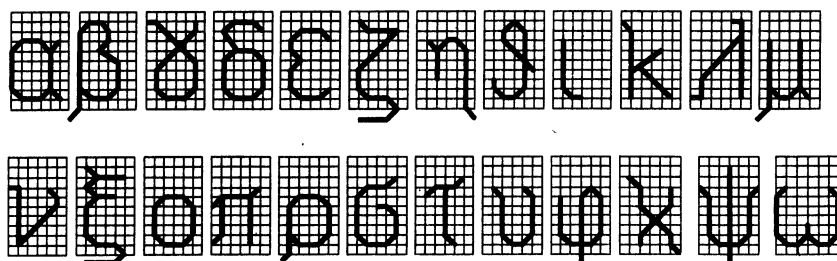


Рис. 10.19. Строчные буквы греческого алфавита

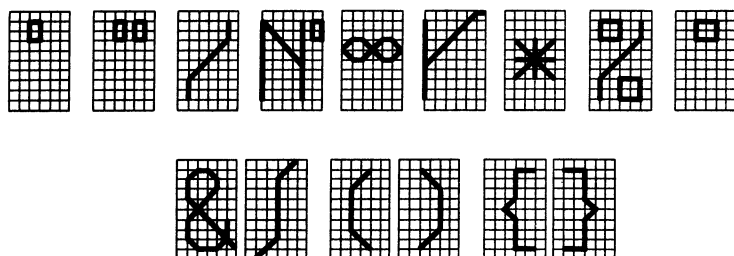


Рис. 10.20. Знаки

Устанавливаются следующие размеры шрифта по высоте: 2,5; 3; 5; 7; 10 мм и далее через 5 мм.

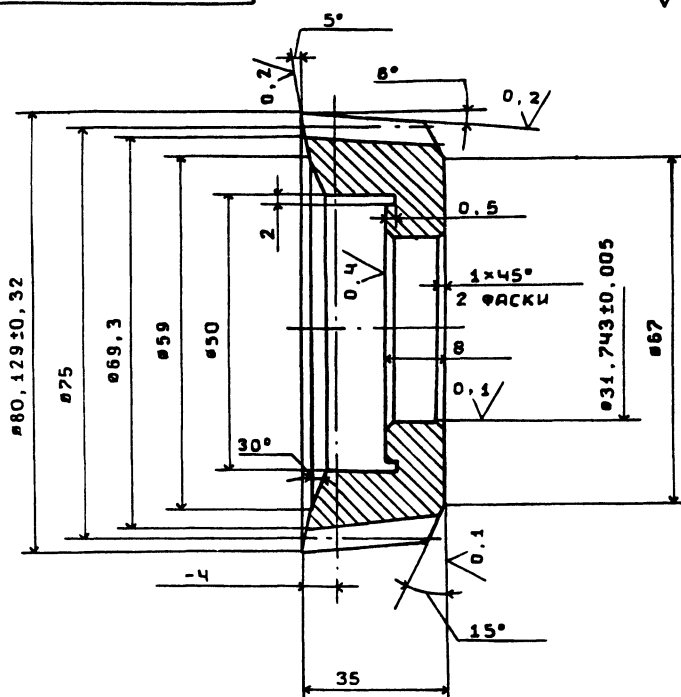
В показателях делений, индексах, предельных отклонениях величин и дробях с горизонтальной дробной чертой следует применять шрифт, которым наносятся надписи, или шрифт предыдущего меньшего размера.

В технических 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 и ГОСТ 21.103-78.

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, сохраняя постоянным число знаков в номере, например: 01, 02, ... 11, 12, ... 31, 32 и т. д.; по вертикали — сверху вниз прописными буквами ла-

1.6 / [✓]



1. МРС 62...65.
2. НЕУКАЗАННЫЕ ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ:
ОХВАТЫВАЮЩИХ - по $M14$, ОХВАТЫВАЕМЫХ - по $h14$,
ПРОЧКИ - $\pm \frac{114}{2}$.
3. ОСТАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПО ГОСТ 9323-79.

						25 30 - 0					
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ	ПОДП.	Д-Я					ЛИТ.	МАССА	МАСШТ.
РАЗР.						ДОБЛЯК					
ПРОВ.						ДИСКОВЫЙ					
Т. КОМП									ЛИСТ	ЛИСТОВ	
Н. КОМП						СТАЛЬ Р18			МЭИ		
УТВ.						ГОСТ 19265-73					

Рис. 10.21. Выполнение чертежа автоматизированным способом

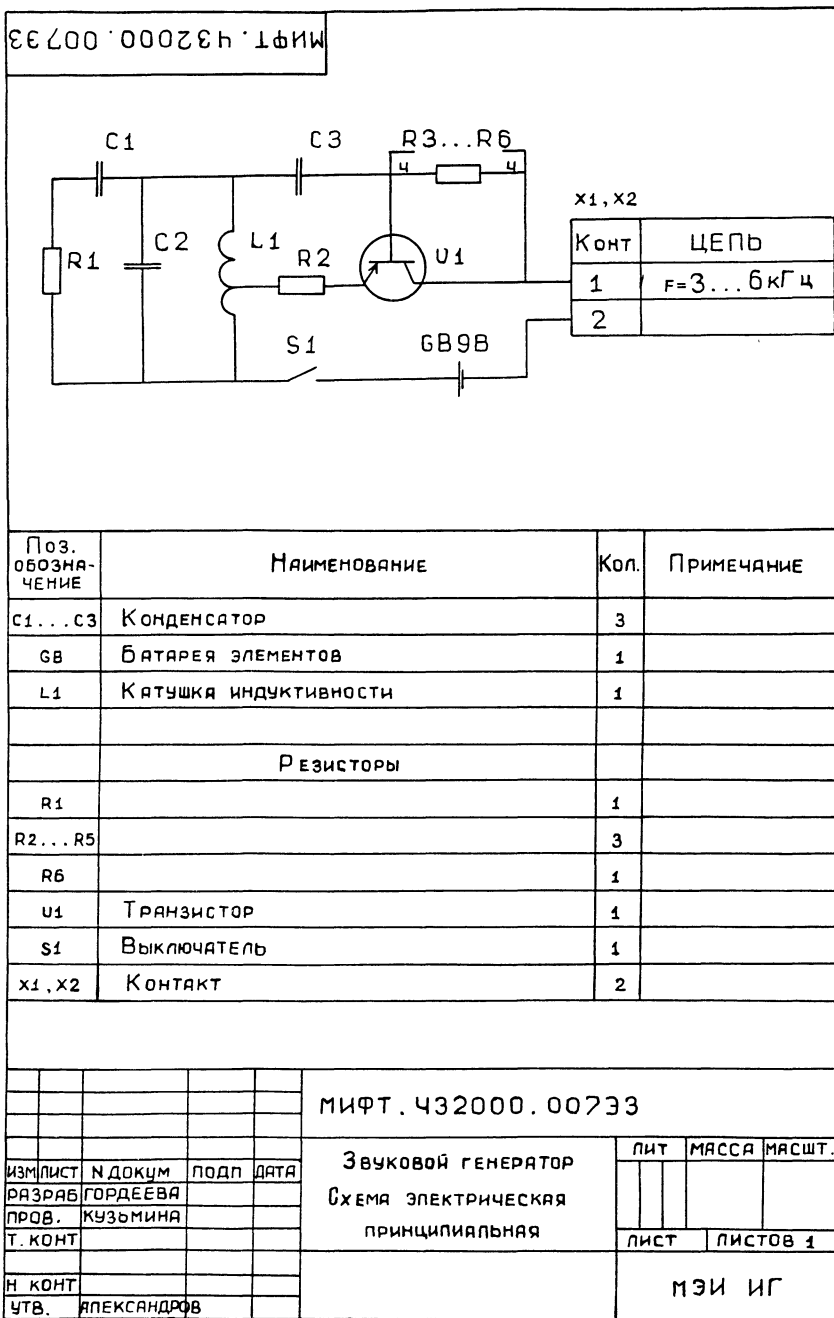


Рис. 10.22. Выполнение схемы автоматизированным способом

тинского алфавита, кроме букв 0 и 1, если они графически неотличимы от нуля и единицы.

Обозначение зоны должно состоять из буквы и цифр, например АОЗ, В24 и т. д.

Если документ выполнен на двух и более листах, нумерация зон по горизонтали должна быть сквозной в пределах документа и в порядке номеров листов.

Пример выполнения чертежа детали автоматизированным способом приведен на рис. 10.21.

Правила выполнения схем автоматизированным способом устанавливает ГОСТ 2.701-84. Для выполнения электрической принципиальной схемы автоматизированным способом была выбрана схема звукового генератора, предназначенного для проверки электрических цепей низкочастотных блоков радиоаппаратуры.

Устройство «Звуковой генератор» (рис. 10.22) содержит один транзистор, одну катушку индуктивности, три конденсатора, шесть резисторов (из которых четыре соединены параллельно), один выключатель, одну батарею гальванических элементов

с напряжением 9 В. На выходе генератора обеспечивается частота колебаний $f = 3 \dots 6$ кГц.

Графическая информация электрической принципиальной схемы включает в себя следующие составные части:

а) условные графические обозначения элементов;

б) буквенно-цифровые обозначения элементов;

в) таблицу перечня элементов;

г) линии связи между элементами;

д) таблицу разъемов с выходными и входными данными. Все это вместе взятое определяет размеры формата, на котором приводятся основная надпись и дополнительные графы к ней.

Построение документа производится в определенном порядке. Вначале вычерчивается непосредственно схема, затем графические атрибуты документа: граница формата, основная надпись, дополнительная графа, перечень элементов. После этого вносятся текстовая информация.

Структура документа приведена в табл. 10.1 в графе «Наименование составных частей документа».

Таблица 10.1. Количественные характеристики схемы «Звуковой генератор»

Наименование составной части документа	Количество команд	Длина вычерченных линий, мм	Длина линий перехода, мм	Количество знаков
Схема: условные графические обозначения линии связи таблица разъемов буквенно-цифровые обозначения заполнение таблицы разъемов	857	729	1120	54
Форма документа: формат основная надпись дополнительная графа перечень элементов	508	8077	1093	—
Текст перечень элементов основная надпись дополнительная графа	1152	—	2801	355
Итого	2517	8806	5014	409

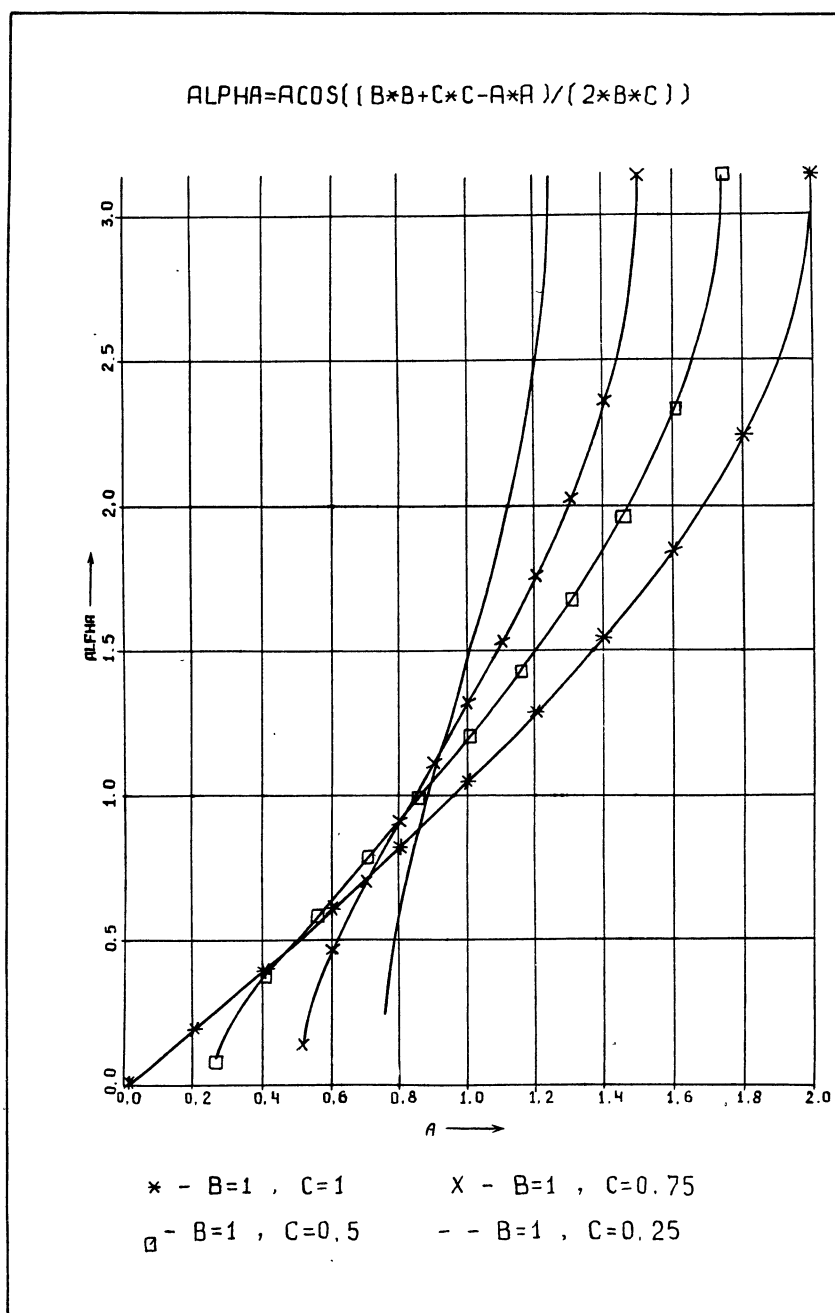


Рис. 10.23. Оформление графика автоматизированным способом

```

0001      CALL PAGE(21.,29.,7.,0,0,1)
0002      CALL BOX(2.5,0.5,18.,28.7)
0003      CALL REGION(4.5,5.5,15.,20.,0,0,0)
0004      CALL LIMITS(0.,2.,0.,3.14)
0005      CALL AXES(2HAX,2,0,0,6HALPHA,6,0,0,11)
0006      CALL LINEO(GP,GP1,N)
0007      CALL LINEMO(GP2,GP3,J,2,10)
0008      CALL LINEMO(GP4,GP5,K,4,15)
0009      CALL LINEMO(GP6,GP7,L,7,20)
0010      CALL SET(0)
0011      CALL SYMB(6.,27.,0.5,33HALPHA=ACOS((B*B+C*C-A*A)/(2*B*C)),33,0)
0012      CALL SYMB(5.,3.,0.5,36H+ - B=1 ,C=1 ;      X - B=1 , C=0.75,36,0)
0013      CALL MOVE(5.,2.,0)
0014      CALL MARKER(4)
0015      CALL SYMB(5.,2.,0.5,35H - B=1 , C=0.5 ;      - - B=1 , C=0.25,35,0)
0016      CALL SYMB(9.5,1.,0.5,1HP,1,0)
0017      CALL SET(1)
0018      CALL SYMB(9.8,1.,0.3,7HHC. 1.1,7,0)
0019      CALL ENDPG(3HKN)
0020      END

```

Рис. 10. 24. Программа к рис. 10.23

При выполнении схемы предельно возможно соблюдались требования ЕСКД по оформлению схем автоматизированным способом. Однако отдельные требования выдержать не удалось. В основном это касается текстовой информации, записанной в табличной форме. Не всегда в стандартных графах удавалось разместить требуемое количество знаков, что привело к изменению размеров некоторых граф.

В остальном выполнение схемы автоматизированным способом с соблюдением стандартов ЕСКД не вызвало принципиальных затруднений.

Анализ информационных и геометрических характеристик документа «Звуковой генератор. Схема электрическая принципиальная» показал, что значительную долю команд, длины вычерченных линий и линий перехода составляют геометрия и текст формы документа. Поэтому при дальнейшей работе над совершенствованием методов выполнения схем следует уделить особое внимание отработке новых форм документа, отвечающих автоматизированным способам выполнения.

Текстовые документы (пояснительные записки, технические условия, описания, инструкции и т. д.)

содержат графический материал в виде графиков и диаграмм, иллюстрирующий какие-либо функциональные зависимости. Эти иллюстрации можно выполнять автоматизированным способом.

В инженерной практике функциональные зависимости часто получают на ЭЦВМ с использованием языка программирования ФОРТРАН (ГОСТ 23056-78). Вывод результатов осуществляется или на алфавитно-цифровые печатающие устройства в виде числовых таблиц, или на графопостроители в виде диаграмм. В последнем случае используется язык, представляющий графическое развитие ФОРТРАНа — ГРАФОР.

Оформление результатов расчета, полученных на графических устройствах вывода ЭВМ, производится без учета требований ЕСКД, хотя возможности языка ГРАФОР позволяют выполнять иллюстрации с соблюдением требований, изложенных в гл. 9 «Текстовые документы». На рис. 10.23 приведен пример выполнения иллюстрации в текстовом документе автоматизированным способом с соблюдением всех требований оформления. Программа автоматизированного выполнения этой иллюстрации дана на рис. 10.24.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Перечень стандартов

В табл. П1 — 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 СССР». М.: Издательство стандартов, 1988.

Т а б л и ц а П1.1. Стандарты ЕСКД

Обозначение		Наименование
ГОСТ, ЕСКД	СТ СЭВ	
2.001-70	—	Общие положения
2.004-79	4405-83	Правила выполнения конструкторских документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
2.101-68	364-76	Виды изделий
2.102-68	4768-84	Виды и комплектность конструкторских документов
2.103-68	208-75	Стадии разработки
2.104-68	140-74, 365-76	Основные надписи
2.105-79	2667-80	Общие требования к текстовым документам
2.106-68	—	Текстовые документы
2.108-68	2516-80	Спецификация
2.109-73	858-78, 1182-78, 4769-84	Основные требования к чертежам
2.111-68	5045-80	Нормоконтроль
2.113-75	1179-78	Групповые и базовые конструкторские документы
2.114-70	—	Технические условия. Правила построения, изложения и оформления
2.118-73	—	Техническое предложение
2.119-73	—	Эскизный проект
2.120-73	—	Технический проект
2.123-83	—	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	1181-78	Форматы
2.302-68	1180-78	Масштабы
2.303-68	1178-78	Линии
2.304-81	851-78, 855-78	Шрифты чертежные
2.305-68	—	Изображения — виды, разрезы, сечения
2.306-68	860-78	Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах
2.307-68	1976-79, 2180-80	Нанесение размеров и предельных отклонений
2.308-79	368-76	Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей
2.309-73	1632-79	Обозначение шероховатости поверхностей
2.310-68	367-76	Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки
2.311-68	284-76	Изображение резьбы
2.312-72	—	Условные изображения и обозначения швов сварных соединений
2.313-82	138-81	Условные изображения и обозначения неразъемных соединений
2.314-68	648-77	Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий
2.315-68	1978-79	Изображения упрощенные и условные крепежных деталей
2.316-68	856-78	Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
2.317-69	1979-79	Аксонметрические проекции
2.318-81	1977-79	Правила упрощенного нанесения размеров отверстий
2.320-82	3332-81	Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов
2.321-84	—	Обозначения буквенные

Обозначение		Наименование
ГОСТ, ЕСКД	СТ СЭВ	
<i>Правила выполнения чертежей различных изделий</i>		
2.401-68	285-76, 1185-78	Правила выполнения чертежей пружин
2.402-68	286-76	Условные изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач
2.403-75	859-78	Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес
2.406-76	859-78	Правила выполнения чертежей цилиндрических червяков и червячных колес
2.408-68	—	Правила выполнения рабочих чертежей звездочек, приводных роликов и втулочных цепей
2.409-74	650-77	Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений
2.410-68	209-75, 366-76	Правила выполнения чертежей металлических конструкций
2.411-72	—	Правила выполнения чертежей труб, трубопроводов и трубопроводных систем
2.412-81	139-74	Правила выполнения чертежей и схем оптических изделий
2.413-72	4074-83	Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготавливаемых с применением электрического монтажа
2.414-75	649-77	Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов
2.415-68	1184-78	Правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками
2.416-68	—	Условные изображения сердечников магнитопроводов
2.417-78	1186-78	Правила выполнения чертежей печатных плат
2.418-77	1183-78	Правила выполнения конструкторской документации упаковки
2.420-69	—	Упрощенные изображения подшипников качения на сборочных чертежах
<i>Правила выполнения схем</i>		
2.701-84	651-77	Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
2.702-75	1188-78	Правила выполнения электрических схем
2.703-68	1187-78	Правила выполнения кинематических схем
2.704-76	1981-79	Правила выполнения гидравлических и пневматических схем
2.705-70	—	Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками
2.708-81	1982-79	Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
2.709-72	3754-82	Система обозначения цепей в электрических схемах
2.710-81	2182-80	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	869-78	Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители
2.725-68	—	Устройства коммутирующие
2.726-68	—	Токоъемники
2.727-68	862-79	Разрядники, предохранители
2.728-74	863-78, 864-78	Резисторы, конденсаторы
2.729-68	2830-80	Приборы электроизмерительные
2.730-73	661-77	Приборы полупроводниковые
2.731-81	865-78	Приборы электровакуумные
2.732-68	866-78	Источники света
2.733-68	660-77	Обозначения условные графические детекторов ионизирующих излучений в схемах
2.734-68	—	Линии сверхвысокой частоты и их элементы
2.735-68	652-77	Антенны
2.736-68	4075-83	Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные. Линии задержки

Обозначение		Наименование
ГОСТ, ЕСКД	СТ СЭВ	
2.737-68	141-74, 2831-80, 7424-84	Устройства связи
2.741-68	868-78, 1983-79	Приборы акустические
2.742-68	653-77	Источники тока электрохимические
2.743-82	3735-82	Элементы цифровой техники
2.744-68	—	Устройства электрозапальные
2.745-68	656-77	Электронагреватели, устройства и установки электротермические
2.746-68	654-77	Генераторы и усилители квантовые
2.747-68	—	Размеры условных графических обозначений
2.755-87	5720-86	Устройства коммутационные и контактные соединения
2.756-76	712-77	Воспринимающая часть электромеханических устройств
2.758-81	1983-79	Сигнальная техника
2.759-82	3336-81	Элементы аналоговой техники
2.761-84	5049-85	Компоненты световодных систем
2.762-85	4724-84	Частоты и диапазоны частот для систем передачи с частотным разделением каналов
2.770-68	2519-80	Элементы кинематики

Таблица П1.2. Стандарты СПДС

Обозначение		Наименование
ГОСТ	СТ СЭВ	
21.001-77	—	Общие положения
21.101-79	—	Основные требования к рабочим чертежам
21.102-79	—	Общие данные по рабочим чертежам
21.103-78	—	Основные надписи
21.104-79	—	Спецификации
21.105-79	—	Нанесение на чертежи размеров, надписей, технических требований и таблиц
21.107-78	4072-83, 4721-84, 5719-86	Условные изображения элементов зданий, сооружений и конструкций
21.108-78	—	Условные графические изображения и обозначения на чертежах генеральных планов и транспорта
21.110-82	—	Спецификация оборудования
21.403-80	—	Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое
21.501-80	4071-83, 4073-83, 4411-83, 4412-83	Архитектурные решения. Рабочие чертежи
21.503-80	—	Конструкции бетонные и железобетонные. Рабочие чертежи
21.507-81	4410-83	Интерьеры. Рабочие чертежи
21.510-83	4407-83	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		Наименование
ГОСТ	СТ СЭВ	
7.1-84	—	Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления
7.5-88	—	Издательское оформление материалов, помещаемых в периодических продолжающихся изданиях и неперiodических сборниках
7.9-77	2011-79	Реферат и аннотация
7.12-77	2012-79	Сокращения русских слов и словосочетаний в библиографическом описании произведений печати
7.32-81	—	Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования 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

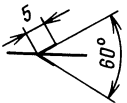










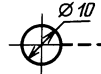
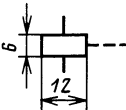
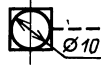
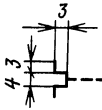
Обозначение ГОСТ	Наименование
15.000-82	Общие положения
15.001-73	Разработка и постановка продукции на производство. Основные положения
15.011-82	Порядок проведения патентных исследований
15.012-84	Патентный формуляр
15.311-82	Постановка на производство продукции по лицензиям

Таблица П1.5. Стандарты ЕСПД
























Обозначение		Наименование
ГОСТ	СТ СЭВ	
19.001-77	—	Общие положения
19.002-80	—	Схемы алгоритмов и программ. Правила выполнения
19.003-80	—	Схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические
19.004-80	—	Термины и определения
19.005-85	—	Р-схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические и правила выполнения
19.101-77	1626-79	Виды программ и программных документов
19.102-77	—	Стадии разработки
19.103-77	—	Обозначения программ и программных документов
19.104-78	2088-80	Основные надписи
19.105-78	2088-80	Общие требования к программным документам
19.106-78	2088-80	Требования к программным документам, выполненным печатным способом
19.201-78	1627-79	Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению
19.202-78	2090-80	Спецификация. Требования к содержанию и оформлению
19.401-78	3746-82	Текст программы. Требования к содержанию и оформлению
19.402-78	2092-80	Описание программы
19.404-79	—	Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению
19.506-79	2097-80	Описание языка. Требования к содержанию и оформлению

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Условные графические обозначения, применяемые в схемах

Т а б л и ц а П2.1. Обозначения общего применения (ГОСТ 2.721-74)


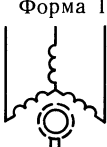

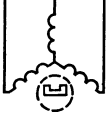



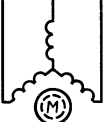

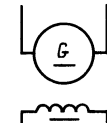

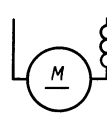

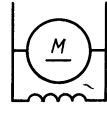

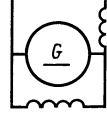
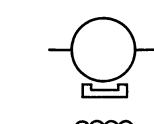
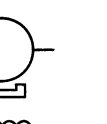
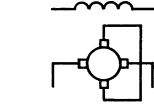
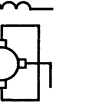
Наименование	Обозначение
Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический:	
в одном направлении	
в обоих направлениях одновременно	
Регулирование:	
линейное (общее обозначение)	
плавное	
ступенчатое	
по току	
ручкой	
нелинейное	
подстроечное	
Саморегулирование:	
линейное	
нелинейное	
Элементы привода и управляющих устройств:	
привод электромашинный	
привод электромагнитный	
привод электротепловой	
привод с помощью биметалла	

Т а б л и ц а П2.2. Электрические машины (ГОСТ 2.722-68)



















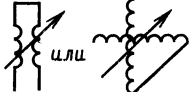

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение элементов электрических машин</i>	
Обмотка добавочных полюсов, обмотка компенсационная	
Обмотка статора машины переменного тока, обмотка последовательного возбуждения машины постоянного тока	
Обмотка параллельного возбуждения машины постоянного тока, обмотка независимого возбуждения	
Статор. Общее обозначение	
Статор с трехфазной обмоткой:	Форма I Форма II
соединенной в треугольник	 
соединенной в звезду	 
Ротор. Общее обозначение	
Ротор без обмотки:	
полый немагнитный или ферромагнитный	
явнополюсный с прорезями по окружности	
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	










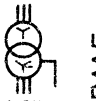



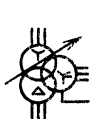
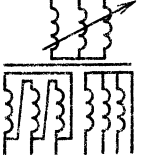



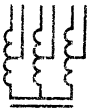


Наименование	Обозначение
Машина электрическая. Общее обозначение	
Примечание. Внутри окружности допускается указывать следующие данные: род машины (генератор — <i>G</i> , двигатель — <i>M</i> , возбудитель — <i>B</i> , тахогенератор — <i>BR</i> и др.); род тока, число фаз или вид соединения обмоток	
Размеры условных графических обозначений:	
статор электрической машины	
ротор электрической машины, обмотка трансформатора	
обмотка, катушка индуктивности	
щетки на контактных кольцах	
щетки на коллекторе	
<i>Примеры построения 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:	<div>  </div> <div>  </div>
со звезды на звезду с двумя параллельными ветвями	

Наименование	Обозначение	
с треугольника на звезду с двумя параллельными ветвями	Форма I	Форма II
Машина асинхронная двухфазная: с короткозамкнутым ротором		
с полым немагнитным ротором и неподвижным ферромагнитным магнитопроводом		
Трансформатор вращающийся, фазовращатель		
Автотрансформатор трехфазный поворотный (потенциал-регулятор)		
Трансформатор трехфазный поворотный (фазорегулятор)		
Сельсин-датчик, сельсин-приемник контактные, однофазные с обмоткой возбуждения на статоре и обмоткой синхронизации на роторе, соединенной в звезду		
Машина синхронная трехфазная: явнополюсная с обмоткой возбуждения на роторе; обмотка статора соединена в звезду с выведенной нейтральной точкой		
неявнополюсная с обмоткой возбуждения на роторе; обмотка статора соединена в треугольник		

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
явнополюсная с обмоткой возбуждения и пусковой короткозамкнутой обмоткой на роторе; обмотка статора соединена в звезду		
с возбуждением от постоянных магнитов; обмотка статора соединена в звезду		
Машина синхронная однофазная явнополюсная с обмоткой возбуждения и демпферной или пусковой обмоткой на роторе		
Двигатель гистерезисный; обмотка статора соединена в звезду		
Машина постоянного тока:		
с независимым возбуждением		
с последовательным возбуждением		
с параллельным возбуждением		
со смешанным возбуждением		
с возбуждением от постоянных магнитов		
Усилитель электромашинный с поперечным потоком и несколькими обмотками управления		

Т а б л и ц а П2.3. Катушки индуктивности, реакторы, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители (ГОСТ 2.723-69)

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение элементов катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов, автотрансформаторов и магнитных усилителей</i>	
Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя.	 или 
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	
Характер кривой намагничивания отражают при помощи следующих знаков:	
прямоугольная петля гистерезиса	
непрямоугольная петля гистерезиса	
Примечание. Размеры условных графических обозначений обмоток приведены выше в табл. П2.2	
<i>Примеры построения обозначений катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов, автотрансформаторов и магнитных усилителей</i>	
Катушка индуктивности, дроссель без магнитопровода	
Реактор	
Катушка индуктивности:	
с отводами	 или 
со скользящими контактами	
с магнитодиэлектрическим магнитопроводом	
с подстройкой магнитодиэлектрическим магнитопроводом	
Реактор (дроссель) с магнитопроводом	
Вариометр	 или 

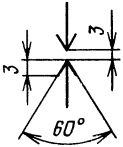


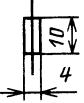



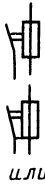

Наименование	Обозначение
Гониометр	 Форма I Форма II
Трансформатор без магнитопровода:	 
с постоянной связью	 
с переменной связью	 
Трансформатор однофазный с магнитопроводом	 
Трансформатор однофазный с магнитопроводом трехобмоточный	 
Трансформатор трехфазный с магнитопроводом, соединение обмоток 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	 



Наименование	Обозначение
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	
Усилитель магнитный с двумя последовательно соединенными рабочими обмотками и двумя встречно включенными секциями управляющей обмотки	
Элемент ферромагнитный, трансформатор запоминающий, элемент памяти	

Т а б л и ц а П2.4. Токосъемники (ГОСТ 2.726-68)

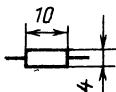


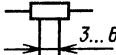







Наименование	Обозначение
Токосъемник троллейный:	
общее обозначение	
управляемый пантограф	
с третьего рельса	
Токосъемник кольцевой	
Пр и м е ч а н и е. Допускается использовать следующее обозначение	

Т а б л и ц а П2.5. Разрядники, предохранители (ГОСТ 2.727-68)

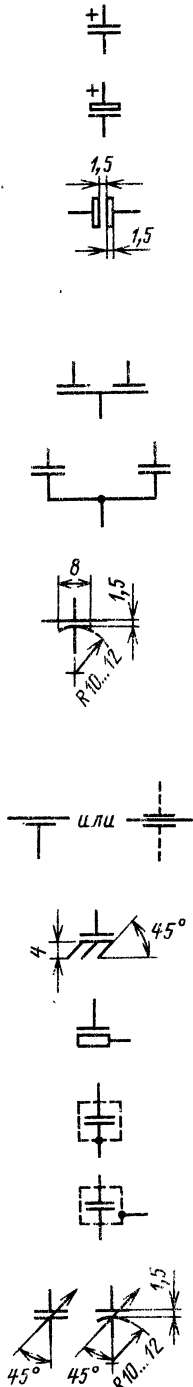
Наименование	Обозначение
<i>Обозначение разрядников</i>	
Промежуток искровой двухэлектродный защитный. Общее обозначение	
Разрядник. Общее обозначение	
<i>Обозначение предохранителей</i>	
Предохранитель:	
пробивной	
плавкий, общее обозначение	
инерционно-плавкий	
быстродействующий	
Катушка термическая (предохранительная)	
Предохранитель с сигнализирующим устройством:	
с самостоятельной цепью сигнализации	
с общей цепью сигнализации	

Наименование	Обозначение
Выключатель-предохранитель	
Разъединитель-предохранитель	

Т а б л и ц а 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	
Пр и м е ч а н и е. Если резистор имеет более двух дополнительных отводов, то допускается длинную сторону обозначения увеличивать, например резистор с шестью дополнительными отводами	
Шунт измерительный	
Резистор переменный	
	
	
Резистор переменный в реостатном включении:	
общее обозначение	
нелинейное регулирование	
Резистор переменный с дополнительными отводами	

Наименование	Обозначение
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	
Резистор переменный с подстройкой	
Примечание. Приведенному изображению соответствует следующая эквивалентная схема	
Тензорезистор:	
линейный	
нелинейный	
Элемент нагревательный	
Терморезистор:	
прямого подогрева	
косвенного подогрева	
Варистор	
Обозначение конденсаторов	
Конденсатор постоянной емкости	












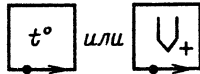

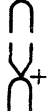
Наименование	Обозначение
<p>Примечание. Для указания поляризованного конденсатора используют обозначение</p> <p>Конденсатор электролитический:</p> <p>поляризованный</p> <p>неполяризованный</p> <p>Конденсатор постоянной емкости с тремя выводами (двухсекционный), изображенный:</p> <p>совмещенно</p> <p>разнесенно</p> <p>Конденсатор проходной</p> <p>Примечания: 1. Дуга обозначает наружную обкладку конденсатора (корпус).</p> <p>2. Допускается использовать обозначение</p> <p>Конденсатор опорный</p> <p>Конденсатор с последовательным собственным резистором</p> <p>Конденсатор в экранирующем корпусе:</p> <p>с одной обкладкой, соединенной с корпусом</p> <p>с выводом от корпуса</p> <p>Конденсатор переменной емкости</p>	

Наименование	Обозначение
Конденсатор переменной емкости многосекционный, например трех-секционный	
Конденсатор подстроечный	
Конденсатор дифференциальный	
Конденсатор переменной емкости двухстаторный (в каждом положении подвижного электрода C—C)	
Вариконд	
Фазовращатель емкостный	
Конденсатор широкополосный	
Конденсатор помехоподавляющий	



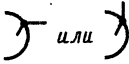
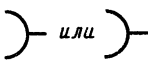


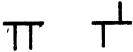







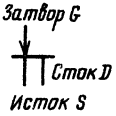
Т а б л и ц а П2.7. Электроизмерительные приборы (ГОСТ 2.729-68)

Наименование	Обозначение
Датчик измеряемой неэлектрической величины	
Например, датчик давления с токовым выходом	
Прибор электроизмерительный:	
показывающий	
регистрирующий	
интегрирующий (например, счетчик электрической энергии)	

Наименование	Обозначение
<p>П р и м е ч а н и е. 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:</p>	
а) амперметр	A
б) вольтметр	V
в) вольтамперметр	VA
г) ваттметр	W
д) варметр	var
е) микроамперметр	μA
ж) милливольтметр	mV
з) омметр	Ω
и) мегаомметр	M Ω
к) частотомер	Hz
л) фазометр: измеряющий сдвиг фаз	φ
измеряющий коэффициент мощности	$\cos \varphi$
м) счетчик ампер-часов	Ah
н) счетчик ватт-часов	Wh
о) счетчик вольт-ампер-часов переменный	varh
п) термометр	t°
р) индикатор полярности	\pm
с) измеритель уровня сигнала	dB
<p>Если необходимо указать характеристику отсчетного устройства прибора, то в его обозначение вписывают следующие графические обозначения:</p>	
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	

Наименование	Обозначение
Например:	
вольтметр с цифровым отсчетом	
вольтметр с непрерывной регистрацией	
амперметр с отклонением стрелки в обе стороны	
Гальванометр	
Синхроноскоп	
Осциллоскоп	
Осциллограф	
Гальванометр осциллографический:	
тока или напряжения	
мгновенной мощности	
Счетчик импульсов	
Болометр полупроводниковый	
Датчик температуры	
Термопреобразователь:	
бесконтактный	
контактный	

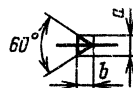
Т а б л и ц а П2.8. Полупроводниковые приборы (ГОСТ 2.730-73)















Наименование	Обозначение
<i>Обозначение конструктивных элементов</i>	
Корпус полупроводникового прибора	
Вывод полупроводникового прибора:	
электрически не соединенный с корпусом	
электрически соединенный с корпусом	
Вывод от корпуса	
Электроды:	
база с одним выводом	
база с двумя выводами	
<i>p</i> -эмиттер с <i>n</i> -областью	
<i>n</i> -эмиттер с <i>p</i> -областью	
несколько эмиттеров, например четыре <i>p</i> -эмиттера с <i>n</i> -областью	 или 
коллектор с базой	
несколько коллекторов, например четыре коллектора на базе	
Области:	
область между полупроводниковыми слоями с различной электропроводностью	
исток, сток, затвор	

Примеры построения обозначений полупроводниковых диодов

Диод. Общее обозначение

<i>a</i>	5	6
<i>b</i>	4	5
<i>d</i>	1,5	2

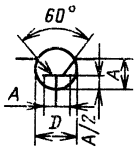





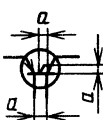
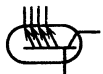
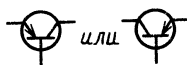
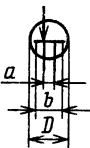





Наименование	Обозначение
Туннельный диод	
Обращенный диод	
Стабилитрон: односторонний	
двусторонний	
Варикап	
<i>Примеры построения обозначений тиристоров</i>	
Тиристор диодный (динистор)	
Тиристор диодный симметричный	
Тиристор триодный незапираемый с управлением по аноду (тиристор с инжектирующим управляющим электродом <i>p</i> -типа)	 или 
Тиристор триодный незапираемый с управлением по катоду (тиристор с инжектирующим управляющим электродом <i>n</i> -типа)	
Тиристор триодный запираемый с управлением по аноду	
Тиристор триодный запираемый с управлением по катоду	 или 
Тиристор триодный симметричный незапираемый	
Примечание. Для упрощения допускается выполнять условные графические обозначения тиристоров в зеркальном изображении	

*Примеры построения обозначений транзисторов с *p-n* переходами*

Транзистор типа *p-n-p*

<i>D</i>	12	14
<i>A</i>	9	11
<i>a</i>	2,5	3,5



Наименование	Обозначение									
Транзистор типа $n-p-n$ с коллектором, электрически соединенным с корпусом										
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										
Многоэмиттерный 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 border="1"><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										

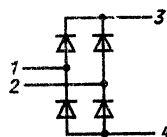
Наименование	Обозначение
Полевой транзистор с изолированным затвором обогащенного типа с <i>p</i> -каналом с выводом от подложки	
Полевой транзистор с изолированным затвором обогащенного типа с <i>n</i> -каналом и с внутренним соединением подложки и истока	
Полевой транзистор с двумя изолированными затворами обедненного типа с <i>n</i> -каналом и с выводом от подложки	
Примечание. Изображение окружности для полевых транзисторов является обязательным	

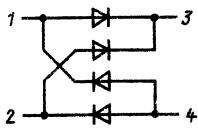
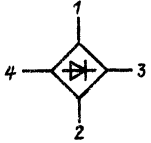
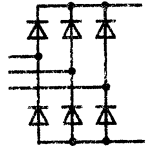
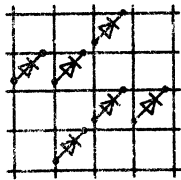
Примеры построения обозначений фоточувствительных излучающих и оптоэлектронных полупроводниковых приборов

Фоторезистор	
Фотодиод	
Фототиристор диодный	
Фототранзистор типа <i>p-n-p</i>	
Светизлучающий диод ($R=5$ или 6 мм)	
Диодная оптопара	
Тиристорная оптопара	
Резисторная оптопара	

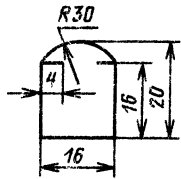

Примеры обозначения типовых схем на полупроводниковых приборах

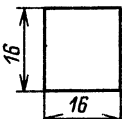



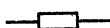


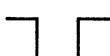


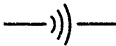







Однофазная мостовая выпрямительная схема:



Наименование	Обозначение
развернутое изображение	
упрощенное изображение	
Трехфазная мостовая выпрямительная схема	
Диодная матрица (фрагмент)	

Т а б л и ц а П2.9. Электронагреватели, устройства и установки электротермические (ГОСТ 2.745-68)

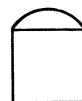
Наименование	Обозначение
<i>Обозначение электротермических установок и электронагревательных устройств</i>	
Установка электротермическая. Общее обозначение	
Устройство электротермическое с камерой нагрева; промышленная электропечь	

Наименование	Обозначение
Устройство электротермическое без камеры нагрева; электронагреватель	
<i>Обозначение методов нагрева</i>	
Дуговой	
Плазменный	
Электронный	
Сопротивлением	
Смешанный (дуговой и сопротивлением)	
Индукционный	
Индукционный токком повышенной частоты	
В высокочастотном поле конденсатора (диэлектрический)	
Инфракрасный	
Ультразвуковой	
Режим нагрева непрерывный	
Признак устройства (установки), предназначенного для плавки	
<i>Обозначение среды камеры нагрева</i>	
Среда твердая	
Среда жидкая	
Атмосфера:	
искусственная	
защитная	
Вакуум	

Наименование	Обозначение
--------------	-------------

Обозначение электронагревательных устройств с различными способами нагрева

Электродпечь промышленная прямого нагрева



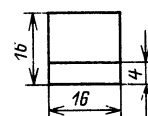
Электродпечь промышленная косвенного нагрева



Электронагреватель прямого нагрева



Электронагреватель косвенного нагрева



Примеры обозначений промышленных электродпечей и электронагревателей

Электродпечь сопротивления. Общее обозначение



Электронагреватель сопротивления. Общее обозначение



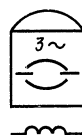
Электродпечь электродная. Общее обозначение



Электродпечь дуговая. Общее обозначение



Электродпечь дуговая трехфазная прямого нагрева с перемешивающей катушкой



Электронагреватель индукционный. Общее обозначение



Электронагреватель индукционный прямого нагрева


































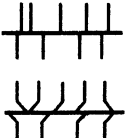







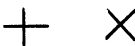

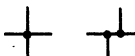




Наименование	Обозначение
Электродпеч индукционная. Общее обозначение	
Электродпеч индукционная прямого нагрева с указанием рабочих параметров	 1кГц 50кВт
Электродпеч диэлектрическая. Общее обозначение	
Электродпеч инфракрасного нагрева. Общее обозначение	
Электродпеч электронного нагрева. Общее обозначение	
Электродпеч плазменная с искусственной атмосферой	
Электронагреватель ультразвуковой	

Таблица П2.10. Род тока и напряжения, виды соединения обмоток, формы импульсов (ГОСТ 2.750-68)

Наименование	Обозначение
<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	$3 \sim 50 \text{ Гц}$
Ток переменный с числом фаз m , частотой f и напряжением U	$m \sim f, U$
Полярность отрицательная	—
Полярность положительная	+

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение видов соединения обмоток</i>	
Соединение обмоток двух фаз в открытый треугольник	
Обмотка трехпроводная двухфазная	
Обмотка четырехпроводная двухфазная	
Обмотка трехфазная, соединенная в звезду	
Обмотка трехфазная, соединенная в звезду с выведенной нейтралью	
Обмотка трехфазная, соединенная в треугольник	
Обмотка трехфазная, соединенная в зигзаг	
Обмотка трехфазная, соединенная в многоугольник	
Обмотка шестифазная, соединенная в звезду	
Обмотка шестифазная, соединенная в две обратные звезды	
Обмотка шестифазная, соединенная в два треугольника	
Обмотка шестифазная, соединенная в двойной зигзаг	
<i>Обозначение наиболее часто встречающихся импульсов</i>	
Импульс высокой частоты (радиоимпульс)	
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	

Т а б л и ц а П2.11. Линии электрической связи, провода, кабели и шины (ГОСТ 2.751-73)

Наименование	Обозначение
<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. 2. В однолинейных обозначениях элементов или устройств, содержащих группы линий, допускается применять следующие обозначения:	
а) группы из двух линий	
б) группы из трех линий	

Наименование	Обозначение
Например, лампа накаливания	
Переход группы линий электрической связи, имеющих общее функциональное назначение, от многолинейного обозначения к однолинейному	
Группа линий электрической связи, имеющих общее функциональное назначение, каждая из которых экранирована	
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	Однолинейное Многолинейное
Группа линий электрической связи, четыре из которых находятся в общем экране	
Линия электрической связи, осуществленная двужильным кабелем	Однолинейное Многолинейное
Группа линий электрической связи, осуществленная многожильным кабелем	Однолинейное Многолинейное
Группа линий электрической связи, четыре из которых осуществлены многожильным кабелем	

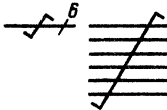
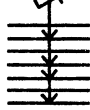

Наименование	Обозначение
Группа линий электрической связи, осуществленная скрученными проводами	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>Одноли- нейное</div> <div>Многоли- нейное</div> </div> 
Группа линий электрической связи, четыре из которых осуществлены скрученными проводами	
Линия электрической связи, осуществленная гибким проводом	

Таблица П2.12. Коммутационные устройства и контактные соединения (ГОСТ 2.755-74)

Наименование	Обозначение
--------------	-------------

Обозначение контактов коммутационных устройств

Контакт коммутационного устройства. Общее обозначение:

а) замыкающий

б) размыкающий

в) переключающий

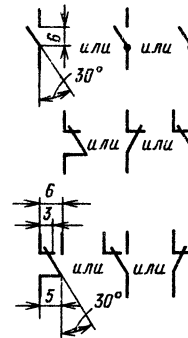
Примечание. Варианты, приведенные в п. «а», — «в», распространяются на все соответствующие условные графические обозначения

г) переключающий без размыкания цепи

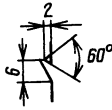
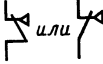

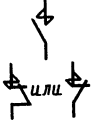
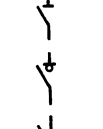
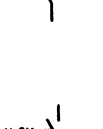



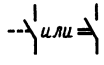





д) переключающий со средним положением

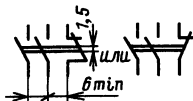
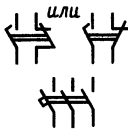










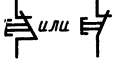


е) с двойным замыканием


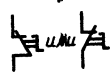


ж) с двойным размыканием



Наименование	Обозначение
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	
б) при возврате	
в) при срабатывании и возврате	
Контакт размыкающий с замедлителем, действующим:	
а) при срабатывании	
б) при возврате	
в) при срабатывании и возврате	
Примечание. Обозначение замедлителя допускается изображать с противоположной стороны обозначения подвижного контакта	
Контакт без самовозврата:	
а) замыкающий	
б) размыкающий	

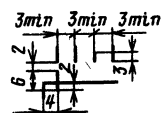
Наименование	Обозначение
Контакт с самовозвратом: а) замыкающий	
б) размыкающий	
Контакт для коммутации силовоточной цепи:	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
в) замыкающий дугогасительный	
г) размыкающий дугогасительный	
Контакт разъединителя	
Контакт выключателя разъединителя	
Контакт с автоматическим возвратом при перегрузке	
Контакт с механической связью:	
а) замыкающий	
б) размыкающий	
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 трехполюсный	

Наименование	Обозначение
Выключатель трехполюсный с двумя замыкающими и одним размыкающим контактами	
Выключатель двухполюсный, замыкающий одну цепь раньше размыкания другой	
Выключатель трехполюсный с автоматическим возвратом	
Примечание. При необходимости указания величины, при изменении которой происходит возврат, используют следующие знаки:	
а) максимального тока	$I >$
б) минимального тока	$I <$
в) обратного тока	$I \leftarrow$
г) максимального напряжения	$U >$
д) минимального напряжения	$U <$
е) максимальной температуры	$T^\circ >$
Знаки проставляют около обозначения выключателя, например выключатель трехполюсный автоматический максимального тока	
Выключатель высокого напряжения *	
Отделитель *	
Короткозамыкатель *	
Выключатель путевой:	
а) однополюсный	
б) многополюсный, например трехполюсный	
Разъединитель трехполюсный	
Переключатель многополюсный, например трехполюсный	
Выключатель кнопочный нажимной:	
а) с замыкающим контактом	
б) с размыкающим контактом	
Выключатель кнопочный вытяжной:	
а) с замыкающим контактом	
б) с размыкающим контактом	

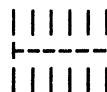
Наименование	Обозначение
Выключатель кнопочный поворотный: а) с замыкающим контактом	
б) с размыкающим контактом	
Выключатель кнопочный без самовозврата: а) нажимной с возвратом посредством вытягивания кнопки	
б) нажимной с возвратом посредством вторичного нажатия кнопки	

Примеры построения обозначений многопозиционных коммутационных устройств

Переключатель однополюсный, многопозиционный, например четырехпозиционный



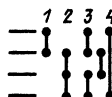
Переключатель многопозиционный независимых цепей, например шести цепей



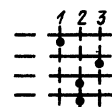
Переключатели со сложной коммутацией изображают на схеме одним из следующих способов:
первый способ. Переключатель изображают в виде условного обозначения, а на поле схемы помещают таблицу замыкания контактов



второй способ



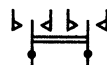
третий способ




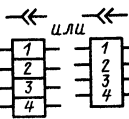
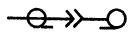





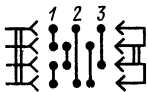
Переключатель двухполюсный 3-позиционный с нейтральным положением



Переключатель двухполюсный 3-позиционный с самовозвратом в нейтральное положение

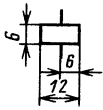
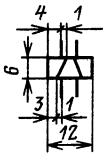
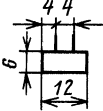

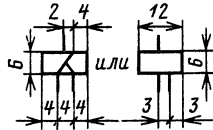




Наименование	Обозначение
<i>Примеры построения обозначений реле</i>	
Реле электрическое с замыкающим, размыкающим и переключающим контактами	
Реле электрическое с замыкающими контактами, один из которых срабатывает раньше других	
Реле поляризованное:	
а) на одно направление тока в обмотке с самовозвратом	
б) на одно направление тока в обмотке без самовозврата	
в) на оба направления тока в обмотке с нейтральным положением	
Примечание. Контакт, отмеченный точкой, замыкается при приложении напряжения постоянного тока, положительный полюс которого подан к выводу, отмеченному точкой	
Реле электротепловое без самовозврата (с возвратом нажатием кнопки)	
<i>Обозначение контактов контактных соединений</i>	
Контакт контактного соединения:	
а) разъёмного соединения:	
штырь	
гнездо	
б) разборного соединения	
в) неразборного соединения	
Контакт скользящий:	
а) по линейной токопроводящей поверхности	
б) по нескольким линейным токопроводящим поверхностям	
в) по кольцевой токопроводящей поверхности	
г) по нескольким кольцевым токопроводящим поверхностям	

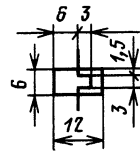
Наименование	Обозначение
<i>Примеры построения контактных соединений</i>	
Соединение контактное разъемное четырехпроводное	 или 
Соединение контактное разъемное коаксиальное (высоко-частотное)	
Перемычка контактная	
Перемычка коммутационная:	
а) на размыкание	
б) с выведенным гнездом	
в) на переключение	
Вставка-переключатель	

* Указания методические межотраслевые (УММ) по применению государственных стандартов ЕСКД в электрических схемах комплектных устройств и в схемах технологического контроля и автоматики энергетических объектов, 1977 г.

Т а б л и ц а П2.13. Воспринимающая часть электромеханических устройств (ГОСТ 2.756-76)

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Катушка электромеханического устройства		с двумя встречными обмотками	
Примечание. Выводы допускается изображать с одной стороны прямоугольника			
Катушка электромеханического устройства: с двумя обмотками		с одним отводом	
с n-обмотками		трехфазного тока	

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Катушка электромеханического устройства с указанием вида обмотки: обмотка напряжения		работающего с ускорением при срабатывании	
обмотка максимального тока		работающего с ускорением при срабатывании и отпуске	
Катушка поляризованного электромеханического устройства		работающего с замедлением при срабатывании	
Катушка электромеханического устройства: обладающего остаточным намагничиванием		работающего с замедлением при отпуске	
имеющего механическую блокировку		Воспринимающая часть электротеплового реле	



ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах

Примеры видов элементов	Код	Примеры видов элементов	Код
Устройство. Общее обозначение	<i>A</i>	Элементы разные:	<i>E</i>
Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания); аналоговые и многоразрядные преобразователи; датчики для указания или измерения:	<i>B</i>	нагревательный элемент	<i>EK</i>
громкоговоритель	<i>BA</i>	лампа осветительная	<i>EL</i>
магнитострикционный элемент	<i>BB</i>	пиропатрон	<i>ET</i>
детектор ионизирующих излучений	<i>BD</i>	Разрядники, предохранители, устройства защитные:	<i>F</i>
сельсин-приемник	<i>BE</i>	дискретный элемент защиты по току мгновенного действия	<i>FA</i>
телефон (капсоль)	<i>BF</i>	дискретный элемент защиты по току инерционного действия	<i>FP</i>
сельсин-датчик	<i>BC</i>	предохранитель плавкий	<i>FU</i>
тепловой датчик	<i>BK</i>	дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	<i>FV</i>
фотоэлемент	<i>BL</i>	Генераторы, источники питания:	<i>G</i>
микрофон	<i>BM</i>	батарея	<i>GB</i>
датчик давления	<i>BP</i>	Устройства индикационные и сигнальные:	<i>H</i>
пьезоэлемент	<i>BQ</i>	прибор звуковой сигнализации	<i>HA</i>
датчик частоты вращения (тахогенератор)	<i>BR</i>	индикатор символьный	<i>HG</i>
звукосниматель	<i>BS</i>	прибор световой сигнализации	<i>HL</i>
датчик скорости	<i>BV</i>	Реле, контакторы, пускатели:	<i>K</i>
Конденсаторы	<i>C</i>	реле токовое	<i>KA</i>
Схемы интегральные, микросборки:	<i>D</i>	реле указательное	<i>KH</i>
схема интегральная аналоговая	<i>DA</i>	реле электротепловое	<i>KK</i>
схема интегральная цифровая, логический элемент	<i>DD</i>	контактор, магнитный пускатель	<i>KM</i>
устройство хранения информации	<i>DS</i>	реле времени	<i>KT</i>
устройство задержки	<i>DT</i>	реле напряжения	<i>KV</i>
		Катушки индуктивности, дроссели, реакторы	<i>L</i>
		Двигатели	<i>M</i>

Примеры видов элементов	Код	Примеры видов элементов	Код
Приборы измерительные:	<i>P</i>	Устройства связи. Преобразователи электрических величин в электрические:	<i>U</i>
амперметр	<i>PA</i>	модулятор	<i>UV</i>
счетчик импульсов	<i>PC</i>	демодулятор	<i>UR</i>
частотомер	<i>PF</i>	дискриминатор	<i>UI</i>
счетчик активной энергии	<i>PI</i>	преобразователь частоты, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	<i>UZ</i>
счетчик реактивной энергии	<i>PK</i>		<i>V</i>
омметр	<i>PR</i>	Приборы электровакуумные и полупроводниковые:	
Регистрирующий прибор:	<i>PS</i>	диод, стабилитрон	<i>VD</i>
часы, измеритель времени, действия	<i>PT</i>	прибор электровакуумный	<i>VL</i>
вольтметр	<i>PV</i>	транзистор	<i>VT</i>
ваттметр	<i>PW</i>	тиристор	<i>VS</i>
Выключатели и разъединители в силовых цепях:	<i>Q</i>	Линии и элементы СВЧ. Антенны:	<i>W</i>
выключатель автоматический	<i>QF</i>	ответвитель	<i>WE</i>
короткозамыкатель	<i>QK</i>	короткозамыкатель	<i>WK</i>
разъединитель	<i>QS</i>	вентиль	<i>WS</i>
Резисторы:	<i>R</i>	трансформатор, фазовращатель	<i>WT</i>
терморезистор	<i>RK</i>	аттенюатор	<i>WU</i>
потенциометр	<i>RP</i>	антенна	<i>WA</i>
шунт измерительный	<i>RS</i>	Соединения контактные:	<i>X</i>
варистор	<i>RU</i>	токосъемник, контакт скользящий	<i>XA</i>
Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных:	<i>S</i>	штырь	<i>XP</i>
выключатель или переключатель	<i>SA</i>	гнездо	<i>XS</i>
выключатель кнопочный	<i>SB</i>	соединение разборное	<i>XT</i>
выключатель автоматический	<i>SF</i>	соединитель высокочастотный	<i>XW</i>
выключатель, срабатывающий от различных воздействий:		Устройства механические с электромагнитным приводом:	<i>Y</i>
уровня	<i>SL</i>	электромагнит	<i>YA</i>
давления	<i>SP</i>	тормоз с электромагнитным приводом	<i>YB</i>
положения (путевой)	<i>SQ</i>	муфта с электромагнитным приводом	<i>YC</i>
частоты вращения	<i>SR</i>	электромагнитный патрон или плита	<i>YH</i>
температуры	<i>SK</i>	Устройства оконечные, фильтры, ограничители	<i>Z</i>
Трансформаторы, автотрансформаторы:	<i>T</i>		
трансформатор тока	<i>TA</i>		
электромагнитный стабилизатор	<i>TS</i>		
трансформатор напряжения	<i>TV</i>		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственные стандарты СССР. Указатель 1988 (по состоянию на 1 января 1988 года). В 4-х т. М.: Изд-во стандартов, 1989.
2. Государственные стандарты СССР. Государственная система стандартизации. М.: Изд-во стандартов, 1986. 240 с.
3. Государственные стандарты СССР. Единая система конструкторской документации. Основные положения. М.: Изд-во стандартов, 1988. 344 с.
4. Там же. Общие правила выполнения чертежей. М.: Изд-во стандартов, 1984. 232 с.
5. Там же. Правила выполнения схем. М.: Изд-во стандартов, 1987. 136 с.
6. Там же. Обозначения условные графические в схемах. М.: Изд-во стандартов, 1985. 544 с.
7. Там же. Правила выполнения чертежей различных изделий. М.: Изд-во стандартов, 1986. 264 с.
8. Государственные стандарты СССР. Единая система программной документации. М.: Изд-во стандартов, 1985. 128 с.
9. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие. М.: Изд-во стандартов, 1986. 280 с.
10. Кириленко А. А., Кузьмин В. В., Ремизов Б. А. Методика и практика международной стандартизации в рамках СЭВ. М.: Изд-во стандартов, 1984. 328 с.
11. Основы стандартизации в машиностроении: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во стандартов, 1983. 264 с.
12. Электротехнический справочник. В 3-х т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы/Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др.— 7-е изд., испр. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1985. 488 с.
13. Александров К. К., Колотилина Т. Ф., Кузьмина Е. Г. Оформление конструкторской документации в электротехнике. М.: МЭИ, 1985. 88 с.
14. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 1—3. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. Т. 1—736 с.; Т. 2—584 с.; Т. 3—576 с.
15. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. Л.: Машиностроение, 1987. 447 с.
16. Короев Ю. И. Строительное черчение и рисование: Учебник для строительных специальностей вузов. М.: Высшая школа, 1983. 288 с.
17. Орловский Б. Я., Орловский Я. Б. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Промышленные здания: Учебник для вузов.— 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1985. 287 с.
18. Гетлинг Б. В. Чтение схем и чертежей электрустановок. М.: Высшая школа, 1986.
19. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА/Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов и др.: Под ред. Э. Т. Романычевой. М.: Радио и связь, 1989. 448 с.
20. Сапаров В. Е., Максимов Н. А. Система стандартов в электросвязи и радиоэлектронике. М.: Радио и связь, 1985. 248 с.
21. Митрейкин Н. А., Озерский А. И. Конструирование аппаратуры автоматики и телемеханики. М.: Машиностроение, 1975. 272 с.
22. Петров Г. Н., Касачева Д. И. Чтение чертежей микросхем. М.: Энергия, 1973. 80 с.
23. Конструирование и технология микросхем/Под ред. Л. А. Коледова. М.: Высшая школа, 1984. 232 с.
24. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами/Под ред. В. И. Круповича, Ю. Г. Барыбина, М. Л. Самовера. М.: Энергоиздат, 1982. 416 с.
25. Технические средства АСУ: Справочник. В 2-х т./Под общ. ред. Г. Б. Кезлинга. Л.: Машиностроение, 1986, Т. 1—544 с.; Т. 2—719 с.
26. Пржицкий В. В., Ломов Ю. С. Технические и программные средства Единой системы ЭВМ (ЕС ЭВМ-2). М.: Статистика, 1980. 232 с.
27. Курс начертательной геометрии (на базе ЭВМ): Учебник для вузов/А. М. Тевлин, Г. С. Иванов, Л. Г. Нартова и др.; Под ред. А. В. Тевлина. М.: Высшая школа, 1983. 175 с.
28. Методические указания. Системы автоматизированного проектирования. Язык представления графической и текстовой информации. РД 50-445-83. М.: Изд-во стандартов, 1984. 23 с.
29. Баяковский Ю. М., Галактионов В. А., Михайлова Т. Н. ГРАФОР: Графическое расширение ФОРТРАНА. М.: Наука, 1985. 288 с.
30. Елшин Ю. М. Автоматизированные рабочие места при проектировании РЭА. М.: Радио и связь, 1983.
31. САПР изделий и технологических процессов в машиностроении/Р. А. Аллик, В. И. Бородинский, А. Г. Бурин и др.; Под общ. ред. Р. А. Аллика. Л.: Машиностроение, 1986. 319 с.
32. Александров К. К., Кузьмина Е. Г., Тюфяков И. И. Выполнение электрических схем автоматизированным способом. М.: МЭИ, 1987. 60 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3	5.5. Групповой способ оформления схем	144
Введение	4		
Глава первая. Разработка конструкторской документации	7	Глава шестая. Выполнение схем различных типов	152
1.1. Процесс разработки и постановки изделий на производство	7	6.1. Схемы структурные	152
1.2. Техническое задание	9	6.2. Схемы функциональные	155
1.3. Чертежи, схемы и текстовые конструкторские документы	11	6.3. Схемы принципиальные	157
1.4. Классификация изделий и обозначение конструкторских документов	20	6.4. Схемы соединений	169
1.5. Стадии разработки и комплектность конструкторских документов	22	6.5. Схемы подключения	176
Глава вторая. Общие требования к оформлению конструкторских документов	25	6.6. Схемы общие	178
2.1. Форматы и основные надписи	25	6.7. Электрические схемы обмоток и изделий с обмотками	180
2.2. Шрифты чертежные	29	Глава седьмая. Схемы цифровой и аналоговой вычислительной техники	185
2.3. Линии на чертежах и схемах		7.1. Общие положения	185
2.4. Стандартные изображения: виды, разрезы, сечения	33	7.2. Структурные схемы	186
2.5. Наглядные изображения на чертежах	42	7.3. Функциональные схемы	187
2.6. Размеры на чертежах	48	7.4. Принципиальные схемы	190
2.7. Текстовая информация на чертежах	53	Глава восьмая. Выполнение конструкторской документации интегральных микросхем	199
Глава третья. Общие правила выполнения электротехнических чертежей	55	8.1. Основные понятия и определения	199
3.1. Чертежи общего вида	55	8.2. Особенности конструирования интегральных микросхем	199
3.2. Чертежи деталей	65	8.3. Топологические чертежи	201
3.3. Спецификация и сборочный чертеж		8.4. Толстоплочные гибридные микросхемы	208
3.4. Групповые и базовые конструкторские документы	88	8.5. Полупроводниковые интегральные микросхемы	217
Глава четвертая. Выполнение чертежей различных видов электротехнических изделий	97	Глава девятая. Текстовые документы	222
4.1. Чертежи жгутов, кабелей и проводов	97	9.1. Виды текстовых документов	222
4.2. Чертежи изделий с обмотками и магнитопроводами	105	9.2. Общие правила составления и оформления текстовых документов	223
4.3. Чертежи печатных плат	111	9.3. Иллюстрации в текстовых документах	227
4.4. Чертежи с применением электромонтажа	124	Глава десятая. Автоматизированное выполнение конструкторских документов	229
Глава пятая. Правила выполнения схем	133	10.1. Технические средства	229
5.1. Общие положения	133	10.2. Программное обеспечение	233
5.2. Графические обозначения	135	10.3. Программная документация	237
5.3. Общие правила построения схем	136	10.4. Построение графических документов автоматизированным способом	240
5.4. Текстовая информация	140	Приложение 1. Перечень стандартов	248
		Приложение 2. Условные графические обозначения, применяемые в схемах	252
		Приложение 3. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах	285
		Список литературы	287

