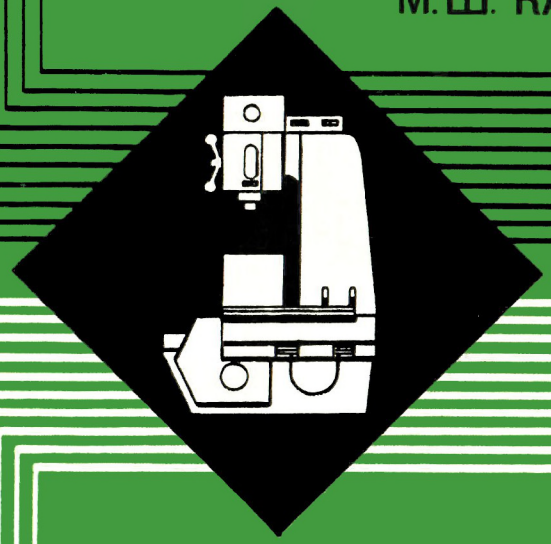
60 коп.

«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКА СТАНКОВ

Э. И. МИНСКЕР,
М. Ш. КАПНИК



Графическое оформление и чтение схем электро-оборудования станков

Э. И. МИНСКЕР,
М. Ш. КАПНИК

ЭЛЕКТРО-
АВТОМАТИКА
СТАНКОВ

Графическое оформление и чтение схем электро-оборудования станков

МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1982

ББК 34.63-5
М57
УДК 621.9.06.621.31(084.2)

Редакционная коллегия: д-р техн. наук проф. *И. В. Харизоменов* (председатель), лауреат Государственной премии СССР, д-р техн. наук *В. М. Киселев*, лауреат Ленинской премии *В. В. Крыленко*, доц. *Ю. Е. Михеев*, лауреат Ленинской премии *А. П. Никольский*, инж. *П. П. Песков*, инж. *В. Г. Поздняков*, канд. техн. наук *Э. Л. Тихомиров*

Рецензент лауреат Ленинской премии *А. П. Никольский*

Минскер Э. И., Капник М. Ш.

М57 Графическое оформление и чтение схем электрооборудования станков. — М.: Машиностроение, 1982. — 184 с., ил. — (Электроавтоматика станков).
60 к.

В соответствии с требованиями действующих государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), регламентирующих правила оформления схем различных изделий, приведены рекомендации по выполнению схем электрооборудования станков при их разработке и эксплуатации.

Книга предназначена для инженерно-технических работников машиностроительных заводов.

М $\frac{2703000000\text{-}134}{038(01)\text{-}82}$ 134-82

ББК 34.63-5
6П4. 6.08

ИБ № 3481

Эммануил Исаакович Минскер, Моисей Шулимович Капник

ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ И ЧТЕНИЕ СХЕМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНКОВ

Редактор *Н. П. Гурвич*
Технический редактор *В. И. Орешкина*
Художественный редактор *И. К. Капралова*
Корректоры *Л. П. Сизова и А. М. Усачева*

Сдано в набор 18.05.82. Подписано в печать 15.11.82. Т-16399.
Формат 60×90$^1/_{16}$. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 11,5. Уч.-изд. л. 11,65. Тираж 10 000 экз. Заказ 1570 Цена 60 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение»,
107076, Москва, Б-76, Стромынский пер., 4
Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

© Издательство «Машиностроение», 1982 г.

ВВЕДЕНИЕ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» устанавливаются в качестве основных задач — обеспечение дальнейшего социального прогресса общества, осуществление широкой программы повышения народного благосостояния.

Для выполнения поставленных задач во всех отраслях промышленности будут... «значительно увеличены масштабы создания, освоения и внедрения в производство новой высокоэффективной техники».

Для станкостроительной промышленности предусматривается проведение работ по повышению производительности металлорежущих станков в 1,3—1,6 раза, ускоренное развитие производства комплексов металлообрабатывающего оборудования, оснащенных автоматическими манипуляторами, увеличение выпуска металлообрабатывающих станков с числовым программным управлением. Проведение перечисленных работ не может быть осуществлено без разработки нового электрооборудования станков со значительно улучшенными характеристиками, что потребует выполнения новых комплектов технической документации. В состав этой документации должны войти также и схемы, при выполнении которых иногда на различных предприятиях станкостроения и смежных отраслей нет однозначного подхода. Более того, в силу исторически сложившихся обстоятельств в понятие «схема» в различных случаях вкладывают различное содержание. Не останавливаясь на всех значениях этого термина, рассмотрим только два.

В одних случаях под схемой понимают определенный вид изделия, а под изделием — предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению на производстве. В соответствии с этим изделиями являются печатная схема, интегральная схема, мнемосхема, схема, собранная из отдельных электротехнических устройств, предназначенная, например, для проведения каких-либо испытаний, и др.

В других случаях под схемой понимают выполненное с соблюдением особых правил изображение определенного объекта (например, процесса или изделия), оформленное в виде самостоятельного графического документа или входящее в состав какого-либо другого конструкторского документа. В этом смысле понятие «схема» применяют в данной книге, в которой рас-

смотрены вопросы графического оформления (т. е. начертания) и чтения схем специфического вида изделий — электрооборудования станков, а также процессов, происходящих при их работе.

Приблизительно до 60-х годов правила графического оформления схем не были едиными для различных видов изделий и различных отраслей промышленности; в каждой из них действовали свои ведомственные (или межведомственные) правила. Это создавало определенные неудобства, особенно для работы смежных предприятий.

В результате проведенного анализа ведомственных и межведомственных правил и соответствующей их унификации были установлены единые для всех отраслей промышленности требования к графическому оформлению схем изделий, зафиксированные в группе стандартов, входящих в Единую систему конструкторской документации (ЕСКД). Эти стандарты по некоторым вопросам дополняют соответствующими отраслевыми документами. Сами стандарты ЕСКД регламентируют положения в общем виде, и они недостаточно конкретны для тех, кто систематически работает в определенной области, например в станкостроении. В данной книге разъяснены и дополнены основные положения стандартов ЕСКД (а в некоторых случаях они ограничены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к электрооборудованию станков). Эти разъяснения и дополнения сопровождены примерами выполнения соответствующих схем. Таким образом, в книге отражена специфика выполнения схем электрооборудования станков и подчеркнуто отличие схем от других видов графических документов, на которых приведены изображения изделий (например, от чертежей).

Следует отметить, что правила выполнения чертежей и их чтения подробно рассмотрены в различных пособиях, например [3, 4]. Сведений же о графическом оформлении схем (и в первую очередь о графическом оформлении схем электрооборудования станков) пока нет в технической литературе. Отдельные разрозненные сведения о них помещены в некоторых книгах и журнальных статьях. Однако эти сведения исключают возможность иметь единый подход к решению задач, связанных с разработкой надлежащим образом оформленной современной схемной документации с учетом необходимости придерживаться при этом принципов стандартизации и унификации.

В разное время было издано несколько книг [6, 7, 8, 15 17], в которых рассмотрены вопросы выполнения схемной документации для изделий, применяемых в радиотехнике, приборостроении и энергетике. Однако в них не были отражены требования к схемам электрооборудования станков, широко применяемым во всех отраслях промышленности.

Книга построена таким образом, что обобщенные положения стандартов ЕСКД, относящиеся к схемам любых изделий, конкретизированы применительно к схемам электрооборудования

станков. Кроме того, в книге даны необходимые в станкостроении краткие сведения, касающиеся графики схем изделий цифровой вычислительной техники, а также достаточно подробно рассмотрены вопросы построения графической информации, поясняющей работу электрооборудования: диаграмм, тактограмм, циклограмм, а также пиктографических обозначений различных механизмов и элементов управления, имеющихся в станках. Эти обозначения, помещаемые на соответствующих схемах, а также непосредственно на пультах управления и других изделиях, входящих в состав электрооборудования станков, приняты не только в отечественной практике. Они регламентированы международными нормативными документами, и их широко применяют при изготовлении станков на экспорт. Целесообразность рассмотрения в настоящей книге вопросов построения пиктографических обозначений связана также с тем, что в настоящее время в Советском Союзе отсутствует какая-либо техническая литература, освещающая методику, требования и рекомендации по разработке и применению пиктографических функциональных обозначений в станкостроении.

В книге приведены также схемы процессов, которые пока еще не регламентированы стандартами ЕСКД; достаточно подробно рассмотрены правила выполнения гидравлических и пневматических схем, так как с электрооборудованием станков непосредственно связаны пневматические и гидравлические системы, а также описаны графические средства, применяемые для выполнения схем. При этом помещенные в книге условные графические обозначения не дублируют содержания соответствующих стандартов ЕСКД, а дополняют их или ограничивают допускаемую ими вариантность.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой схем, мастеров и среднего технического персонала, работающего по монтажу и эксплуатации электрооборудования. Она может быть полезна также специалистам, работающим в области электрооборудования смежных машиностроительных отраслей.

При подготовке книги был учтен опыт составления электрических схем электрооборудования станков при разработке их в ЭНИМСе и на некоторых станкостроительных заводах и СКБ, в частности, на заводе «Красный пролетарий», в Московских СКБ АЛ и АС и СКБ АЛ и СС, а также в Витебском СКБ ЗШ и ЗС и на Витебском станкостроительном заводе им. Коминтерна, работникам которых авторы выражают благодарность за помощь по подбору графического материала.

1. ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСКД)

В настоящее время разработка, оформление и обращение конструкторской документации для всех видов изделий (в том числе для электрооборудования станков) осуществляется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, которые заменили действовавшие ранее отраслевые и межотраслевые нормали и правила. Комплекс стандартов ЕСКД состоит из большого числа взаимосвязанных стандартов, распределенных по десяти классификационным группам (табл. 1).

1. Классификационные группы стандартов ЕСКД

Шифр группы	Вопросы, регламентируемые стандартами
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 строительных и судостроительных документов
9	Прочие стандарты

Следует иметь в виду, что некоторые стандарты ЕСКД относятся не только к изделиям, но и к другим объектам (например, к энергетическим сооружениям).

Основополагающие стандарты ЕСКД устанавливают содержание основных понятий системы различных видов изделий, конструкторских документов и стадий их разработки, а именно: технического задания; технического предложения; эскизного проекта; технического проекта и рабочей документации.

Характерным является то, что в последние годы ведут большую работу по созданию стандартов ЕСКД в рамках Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ). В их основу положены

государственные стандарты стран — членов СЭВ (ВНР, ГДР, СССР, ЧССР и др.), а также стандарты или рекомендации Международной организации по стандартизации (ИСО) и входящей в нее на автономных правах Международной Электротехнической Комиссии (МЭК). На первом этапе этой работы были подготовлены рекомендации СЭВ, которые после опробования их на практике и внесения в них соответствующих изменений переводят на уровень стандартов СЭВ. В книге рассмотрены только государственные стандары ЕСКД.

Седьмая группа стандартов ЕСКД (см. табл. 1) относится к правилам выполнения такого специального вида документов, как схемы. В эту группу входят стандарты, устанавливающие условные графические обозначения, применяемые при выполнении схем, классификацию и правила выполнения всех видов схем (кроме оптических, которые установлены стандартом четвертой группы ЕСКД).

Таким образом, схемы являются одним из видов конструкторских документов, и их место среди всей совокупности таких документов может быть установлено следующим образом. Все технические документы, необходимые для изделий, подразделяют на две большие группы: текстовые документы и графические. Графические в свою очередь могут быть подразделены на эскизы, чертежи, диаграммы и схемы.

Следует отметить, что схемы могут быть выполнены или в виде отдельных конструкторских документов, или входить в состав какого-либо документа как его часть. При этом для схем, выполненных не в виде отдельных документов, приведенные ниже положения сохраняют свою силу.

Обозначения стандартов, входящих в ЕСКД, начинаются с цифры 2, после которой ставят разделительную точку. Для стандартов, входящих в седьмую классификационную группу, в качестве второго признака в обозначении установлена цифра 7. Следующие две цифры указывают порядковый номер стандарта внутри группы, а две последние цифры, отделенные тире, указывают год регистрации стандарта; например, ГОСТ 2.702—75 «Правила выполнения электрических схем» зарегистрирован в 1975 г. Вся совокупность стандартов седьмой группы ЕСКД образует взаимосвязанную систему стандартов (рис. 1).

Основополагающий ГОСТ 2.701—76 является стандартом первого уровня. Он устанавливает классификацию схем по видам и типам и общие правила, относящиеся ко всем видам и типам схем изделий, а также к электрическим схемам энергетических сооружений и оборудования промышленных предприятий. Эти два объекта в отличие от изделий получили условное название «установки».

Правила, относящиеся к регламентации выполнения отдельных видов схем (электрических, кинематических, гидравлических, пневматических и оптических), помещены в стандартах

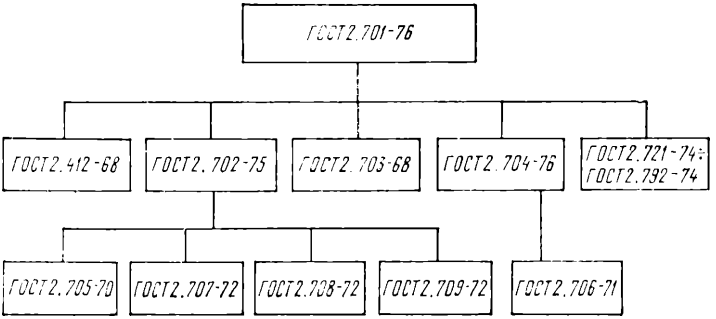


Рис. 1 Структура седьмой группы стандартов ЕСКД

второго уровня, т. е. соответственно в ГОСТ 2.702—75; ГОСТ 2.703—68; ГОСТ 2.704—76; ГОСТ 2.412—68. На втором уровне находится также группа стандартов ГОСТ 2.721—74÷ГОСТ 2.792—74, содержащая условные графические обозначения, применяемые для выполнения схем.

Схемы некоторых отдельных изделий (обмоток и изделий с обмотками, изделий цифровой вычислительной техники, газовых хроматографов, железнодорожной сигнализации) следует выполнять с соблюдением особых дополнительных правил, вытекающих из специфики этих изделий. Эти правила содержатся в стандартах третьего уровня: ГОСТ 2.705—70; ГОСТ 2.706—71; ГОСТ 2.707—72; ГОСТ 2.708—72. К этому же уровню относится ГОСТ 2.709—72, устанавливающий систему маркировки и правила нанесения маркировки цепей в электрических схемах (силовых цепей, цепей управления, защиты, сигнализации, измерения и автоматики). Однако этот стандарт не распространяется на систему маркировки цепей в схемах, применяемых в проводной связи, радиотехнике и вычислительной технике.

Отличие схем от других графических документов, как относящихся к изделиям (например, чертежей, эскизов), так и не относящихся к ним (например, карт участков местности), становится ясным, если установить однозначное содержание понятия «схема». Этому понятию может быть дано следующее определение.

Схема — это графическое изображение объекта, выполненное без соблюдения масштаба, на котором с помощью специальных условных обозначений показаны необходимые для работы объекта части (элементы) и связи между ними с приближенным учетом их действительного расположения или вовсе без его учета.

Следует отметить, что «безмасштабность» схем — относительный признак. Так, для принципиальных кинематических схем соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов должно на схеме примерно со-

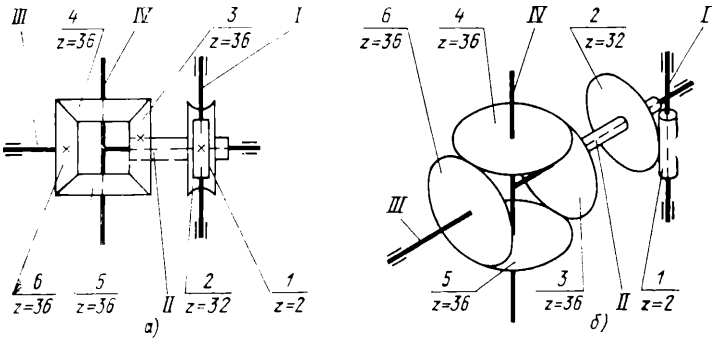


Рис. 2. Кинематическая принципиальная схема конического дифференциала: *а* — ортогональная проекция; *б* — аксонометрическая проекция

ответствовать действительному соотношению размеров этих элементов. Это видно из рассмотрения принципиальных кинематических схем конического дифференциала зубофрезерного станка, вычерченных в двух допустимых соответствующим стандартом вариантах — в ортогональной и аксонометрической проекциях (рис. 2), наглядно показывающих, что геометрические размеры конических шестерен *3—6* одинаковы.

В структурных кинематических схемах соотношение размеров не выдерживается, что видно из такой схемы кинематической цепи зубофрезерного станка (рис. 3). При выполнении оптических схем (рис. 4) на них необходимо указывать геометрические величины, например положения диафрагм, зрачков, фокальных плоскостей, которые изображают в соответствии с приближенными действительными соотношениями размеров этих величин.

Для однозначного понимания дальнейшего текста необходимо рассмотреть определения некоторых встречающихся понятий.

Исходным для ЕСКД является понятие *изделие*. Вся система ЕСКД построена таким образом, что различные конструкторские документы (в том числе и схемы) выполняют на определенное изделие (или группу определенных изделий); они

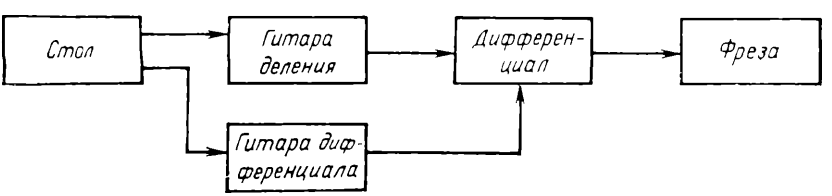


Рис. 3. Кинематическая структурная схема цепи зубофрезерного станка

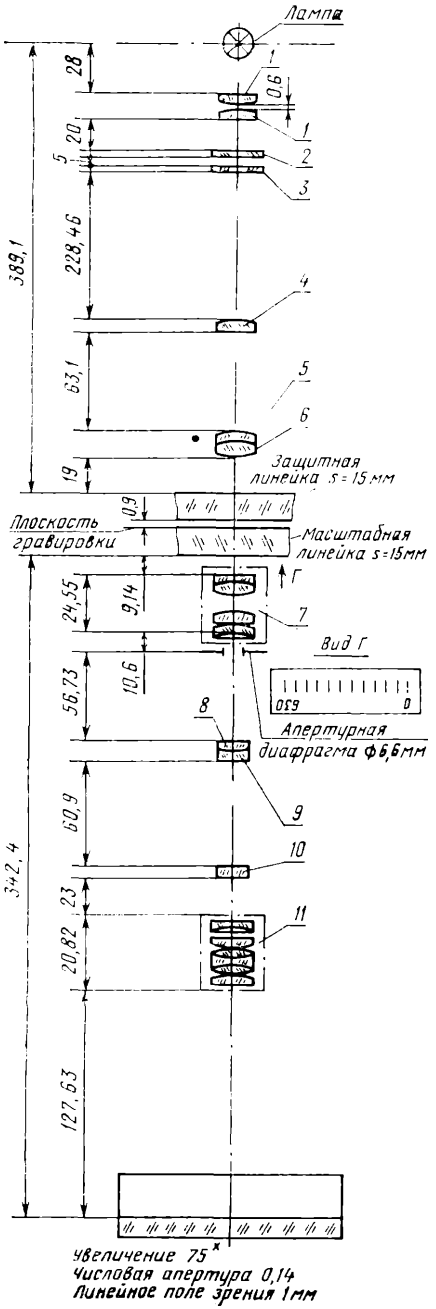


Рис. 4. Оптическая принципиальная схема проектора координатно-расточного станка

содержат необходимые данные для разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта изделия.

Наименование изделия, к которому относится конструкторский документ, обязательно приводится в его основной надписи. Под изделием следует понимать предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Существуют четыре понятия, характеризующих различные виды изделий: деталь, сборочная единица, комплекс, комплект. Электрооборудование (в зависимости от того, входит ли оно в состав сборочной единицы или нет) является также *сборочной единицей* (например, электрооборудование станка) или *комплексом* (например, электрооборудование цеха). Ниже приведены некоторые другие понятия.

Элемент изделия — изделие, входящее в виде составной части в другое изделие, в котором эта часть выполняет самостоятельную функцию. Элемент изделия имеет на схеме отдельное графическое обозначение. Иногда в определение элемента изделия добавляют, что он не может быть разделен на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение. Однако этот признак не является достаточно однозначным и поэтому не включа-

ется нами в определение. Примеры элементов изделия: резистор, трансформатор, отрезок провода, интегральная схема, реле, насос, муфта.

Следует подчеркнуть, что элемент изделия, в свою очередь, также является изделием, и можно говорить о его элементах. Например, на схеме такого изделия как электрический источник питания трансформатор, входящий в его состав, рассматривают как элемент изделия. Однако при выполнении схемы самого трансформатора (который в этом случае рассматривают как изделие) в качестве его элементов следует рассматривать отдельные его части: обмотку, магнитопровод, изоляцию, зажимы и т. д. Аналогичным образом, например, элементом обмотки электрической вращающейся машины будет ее часть — катушечная группа.

Элемент схемы — графическое изображение на схеме элемента изделия или псевдоэлемента.

Псевдоэлемент — элемент схемы, не существующий в виде отдельного изделия, но влияющий на работу того изделия, для которого схема выполнена, или объясняющий работу схемы или ее начертание.

Понятие псевдоэлемент можно пояснить на следующих примерах.

1. Паразитная емкость (или емкость монтажа), которая может возникнуть между отдельными частями изделия. Сам конденсатор, который обладает этой емкостью, не является изделием, т. е. представляет собой псевдоэлемент. Однако в некоторых случаях изображение этого конденсатора необходимо поместить на электрической схеме, чтобы учесть его влияние на работу изделия, на которое разрабатывают схему.

Отметим, что правильнее было бы говорить не о «паразитной емкости», а о «паразитном конденсаторе», однако термин «паразитная емкость» является в данном случае более привычным и распространенным.

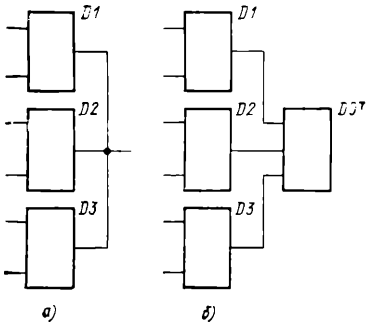
2. Сопротивление изоляции также не является изделием (т. е. представляет собой псевдоэлемент). Однако его следует изобразить на электрической схеме в случаях, когда необходимо учесть влияние токов утечки на работу изделия.

3. Псевдоэлемент DOT — аббревиатура английского термина divider outputs together (разделенные выходы, взятые совместно). Этот псевдоэлемент представляет собой точку соединения выходов нескольких двоичных логических элементов *D*1—*D*3 (рис. 5, *а*), изображаемую в виде отдельного элемента схемы. Такое изображение точки соединения отдельных выводов, выполняемое взамен обычного изображения точки (рис. 5, *б*), обеспечивает определенные удобства при начертании схемы.

4. Каждая из частей сдвоенного конденсатора (рис. 6). В этом случае сам сдвоенный конденсатор в целом является элементом изделия.

Устройство — изделие, представляющее собой совокупность нескольких элементов изделия, объединенных в единую конструкцию. Примерами устройств являются станок, плата с набором резисторов, выпрямитель, электромашинный агрегат, механизм.

К устройствам относится очень широкая номенклатура изделий. Это видно на примере хотя бы только одной группы устройств, а именно электротехнических, т. е. таких, электро-



магнитные процессы в которых, описываемые с помощью понятий об электродвижущей (магнитодвижущей) силе, токе (магнитном потоке), напряжении (разности магнитных потенциа-

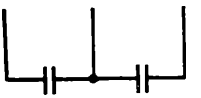


Рис. 5. Изображения непосредственного соединения на общую точку выходов нескольких логических элементов *(а)* и псевдоэлемента *(б)* монтажной логики

Рис. 6. Сдвоенный конденсатор

лов), обеспечивают производство, преобразование, передачу электромагнитной энергии или ограничивают возможность ее передачи. В этом определении обращает на себя внимание наличие двух признаков электротехнического устройства. Если во второй части определения говорить не об электромагнитной энергии, а об электрических сигналах (их генерации, передаче или преобразовании информации в виде электрических сигналов), то речь шла бы не об электротехническом, а, например, о радиотехническом устройстве. Такое разделение устройств (и вообще изделий) по признаку, связанному с передачей энергии или сигналов, проявляется также в определении понятия «линия связи», которое будет рассмотрено ниже.

К числу электротехнических устройств могут быть отнесены такие, в наименования которых входят такие слова, как устройство (например, электросварочное устройство), прибор, аппарат, машина (например, электронагревательный прибор, коммутационный электрический аппарат, электрическая вращающаяся машина), а также слова, характерные только для данного вида устройств (например, трансформатор).

Кроме того, устройства могут быть подразделены на две группы в зависимости от наличия или отсутствия у устройства определенного функционального назначения (в этом случае у него есть только конструктивное назначение). По этому признаку различают устройства, имеющие определенное функциональное назначение, например электропечь, выпрямитель, аккумуляторная батарея, и устройства, не имеющие определенного функционального назначения (а только конструктивное), например электротехнический шкаф, плата с набором резисторов.

Рассмотрим электротехнический шкаф. Если имеется некоторый стабилизатор, то по конструктивным соображениям его части могут быть размещены в разных шкафах. Следовательно,

каждый из шкафов в отдельности нельзя рассматривать как имеющий самостоятельное функциональное назначение, даже если он содержит кроме рассмотренных частей стабилизатора какие-либо другие изделия (или их части).

Приводимые в табл. 2 примеры показывают соотношения между различными видами изделий, с одной стороны, и элементом изделия и устройством — с другой.

2. Связь различных видов изделий с понятиями «элемент изделия» и «устройство»

Вид изделия	Пример изделия	
	не имеющего самостоятельного функционального назначения	имеющего самостоятельное функциональное назначение
Деталь	Шайба	Изолятор (элемент изделия) Отрезок провода (элемент изделия)
	Сварной кожух	Резистор (элемент изделия, если резистор рассматривать входящим в состав другого изделия, например платы с резисторами). Резистор (устройство, если резистор рассматривать изолированно)
Сборочная единица	Электротехнический шкаф (устройство)	Вращающаяся электрическая машина (элемент изделия, если машину рассматривают входящей в состав другого изделия, например, вращающегося преобразователя). Вращающаяся электрическая машина (устройство, если машину рассматривать изолированно)

Функциональная группа — совокупность элементов изделия и (или) устройств, выполняющих в изделии определенную общую функцию и не объединенных в единую конструкцию.

Примерами функциональных групп могут служить группа реакторов и конденсаторов, выполняющих роль электрического фильтра и разнесенных в конструкции изделия в разные места; выпрямительный мост, составленный из диодов, также разнесенных в разные места конструкции.

Функциональная часть — элемент изделия, функциональная группа или устройство, имеющее определенное функциональное назначение.

Функциональная цепь — совокупность функциональных частей изделия, объединенных общим назначением, например силовая электрическая цепь, канал звукозаписи, тракт сверхвысокой частоты.

Линия связи (взаимосвязи) — изображаемая на схеме линия, указывающая на наличие связи между функциональными

частями изделия, и путь, по которому энергия или сигналы передаются от одной части к другой. Понятие «линия связи» не следует смешивать с применяемым в радиотехнике «каналом связи», который представлет собой совокупность передатчика, линии передачи сигналов и приемника.

Соединения — такие элементы изделия, которые служат для материального осуществления связи между составными частями изделия, например провода, жгуты, кабели, шины, волноводы, отдельные трубы и трубопроводы (состоящие из двух и более соединенных труб).

2. КЛАССИФИКАЦИЯ СХЕМ ПО ВИДАМ И ТИПАМ

В зависимости от характера физического процесса, протекающего в функциональных частях изделия при его работе, и вида энергии (или сигнала), путь передачи которой указывается линиями связи (т. е. в зависимости от видов элементов, входящих в состав изделия, и связей между ними), в ГОСТ 2.701—76 схемы подразделены на следующие виды: электрические, гидравлические, пневматические, кинематические, оптические, комбинированные.

Следует иметь в виду, что, например, электрические схемы применяют как в электротехнике, так и в других областях техники (радиотехнике, энергетике, технике связи и т. п.). Однако во всех этих случаях следует говорить об «электрических» схемах (а не о «радиотехнических», «энергетических» и т. п.).

Кроме того, предусмотрена возможность выполнения еще трех видов схем, а именно: вакуумных, газовых, автоматизации.

Так как для этих последних трех видов схем стандаров, устанавливающих правила их выполнения, не существует, они в книге не рассмотрены.

Говоря о видах линий связи, изображаемых на схемах, следует иметь в виду, что на оптических схемах путь передачи энергии с помощью линий связи не указывают. Это связано с тем, что на схемах данного вида линии связи не изображают, а оптические элементы располагают на схеме последовательно друг за другом слева направо (или сверху вниз) по ходу луча, т. е. по направлению передачи лучистой энергии.

В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на следующие типы: структурные, функциональные, принципиальные (полные), соединений (монтажные), подключения, общие, расположения, совмещенные. Наименования типов схем, указанные в скобках, установлены для электрических схем энергетических сооружений.

Если в связи с особенностями изделия объем сведений о нем не может быть передан в комплекте документации с помощью указанных выше типов схем, то допускается разрабатывать и другие схемы (так называемые «прочие»). К их числу отно-

сятся, например, схемы замещения, расчетные, нагрузочные, маркировочные, схемы размерных цепей.

Следует иметь в виду, что под назначением схемы понимают цель ее выпуска, определяющую объем и характер приводимой в ней информации, а не технологическое использование схемы. Например, схема, предназначенная для помещения на табличке (щитке) какого-либо изделия не будет табличной (или щитковой) схемой, а в зависимости от приводимой на ней информации будет принципиальной схемой, схемой соединений или подключения. Например, на табличке трансформатора помещено не его условное графическое обозначение, а изображена его схема. Поэтому правильнее показать на ней не только обмотки, но и другие элементы (например, зажимы).

Номенклатура схем, необходимых для изготовления и эксплуатации каждого изделия, определяется особенностями этого изделия и не обязательно, чтобы в комплект схем в каждом случае входили все перечисленные типы. В ряде случаев оказывается достаточным разработать только один из типов.

Характерно то, что электрические схемы могут быть любыми из перечисленных типов, кинематические — только принципиальными и структурными, оптические — только принципиальными, гидравлические и пневматические — структурными, принципиальными, соединений, подключения и совмещенными.

Иногда возникает необходимость определить, к какому типу отнести схему, если ее назначение неизвестно. Если схема обладает формальными признаками, дающими возможность отнести ее к различным типам, то для окончательного установления типа следует руководствоваться тем, какие из этих признаков преобладают. Ниже приведены определения каждого из типов схем, а также некоторые формальные признаки, в соответствии с которыми один тип схемы можно отличить от другого.

Структурная схема — схема, определяющая основные функциональные (не конструктивные) части изделия, их назначение и взаимосвязи. Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и используют их при эксплуатации для общего ознакомления с изделием.

Функциональная схема — схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Функциональные схемы используют для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, регулировке, контроле и ремонте. Фуакциональные схемы обычно выполняют после того, как разработаны принципиальные схемы.

Принципиальная схема — схема, определяющая полный состав элементов изделия и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия (рис. 7).

Если в состав изделия входят устройства, имеющие собственные принципиальные схемы, то такие устройства в схеме изделия следует рассматривать как элементы. В этом случае детальный принцип работы изделия определяется совокупностью его принципиальной схемы и принципиальных схем этих устройств. В то же время на принципиальной электрической схеме иногда помещают зажимы, штепсельные разъемы и другие конструктивные элементы, которыми заканчивают входные и выходные цепи изделия. В строгом смысле полный состав изделия (включая и его конструктивные части) приводят в спецификации (и изображают на сборочном чертеже); этим спецификация, в частности, отличается от перечня элементов, прилагаемого к принципиальной схеме.

Следует отметить разницу между понятиями «линия связи» и «соединение». На принципиальных схемах, как правило, изображают только линии связи и ответвления от них и в отдельных случаях элементы, которые служат для подключений (разъемы, зажимы и т. п.). На схемах же соединений (рассматриваемых ниже) кроме функциональных элементов изображают также элементы соединений, т. е. элементы, с помощью которых осуществляется связь (провода, кабели, трубопроводы, элементы для подключения).

Принципиальные схемы служат основанием (т. е. исходным документом) для разработки других конструкторских документов, например схем соединений и электромонтажных чертежей, и их используют для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, регулировке, контроле и ремонте. Поэтому принципиальные схемы должны содержать сведения, однозначно определяющие изображенные на них элементы и устройства. В этом смысле, такие схемы являются директивными, а не иллюстративными. Следует иметь в виду, что не для всех видов изделий принципиальная схема будет исходным документом при разработке остальных конструкторских документов. Например, может иметь место разработка таких изделий, для которых одна типовая принципиальная схема пригодна для неограниченного числа сходных изделий, отличающихся только значениями параметров. Примерами таких изделий могут служить магнитные контроллеры на разные номинальные токи. Разработанная в данном случае типовая принципиальная схема не является «групповой» или «базовой» (предусмотренными стандартом ЕСКД), которые будут рассмотрены ниже. При разработке типовой схемы на ней не указывают конкретные типы примененных элементов.

В ряде случаев принципиальная схема, по существу, не показывает принцип действия изделия, и говорить о нем можно здесь только в некотором условном смысле. Примером может служить схема панели с расположенными на ней резисторами. Это изделие не имеет какого-либо явно выраженного функцио-

нального назначения, особенно если отдельные резисторы на панели подключены к разным цепям и связаны между собой этой панелью только конструктивно.

Главной задачей принципиальной схемы остается показ полного состава элементов и связей в изделии, причем однозначные сведения об элементах нужно приводить в перечне элементов, выполняемом в виде таблицы специальной формы (табл. 3). Перечень можно помещать на поле схемы,

3. Перечень элементов

Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
*C*1, . . ., *C*5	Конденсатор XXX	5	
*VD*1, . . . ,*VD*4	Диод полупроводниковый XXX	4	Допускается замена на диод XXX
*FU*1, *FU*2	Предохранитель XXX	2	
*L*1, . . . , *L*4	Реактор XXX	4	
TM	Трансформатор XXX	1	
*XT*1, *XT*2	Зажим XXX	2	
*XT*3, *XT*4	Зажим XXX	2	

он может быть ее последующим листом или выполнен в виде самостоятельного документа.

Однако и эту задачу также понимают в условном смысле. Действительно, изображая на принципиальной схеме элементы, необходимые для функционирования изделия, часто упускают промежуточные электрические элементы, например зажимы, патроны для ламп или соединительные элементы (кабели, провода). Только на следующем этапе работы, руководствуясь типовой схемой и техническим заданием, разрабатывают спецификацию и сборочный чертеж с указанием конкретных типов элементов и их параметров.

При разработке конструкторских документов для некоторых видов изделий исходным является сборочный чертеж или расчетная записка (например, для электрических вращающихся машин и трансформаторов).

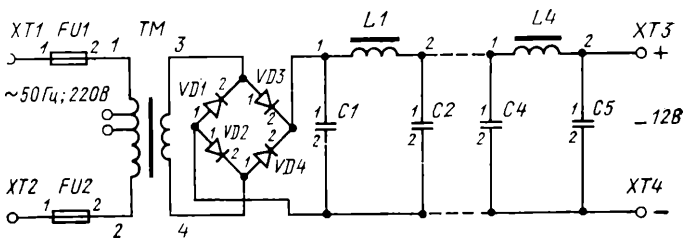


Рис. 7. Электрическая принципиальная схема источника питания

Схема соединений (монтажная) — схема, показывающая соединения составных частей изделия и однозначно определяющая его соединительные элементы, т. е. провода, жгуты, кабели, трубопроводы, а также места и способы их присоединения и ввода (зажимы, разъемы, сальники, проходные изоляторы, фланцы и т. п.). Все эти сведения могут быть сведены в таблицу соединений (табл. 4), помещаемую на первом листе схемы

4. Таблица соединений (рис. 8)

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
1	*XT*1	*FU*1/1	XXXXX — 0,5 мм²	Провода
2	*FU*1/2	*TM*/1	XXXXX — 0,5 мм²	*1, 2, 3, 4*
3	*TM*/2	*FU*2/2	XXXXX — 0,5 мм²	проложить
4	*FU*2/1	*XT*2	XXXXX — 0,5 мм²	в линоксиновой трубке
5	*TM*/3	*VD*1/2	XXXXX — 4,0 мм²	диаметром
6	*VD*1/1	*VD*2/1	XXXXX — 4,0 мм²	1,5 мм
7	*VD*2/2	*TM*/4	XXXXX — 4,0 мм²	ГОСТ
8	*VD*1/2	*VD*3/1	XXXXX — 4,0 мм²	XXXXXX
9	*VD*3/2	*VD*4/2	XXXXX — 4,0 мм²	
10	*VD*4/1	*TM*/4	XXXXX — 4,0 мм²	
11	*VD*4/2	*C*1/1	XXXXX — 4,0 мм²	
12	*VD*2/1	*XT*4	XXXXX — 4,0 мм²	
13	*C*1/1	*L*1/1	XXXXX — 4,0 мм²	
14	*L*1/2	*C*2/1	XXXXX — 4,0 мм²	
15	*L*1/2	*L*2/1	XXXXX — 4,0 мм²	
16	*L*2/2	*C*3/1	XXXXX — 4,0 мм²	
17	*L*2/2	*L*3/1	XXXXX — 4,0 мм²	
18	*L*3/2	*C*4/1	XXXXX — 4,0 мм²	
19	*L*3/2	*L*4/1	XXXXX — 4,0 мм²	
20	*L*4/2	*XT*3	XXXXX — 4,0 мм²	
21	*C*5/1	*XT*3	XXXXX — 4,0 мм²	
22	*XT*4	*C*1/2; *C*2/2; *C*3/2; *C*4/2; *C*5/2	XXXXX — 4,0 мм²	

или выполняемую в виде самостоятельного документа.

В схемах соединений некоторых изделий (например, электрических вращающихся машин, трансформаторов) соединительные элементы (например, провода) не определяются однозначно. Данные об их марках, сечении, расцветке, изоляции приводят в других конструкторских документах на изделие (в сборочном чертеже, в расчетной записке и т. д.). Схемы соединений, выполненные для электротехнических изделий, не следует смешивать с электромонтажными чертежами (рис. 9). Разница между принципиальной схемой, схемой соединений и электромонтажным чертежом видна при сравнении рис. 7—9, на которых показаны эти три конструкторских документа, относящиеся к одному и тому же изделию — источнику питания. Разница между графикой для принципиальной схемы и для схемы со-

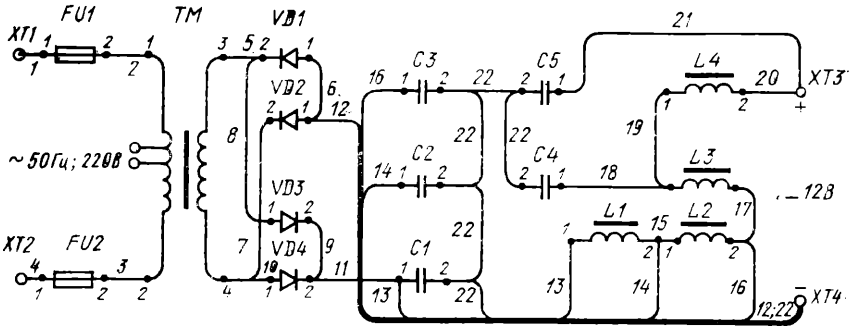


Рис. 8. Электрическая схема соединений источника питания

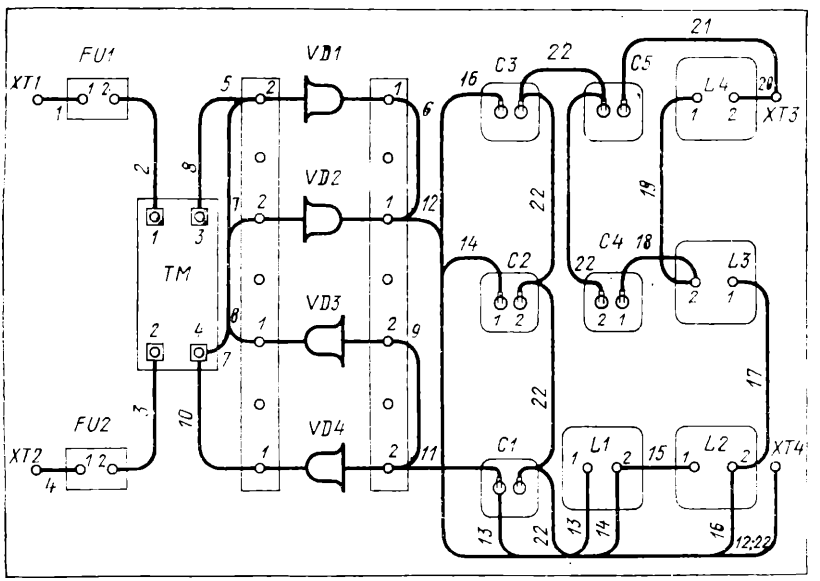


Рис. 9. Электромонтажный чертеж источника питания

единений наглядно видна также на изображении (рис. 10) одного и того же элемента — электронной лампы (двойного диода). На принципиальной схеме линии связи подходят непосредственно к изображению электронной лампы, в то время как на схеме соединений провода изображают присоединенными к лампе через входные элементы (контакты на панели). Схемы соединений используют при разработке других конструкторских документов, и в первую очередь тех, по которым определяют прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей,

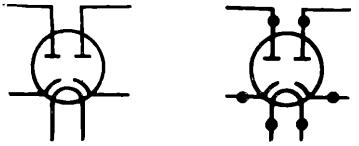


Рис. 10. Двойной диод:
а — для принципиальной схемы;
б — для схемы соединений

трубопроводов в изделии и осуществляют присоединения, наладку, контроль, ремонт и эксплуатацию изделий.

Схема подключения — схема, показывающая внешние подключения изделия. Эти схемы используют для подключения изделий при монтаже или в условиях эксплуатации.

Общая схема — схема, определяющая составные конструктивные (не функциональные) части изделия, выполненного в виде комплекса, и соединения этих частей между собой. Она дает представление об их монтаже на месте эксплуатации изделия. Общая схема заменяет сборочный чертеж, который для изделий в виде комплексов не выполняют.

Внешне отличить общую схему от схемы соединений можно, в частности, по тому, что соединительные элементы на общих схемах изображают без подробностей (только в общем виде), т. е. на них не указывают разводку проводов, жгутов и жил кабелей, подходящих к разъемам, по отдельным контактам разъемов. Общие схемы используют при ознакомлении с комплексами, при их контроле и эксплуатации.

Схема расположения — схема, на которой определено относительное взаимное расположение составных конструктивных частей изделия, а при необходимости также проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов. Такие схемы используют при разработке других конструкторских документов, при изготовлении изделия или его эксплуатации. Разница между схемами расположения и схемами соединений, которая в ряде случаев недостаточно просто определяется графикой схем, может быть установлена на основании следующих отличительных признаков.

1. На схемах соединений обязательно показывают соединительные элементы (провода, кабели, трубопроводы и т. п.), что отвечает назначению этих схем. На схемах расположения такие соединительные элементы наносить не обязательно, если же они нанесены, то это будет дополнительной информацией.

2. На схемах соединений соединительные элементы изображают детально, т. е. изображают подводку каждого провода и каждой жилы кабеля к каждому из входных и выходных элементов. На схеме расположения дают (если есть такая необходимость) только общий показ соединительных элементов (без их детализации и указаний на марку проводов, их сечения и расцветку).

3. На схеме расположения обязательно показывают расположение элементов друг относительно друга или относительно конструкции изделия, обеспечивая правильную передачу пред-

ставления о расположении элементов изделия в действительности.

Комбинированные схемы следует выполнять в тех случаях, когда на схеме какого-либо определенного вида необходимо изобразить не отдельные элементы другого вида, а их совокупность с линиями связи (или соединениями). Примером такой комбинированной схемы является, например, электропневматическая схема.

Совмещенные схемы — схемы какого-либо одного вида, в которых приведена информация, характерная не для одного типа схем, а для двух. По ГОСТ 2.701—76 могут быть совмещены схемы принципиальная и соединений, соединений и подключений.

В станкостроении помимо этих совмещенных схем применяют и другие, например структурные и функциональные схемы, схемы соединений и расположения, соединений и общие, общие и расположения.

Объединенными схемами (объединенными документами) называют схемы одного вида (на одно изделие), но двух разных типов, объединенные в одном конструкторском документе. Например, в одном конструкторском документе могут быть помещены такие две схемы, как электрическая принципиальная и электрическая соединений.

Наименование схемы определяется ее видом и типом (например, схема электрическая структурная, схема гидравлическая принципиальная). Наименование комбинированной схемы зависит от видов входящих в нее элементов и ее типа (например, схема электрогидравлическая принципиальная).

Если схема выполнена для какой-либо отдельной функциональной цепи, то в наименование схемы допускается вводить название этой цепи (например, «Цепи питания. Схема электрическая принципиальная»). Наименование совмещенной схемы определяется типом наименьшего порядкового номера (см. ниже).

Наименование объединенного документа определяется видом и объединяемыми типами схем, например схема электрическая принципиальная и соединений.

Согласно ГОСТ 2.701—76 в обозначения отдельных видов и типов схем, приводимых в основной надписи, вводятся следующие шифры, в которых буквы обозначают вид схемы, а цифры — ее тип: электрическая — Э, гидравлическая — Г, пневматическая — П, кинематическая — К, оптическая — Л, вакуумная — В, газовая — Х, автоматизации — А, комбинированная — С, структурная — 1, функциональная — 2, принципиальная (полная) — 3, соединений (монтажная) — 4, подключений — 5, общая — 6, расположения — 7, прочие — 8, объединенная — 0.

Эти цифры добавляют к обозначению изделия, на которое схема выполнена. Таким образом, электрическая принципиаль-

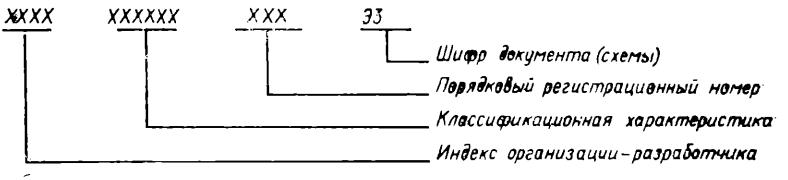


Рис. 11. Расшифровка полной структуры обозначения электрической принципиальной схемы

ная схема получает шифр Э3, и ее обозначение будет иметь вид, изображенный на рис. 11.

Если перечень элементов и таблицу соединений выпускают в виде самостоятельных документов, то им присваивают шифры, состоящие соответственно из букв П или Т и шифра схемы, для которой этот документ выполнен. Например, перечень элементов для электрической принципиальной схемы будет иметь вид ПЭ3, а таблица соединений к электрической схеме соединений — ТЭ4.

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ СХЕМ

Каждый вид и тип схем выполняют в соответствии с определенными правилами, нормируемыми конкретными стандартами ЕСКД. Помимо этих дифференцированных правил есть приводимые ниже общие правила, относящиеся к любому виду и типу схем.

При разработке схемной документации на изделие можно выполнять схему на одном или нескольких листах. Можно также вместо одной схемы всего изделия в целом выполнять совокупность схем на отдельные части изделия (в том числе на отдельные функциональные цепи) в виде самостоятельных документов.

В этих случаях на каждой отдельной схеме или на каждом отдельном листе рекомендуется:

для принципиальных и функциональных схем помещать изображение отдельной функциональной части, функциональной цепи, тракта и т. п.;

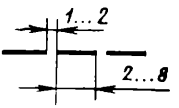
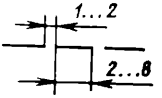
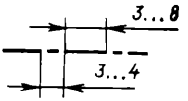
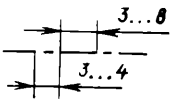
для схем соединений помещать изображение отдельной конструктивной части или части, расположенной в определенном месте пространства, определенном посте, помещении и т. п.

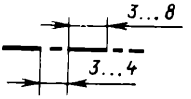
Для изделий, которые должны содержать элементы разных видов (например, электрические и гидравлические), следует разработать или одну комбинированную схему, включающую в себя элементы разных видов, или несколько отдельных схем, каждая из которых содержит элементы только одного вида.

Если в изделии элементов какого-либо вида значительное количество, а элементов другого вида (влияющих на работу изделия) сравнительно немного, то допускается не выполнять

5. Применение различных видов линий при выполнении схем

Назначение линии	Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии
Линия связи (общий случай) Провод, кабель, шина, трубопровод Контур графических обозначений (общий случай) Контур выделяемого на схеме устройства, имеющего самостоятельную принципиальную схему Линии связи силовых цепей и группы всех линий связи, выходящие за пределы устройства на схемах соединений и подключения Группы линий связи между разными устройствами и между устройствами и адресами на общих схемах расположения Контуры элементов, устройств и изделий, относящихся к электрооборудованию на схемах расположения Перемычки, заменяющие элементы и схемные узлы, предназначенные для соединения отдельных линий связи на принципиальных схемах и групповой документации	Сплошная основная		*s*
Упрощенный контур изделия, внутри которого помещена схема Линии связи и элементы, входящие в функциональную цепь, которую на схеме необходимо отличить от других функциональных цепей, выполненных сплошными основными или утолщенными линиями Линии связи вспомогательных цепей между элементами в устройстве, элементы, входящие в него, и разветвительные коробки на схемах соединений и подключений Конструкции станка, механизма, контуры шкафов, панелей, блоков, пультов управления на схемах расположения	Сплошная тонкая		От *s*/2 до *s*/3
Линии гидравлической и пневматической связи в цепях управления			*s*/3

Назначение линии	Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии
Линии связи и элементы, входящие в функциональную цепь, которую на схеме необходимо отличить от других функциональных цепей, выполненных сплошными основными или тонкими линиями Линии групповой связи Линии, выполняемые голыми шинами, лентами, проводами	Сплошная утолщенная		2*s*
	Сплошная особо утолщенная		(3÷4)*s*≈2 мм
Линии механической связи в электрических схемах Элементы электрооборудования внутри конструкций или на невидимых поверхностях	Штриховая основная		*s* Той же толщины, что и на внешней стороне конструкции или на видимой поверхности
Линии экранирования Дренажная линия связи	Штриховая тонкая		От *s*/2 до *s*/3 *s*/3
Контуры, выделяющие на схеме элементы, составляющие функциональную группу или устройство, не имеющие самостоятельных схем Контуры, выделяющие на схеме посты, в которых размещены устройства и элементы, входящие в изделие Линии, отделяющие на схеме элементы одного вида от элементов другого вида Линии, отделяющие на схеме элементы и устройства, входящие в изделие, от не входящих в него	Штрихпунктирная основная		*s*
Устройства с элементами электрооборудования на схемах соединений и подключений	Штрихпунктирная тонкая		От *s*/2 до *s*/3

Назначение линии	Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии
Рамки для элементов и схемных узлов, исключаемых из схем или вводимых вновь на принципиальных схемах в групповой документации	Штрихпунктирная средняя		3/4 s

Примечание. Толщина сплошной основной линии s должна быть в пределах от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от величины и сложности схемы, а также принятого формата. Рекомендуется s=от 0,3÷0,6 мм.

комбинированную схему. В этом случае выполняют схему того вида, который определяется видом элементов, входящих в изделие в значительном количестве. Элементы же другого вида допускается помещать непосредственно на указанной схеме. Примером таких схем могут служить схемы гидрооборудования станков, на которых помимо гидравлических элементов помещают также и электрические элементы (электродвигатели, электромагниты).

Различные схемы, входящие в один комплект документации, должны быть выполнены таким образом, чтобы на всех схемах этого комплекта можно было легко отыскать одни и те же элементы. Для этого, например, позиционные обозначения элементов, их шифры, обозначения линий связи, маркировка трубопроводов, проводов, нанесенные на одной схеме, должны быть без изменений повторены на других схемах, входящих в комплект.

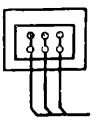
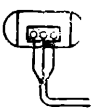
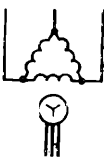
В некоторых случаях для пояснения работы изделия целесообразно на схеме изобразить отдельные элементы, не входящие в его состав (но связанные с ним), отделив их изображение штрихпунктирной линией от изображения изделия.

Элементы, входящие в различные функциональные группы или устройства, следует выделять на схеме линиями разной толщины и разного характера (табл. 5).

При выполнении схем для начертания элементов и устройств можно применять следующие обозначения: прямоугольники, внешние очертания элемента или устройства, специальные таблицы (которые в определенных случаях заменяют графические изображения), линии определенной толщины и определенного типа и условные графические обоначения.

Применение того или иного вида графических обозначений зависит от правил выполнения данного типа и вида схемы. Различные виды графических обозначений одного и того же элемента (электродвигателя) на разных типах схем приведены в табл. 6.

6. Различные виды графических обозначений электродвигателя

Обозначения нестандартизованные			Обозначения по ГОСТ 2.722—68		
В виде прямоугольника для схем		В виде внешнего очертания	Для схем принципиальных, расположения, соединений		
структурных	подключения, общих, соединений	для схем расположения и соединений	Упрощенный способ изображения		Развернутый способ изображения
			однолинейный	многолинейный	
					

Примечание. В схеме подключения двигатель рассматривают не как составную часть изделия, а как изделие, на которое выполнена схема.

Общие рекомендации по изображению составных частей изделия на схемах различных видов и типов приведены в табл. 7.

4. СРЕДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ НАЧЕРТАНИИ СХЕМ

Рассмотрим более подробно различные средства для изображения элементов и устройств на схемах. Применяемые для этой цели прямоугольники и внешние контурные очертания ЕСКД не стандартизованы. Однако при их выполнении следует стремиться к максимальному упрощению изображений, избегая излишних подробностей.

О применении для изображения элементов специальных таблиц и линий будет сказано несколько ниже.

Особое внимание следует уделить условным графическим обозначениям. Большинство из них установлено комплексом стандартов. Если же необходимо применить условные графические обозначения, которые отсутствуют в стандартах ЕСКД или других нормативно-технических документах, то их следует расшифровывать на поле схемы.

Некоторые условные графические обозначения, содержащиеся в стандартах ЕСКД, применяют не только на схемах, но и на чертежах. К ним могут быть, в частности, отнесены обозначения элементов гидравлических и пневматических сетей

7. Применяемые формы изображений составных частей изделий на схемах различных видов и типов

Вид схемы	Тип схемы	Составные части изделия	Прямоугольник	Условное графическое обозначение	Внешнее очертание	Таблица	Отрезки линий	Примечания
Электрическая	Структурная	Элементы	⊗	⊗				
		Устройства, имеющие функциональные назначения	⊗	⊗				
		Функциональные группы	⊗	⊗				
	Функциональная	Элементы		⊗				
		Устройства, имеющие функциональные назначения	⊙	⊗				
		Функциональные группы	○	⊗				
	Принципиальная	Элементы		⊗				
		Входные и выходные элементы		⊗	○			
		Устройства	⊗	⊗				Условные графические обозначения применяют при изображении устройств, имеющих самостоятельные принципиальные схемы
		Функциональные группы	⊗					
	Соединений	Элементы		⊗	⊗	⊗		
		Устройства	⊗		⊗			
		Входные (выходные) элементы устройств и элементов		⊗		○		

Продолжение табл. 7

Вид схемы	Тип схемы	Составные части изделия	Прямоугольник	Условное графическое обозначение	Внешнее очертание	Таблица	Отрезки линий	Примечания
		Соединительные элементы (провода, жгуты, кабели)		⊗				
		Проходные изоляторы, гермовводы, сальники		⊗				
	Подключения	Изделие	⊗		○			Слияние изображений отдельных проводов, кабелей в одну линию не допускается
		Входные (выходные) элементы		⊗	○			
		Соединительные элементы		⊗				
	Общая	Элементы	⊗	○	○			Слияние изображений отдельных проводов, кабелей в одну линию не допускается
		Устройства	⊗		○			
		Соединительные элементы	⊗					
	Расположения	Элементы		⊗	⊗			Слияние изображений в одну линию не допускается
		Устройства		⊗	⊗			
		Соединительные элементы		⊗	⊗			
Гидравлическая, пневматическая	Структурная	Элементы	⊗	⊗				
		Устройства	⊗	⊗				
		Функциональные группы	⊗	⊗				
	Принципиальная	Элементы		⊗				
		Устройства	○	⊗				
		Функциональные группы	○	⊗				

	Соединений	Элементы Соединительные элементы трубопроводов Устройства Трубопроводы	○ ○	○ ⊗	⊗ ⊗ ⊗			
Электрическая обмоток и изделий с обмотками	Соединений	Элементы обмотки Нетоковедущие элементы	○	⊗ ○	⊗ ○			
	Расположения	Элементы	○				⊗	
Электрическая изделий цифровой вычислительной техники	Функциональная	Элементы Устройства Функциональные группы		⊗ ⊗ ⊗				
	Принципиальная	Элементы Устройства Функциональные группы		⊗ ⊗ ⊗				
	Расположения	Элементы Устройства	○ ○	⊗ ⊗				

Примечания: 1. Символ ⊗ означает, что данный вид изображения установлен для указанного типа и вида схемы.
2. Символ ○ означает, что данный вид изображения допускается применять для указанного вида схемы.

(ГОСТ 2.780—68) или гидравлических и пневматических насосов и двигателей (ГОСТ 2.782—68).

Некоторыми стандартами этого комплекса установлены условные графические обозначения, относящиеся к схемам и чертежам не только изделий, но и строительных сооружений. К ним, например, относятся ГОСТ 2.784—70 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов», ГОСТ 2.785—70 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная», ГОСТ 2.786—76 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы санитарно-технических устройств».

В то же время отдельными стандартами установлены обозначения, применяемые не для любых схем, а только для их определенных видов и типов. Таким стандартом является например, ГОСТ 2.754—72 «ЕСКД. Обозначения условные графические электрического оборудования и проводок на планах», который содержит обозначения, предназначенные для выполнения схем только одного типа, а именно схем расположения. Объектом, для которого выполняют эти схемы, является электрооборудование, расположенное на планах зданий и сооружений. ГОСТ 2.753—79 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Проводные средства связи ЕАСС» также содержат обозначения, которые применяют только на схемах расположения, выполняемых на планах местности, зданий и сооружений. ГОСТ 2.748—68 «ЕСКД. Обозначения условные графические электростанций и подстанций в схемах энергоснабжения» содержит обозначения, предназначенные для применения только на картах местности.

В основу построения системы условных графических обозначений в общем случае положены следующие принципы:

простота выполнения;

возможность построения новых «производных» обозначений на основе различных комбинаций уже имеющихся базовых («элементарных») табл. 8;

увязка обозначений различных элементов друг с другом, обеспечивающая их системное построение, вместо бессистемной совокупности значков;

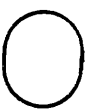
построение обозначений, отражающих принцип действия элемента, а не его конструктивное выполнение;

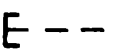
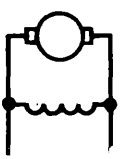
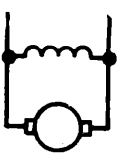
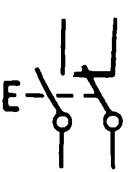
применение в обозначении такой графической информации, которая необходима для данного типа схемы и не является избыточной (см. табл. 6).

Приведенные выше принципы не всегда могут быть реализованы в полной мере при построении новых условных графических обозначений. Это видно, например, по весьма сложным обозначениям, приведенным в ГОСТ 2.781—68 и ГОСТ 2.782—68.

Так как при разработке электрооборудования станков, как правило, используют условные графические обозначения, регла-

8. Построение производных условных графических обозначений элементов на основе базовых обозначений

Стандарт	Элемент	Обозначение
	Базовые обозначения	
ГОСТ 2.722—68	Ротор. Общее обозначение	
	Обмотка параллельного возбуждения машины постоянного тока, обмотка независимого возбуждения	
	Ротор с коллектором и щетками	
ГОСТ 2.731—68	Баллон электронного прибора	
	Катод холодный	
	Анод	
	Электрод сложный (анод — холодный катод)	
	Электрод зажигающий	
ГОСТ 2.732—68	Давление:	
	низкое	
	высокое	
	Излучение видимое	
ГОСТ 2.755—74	Контакт: замыкающий	

Стандарт	Элемент	Обозначение
	размыкающий	
ГОСТ 2.721—74	Линия механической связи в электрических схемах	
	Привод, приводимый в движение нажатием кнопки	
	Производные обозначения	
ГОСТ 2.722—68	Машина постоянного тока с параллельным возбуждением	
ГОСТ 2.722—68	Усилитель электромашинный с продольным потоком и несколькими обмотками управления	
ГОСТ 2.732—68	Лампа газоразрядная высокого давления со сложными электродами, с внешним поджигом	
—	Выключатель кнопочный нажимной с замыкающим и размыкающим контактами	

ментированные стандартами ЕСКД, то только некоторые (отсутствующие в них) обозначения приведены в приложении 1. Они построены с учетом требований этих стандартов и на основе содержащихся в них базовых обозначений. Таким образом, в ряде случаев для изображения элементов электрооборудования станков на схемах (при отсутствии для них обозначений в стандартах ЕСКД) следует использовать данные, помещенные в этом приложении.

Среди большого числа разнообразных условных графических обозначений, используемых в схемах электрооборудования станков, особое место занимают обозначения контактов (замыкающих, размыкающих, переключающих) различных релейно-контактных аппаратов (реле промежуточных, времени, счетных и т. д., контакторов, выключателей и переключателей поворотных и кнопочных нажимных, путевых переключателей и др.). Несмотря на то, что в последние годы в электротехнических устройствах, входящих в состав электрооборудования станков, все чаще находят применение бесконтактные дискретные системы управления (с использованием логических элементов или интегральных схем), релейно-контактные аппараты и сейчас продолжают оставаться наиболее распространенными элементами, используемыми в качестве коммутационной аппаратуры в электрооборудовании самых разнообразных по сложности, мощности или конструкции станков.

Так как ЕСКД для изображения контактов допускает применение нескольких вариантов графических обозначений, то для всех приводимых в книге схем (для единообразия) введены следующие ограничения, касающиеся использования графических обозначений (согласно ГОСТ 2.755—74 и изменению № 1 к нему).

1. Для контактных аппаратов, имеющих электромагнитные приводы (например, реле, контакторов), используют обозначения, приведенные на рис. 12, *а*, а для аппаратов с ручным или механическим приводом (выключателей и переключателей поворотных и кнопочных нажимных, путевых переключателей, электропедалей, автоматических и других выключателей) — обозначения, приведенные на рис. 12, *б*) (т. е. с контурным

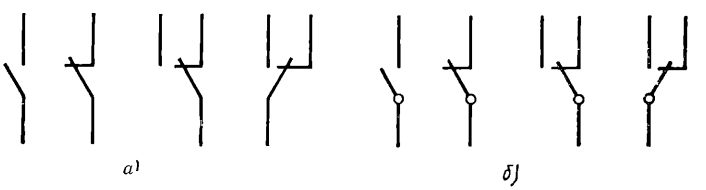


Рис. 12. Условные графические обозначения контактов:
а — замыкающие, размыкающие и переключающие для реле и контакторов; *б* — те же, для кнопочных выключателей, путевых переключателей и подобных им релейно-контактных элементов с ручным и механическим приводами

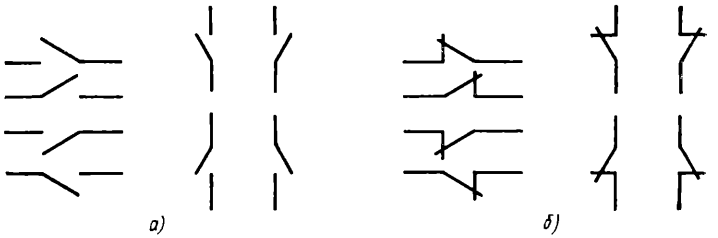


Рис. 13. Начертания контактов относительно линий связи:
а — замыкающий; *б* — размыкающий

кружком на подвижном контакте, символизирующим его шарнир).

2. Контакты на схеме можно изображать как в вертикальных, так и в горизонтальных линиях связи, причем положение наклонной части графического обозначения не оговаривается (рис. 13). Она может быть над или под линией связи (при горизонтальном изображении контакта), слева или справа от нее (при вертикальном изображении контакта).

Привязку контактов к линиям связи должен выбирать разработчик электрической схемы с учетом необходимости получения наибольшей ясности изображения и пользования ею. Не рекомендуется располагать обозначения и линии связи под углами 30, 45 или 60°.

3. Для всех механических связей, существующих между элементами коммутационного аппарата, например между катушкой и контактами, воздействующим органом (нажимной кнопкой, рукояткой, роликом и пр.) и контактами, использовано обозначение в виде штриховой линии (ГОСТ 2.721—74), а не в виде двух сплошных параллельных линий. Примеры использования такой штриховой линии для некоторых аппаратов приведены на рис. 14.

Все вспомогательные обозначения для силовых контактов

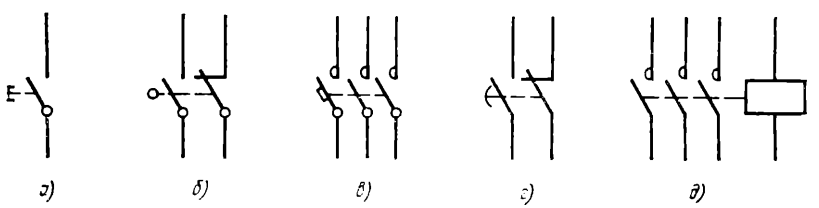


Рис. 14. Обозначения механических связей между элементами некоторых аппаратов:
а — кнопочный выключатель с замыкающими контактами; *б* — путевой переключатель с замыкающим и размыкающим контактами; *в* — трехполюсный автоматический выключатель в силовой цепи; *г* — контакты реле времени, действующие с замедлением при срабатывании; *д* — трехполюсный контактор

(защелки, фиксатора и пр.) следует приводить только в тех случаях, когда их отсутствие может привести к неправильному пониманию работы схемы.

В электрооборудовании станков применяют различные бесконтактные системы управления, для которых используют также двоичные логические элементы. Их условные графические обозначения имеют некоторые особенности по сравнению с обозначениями других электрических элементов (например, вращающихся электрических машин, трансформаторов, релейно-контактных аппаратов).

Двоичный логический элемент (в дальнейшем логический элемент) — элемент, устройство или функциональная группа, реализующие функцию (или систему функций) двоичной алгебры логики. К таким элементам относятся, например, комбинационные логические элементы, построенные на основе логических элементов И, ИЛИ, НЕ, триггеры, дешифраторы, сумматоры. К ним условно относят также элементы, не выполняющие, строго говоря, логических функций, но применяемые в логических цепях: усилители, генераторы, формирователи и т. д.

Основными особенностями графических обозначений логических элементов являются следующие.

1. Все элементы имеют одинаковые по форме прямоугольные графические обозначения (рис. 15), и их размеры должны быть кратны одной величине (об отличии одного элемента от другого см. ниже).

2. Они могут иметь основное поле и два дополнительных — левое и правое.

3. Несколько различных условных графических обозначений можно изображать совмещенно: функционально не связанные (рис. 16, *а*) и функционально связанные (рис. 16, *б*) между

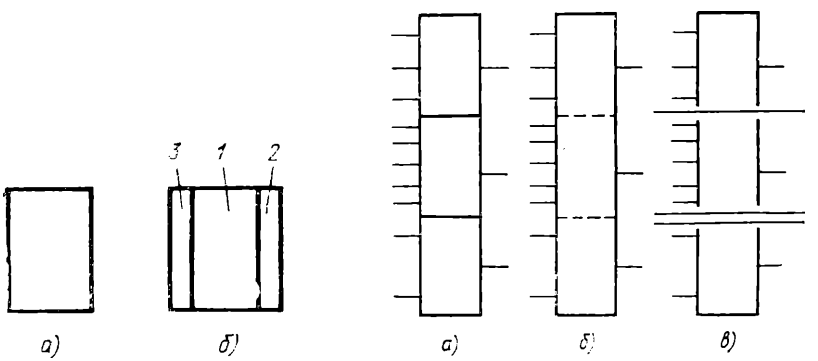


Рис. 15. Условное графическое обозначение логического элемента:
а — без дополнительных полей; *б* — с дополнительными полями; *1* — основное поле; *2*, *3* — соответственно правое и левое дополнительные поля

Рис. 16. Изображение нескольких условных графических обозначений логических элементов в одной колонке

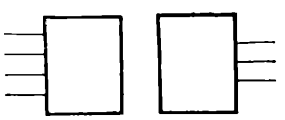


Рис. 17. Изображения входов *(а)* и выходов *(б)* логического элемента

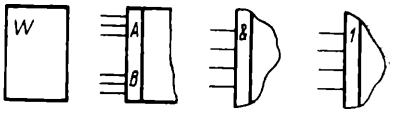


Рис. 18. Обозначения, наносимые на логические элементы:
а — символ выполняемой элементом функции (W — символ любой функции); *б* — метка, выполненная буквами латинского алфавита; *в* — метка в виде специального знака; *г* — метка в виде цифры

собой элементы. Для графического разделения совмещенного условного графического обозначения на графические обозначения отдельных элементов можно использовать линии связи (рис. 16, *в*).

4. Все входы, через которые на логический элемент поступают потоки информации, изображают у прямоугольников слева (рис. 17, *а*), а все выходы — справа (рис. 17, *б*).

5. Непосредственное соединение выходов нескольких логических элементов на общую нагрузку условно рассматривают как псевдоэлемент монтажной логики. Его изображают в виде условного графического обозначения, аналогичного обозначению обычного логического элемента (см. рис. 5). Таким псевдоэлементам (в зависимости от вида логической функции, выполняемой системой соединенных элементов) присваивают наименования «монтажное И» или «монтажное ИЛИ».

6. Для увеличения числа возможных входов у логического элемента в дополнение к этому элементу может вводиться функциональный расширитель.

7. Для отличия одного логического элемента от другого применяют специальную систему обозначений (меток) с помощью букв, цифр или специальных знаков (рис. 18). В нее входят:

обозначение выполняемой элементом функции (логической операции) с помощью специального символа функции, наносимого на основное поле;

обозначение функционального свойства (или назначения) соответствующего входа (выхода) с помощью специальной метки, наносимой на дополнительные поля в виде символа функции, буквы латинского алфавита, специального знака или цифры;

обозначение, указывающее с помощью логических индикаторов (специальных значков) на то, является ли данный вход (выход) прямым (или инверсным), статическим (или динамическим), несущим информацию (или не несущим ее).

Нанесение трех указанных обозначений на логический элемент является обязательным. Помимо них в основном поле допускается (но не является обязательным) помещать (не в

одной строчке с символом функции) дополнительные данные об элементе: его технические характеристики, эксплуатационные данные.

Полный перечень всех символов, помещаемых на условных графических обозначениях логических элементов, их основная номенклатура с равноценными и неравноценными входами, а также другая информация об обозначениях логических элементов приведены в ГОСТ 2.743—72.

Необходимо отметить, что этот стандарт не ограничивает область применения содержащихся в нем условных графических обозначений только элементами, построенными на электрическом принципе. Эти обозначения успешно применяют также для изображения на схемах элементов, построенных, например, на принципе пневматики.

5. ДИАГРАММЫ, ТАКТОГРАММЫ, ЦИКЛОГРАММЫ

Электрические принципиальные схемы (требования к их графическому оформлению рассмотрены ниже) являются важнейшими документами, используемыми как при эксплуатации электрооборудования станков и их механизмов в производственных условиях, так и при его монтаже и наладке на предприятиях-изготовителях. Для объяснения логических связей (взаимодействий между отдельными элементами, электрооборудования и механизмами станка), действующих в системах управления, эти схемы часто дополняют поясняющим текстовым материалом (описанием работы электрооборудования) или графическими иллюстрациями (диаграммами, тактограммами, циклограммами, структурными или функциональными схемами) или же схемами процессов работы, либо мнемоническими схемами.

Описания работы электрооборудования составляют, как правило, в виде словесного текста для отдельных электрических цепей, состоящих из соответствующих элементов (контактов, катушек реле, контакторов или исполнительных механизмов и соединяющих их линий связи). Обычно, для сложных схем с большим числом отдельных линий связи или большим числом элементов в них такие описания весьма многословны, что затрудняет восприятие и понимание процесса работы для каждой цепи и всего электрооборудования в целом. Поэтому в последнее время взамен текстовых пояснений все чаще применяют графические иллюстрации, показывающие работу отдельных цепей или схем; они дают представление о взаимодействиях не только электрических элементов (аппаратов) схемы, но и о логических связях, имеющихся с такой схемой у механизмов станка, транспортных и накапливающих устройств и прочего вспомогательного оборудования, работающего совместно со станком [12].

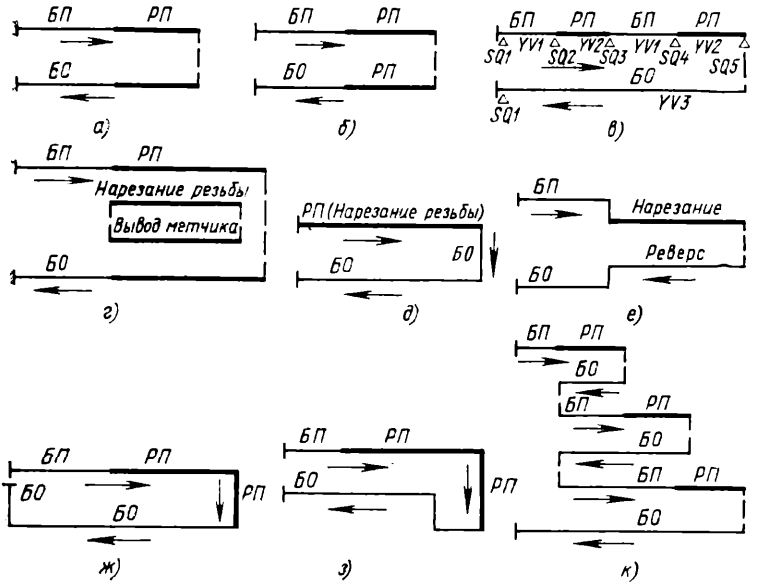


Рис. 19. Диаграммы работы головок агрегатных станков:

а — сверлильная головка с рабочей подачей при движении вперед; *б* — расточная головка с рабочей подачей при движении в обоих направлениях; *в* — расточная головка с прерывистой рабочей подачей; *г* — резьбонарезная головка с предварительным быстрым подводом; *д* — резьбонарезная головка без быстрого подвода, но с быстрым отводом резца от детали перед быстрым отводом головки при движении назад; *е* — резьбонарезная головка с поперечным подводом инструмента перед нарезанием и поперечным отводом его после нарезания резьбы; *ж* — расточная головка с продольной и поперечной рабочими подачами; *з* — расточная головка с продольной и поперечной рабочими подачами и быстрым отводом резца от детали перед быстрым отводом головки при движении назад; *и* — сверлильная головка для ступенчатого сверления; *БП* — быстрый подвод; *БО* — быстрый отвод; *РП* — рабочая подача

Такие иллюстрации помещают непосредственно на поле принципиальной электрической схемы или, если размер листа, на котором она изображена, этого не позволяет, на отдельных листах. На этих же листах кроме циклограмм (тактограмм, структурных или функциональных схем) целесообразно помещать мнемонические схемы и общие виды пультов управления, на которых видно расположение на панели соответствующих органов ручного управления. Графическое оформление мнемосхем и общих видов пультов будет рассмотрено ниже. Такой лист должен входить в качестве первого листа в комплект конструкторских документов на электрооборудование станка.

Рассмотрим некоторые виды упомянутых выше графических иллюстраций.

Приведенные на рис. 19 примеры диаграмм работы механических головок с режущим инструментом агрегатных станков применяют для пояснения действия простейших устройств, содержащих, как правило, только один механизм. При необходимости на таких диаграммах могут быть также показаны

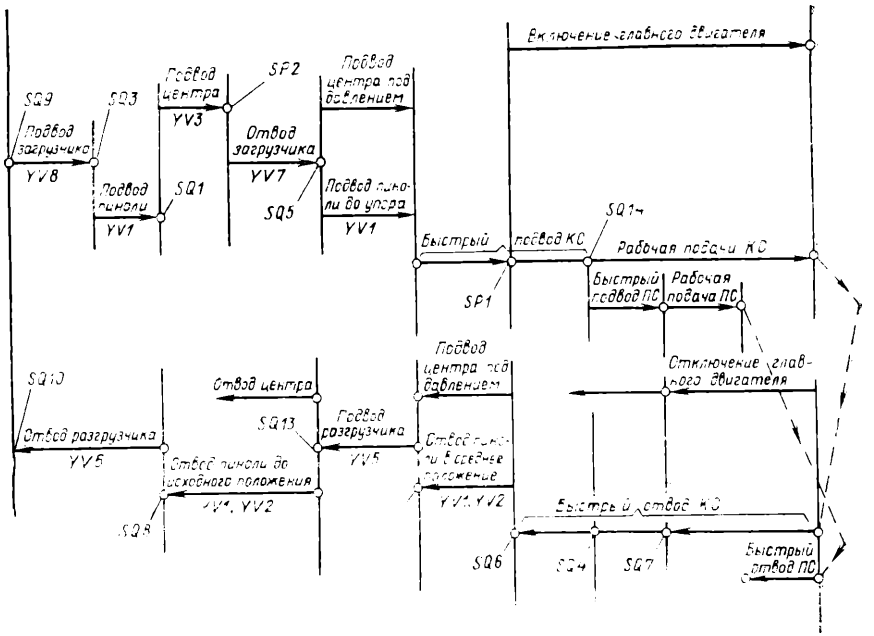


Рис. 20. Диаграмма работы «по пути» гидрокопировального токарного станка с загрузочно-разгрузочным устройством:
КС — копировальный суппорт; *ПС* — поперечный суппорт

позиционные обозначения соответствующих элементов электрооборудования, участвующих в работе механизма (рис. 19, *в*), а для каждого отдельного перехода (*БП, ПР, БО* и др.) при меняют изображения в виде отрезков линий. Для того чтобы отличить графически один переход от другого (сопредельного с ним), их изображают линиями разной толщины. Для указания направлений процесса или механизмов применяют стрелки. Каждый цикл работы заканчивается возвращением механизмов в исходные положения.

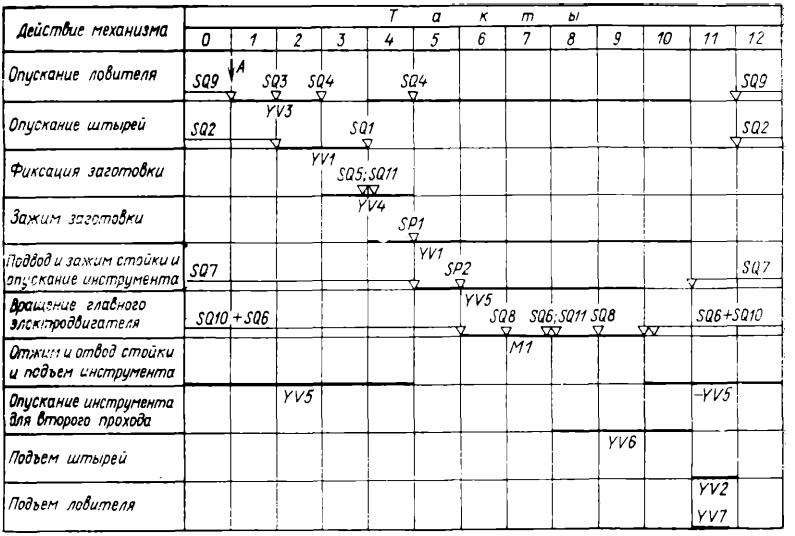
Если в работе станка участвует несколько механизмов, действующих в определенной последовательности (или параллельно) друг за другом, причем порядок их работы связан с некоторыми конечными перемещениями (так называемая «работа с путевым контролем» или «по пути»), диаграммы, приведенные на рис. 19, не могут дать ясного представления о существующих между отдельными механизмами станка связях. В этом случае может быть использована диаграмма, изображенная на рис. 20. Цикл начинается с подвода загрузочного устройства станка (что контролируется путевым выключателем *SQ9*), для чего включается электромагнит *YV8*. Движение загрузчика заканчивается нажатием путевого выключателя *SQ3*,

который отключает электромагнит *YV8* и включает электромагнит *YV1*. Происходит подвод пиноли, который заканчивается нажатием путевого выключателя *SQ1*. Он отключает электромагнит *YV1* и включает электромагнит *YV3*, что вызывает подвод центра. Дальнейшие включения и отключения элементов электрооборудования и соответствующие перемещения отдельных механизмов станка и загрузчика ясны, если следить за направлениями стрелок. Из диаграммы видно, что в отдельных случаях некоторые механизмы работают не только последовательно (например, после срабатывания реле давления *SP1* происходят одновременное включение главного двигателя и рабочая подача гидрокопировального суппорта), но и параллельно. Кроме того, отсутствие элемента электрического управления между быстрым подводом и рабочей подачей поперечного суппорта говорит об изменении работы механизма неэлектрическими средствами (в данном случае упорами, действующими на гидромеханизмы станка).

Рассмотренная диаграмма дает ясное представление о функционировании отдельных механизмов станка, его загрузочно-разгрузочного устройства и элементов электрооборудования. Однако она обладает тем недостатком, что не позволяет судить о состояниях отдельных элементов электрооборудования в каждом такте работы станка. Между тем иногда, особенно при наладке станка и его электрооборудования у потребителя, появляется необходимость иметь четкое представление о таких состояниях. Это важно для автоматически действующих станков с большим числом механизмов, работающих в жестких последовательно-параллельных тактовых зависимостях. Для таких станков является характерным работа с путевым контролем и гидравлическими силовыми механизмами, переключаемыми электромагнитными золотниками; контроль же по пути осуществляется путевыми выключателями, контактными (или бесконтактными) датчиками, фотореле или другими элементами электроавтоматики, контролирующими положения отдельных механизмов.

Для таких станков наиболее ясное представление о работе всех элементов электрооборудования и их взаимосвязях в функционировании отдельных механизмов станка может дать графическая иллюстрация в виде тактограммы, приведенной в табл. 9. При этом следует иметь в виду, что, показывая состояния элементов внешних команд (кнопочных и путевых выключателей, реле давления и пр.) и исполнительных механизмов (электромагнитов, электродвигателей) для различных тактов работы станка, тактограмма не показывает электрические блокировки между отдельными элементами электрооборудования (например, между реле, контакторами) и те элементы, которые предназначены для наладочных режимов. Связи между такими элементами обычно бывают достаточно простыми, и об их ра-

9. Тактограмма тактовой последовательности работы механизмов и узлов шлифовального станка



боте можно судить по принципиальной электросхеме без вспомогательной графической иллюстрации.

Рассматриваемая в табл. 9 тактограмма показывает взаимосвязи отдельных механизмов зубофрезерного станка; полный цикл его работы состоит из 12 тактов (переходов); он определяется последовательностью работы механизмов, а также наличием определенных элементов электрооборудования, с помощью которых осуществляется управление. Характерным для такой тактограммы является тождественность состояний всех механизмов и элементов в начале и в конце цикла. Это видно при сравнении состояния для двенадцатого и первого тактов (нулевой такт соответствует двенадцатому в предыдущем цикле), что свидетельствует о правильности составленной тактограммы. Как правило, тактограмму составляют до разработки электросхемы, и она позволяет скорректировать задание на ее разработку, выдаваемое разработчиком-механиком станка разработчику-электрику. Расшифровка рассматриваемой тактограммы показана на примере пояснения работы станка в четвертом такте.

Из предыдущего (третьего) такта видно, что он заканчивается опусканием штырей, что фиксируется путевым выключателем *SQ1*. Кроме того, в третьем такте с помощью электромагнита *YV4* происходит фиксация заготовки, что контролируется путевыми выключателями *SQ5* и *SQ11*. Поэтому к началу четвертого такта путевой выключатель *SQ1* включает электромагнит *YV3*, и продолжается опускание ловителя (оно было прервано во втором такте отключением электромагнита

YV3 при воздействии на путевой выключатель *SQ4*). Так как к этому моменту электромагнит *YV1* не отключается, то происходит зажим заготовки, что контролируется с помощью реле давления *SP1*, которое заканчивает четвертый такт работы станка и начинает новый (пятый) такт. При этом отключается электромагнит *YV4* и включается электромагнит *YV5*, который с помощью гидроцилиндров осуществляет подвод и зажим стойки и опускание инструмента. Работа этих механизмов контролируется реле давления *SP2*, обеспечивая работу механизмов станка в следующем такте.

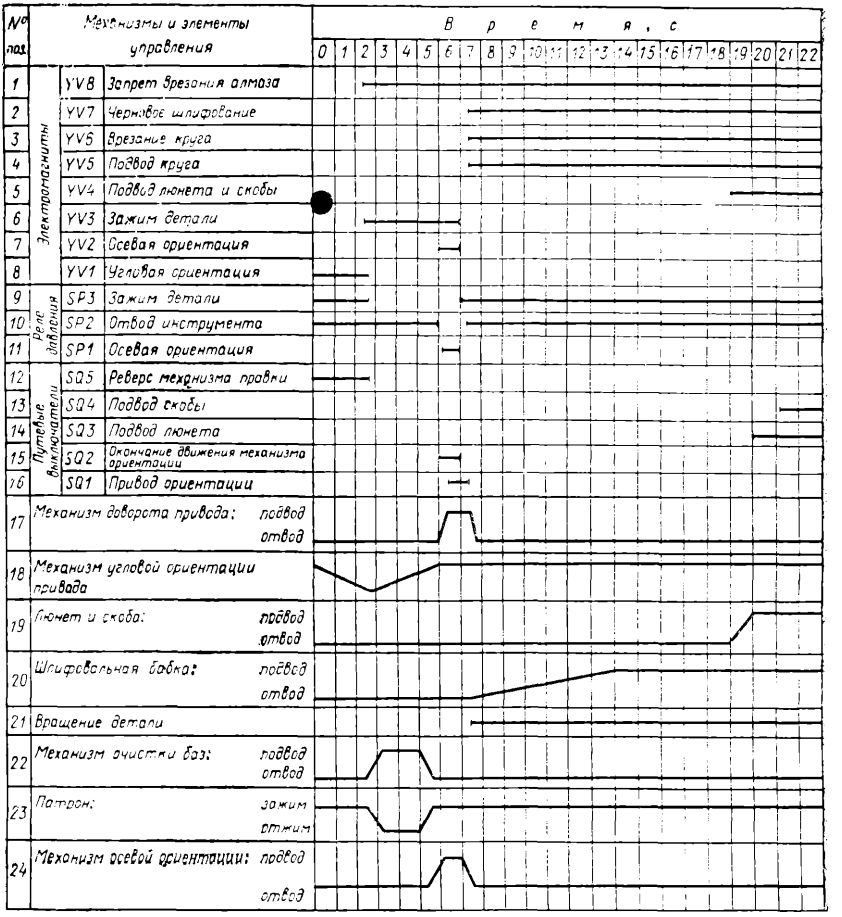
Рассматривая последовательно тактограмму от одного такта к другому, видим, что цикл закончится тогда, когда все механизмы придут в состояние, соответствующее концу двенадцатого такта. Как это видно из тактограммы, им соответствует начало первого такта, когда с помощью внешней команды **А** подается сигнал на начало нового цикла.

В примерах, приведенных на рис. 19, 20 и в табл. 9, рассмотрена работа механизмов станка, управление которыми осуществляется в функции пути. Для станков, в которых управление осуществляется не только в функции пути, но и в функции времени, работу механизмов и элементов управления удобно показать с помощью циклограмм.

Такая циклограмма для шлифовального станка дана в табл. 10. По ней также, как и по рассмотренной выше тактограмме, можно определить состояния всех механизмов и элементов управления для любого момента времени. Однако в циклограмме протекание работы рассматривается не по тактам, а по времени, в данном случае в секундах. Пример рассмотрения состояния различных механизмов и элементов управления по данной циклограмме приводится для седьмой секунды работы станка в автоматическом режиме.

Включенное состояние электромагнита *YV8* (поз. *1*) соответствует запрету врезания алмаза, т. е. запрещению правки шлифовального круга. Примерно через 6,5 с после начала цикла заканчивает работу механизм привода осевой ориентации изделия (поз. 24), что фиксируется путевыми выключателями *SQ2* и *SQ1* (поз. *15* и *16*). Последний включает главный привод вращения изделия (поз. *21*). Одновременно включаются электромагниты гидрораспределителей *YV5*, *YV6* и *YV7* (поз. *4*, *3* и *2*), чему соответствуют подвод шлифовального круга, его врезание и начало чернового шлифования (поз. *20*). Этому же моменту времени соответствует отвод измерительного инструмента, что фиксируется с помощью реле давления *SP2* (поз. *10*). Кроме того, на шестой секунде заканчивается зажим детали в патроне (поз. *23*), что достигается включением электромагнита *YV3* (поз. *6*) и контролируется реле давления *SP3* (поз. *9*). Таким образом, на последующих секундах цикла происходит процесс обработки детали (шлифование).

10. Циклограмма временной последовательности работы механизмов и узлов шлифовального станка



Началу обработки предшествуют следующие вспомогательные операции: осевая ориентация изделия с помощью электромагнита *YV2* (поз. *7*) и реле давления *SP1* (поз. *11*), угловая ориентация с помощью соответствующего механизма (поз. *18*) и электромагнита *YV1* (поз 8), работа механизма очистки баз, которая заканчивается его отводом в исходное состояние (поз. *22*), происходят ранее (в 1—6-ю секунду цикла). В то же время заканчивается работа механизма правки, что контролируется путевым выключателем *SQ5* (поз. *12*), и отвод механизма доворота привода (поз. *17*). Что же касается люнета и измерительной скобы (поз. *19*), то во время шлифования до 19-й секунды они находятся в отведенном состоянии, и только после включения электромагнита *YV4* (поз. *5*) происходит их подвод, что контролируется путевыми выключателями *SQ3* и

SQ4 (поз. *13* и *14*), и начинается измерение размера шлифуемой детали. Циклограмма показывает, что включение некоторых элементов управления и механизмов осуществляется от элементов, срабатывающих не «по пути», а «по времени». Для этого могут быть использованы реле времени различных типов, в том числе многоцепные, выполняющие роль таймтакторов. Эти аппараты в циклограмме не показаны, однако указаны моменты замыкания ими соответствующих электрических цепей и включения элементов управления (например, на 19-й секунде электромагнита *YV4*).

Особое место в графической иллюстрации логических связей механизмов, узлов и элементов управления, имеющихся в станках, занимают функциональные циклограммы, имеющие внешнее сходство с таблицами включения, состояний или переходов [5, 9]. Такие циклограммы содержат информацию обо всех элементах управления, в том числе и используемых для различных блокировок. Следовательно, они оказываются удобными в эксплуатации при наличии в электрических схемах большого числа кнопочных выключателей и переключателей управления, промежуточных реле, контакторов и других аппаратов, что облегчает поиск неисправностей. С помощью функциональных циклограмм можно проследить также последовательность включения и отключения отдельных элементов управления в зависимости от состояния коммутационных аппаратов схем, чему будет соответствовать определенное состояние имеющихся на станке механизмов или узлов.

Таким образом, под функциональной циклограммой следует понимать таблицу (матрицу) состояний всех имеющихся в схеме элементов управления, иллюстрирующую последовательность их действия в заданной логической зависимости для различных моментов включения и отключения, т. е. на определенных этапах полного цикла работы станка.

В качестве примера, ниже по подобной функциональной циклограмме рассмотрена работа агрегатного станка с расточной головкой (табл. 11).

В соответствии с принятыми теорией релейно-контактных схем положениями включенные состояния элементов управления (чему соответствуют замкнутые цепи) обозначают символом 1, а их отключенные состояния (т. е. соответствующие разомкнутым цепям) — символом 0. При этом под включенным состоянием следует понимать такое состояние элемента, когда на него действуют внешние силы: например, упор на приводной ролик путевого выключателя, палец на кнопочный выключатель, притянутый якорь электромагнитного реле и контактора. Под отключенным состоянием следует понимать состояние элемента, когда такие внешние силы отсутствуют.

Протекание цикла по этапам соответствует последовательным состояниям элементов управления. Таких состояний для

11. Функциональная циклограмма работы агрегатного станка с расточной головкой

Этап цикла станка	Номер состояния элементов управления	Элемент электрической схемы															
		Выключатель кнопочный нажимной				Путевой выключатель			Реле давления	Реле промежуточное		Магнитный пускатель			Электромагнит гидрораспределителя		
		*SB*1	*SB*2	*SB*3	*SB*4	*SQ*1	*SQ*2	*SQ*3	*SP*1	*KA*1	*KA*2	*KM*1	*KM*2	*KM*3	*YV*1	*YV*2	*YV*3
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Исходное состояние	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Включение двигателей расточной головки и гидропривода	2	0	$(1)_1$	0	0	1	0	0	0	0	0	$(1)_2$	$(1)_3$	0	0	0	0
	3	0	$(0)_1$	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Быстрый подвод расточной головки	4	0	0	$(1,0)_1$	0	1	0	0	0	$(1)_2$	0	1	1	0	$(1)_3$	$(1)_3$	0
	5	0	0	0	0	$(0)_1$	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
Первая рабочая подача	6	0	0	0	0	0	$(1)_1$	0	0	1	0	1	1	$(1)_2$	1	$(0)_3$	$(1)_2$
Вторая рабочая подача	7	0	0	0	0	0	1	$(1)_1$	0	1	0	1	1	1	1	0	$(0)_3$
Быстрый отвод расточной головки	8	0	0	0	0	0	1	1	$(1)_1$	$(0)_3$	$(1)_2$	1	1	$(0)_3$	$(0)_3$	$(1)_3$	0
	9	0	0	0	0	0	1	1	$(0)_1$	0	1	1	1	0	0	1	0
	10	0	0	0	0	0	1	$(0)_1$	0	0	1	1	1	0	0	1	0
	11	0	0	0	0	0	$(0)_1$	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
Остановка головки в исходном положении	12	0	0	0	0	$(1)_1$	0	0	0	0	$(0)_3^{12}$	$(0)_2$	$(0)_2$	0	0	$(0)_3^{12}$	0
Исходное состояние	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

рассматриваемой схемы 12, так как последнее (13-е) состояние элементов совпадает с первым, что и должно быть: при правильно разработанной схеме конечные состояния элементов предыдущего цикла должны совпадать с начальными состояниями элементов последующего цикла. Для каждого состояния элементов управления использована одна строка, в которой с помощью символов 1 и 0 записывают состояния отдельных элементов (кнопочных путевых выключателей, магнитных пускателей и др.). Таким образом видно, что, например, в исходном состоянии элементов управления, чему соответствует первое состояние, все элементы отключены и только путевой выключатель *SQ1* включен, т. е. на него действует упор.

Для обозначения элемента схемы, изменяющего свое состояние на каждом этапе, воспользуемся скобками, а последовательность изменения состояния нескольких элементов, участвующих в работе на данном этапе, обозначим соответствующими нижними индексами: 1, 2, 3 и т. д. Следовательно, во втором состоянии элементов управления включение двигателей расточной головки и гидропривода осуществляется воздействием на кнопочный выключатель *SB2*, который переходит из состояния 0 в состояние $(1)_1$. Этот кнопочный выключатель включает магнитный пускатель *KM1* (об этом свидетельствует индекс 2), который, в свою очередь, включает магнитный пускатель *KM2* (индекс 3 для данного элемента схемы). После этого кнопочный выключатель *SB2* может быть отпущен, что видно по третьему состоянию элементов — из состояния $(1)_1$ он переходит в состояние $(0)_1$ без изменения состояния остальных элементов. Дальнейший порядок работы элементов схемы в зависимости от соответствующих этапов цикла работы станка не рассматривается; он ясен, если придерживаться указанного порядка «чтения» циклограммы.

Следует обратить внимание на 12-е состояние элементов: в том случае, если происходит одновременно изменение состояния двух и более элементов управления, отсутствует ясность, какой из них воздействует на элементы, изменяющие после них свои состояния. Например, после включения путевого выключателя *SQ1* одновременно отключаются магнитные пускатели *KM1* и *KM2*, после чего отключаются промежуточные реле *KA2* и электромагнит *YV2*. Однако из циклограммы не ясно, какой же магнитный пускатель — *KM1* или *KM2* — отключает последние два элемента. Уточнение действующего в данном случае элемента достигается дополнительным верхним индексом (в данном случае 12 для промежуточного реле *KA2* и электромагнита *YV2*), который свидетельствует о том, что отключение этих элементов осуществляется элементом, находящимся в 12-м столбце циклограммы, т. е. магнитным пускателем *KM2*.

Отличительной особенностью функциональных циклограмм является то, что они могут быть разработаны только после то-

то, как принципиальная электрическая схема со всеми входящими в нее элементами будет составлена. Поэтому такая циклограмма не может быть использована в качестве исходного материала для проектного задания. Однако наличие в ней абсолютно всех элементов управления делает ее весьма удобной при поисках неисправностей электрооборудования в условиях его эксплуатации у потребителя. Все же ранее рассмотренные диаграммы, тактограммы и циклограммы широко применяют как в проектных заданиях на разработку электрооборудования автоматизированных станков с последовательно-параллельным многотактным срабатыванием используемых элементов, так и в условиях эксплуатации.

6. СХЕМЫ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ СТАНКОВ. МНЕМОНИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Помимо структурных, функциональных и принципиальных схем, о которых будет сказано ниже, для сложного автоматизированного оборудования практически всегда возникает необходимость в разработке и применении схем процессов его работы и (или) же мнемонических схем, показывающих наиболее существенные связи (механические, гидравлические, пневматические и пр.) между отдельными сборочными единицами или механизмами станка.

Наиболее характерным формальным признаком, дающим возможность отличить схемы изделий (например, принципиальные схемы электрооборудования некоторого объекта) от схем процессов является изображение на последних не отдельных составных частей этих изделий (элементов, устройств, функциональных групп), а определенных операций, которые в совокупности образуют весь процесс.

На первый взгляд, может показаться, что такой признак недостаточно четок по следующим причинам:

на схемах некоторых изделий (например, для изделий цифровой вычислительной техники) приводят данные о выполняемых логическими элементами функциях (т. е. операциях); эти данные помещают внутри изображения логического элемента, а не в виде отдельного графического элемента, как это следует выполнять на схемах процессов;

на схемах некоторых процессов помещают условные графические обозначения элементов оборудования какого-либо объекта, в котором данные процессы происходят; но схемы, на которых изображены только элементы оборудования, нельзя рассматривать как схемы процессов: они являются схемами изделий, выполняемых в виде комплексов (так как оборудование объекта в целом представляет собой комплекс).

Если же на схеме помимо изображений операций приведены элементы оборудования, то налицо схема процесса; в ней до-

полнительная информация дана в виде показа оборудования, в котором этот процесс происходит.

Так как рекомендации или требования по выполнению схем процессов или мнемонических схем, а также условные графические обозначения для них в стандартах ЕСКД отсутствуют, различные организации разрабатывают их в соответствии с имеющимися у них традициями или с учетом инициативы или интуиции разработчика конкретного объекта. Что же касается изображения самих операций, то для них используют условные графические обозначения, имеющиеся в других стандартах (не входящих в комплекс стандартов ЕСКД) или в ведомственных нормативно-технических документах.

Учитывая целесообразность унификации таких схем, ниже рассмотрены вопросы их оформления, которые позволят наиболее полно разъяснить процессы работы автоматизированных станков. При этом всюду, по возможности, были использованы положения и правила действующих стандартов ЕСКД.

Следует учитывать, что рассмотренные в параграфе 5 графические иллюстрации, дополняющие и поясняющие работу схем управления, обладают тем недостатком, что переход от них к принципиальным схемам управляющих устройств (УУ) (электрических, гидравлических, пневматических и др.) достаточно сложен. Тем же недостатком обладает переход от поясняющего текстового материала к УУ. Это связано с тем, что структуры и графические начертания электрических, гидравлических или пневматических схем УУ резко отличаются по форме от текстовых записей или графических иллюстраций (диаграмм, тактограмм, циклограмм), которыми выражаются логические связи между отдельными механизмами станка. Между тем именно последние являются исходными данными при разработке схем УУ и своеобразным логическим языком, обеспечивающим связь между технологом и конструктором станка, с одной стороны, и разработчиком УУ — с другой.

Из сказанного следует, что при разработке УУ станков целесообразно иметь единый документ, определяющий алгоритмы функционирования (АФ) УУ для соответствующего станка, что особенно важно при его усложнении, связанном с оснащением вспомогательным технологическим оборудованием, и увеличении степени автоматизации.

Примеры приближения графических записей АФ УУ к начертанию электрических принципиальных схем металлообрабатывающих автоматических линий с жесткими и гибкими структурными связями рассмотрены в работе [9], в которой для формализации высказываний, определяемых АФ, использован аппарат математической логики.

Характерно, что на разработке схем УУ также сказываются индивидуальные способности разработчиков, традиции, действующие в соответствующих проектных организациях, наличие оп-

ределенных методических указаний по разработке схем УУ, имеющихся в той или иной организации. Поэтому схемы УУ могут получить разное графическое оформление, что выразится в использовании различных технических средств (элементов) УУ, их количестве и существующими между ними логическими связями.

Под АФ следует понимать совокупность предписаний, ведущих к правильному выполнению на станке (или в совокупности его с вспомогательным технологическим оборудованием) некоторого процесса работы. На наиболее общем уровне он представляет собой алгоритм управления исполнительными элементами объекта (станка), описываемый аппаратом математической логики.

На развитие средств и методов разработки УУ станков оказывает влияние использование таких средств вычислительной техники (ВТ)), как интегральных схем ЭВМ или свободно программируемые контроллеры — командоаппараты (СПК). В этом случае на основе разработки соответствующих этапов УУ (алгоритмических, логических и технических) составляется некоторая модель управления. Она представляет собой либо описание АФ процесса на алгоритмическом языке высокого уровня, либо описание УУ в виде системы логических уравнений. В дальнейшем модель управления реализуется непосредственно в ЭВМ или переводится на входной язык СПК.

СПК управляет станками и сложным автоматизированным технологическим оборудованием по системе логических уравнений, и в задачу управления включается также этап логического проектирования, заключающийся в преобразовании модели управления в систему логических уравнений [2].

Большое значение в разработке УУ получают алгоритмическое и логическое проектирование, при которых для реализации записанной задачи управления используются средства ВТ. Обычно задача описания АФ УУ решается в два этапа:

1) АФ описывается в виде функциональной схемы, являющейся одним из важнейших конструкторских документов для описания сложных процессов управления и функционирования;

2) функциональная схема описывается на языке, поволяющем осуществить ее дальнейшую обработку в ЭВМ и преобразовать в систему логических уравнений.

Формализованной основой функциональных схем, используемых на первом этапе описания задачи, являются граф-схемы алгоритмов с памятью или некоторые формальные языки, например языки автоматного описания, языки схем алгоритмов или алгоритмические языки описания АФ.

Автоматное описание в определенном смысле является классическим; однако с точки зрения разработчика оно слишком громоздко и ненаглядно, что усложняет условия обслуживания УУ станков.

Компактнее и нагляднее выглядит описание АФ на языке граф-схем алгоритмов и языках логических и матричных схем алгоритмов. При использовании этих языков определяется жесткий порядок выполнения действий элементов УУ по функционированию, что полностью достигается имеющимися логическими связями. При использовании таких языков возможно применение системы блочных описаний. Так как при разработке УУ перечисленные языки не могут быть непосредственно использованы в ЭВМ, для формализованного представления АФ должны быть специально разработаны алгоритмические языки.

Описание АФ УУ является не только заданием на разработку УУ, оно содержит также основу структурной и функциональной организаций управления УУ, которые в дальнейшем на уровне соответствий вход — выход детализируются и уточняются. Таким образом, требования к описаниям могут быть сформулированы следующим образом: они должны быть однозначными, достаточно полными и непротиворечивыми, обеспечивать правильное отражение АФ в принципиальной схеме УУ и обладать необходимой гибкостью для возможности его уточнения, развития и дополнения.

Уточненное и дополненное описание является также основным документом для наладки УУ на предприятии-изготовителе или у потребителя в условиях эксплуатации. В связи с этим описание должно быть наглядным и доступным для восприятия специалистами различного профиля и квалификации. Кроме того, оно должно быть выполнено в виде упорядоченной совокупности отдельных частей, каждая из которых содержит сведения по отдельным частям процесса определенного характера, интересующие различных специалистов, и обеспечивать простую и четкую взаимосвязь таких частей.

Например, изучая общий принцип процесса работы УУ некоторого станка, достаточным является знание режимов работы элементов управления и рабочих органов станка для каждого режима и последовательности выполнения технологических операций. В то же время при поиске неисправности необходимо знать детальное описание той операции, с которой она связана. Эти требования обеспечиваются иерархическим модульным построением сложных систем УУ, для чего описание должно состоять из отдельных частей (модулей), упорядоченных в иерархическую структуру по отношению друг к другу.

Описания АФ УУ должны:

допускать использование формальных методов ручной разработки УУ, учитывающих теорию релейных устройств и релейно-контактных схем;

содержать максимальную информацию, позволяющую машинную разработку УУ;

иметь условия для преобразования их в модель управления, реализуемую непосредственно средствами ВТ;

обеспечить стыковку описания АФ с детальными описаниями, полученными при машинном синтезе и анализе принципиальной схемы УУ.

Для наглядности и доступности восприятия специалистами различного профиля и квалификации описание целесообразно приводить в графоаналитической форме. В ее основу положены описания блок-схем (БС) и граф-схем алгоритмов (ГСА). Основными принципами такого построения описания являются модульность и иерархичность. УУ так же, как и управляемый объект (УО), в структурно-функциональных отношениях состоит из отдельных частей, отрабатывающих отдельные операции или движения. При этом каждая часть обладает относительной самостоятельностью и может быть выделена в описании в виде отдельного модуля, а отдельные части УУ взаимодействуют упорядоченно между собой. Таким образом, УУ делится на части, соответствующие отдельным режимам работы станка (автоматическому, полуавтоматическому, наладочному), и такое деление соответствует высшему уровню иерархии.

Каждый режим работы может быть реализован в разных вариантах, различающихся составом отдельных операций или последовательностью их выполения. Деление режимов и подрежимов — это уровень второго порядка в иерархическом описании АФ, и каждый из них является совокупностью операций, соответствующих одной или тесно взаимосвязанной группе рабочих органов. Описание отдельных операций соответствует третьему уровню описания.

Такая иерархия не является строго универсальной и жесткой и может изменяться по числу уровней. В зависимости от сложности УУ и, следовательно АФ, решается вопрос о целесообразности выделения последующих уровней либо выделения некоторых из них.

Такую иерархию при формализации описания АФ можно рассмотреть на примере описания работы в автоматическом режиме автоматизированного зубошевинговального станка с вспомогательными механизмами. Характерными чертами графического оформления схем таких процессов работы являются следующие.

1. Помимо элементов УУ изображают отдельные технологические или логические операции или режимы работы станка (к ним могут быть, например, отнесены «загрузка», «шевингование», «наладочный режим», «логическая операция И» и т. д.).

2. Операции и режимы изображают прямоугольниками, внутри которых вписывают римскую цифру для технологической операции или режима либо символ логической функции по ГОСТ 2.743—72 для логической операции.

3. Элементы УУ также изображают прямоугольниками с вписываемыми внутрь их буквенно-цифровыми позиционными

обозначениями с дополнительным полем. В последнее вписывают цифры 1 или 0, обозначающие соответственно включенные или отключенные состояния элементов для изображаемого на схеме режима (процесса работы).

4. Взаимосвязанные по работе элементы УУ, изображаемые прямоугольниками, можно совмещать в группы; при этом управляющий сигнал подводится к верхнему прямоугольнику.

5. Для обозначения команд между отдельными элементами УУ или элементами и процессами служат линии связи.

6. Стрелки на линиях связи указывают направление процесса, т. е. направление передаваемых сигналов. Стрелки не показывают, если направление процесса поступает на элемент с символом логической функции слева направо по ГОСТ 2.743—72.

7. Как правило, схему процесса работы нужно изображать так, чтобы последовательность поступления команд (сигналов) происходила слева направо и сверху вниз. При большом числе элементов УУ и действующих на них сигналов допускается часть элементов с соответствующими сигналами переносить в начало чертежа.

Первый уровень описания, называемый структурной схемой процесса (рис. 21), дает самое общее представление об АФ станка в автоматическом режиме. В нем рассмотрен цикл, начиная с загрузки детали автооператором, для чего от командного элемента поступает соответствующая команда. После установки детали на станок следует команда на зажим ее приспособлением, после чего закрывается ограждение. Эта операция выдает распоряжение на обработку детали на станке. Окончание обработки выдает команду на открывание ограждения, и, когда оно откроется, следуют команды на разжим детали и ее разгрузку автооператором. Окончание автоматического цикла работы станка обеспечивает выдачу соответствующей команды на начало нового цикла. Обязательным условием для него является нахождение соответствующих механизмов в исходных положениях.

Таким образом, структурная схема содержит сведения о начальном состоянии УУ для приведенного (автоматического) режима и последовательность работы функциональных частей (механизмов) станка, чему соответствуют определенные подрежимы. Процесс работы каждой функциональной части на этом

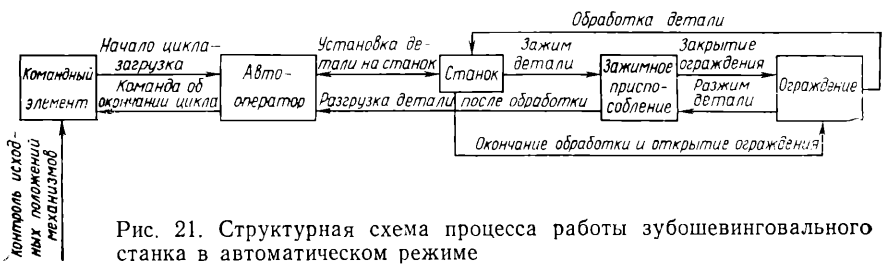


Рис. 21. Структурная схема процесса работы зубошевинговального станка в автоматическом режиме

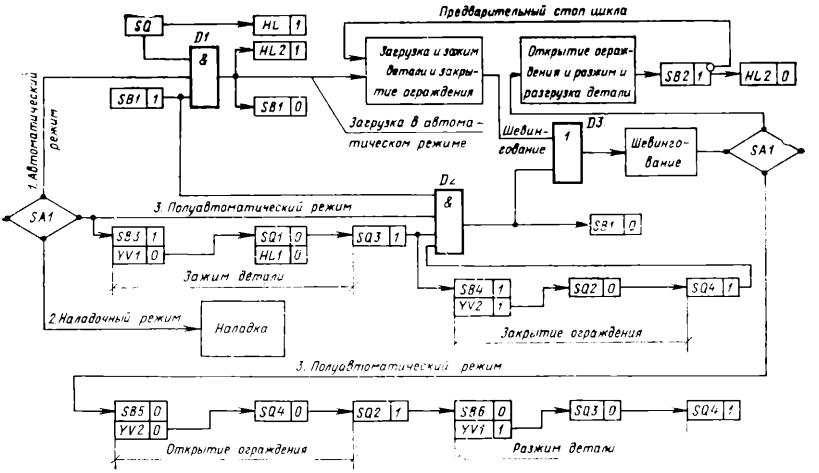


Рис. 22. Функциональная схема процесса управления зубошевинговальным станком:

HL1, HL2 — лампы сигнализации; *SA1* — переключатель режимов; *SB1... SB6* — нажимные кнопочные выключатели; *SQ* — блок путевых переключателей контроля исходных положений механизмов станка (см. рис. 21); *SQ1 ... SQ4* — путевые переключатели; *YV1... YV2* — электромагниты гидрораспределителей

уровне иерархии представляется в виде «черного ящика», содержащего только наименование (например, «автооператор», «зажимное приспособление», «ограждение»), и входных и выходных команд.

Следующий уровень описания представлен функциональной схемой управления только станком без вспомогательных механизмов (рис. 22). В ней дано описание начального состояния станка, последовательностей управляющих воздействий на элементы управления выбора заданных режимов работы УУ и логические условия (блокировки) на работу в целом. Выбор режимов осуществляется переключателем SA1 (ромб по ГОСТ 19.003—80).

Для реализации автоматического режима соответствующие механизмы станка должны находиться в исходных положениях (что контролируется блоком *SQ*), переключатель *SA1* должен выдавать соответствующую команду и кнопочный выключатель *SB1* нажат. Тогда реализуется логическая функция *D1* (&-конъюнкция) для начала автоматического цикла с загрузки и зажима детали на станке и закрытия ограждения. Окончание этих операций включает станок для обработки (шевингования) детали. Команда, поступившая после окончания работы станка, вызывает открывание ограждения, разжим детали и ее разгрузку со станка. Завершение этих операций приводит станок в исходное состояние. Поэтому, если к этому моменту не будет нажат кнопочный выключатель *SB2* (он может быть нажат в любой момент работы станка) — «предварительный стоп», автома-

тический цикл повторится, т. е. начинается загрузка станка новой деталью.

В полуавтоматическом режиме шевингование начинается воздействием на кнопочный выключатель *SB1* после зажима детали и закрытия ограждения соответственно кнопочными выключателями *SB3* и *SB4*. Аналогичным образом происходят открывание ограждения и разжим детали по окончании шевингования кнопочными выключателями *SB5* и *SB6*. Условием начала шевингования в полуавтоматическом режиме является логическая сумма *D2* (конъюнкция) сигналов, поступивших от кнопочного выключателя *SB1*, элементов, контролирующих окончание зажима детали и закрытие ограждения, и переключателя *SA1*.

Функциональная схема процесса дает АФ УУ станка, где АФ некоторых операций (подрежимов) также показаны в виде «черных ящиков». Развернутое описание АФ для них составляет третий уровень описания. Пример соответствующего описания АФ для операций загрузки станка деталью, ее зажима и закрытия ограждения приведены на рис. 23.

Загрузка начинается командой (она соответствует команде, поступающей от конъюнктора *D1* (на рис. 22) на электромагниты гидрозолотников *YV3* и *YV4*, что приводит к повороту автооператора для приема детали из магазина. При этом освобождается путевой выключатель *SQ5*, а по окончании поворота нажимается путевой выключатель *SQ6*. С выдержкой времени 0,5 с (от реле времени *KT1*) включается электромагнит *YV5*, и независимо от наличия на штыре магазина деталей или их отсутствия начинается загрузка автооператора деталью из магазина.

При отсутствии детали нажимается путевой выключатель *SQ8* и переключаются электромагниты *YV6* и *YV5*, так что шток выдачи деталей отходит в исходное положение. Это положение контролируется путевым выключателем *SQ7*, по команде которого переключаются электромагниты *YV7* и *YV8*, происходит взвод механизма поворота магазина, а затем поворот магазина деталей. По окончании этой операции с помощью конечного выключателя *SQ9* через дизъюнктор *D2* поступает команда на включение электромагнита *YV5*, и начинается повторная загрузка детали в автооператор.

При наличии на штыре детали по окончании загрузки сработает реле давления *SP1* с одновременным отключением электромагнита *YV5*. С задержкой в 0,5 с от реле времени *KT1* переключаются электромагниты *YV4* и *YV3* и автооператор с деталью подводится вверх к станку. Если деталь не попадает в зацепление с шевером, нажимается путевой выключатель *SQ13* и включаются электромагниты *YV9* и *YV10*. В результате с выдержкой 0,5 с автооператор сначала отводится, а затем вновь подводится к станку. Такие перемещения продолжаются

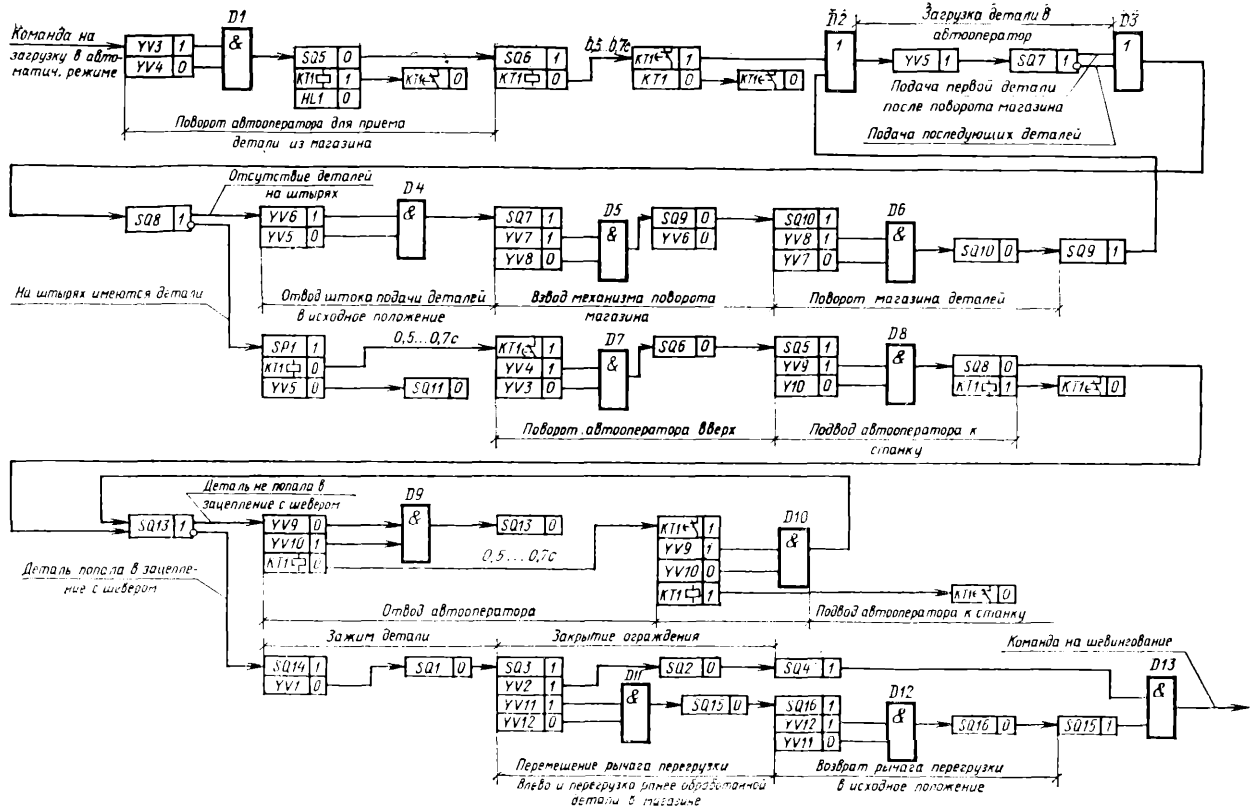


Рис. 23. Функциональная схема процесса управления загрузкой и зажимом детали зубошевинговального станка и закрытия ограждения:

HL1 — лампа сигнализации; *KT1* — реле времени; *SQ1*... *SQ16* — путевые переключатели; *SP1* — реле давления; *YV1*... *YV16* — электромагниты гидрораспределителей

до тех пор, пока деталь не войдет в зацепление с шевером, что контролируется путевым выключателем *SQ14*, который отключает электромагнит *YV1*, после чего происходит зажим детали. Его контроль осуществляется путевым выключателем *SQ3*; он переключает электромагниты *YV11*, *YV12* и *YV2*, которые вызывают закрытие ограждения и перемещение рычага перегрузки влево, так что происходит перегрузка ранее обработанной детали в магазин. Логическая сумма команд от *SQ4* и *SQ15* в конъюнкторе *D13* дает команду на шевингование.

Использование для обозначения включенных и отключенных состояний элементов УУ цифр 1 и 0, как это принято в теории релейно-контактных схем, облегчает переход от функциональных схем процессов к формулам структурных связей, имеющихся в АФ, а от последних к принципиальным электрическим схемам управления, реализуемым в УУ и используемым непосредственно при разработке других схем электрооборудования.

В УУ с более сложными режимами и операциями может быть большее число уровней описания. Тогда их детальные описания составляют четвертый и последующие уровни в общей иерархии, что в целом обеспечивает полное понимание функционирования рассматриваемого УУ.

Схемы процессов работы станков, приближая их графические начертания к изображениям реальных электрических принципиальных схем, обладают тем недостатком, что, как правило, они не показывают связи, существующие между имеющимися в электрооборудовании электрическими элементами и отдельными механизмами, сборочными единицами, которые обычно являются исполнительными органами станка.

Этот недостаток отсутствует у мнемонических схем, которые при разработке электрических схем позволяют реально представить все связи, действующие в станке, и расположение электрических, механических, гидравлических или пневматических органов управления или исполнительных механизмов, а в условиях эксплуатации облегчают поиск поврежденных механизмов или элементов.

Под мнемонической схемой следует понимать упрощенное графическое изображение некоторого объекта, на котором в относительно реальном пространственном соответствии показаны все имеющиеся на нем механизмы, сборочные единицы, элементы или органы управления. Для их изображения могут быть использованы регламентированные стандартами условные графические обозначения, контурные очертания изображаемых механизмов или элементов, приближенно напоминающие их внешний вид, а также указания в виде стрелок, показывающих направления действия соответствующих механизмов.

Изображение упоров на механизмах позволяет показывать условия, при которых механизмы действуют на соответствующие электрические или гидропневматические элементы управления

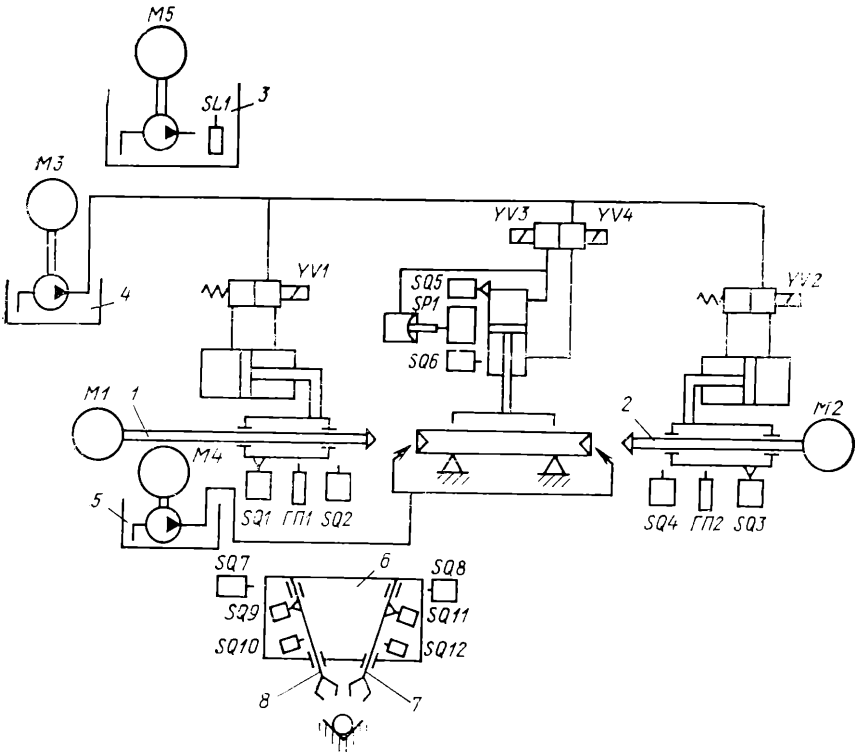


Рис. 24. Мнемоническая схема работы двустороннего центровального станка с манипуляторами:

1 — первая головка; *2* — вторая головка; *3* — гидростанция смазки пинолей; *4* — гидростанция привода механизмов; *5* — насос охлаждения; *6* — портальный манипулятор; *7* — рука загрузки; *8* — рука разгрузки; *ГП1, ГП2* — гидропилоты; *M1... M5* — электродвигатели; *SQ1... SQ12* — путевые выключатели; *YV1... YV4* — электромагниты гидрораспределителей

(например, путевые выключатели, гидропилоты). Показывая на этих схемах гидропневмораспределители и воздействующие на них электромагниты или пружины, можно определить характер работы таких распределителей (являются ли они двух- или трехпозиционными, с пружинным или электромагнитным возвратом и т. п.).

Таким образом, в совокупности мнемонические схемы обеспечивают возможность проследить наличие всех имеющихся на станках механизмов или узлов, а сопровождая их циклограммами или тактограммами, подобными тем, которые были рассмотрены выше, определить работу станка в различных режимах. Пример подобной мнемонической схемы для двустороннего гидрофицированного центровального станка, связанного с помощью портального манипулятора с транспортным механизмом, показан на рис. 24. Некоторые графические обозначения, при-

меняемые при изображении мнемонических схем, приведены в стандартах ЕСКД и отраслевых нормативных документах.

7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Основные требования к графическому оформлению электрических схем всех типов приводятся в Государственных стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и, в частности, в ГОСТ 2.701—76 и ГОСТ 2.702—75. Однако эти стандарты, охватывая основные требования, не содержат частные положения по графике электрических схем, которые являются характерными для различных отраслей промышленности и народного хозяйства. Поэтому многие ведомства и организации, в том числе машиностроительные, разрабатывают отраслевые стандарты (ОСТ), руководящие технические материалы (РТМ) или методические указания (МУ), которые ограничивают отдельные положения, излагаемые в Государственных стандартах, дополняют их некоторыми требованиями, получившими распространение и рекомендованными для применения в данной отрасли при разработке схем, а также регламентируют применение конкретных требований, если они в Государственных стандартах изложены в двух или нескольких вариантах. То же самое некоторых разъяснений и дополнений требуют ГОСТ 2.113—75 и ГОСТ 2.413—72.

С учетом этих соображений ниже рассмотрены только те вопросы и приведены те примеры схем, которые, по нашему мнению, не нашли достаточно четкого отражения или отсутствуют в соответствующих стандартах ЕСКД, но без которых схемы электрооборудования станков оказываются недостаточно полными и конкретными для монтажа, наладки или эксплуатации станков, автоматических линий и связанных с ними механизмов и агрегатов.

К основным документам, входящим в комплект конструкторской документации на электрооборудование станков, должны быть отнесены:

принципиальные схемы (шифр Э3) с перечнями элементов, а при необходимости также структурные (шифр Э1) и функциональные (шифр Э2) схемы;

схемы соединений (шифр Э4); если объем информации, помещенной на схеме, велик, целесообразно дополнительно разработать схемы подключения (шифр Э5) и общие (шифр Э6), а также электромонтажные чертежи (шифр МЭ);

схемы расположения элементов электрооборудования на станке и на его отдельных узлах (шифр Э7); например, в шкафах, блоках и пультах управления, на машинных агрегатах и пр., а также привязка этих узлов к станку с указанием места ввода внешних питающих линий связи;

таблицы с пояснениями пиктографической информации функциональных назначений механизмов и элементов управления, помещаемых на пультах или заводских табличках, содержащих общие сведения по электрооборудованию, заземлению и пр.;

руководство по эксплуатации электрооборудования (шифр РЭ), в котором кроме перечисленных схем приводят мнемонические схемы, диаграммы, тактограммы и (или) циклограммы работы станка, краткую характеристику входящих в электрооборудование элементов и устройств, сведения о системе питания электрооборудования и используемых напряжениях, о первоначальном пуске станка. Такое руководство должно содержать также сведения о главнейших блокировках, системе сигнализации и защиты, в том числе заземлении, и указания по мерам безопасности, предусмотренным в электрооборудовании. Если монтаж электрооборудования выполняют проводами, расцветка изоляции которых отличается от регламентированной нормативными документами, то руководство по эксплуатации должно содержать и такие сведения. Для электрооборудования, поставляемого в демонтированном виде, руководство целесообразно дополнить указаниями о порядке демонтажа электрооборудования на заводе-изготовителе для его транспортирования и о последующем монтаже на предприятии-потребителе:

ведомости покупного электрооборудования (шифр ВП); их разрабатывают в зависимости от характера, назначения или условий производства; при машинном учете подобный документ может быть не разработан.

Кроме того, комплект документации на электрооборудование станков может содержать инструкции или паспорта, характеризующие отдельные комплектующие изделия со сложными схемами (комплектные электроприводы, электронные, полупроводниковые или моторные реле времени, реле счета импульсов и пр.), получаемые от заводов-изготовителей.

Между всеми перечисленными документами должна быть установлена однозначная связь, которая позволяет быстро определять в них один и тех же элементы электрооборудования, устройства, линии связи или места их подсоединений.

Для изображения на схемах различных элементов электрооборудования или их частей, а также устройств следует применять условные графические обозначения, приведенные в соответствующих стандартах ЕСКД. Так как для некоторых элементов схем, приводимых в этих стандартах, в отдельных случаях даны разные варианты графических обозначений, в приложении 1 указано только одно, предпочтительное изображение. В нем же приведены обозначения таких элементов электрооборудования, которые находят достаточно широкое применение в схемной документации станочного электрооборудования, но отсутствуют в стандартах ЕСКД.

При отсутствии условных графических обозначений в стандартах ЕСКД или соответствующих отраслевых нормативных документах необходимое обозначение может быть построено разработчиком на основе элементарных (базовых) обозначений для отдельных частей элементов схем. Такие условные обозначения следует изображать с соответствующими пояснениями на свободном поле схемы (чертежа).

В схемах, выполняемых автоматизированным способом, могут быть применены условные графические обозначения элементов схем, построенные с использованием полного набора знаков, реализуемых алфавитно-цифровыми печатающими устройствами (АЦПУ), двухкоординатными графическими устройствами (ДГУ) или другими знакопечатающими устройствами. Начертания этих обозначений могут несколько отличаться от регламентированных стандартами ЕСКД или отраслевыми нормативно-техническими документами.

Для удобства пользования схемы и чертежи, входящие в комплекты конструкторской документации на электрооборудование станков, не должны превышать формат 24 (594×841 мм) согласно ГОСТ 2.301—68. В обоснованных случаях можно применять и бóльшие форматы. Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы без ущерба для ее наглядности и удобства пользования. Вся площадь листа, на котором изображена схема, должна, по возможности, быть равномерно заполнена графическими обозначениями, линиями связи, перечнем элементов (помещенным над основной надписью) и, если это необходимо, соответствующими разъяснениями или пояснениями.

Выбор наиболее рационального формата для конкретной схемы может быть произведен на начальных этапах его чистового вычерчивания, однако это требует определенного опыта у разработчика. При выборе формата схемы или чертежа целесообразно учитывать:

объем и сложность изображаемой схемы и необходимость помещения на ней нужной графической, иллюстративной или текстовой информации;

степень детализации данных, обусловленную назначением схемы;

условия хранения и пользования схемой при эксплуатации электрооборудования;

возможность внесения изменений;

особенности и возможность репродуцирования и (или) микрофильмирования технической документации;

возможность отработки и выполнения схем средствами вычислительной техники (машинным способом).

Для структурных, функциональных и принципиальных схем, а также схем расположения рекомендуется применять форматы 11...16. В исключительных случаях можно применять также

бо́льшие форматы, например 17...19 и более. Использование для таких схем форматов с кратностью по горизонтали 210 мм и вертикальным размером 297 мм облегчает брошюрование их в руководствах без горизонтальных перегибов листов, что снижает возможность повреждения листов со схемами при их неоднократном развертывании и свертывании и потери графической информации на перегибах в условиях эксплуатации. Если схемы выполняют на нескольких листах, следует, по возможности, стремиться к использованию листов одинаковых форматов; при этом желательно иметь уменьшенные форматы (предпочтительно формат 12), не считаясь с увеличением общего числа листов.

При вычерчивании схем и составлении перечня элементов (если его выполняют на отдельных листах) важным является правильное присвоение им шифров, указываемых в основных надписях чертежа. При выпуске для одного станка нескольких электрических схем определенного типа в виде самостоятельных документов каждой схеме присваивают обозначение станка и шифр схемы. К последнему после точки добавляют порядковый номер. Например:

ХХХХ.ХХ.000Э3 — схема электрическая принципиальная цепей питания;

ХХХХ.ХХ.000Э.1 — схема электрическая принципиальная силовых цепей;

ХХХХ.ХХ.000Э3.2 — схема электрическая принципиальная цепей управления 110 А;

ХХХХ.ХХ.000Э3.3 — схема электрическая принципиальная цепей сигнализации 6 В;

и т. д.

Если схему выполняют на нескольких листах, то каждому из них присваивают соответствующий номер. При этом линии связи, переходящие с одного листа на другой, как правило, следует обрывать за пределами изображения схемы и заканчивать стрелками. Под ними следует указывать соответствующую маркировку (рис. 25). Возле острия стрелки указывают адрес — номер зоны, листа или обозначения схемы, где будет расположено продолжение данной линии связи. В любом случае перед номером зоны ставится точка, а при переходе линии связи в другую схему (рис. 25, *в*) номера листа и зоны заключаются в скобки.

При вычерчивании схемы во избежание слияний линий при репродуцировании расстояния между соседними параллельными линиями связи независимо от принятых для них толщин должны быть не менее 3 мм.

При разработке схем рекомендуется также придерживаться следующих дополнительных правил:

для схем всех типов и перечня элементов, выполняемого на отдельных листах, в графе «Обозначение документа» после модели станка проставляются два знака «Х», а в графе «Наиме-

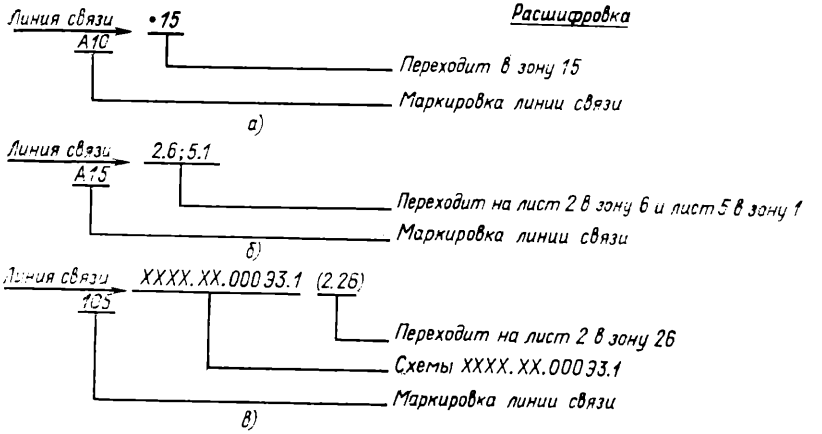


Рис. 25. Изображения переходов линий связи в другую зону *(а)*, на другой лист *(б)* или в другую схему *(в)*

нование изделия» записывается наименование станка (рис. 26, *а*);

если схема вычерчена на двух и более листах, для вторых и последующих листов нужно применять основные надписи с малыми размерами (рис. 26, *б*);

перечни элементов, выполняемые на последующих листах схемы или в виде самостоятельного документа, могут быть отпечатаны на пишущей машинке; при этом обозначение документа и наименование станка заполняют прописными буквами, а наименование документа — строчными. Для первого листа перечня, выполненного в виде самостоятельного документа, следует применять основную надпись большого размера (рис. 26, *в*), а для всех последующих листов, в том числе, если перечень является последующим листом схемы, — малого (рис. 26, *б*);

если таблицу соединений выполняют на отдельных листах, в шифр вводят букву «Т», например ХХХХ.ХХ.000ТЭ4; для первого листа используют основную надпись большого размера (рис. 26, *г*), а для второго и последующих — малого, причем нумерацию листов начинают с единицы;

при наличии в электрооборудовании станка нескольких сборочных единиц каждой из них следует присвоить номер (например, 30 и 31), который указывают в графе «Обозначение документа» (рис. 26, *д*, *е*);

если в комплект конструкторской документации на электрооборудование входит электромонтажный чертеж, выполняемый по ГОСТ 2.413—72, то ему присваивается шифр «МЭ» (рис. 26, *ж*);

для станков, у которых на электрооборудование составляют только одну сборочную единицу, такой сборочной единице при-

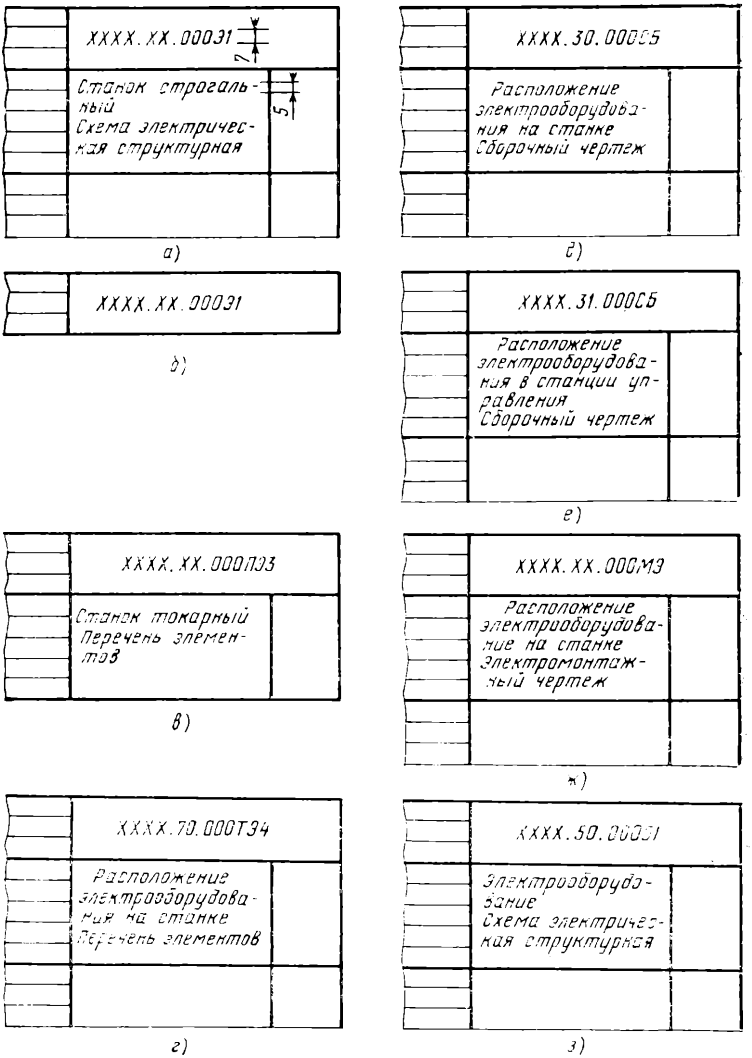


Рис. 26. Примеры заполнения основных надписей схем, чертежей и перечней элементов на электрооборудование станков

сваивают соответствующий номер (например, 50), а в графу «Наименование изделия» необходимо ввести слово «электрооборудование» (рис. 26, *з*);

для основных надписей следует, как правило, применять шрифты 7 и 5 по ГОСТ 2.304—68; меньшие шрифты можно применять тогда, когда упомянутые шрифты по каким-либо причинам не могут быть использованы; в любом случае для

наименования изделия следует применять шрифт на один размер меньший, чем тот, который используют для обозначения документа.

Принципиальные схемы

В электрических принципиальных схемах наиболее полно представлены все используемые в объектах (станках, автоматических линиях и их устройствах и установках) элементы. Такие схемы должны максимально обеспечивать соответствующее электрооборудование всеми необходимыми данными для монтажа и наладки его и понимания принципа работы. Эти схемы непосредственно применяют при монтаже электрооборудования (если его ведут без схем соединений, подключений или общих) и наладке; они являются основным эксплуатационным документом у потребителя при поиске неисправностей в элементах электрооборудования.

Наиболее часто в станкостроении на принципиальных схемах изображают силовые цепи, цепи управления, сигнализации и местного освещения. Из-за насыщенности элементами принципиальные схемы цепей управления являются наиболее трудоемкими. Такие схемы должны быть выполнены как можно тщательнее с тем, чтобы как при эксплуатации электрооборудования, так и при разработке по ним схем других типов (соединения и пр., в том числе электромонтажных чертежей) на них была представлена вся необходимая информация об использованных в электрооборудовании элементах, линиях связи, присоединительных выводах, маркировках цепей и позиционных обозначениях элементов.

В соответствии с ГОСТ 2.702—75 каждому элементу электрооборудования присваивают определенное позиционное обозначение. Оно является однозначным для каждого элемента, изображенного на любой из схем, выполненных для конкретного комплекта технической документации того или иного объекта.

Позиционное обозначение в общем виде состоит из комбинации букв латинского алфавита и арабских цифр. Его структура для любого элемента приведена на рис. 27, *а*, а пример обозначения для конкретного элемента схемы — на рис. 27, *б*. Полное буквенно-цифровое позиционное обозначение состоит из пяти групп (*0*, *1*, *2*, *3* и *4*), между которыми помещают квалифицирующие символы (=; ≠: +; —; :). Кроме того, третья группа делится на три подгруппы — *3А*, *3В* и *3С*. Латинские буквы в группах *1* и *2* и подгруппе *3А* характеризуют род (вид) элемента; ему присваивают буквенное позиционное обозначение (код) и выбирают его по приложению 2. Как правило, для групп *1* и *2* достаточным является применение одной латинской буквы; для подгруппы *3А* предпочтительным является использование двух букв.

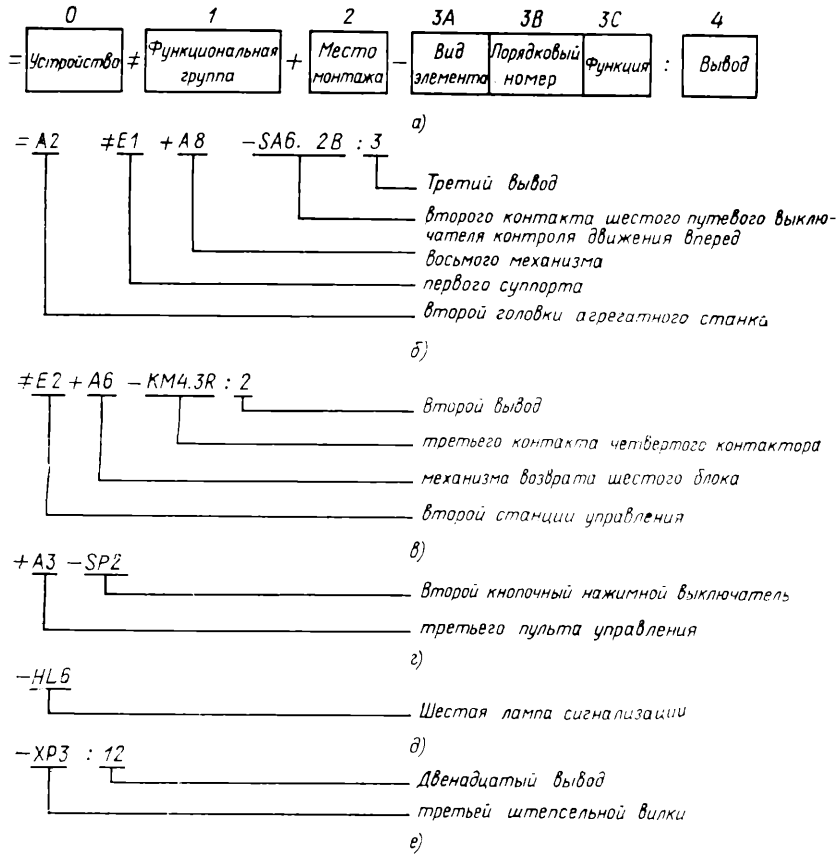


Рис. 27. Построение буквенно-цифровых позиционных обозначений:
а — структура полного позиционного обозначения; *б—е* — примеры полного и упрощенных позиционных обозначений

Подгруппа *3В* содержит порядковый номер, который:

определяет позиционное обозначение элемента (если не используются подгруппы *3А* и *3С*);

служит для различия буквенно-цифровых позиционных обозначений элементов, входящих в один род (например, двигателя, защитных аппаратов, контакторов и др.);

уточняет, используются ли буквы в подгруппе *3А* для обозначения рода элемента (одна или две буквы стоят перед порядковым номером, т. е. используют подгруппы *3А* и *3В*) или в подгруппе *3С* для определения его функционального назначения (одна буква стоит после порядкового номера, т. е. используют подгруппы *3В* и *3С*).

Для порядковых номеров, входящих в подгруппу *3В*, можно использовать цифры натурального ряда от 1 до *n*; определен-

ным группам элементов можно также присваивать некоторые группы порядковых номеров.

При вычерчивании электросхем разнесенным способом отдельные части элемента (например, контакты), изображаемые в разных местах (зонах) схемы, можно нумеровать. В этом случае в подгруппу *3В* вводят дополнительную цифру, характеризующую эту часть, отделенную от основной цифры точкой (например, цифра 2 в группе *SA6.2B* на рис. 27, *б* или цифра 3 в группе *KM4.3R* на рис. 27, *в*).

Подгруппа *3С* приводит буквенную информацию о функциональном назначении элемента. Выбор этой буквы осуществляется по приложению 3. Если в нем отсутствует требуемое разработчику функциональное назначение, он может использовать буквы, для которых такие назначения не определены (например, E, L или U).

В электрооборудовании станков использование полных буквенно-цифровых позиционных обозначений (рис. 27, *б*) элементов встречается крайне редко. Как правило, их применяют только в сложных установках с большой входимостью одних функциональных частей в другие (например, в тяжелых станках с несколькими станциями или пультами управления, каждый из которых собирается из отдельных блоков или панелей с аппаратурой). Для большинства же металлорежущих станков и даже автоматических линий является достаточным иметь упрощенные буквенно-цифровые позиционные обозначения, состоящие из групп *2* и *3* (рис. 27, *г*), или, еще чаще, только из подгрупп *3А* и *3В* (рис. 27, *д*). В то же время для таких многополюсных элементов, как штепсельные разъемы или переключатели целесообразно использовать группы *3* и *4* (рис. 27, *е*).

В полном позиционном обозначении использование квалифицирующих символов является обязательным. При наличии только одной группы *3* (рис. 27, *д*) или групп *3* и *4* (рис. 27, *е*) квалифицирующий символ — (минус) может быть опущен. Его следует помещать перед буквами позиционного обозначения только тогда, когда без него может быть неправильное толкование конкретного обозначения.

При присвоении согласно приложениям 2 и 3 одно- и двубуквенных обозначений (кодов) элементам электрооборудования следует учитывать следующие правила:

для элементов разных видов, входящих согласно приложению 2 в один род, однако отличающихся только своими конструктивными признаками (например, для пакетно-кулачкового и галетного переключателей или контактора и магнитного пускателя), должны быть использованы одинаковые одно- или двубуквенные обозначения;

составные части элемента (например, якорь и обмотки возбуждения машин постоянного тока, контакты и катушки реле

или контактора и т. д.) должны иметь одинаковые одно- или двубуквенные позиционные обозначения;

при отсутствии в приложении 2 необходимых для элементов двубуквенных обозначений они могут быть разработаны с учетом следующих соображений: для первой буквы следует использовать обязательную букву кода приложения 2 в зависимости от принадлежности конкретного элемента к его определенному роду; вторую букву выбирает разработчик из латинского алфавита; при этом полученное новое двубуквенное обозначение не должно дублировать обозначения, приведенные в приложении 2; новые буквенные обозначения не должны содержать буквы I и O (схожие с цифрами, что может вызвать неправильное толкование позиционного обозначения) и сочетания из букв: PE, PU, PEN, TE, TN и TT (эти сочетания регламентированы стандартами МЭК для определения систем питания в электросетях и обозначения различных защитных устройств, в том числе систем заземления);

если используют буквенно-позиционные обозначения, отсутствующие в приложении 2 или соответствующем отраслевом нормативно-техническом документе, такие обозначения необходимо поместить с определенными разъяснениями на свободном поле принципиальной схемы.

Для позиционных обозначений следует применять прописные буквы и основной шрифт с размером, выбранным по ГОСТ 2.304—68, на размер бо́льшим, чем для маркировки линий связи.

Если на схеме имеется несколько однотипных элементов, принадлежащих одному аппарату или выполняющих одинаковые функции и расположенных на разных, но близко находящихся линиях связи, то им можно присваивать одно общее буквенно-цифровое позиционное обозначение.

Каждый элемент электрооборудования, по возможности, должен быть так изображен на принципиальной схеме, чтобы облегчалось выполнение по ней других схем, а иногда имелась возможность производить монтаж без схем соединений. Таким образом сокращается число листов комплекта конструкторской документации, снижается возможность появления ошибок и неувязок между отдельными схемами, входящими в данный комплект.

Для монтажа электрооборудования по принципиальным схемам находит применение система маркировки присоединительных выводов контактов и катушек большинства релейно-контактных аппаратов. Примеры маркировок некоторых электрических аппаратов приведены на рис. 28.

В основу этой системы положены следующие принципы:

а) выводам катушек аппаратов независимо от их вида и функционального назначения присваивают прописные латинские буквы *А* и *В* (рис. 28, *б*, *в* и *г*);

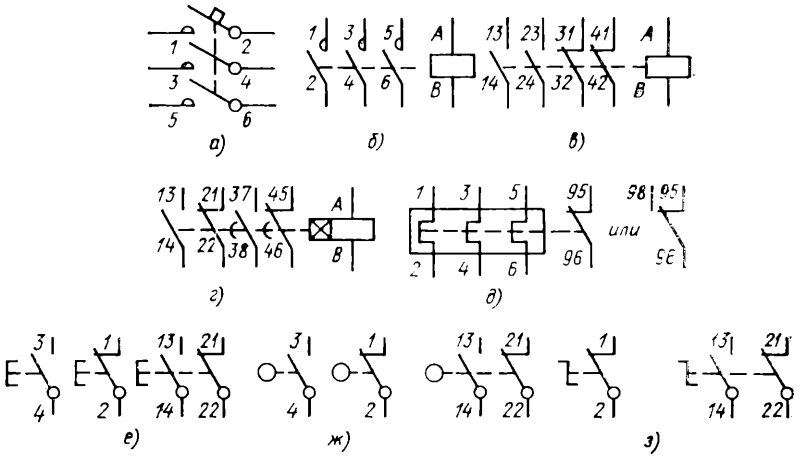


Рис. 28. Маркировки выводов релейно-контактных аппаратов:
а — автоматический выключатель; *б* — контактор; *в* — промежуточное реле или блок-контакты контактора; *г* — реле времени; *д* — электротепловое реле; *е* — кнопочный нажимной выключатель; *ж* — путевой переключатель; *з* — переключатель поворотный на два положения

б) всем замыкающим силовым контактам присваивают цифровые обозначения, начиная с *1*; при этом каждой паре четного и нечетного числа (*1* и *2*, *3* и *4* и т. д.) соответствуют выводы для одного полюса многополюсного аппарата (рис. 28, *а* и *б*), эти же цифры присваивают выводам нагревателей электротепловых реле (рис. 28, *д*);

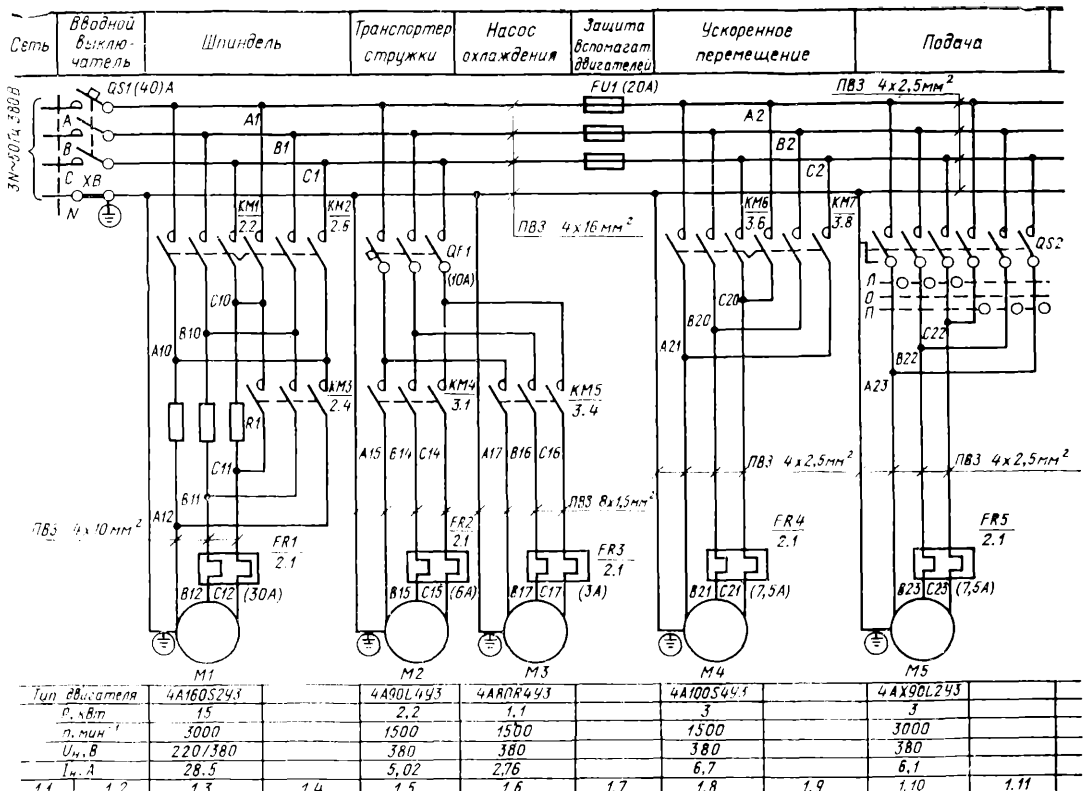
в) всем замыкающим и размыкающим контактам мгновенного действия, работающим во вспомогательных цепях (управления, сигнализации, измерения и т. д.), присваивают соответственно цифровые обозначения *3—4* и *1—2* (рис. 28, *в*, *г*, *е*, *ж*, *з*); замыкающим контактам с выдержкой времени присваивают цифровые обозначения *7—8*, а размыкающим — *5—6* (рис. 28, *г*); аналогично обозначают размыкающие контакты электротеплового реле (рис. 28, *д*); замыкающему контакту в переключающей группе такого реле присваивают цифру 8;

г) в многополюсные аппараты вводят дополнительную порядковую нумерацию расположения контактов в аппарате; например, у реле с двумя замыкающими и двумя размыкающими контактами, расположенными на аппарате так, как это показано на рис. 28, *в*, контакты обозначают соответственно числами *13—14*, *23—24*, *31—32* и *41—42*; по аналогии построены обозначения для контактов других аппаратов, изображенных на рис. 28, *г*, *е*, *ж* и *з*.

Использование такой маркировки выводов на принципиальной схеме рассмотрено ниже.

Как правило, элементы на принципиальных схемах, разрабатываемых для электрооборудования станков, вычерчивают

Рис. 29. Электрическая принципиальная схема силовых цепей трехфазного тока станка с многодвигательным приводом



Тип двигателя	4А160S2У3		4А90L4У3	4АР80В4У3		4А100S4У3		4АХ90L2У3	
P, кВт	15		2,2	1,1		3		3	
n, мин⁻¹	3000		1500	1500		1500		3000	
Uн, В	220/380		380	380		380		380	
Iн, А	28,5		5,02	2,76		6,7		6,1	
1.1 1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11

разнесенным способом. При этом графика вычерчивания силовых цепей отличается от графики, используемой при вычерчивании цепей управления, сигнализации или местного освещения.

В схемах силовых цепей целесообразно применять многолинейные изображения с питающими цепями, проложенными слева направо горизонтально от источника питания или вводного выключателя. Ответвления к потребителям изображают сверху вниз (рис. 29). Если не предполагается разрабатывать схему соединений (с шифром Э4), то возле линий связи рекомендуется указывать марку, количество и сечение используемых для них проводов.

Схемы силовых цепей следует также вычерчивать на форматах 11...16. На них кроме условных графических обозначений элементов и линий связи дают указания о функциональных назначениях таких элементов, их основные паспортные данные и нумерацию граф (строк), в которых их располагают.

Для цепей управления, сигнализации, измерения, местного освещения и других вспомогательных цепей следует также применять многолинейные изображения линий связи. В станкостроении находят применение два основных способа изображения таких цепей: с горизонтальным (рис. 30, *а*) и вертикальным (рис. 30, *б*) расположением линий питания и соответственно с вертикально и горизонтально расположенными между ними линиями связи, в которых размещены элементы управления (контакты, катушки, лампы и пр.). При вычерчивании цепей управления на схемах с форматами 11...16 следует применять способ изображения, приведенный на рис. 30, *а*; он получил преимущественное распространение в международной станкостроительной практике, постепенно вытесняя изображения, приведенные на

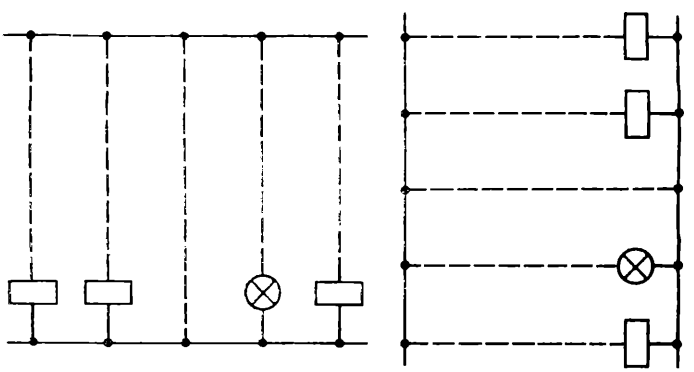


Рис. 30. Основные способы изображения цепей управления на принципиальных электрических схемах с горизонтальными *(а)* и с вертикальными *(б)* питающими линиями связи

рис. 30, *б*. Поэтому ниже рассмотрим только первый способ. При любом способе все катушки электромагнитных аппаратов, ламп или других потребителей цепей управления нужно подсоединять к одной из линий связи, а управляющие контакты — между такими катушками или лампами и другой линией связи. Для схемы, приведенной на рис. 30, *а*, рекомендуется катушки подсоединять к нижней линии связи и соответственно контакты коммутирующих аппаратов — к верхней.

Вычерчивая принципиальные схемы рассматриваемым способом, расстояния (шаги) между вертикальными графами (зонами) рекомендуется для силовых цепей принимать равными 40...60 мм, а для цепей управления, сигнализации и других вспомогательных цепей 15...35 мм. Эти расстояния могут быть увеличены, если из-за большого количества информации, помещаемой возле элементов управления, не может быть обеспечено достаточно четкое выполнение чертежа или надписей и их чтение. В любом случае необходимо выдерживать равные шаги по всей схеме, т. е. на всех листах, используемых для принципиальной схемы.

Как при вертикальном, так и при горизонтальном расположении линий связи, графы (зоны) и строки должны быть пронумерованы (рис. 31). Нумерацию целесообразно начинать на каждом листе схемы, входящей в данный комплект документации с первого номера, добавляя всякий раз перед очередным номером зон порядковый номер листа принципиальной схемы и отделяя оба числа друг от друга точкой (например, 6.20 обозначает зону № 20 на шестом листе принципиальной схемы). Нумерация листа может отсутствовать, если вся схема, в том числе ее силовые цепи и цепи управления, изображены на одном листе или контакты аппарата расположены на том же листе, на котором изображена его катушка.

Если нумерацию зон начинать с единицы на каждом листе неудобно, то можно принять и другую систему, в частности, сквозную по всем листам принципиальной схемы.

Нумерацию зон нужно проставлять под схемой над линиями основной рамки и основной надписи. Над последней элементы схемы изображать не рекомендуется: над ней следует помещать перечень элементов, таблицы, диаграммы, технические требования и прочую вспомогательную информацию, необходимую для разъяснения работы схемы или назначения используемых в ней элементов.

В дополнение к требованию ГОСТ 2.702—75 при таком способе вычерчивания принципиальных схем позиционные обозначения электродвигателей рекомендуется проставлять под их графическими обозначениями, а для катушек, ламп сигнализации и других вспомогательных элементов или их частей, используемых в схемах управления, сигнализации и пр., — под линиями их связи и нижними линиями питания.

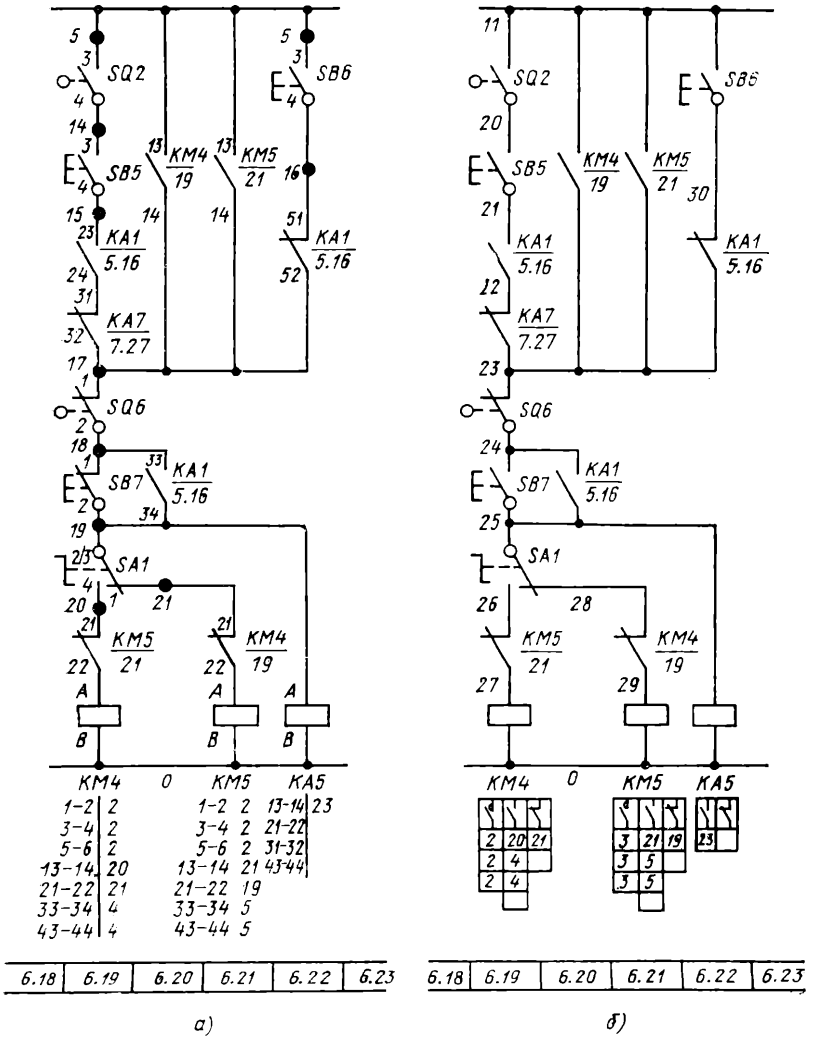


Рис. 31. Фрагменты выполнения схемы цепей управления:
а — с использованием аппаратов, имеющих фиксированную маркировку выводов; *б* — с использованием аппаратов без такой маркировки

Надписи или пиктографическую информацию, поясняющие функциональные назначения отдельных цепей управления, рекомендуется располагать над схемой под ее верхней рамкой, аналогично тому, как это делается для силовых цепей. Кроме того, возле органов управления и элементов сигнализации, устанавливаемых на пультах, следует привести в кавычках соответствующие краткие надписи или пиктограммы, разъясняющие их назначения.

При вычерчивании схем цепей управления согласно рис. 30, *б* катушки электромагнитных аппаратов, лампы и другие воспринимающие элементы должны быть подсоединены к правой линии питания, а управляющие контакты — слева от таких элементов, т. е. между ними и левой питающей линией связи.

Расстояния между горизонтальными строками (шагами, зонами) в таких схемах рекомендуется брать не менее 12...16 мм, нумерацию строк помещать слева от вертикального столбца схемы, а разъяснения о функциональных назначениях элементов или соответствующих цепей их питания — справа от них.

Схемы согласно рис. 31, *а* следует разрабатывать тогда, когда выводы аппаратов имеют фиксированные маркировки (например, см. рис. 28), выполнение схем соединений не предполагается, а монтаж объекта (станка, станции или пульта управления) будет осуществляться непосредственно по принципиальной схеме. В этом случае маркируют только линии связи, которые подсоединяют к внешним выводам (колодкам зажимов, штепсельным разъемам). Тогда маркировки помещают возле соответствующих графических обозначений присоединительных выводов, изображенных на линиях связи (например, линии связи с №№ 5, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 и 21).

Для обозначения зон, в которых работают контакты релейно-контактных аппаратов, под их катушками рекомендуется помещать таблицы с нумерацией и маркировкой контактов; последние располагают слева, а номера зон, в которых расположены соответствующие контакты, справа. Отсутствие номера зоны справа (например, для контактов 21—22; 31—32 и 43—44 у промежуточного реле КА5) свидетельствует о том, что они в схеме не использованы.

Схема, построенная согласно рис. 31, *б*, подлежит разработке тогда, когда упомянутая маркировка выводов отсутствует. В этом случае для монтажных работ должны быть выполнены схемы соединений, и каждой линии связи присваивают маркировки. Аналогично схеме, составленной согласно рис. 31, *а*, под катушками релейно-контактных аппаратов также помещают таблицы с нумерацией зон, в которых работают контакты данных аппаратов; при этом для обозначения главных, замыкающих и размыкающих контактов следует применять их графические изображения. Незаполненные клетки свидетельствуют о том, что данный контакт в работе схемы также не используется.

Если аппарат (например, промежуточное реле) имеет переключающую группу контактов, то на вертикальной линии, являющейся общей для клеток замыкающего и размыкающего контактов, проставляют точку.

Независимо от принятого разработчиком способа выполнения схемы (согласно рис. 31, *а* или *б*) каждое буквенно-цифровое позиционное обозначение контакта реле или контактора сле-

дует подчеркивать линией, указывая под ней графы (зоны), а также, если это необходимо, то и номера листов, в которых находятся катушки данных аппаратов.

При изображении многополюсных кнопочных выключателей, переключателей управления, путевых выключателей или других коммутационных аппаратов для упрощения чтения схемы целесообразно отдельные контакты, размещаемые в разных цепях, не соединять между собой линиями механических связей, а взамен них, на свободном поле схемы приводить схему присоединительных выводов аппаратов (в графическом представлении со стороны их внешнего монтажа), дополненную обозначениями номеров зон (граф, строк) и листов схемы, в которых такие контакты использованы. Если известна их маркировка, то ее следует помещать в скобках (рис. 32, *а*). При ее отсутствии возле выводов следует указывать маркировку линий связи, к которым данные выводы подсоединяют (рис. 32, *б*).

На свободном поле принципиальной схемы целесообразно также помещать таблицы, поясняющие исходные положения путевых выключателей (табл. 12) и работу многополюсных переключателей режимов (табл. 13).

Маркировки линий связи следует проставлять слева при их вертикальном расположении на схеме и под линией связи при горизонтальном расположении.

Присвоение маркировок отдельным участкам линий связи рекомендуется осуществлять с учетом следующих соображений:

а) в силовых цепях линии связи, подсоединяемые к электродвигателям, маркируют буквами фаз питаемой сети с дополнительной числовой нумерацией (см. рис. 29);

б) другие электрические цепи маркируют группами цифр, присваивая их определенным линиям связи в зависимости от

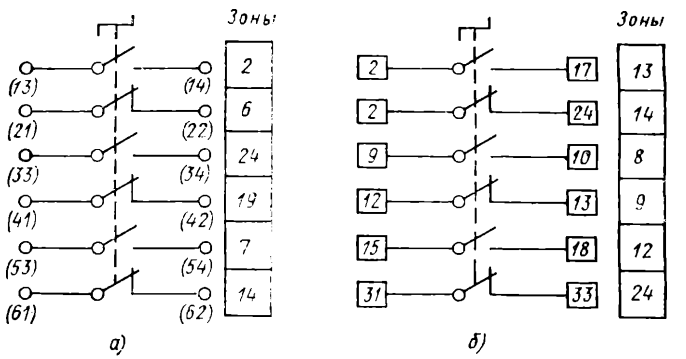
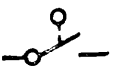


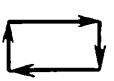
Рис. 32. Примеры вспомогательных схем, помещаемых на свободном поле принципиальной схемы:

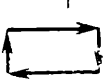
а — многоцепный поворотный выключатель с маркированными выводами; *б* — тот же аппарат, но без маркированных выводов

12. Исходные положения работающих в схеме путевых переключателей

Зона	Позиционное обозначение	Назначение	Исходное положение	Графическое обозначение
17	*SQ1*	Контроль окончания врезания	Отжат	
20	*SQ2*	Реверс стола после движения вперед	Нажат	
21	*SQ3*	Контроль аварийного хода стола	Отжат	
13	*SQ4*	Реверс стола после движения назад	Нажат	
8 — 14	*SQ5*	Контроль зажима стола	Отжат	

13. Работа переключателя режимов

Номер группы контактов	Положение рукоятки				Маркировка линии связи
	0				
1	—	×	×	×	4—5
2	—	×	—	—	7—8
3	—	—	×	—	101—112
4	×	—	—	—	24—25
5	—	×	—	—	33—34
6	—	—	×	—	42—43
7	—	×	—	—	42—49
8	—	—	—	×	4—6

Примечание: 0 —отключено;  —автоматический режим;

—полуавтоматический режим; —наладочный режим.

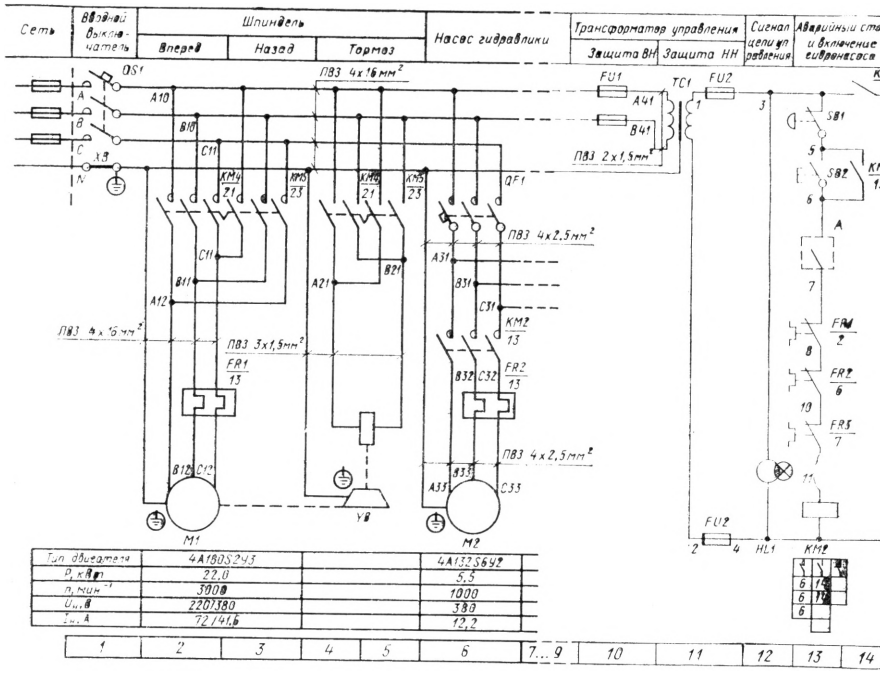
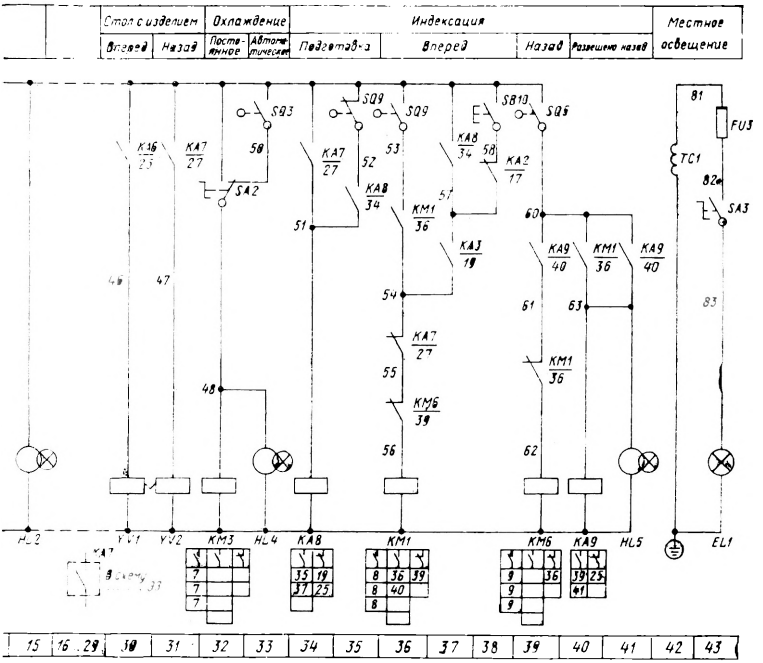


Рис. 33. Принципиальная схема электрооборудования станка с многодвига-

функционального признака (например, 1...100 — для цепей управления переменного тока 110 В; 101...250—для цепей управления постоянного тока 24 В и т. д.). В последовательном ряде цифр, используемых для маркировки линий связи, целесообразно делать пропуски (например, в каждом десятке пропускать цифры 3 или 9), а пропущенные цифры применять при исправлении схемы или во время наладки электрооборудования (если появится необходимость введения в него дополнительных элементов с соответствующими линиями связи), помещая их в участках линий связи с определенной группой цифр.

Если в цепях изображаемой схемы имеются элементы, входящие из других схем (например, от других агрегатов автоматической линии), то их следует помещать в штриховые рамки и им присваивать условные буквенные обозначения. При наличии элементов изображаемой схемы, работающих в цепях других схем, эти элементы следует изображать на поле схемы, помещать также в штриховые рамки и указывать адреса, где они должны работать.

Принципиальные схемы нужно обязательно снабжать перечнем элементов, который помещают над основной надписью на свободном поле схемы, в виде ее последующих листов или в виде самостоятельного документа (с шифром ПЭ). Запись элемен-



тельным приводом

тов в перечнях нужно выполнять по их буквенно-цифровым позиционным обозначениям в порядке, определенном расположением букв в латинском алфавите. Указывать государственный и отраслевой стандарты либо технические условия не следует.

Если элементам присвоены двубуквенные позиционные обозначения, то в пределах группы элементов с присвоенной им одинаковой первой буквы также нужно располагать в последовательности латинского алфавита.

Если в позиционных обозначениях имеются дополнительные индексы, относящиеся, например, к принадлежности к функциональной группе (в том числе к координатам *X*, *Y*, *Z* и т. д.), то элементы нужно записывать в перечне группами в алфавитном порядке буквенно-цифровых позиционных обозначений. В каждой группе с одинаковыми буквенными обозначениями элементы записывают в порядке возрастания присвоенных им номеров.

В перечне записывают сначала элементы, не имеющие в позиционном обозначении функционального обозначения, а потом уже, раздельно, элементы с учетом наличия такой группы. При повторениях информации для элементов ее можно вынести в заголовок.

Рассмотренные выше рекомендации дополняют основные

требования по выполнению принципиальных схем, приведенные в стандартах ЕСКД, и они могут быть использованы в комплектах технической документации на электрооборудование станков независимо от принятого для него разработчиком объема. В тех случаях, когда электрооборудование станка весьма просто, имеется только один электродвигатель (не считая насоса охлаждения) с комплектом соответствующей пусковой аппаратуры; в целях снижения объема схемной конструкторской документации целесообразно взамен принципиальной и других схем разрабатывать совмещенную схему, придерживаясь при ее выполнении рассмотренных выше рекомендаций.

Приме принципиальной схемы электроборудоания станка с многодвигательным приводом и цепями управления на напряжение 110 В, выполненной на одном листе, приведен на рис. 33.

По аналогии могут быть разработаны принципиальные электросхемы, в которых использованы элементы бесконтактной автоматики (рис. 34). В данном случае, принципы размещения пояснений функциональных назначений элементов, разбивка на зоны, их нумерация и размещение всей схемы на форматах 11...16 остаются теми же, что и рассмотренные выше для релейно-контактных схем.

Эти схемы можно изображать также без детальной расшифровки элементов, используемых для логических операций. В этом случае штриховую рамку, показанную на рис. 34, с изображенными в ней элементами нужно рассматривать как «черный ящик», который изображают в виде прямоугольника с подводимыми линиями связей от командных элементов и к исполнительным элементам.

Схемы соединений

Схемы соединений станков и их узлов и механизмов, станций, шкафов, блоков и пультов управления входят в комплект конструкторской документации для монтажа и наладки электрооборудования и его эксплуатации у потребителя. Их разрабатывают по принципиальным схемам и вносят в них все те элементы и устройства, которые относятся к данной установке (сборочной единице). При необходимости эти схемы дополняют изображениями монтажных элементов, которые на принципиальной схеме не показаны, например колодками зажимов, штепсельными разъемами, жгутами или группами линий связи. Им присваивают позиционные обозначения в соответствии с правилами, которые были рассмотрены выше.

Все элементы и устройства, как правило, изображают в виде условных графических обозначений, использованных на принципиальной схеме, только совмещенным способом, а марки-

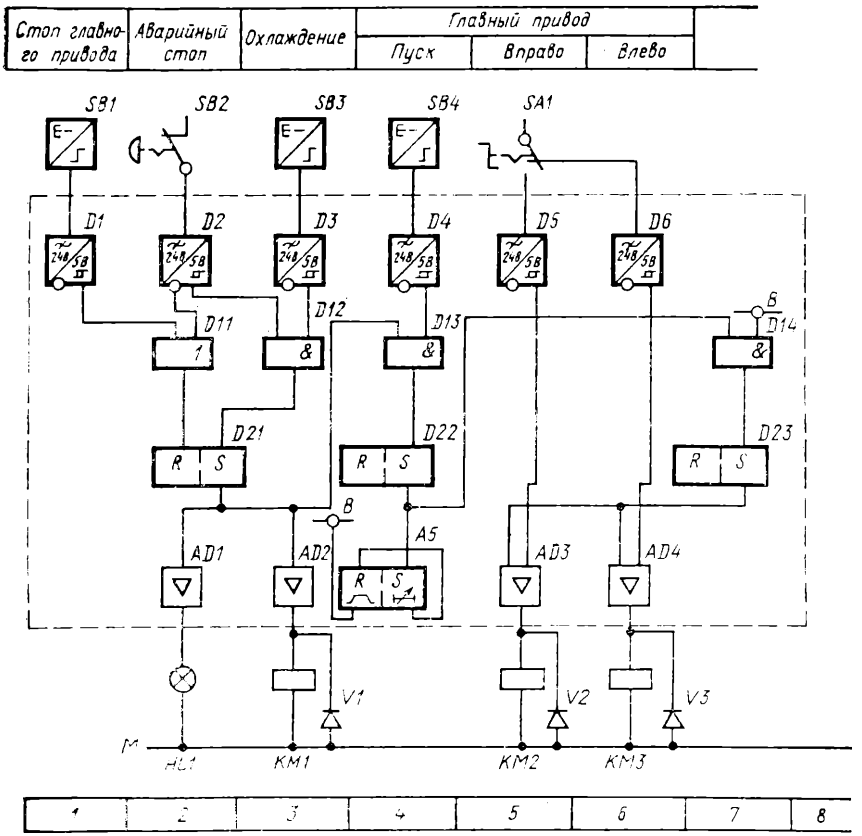
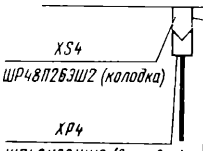


Рис. 34. Фрагмент электрической принципиальной схемы с использованием элементов бесконтактной автоматики

ровка линий связи должна полностью соответствовать маркировке, имеющейся на принципиальной схеме.

Для простоты начертания схемы соединения элементы с собственными электрическими схемами можно изображать в виде прямоугольников или контурных очертаний на плоскости монтажа с четким указанием мест присоединения внешних линий связи. Внешние очертания элементов изображают сплошными тонкими линиями.

Многополюсные монтажные элементы для внешних соединений (колодки зажимов, штепсельные разъемы), имеющие собственную маркировку, также рекомендуется изображать на схемах соединений упрощенно, без контактов и возле них помещать таблицы с маркировкой контактов и присоединяемых к ним линий связи, позиционные обозначения и их типы (рис. 35).



Маркировка			
Конт.	Линия связи	Конт.	Линия связи
1		14	90
2		15	87
3		16	86
4		17	79
5		18	74
6		19	70
7		20	69
8		21	68
9		22	67
10		23	65
11	Резерв	24	64
12	Резерв	25	63
13	148	26	54

Рис. 35. Упрощенное изображение многополюсного штепсельного разъема (штыри в закрепляемой части) на схеме соединений

Колодки зажимов на панелях управления, в разветвительных коробках или нишах должны иметь маркировки линий связи, соответствующие присвоенным им принципиальной схемой. Маркировки наносят на зажимах в последовательности, соответствующей порядку подсоединения к ним линий связи во время электромонтажных работ.

Перед разработкой схем соединений все электрооборудование необходимо разделить на устройства исходя из предположения, что элементы, входящие в каждое устройство, можно монтировать независимо от монтажа, осуществляемого на других устройствах. Поэтому для каждого устройства разрабатывают самостоятельную схему соединений, что облегчает поузловой монтаж электрооборудования.

К основным устройствам, на которые желательно разработать самостоятельные схемы соединений, относятся шкафы, панели, станции, блоки и пульты управления и конструктивные узлы станка с установленными на них элементами электрооборудования.

Схемы соединений электрооборудования, размещаемого в станциях, шкафах, блоках и пультах управления, отличаются от схем, показывающих соединения элементов электрооборудования, устанавливаемых непосредственно на станках, механизмах или их узлах. Первые разрабатывают с соблюдением примерных размеров (в соответствующем масштабе) панелей и монтируемых на них элементов. Расположение составных частей и выводов у элементов должно пространственно также примерно соответствовать тому, как они расположены в действительности. Для изображения присоединительных выводов целесообразно использовать прямоугольники, в которые записывают фиксированные маркировки выводов или маркировки подсоединяемых линий связи. Примеры таких изображений некоторых аппаратов показаны на рис. 36. Однако допускается изображать выводы элементов в виде кружков: контурных — для разборных соединений и контрастных (зачерненных) — для неразборных (например, если провод линии связи подпаивают).

Оба способа изображения элементов могут быть использованы также для схем соединений станков и его узлов. При

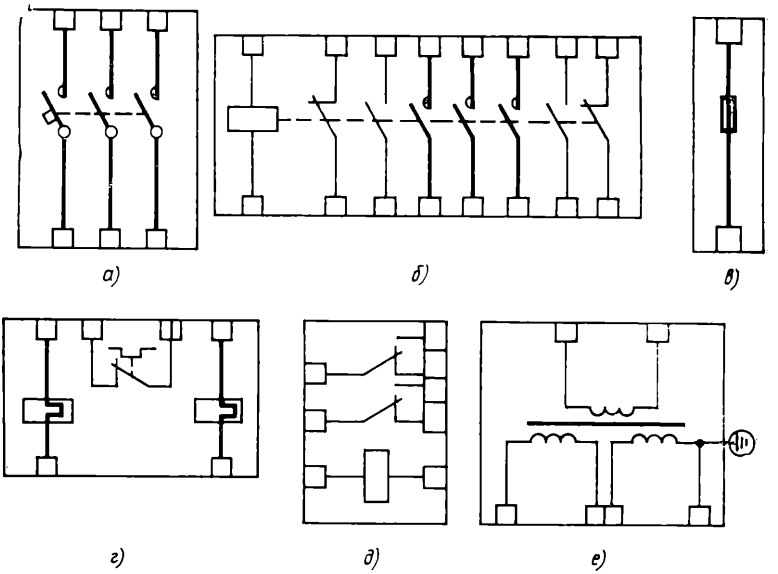


Рис. 36. Изображения совмещенным способом некоторых элементов на схемах соединений:
а — автоматический выключатель; *б* — магнитный пускатель; *в* — плавкий предохранитель; г — электротепловое реле; *д* — реле времени; *е* — трехобмоточный трансформатор управления

этом, однако, не соблюдают (даже примерные) масштабы в их изображениях.

На схемах соединений пультов управления возле условных графических обозначений органов управления и элементов сигнализации также следует помещать в кавычках надписи или пиктограммы, аналогичные тем, которые имеются на принципиальной схеме. Их помещают на панелях пультов. Возле схематических изображений элементов не следует проставлять технические данные, характеризующие их типы, токи плавких вставок предохранителей, уставки тока автоматических выключателей и пр. Эти данные приводят в перечне элементов принципиальной схемы.

Изображая линии связи (отдельные провода и их группы, жгуты, кабели), их марки, сечения, число жил, расцветку изоляции, в том числе способы монтажа (в коробах, металлических трубах или рукавах, резинотканевых оболочках и пр.), как правило, должны быть приведены в соответствующих таблицах. Такие данные могут быть показаны непосредственно возле изображений линий связи или их групп, только если все соединения данного устройства выполняют проводами или кабелями одной марки с одинаковыми сечениями и расцветками изоляции; в этом случае данные могут быть показаны также на свободном поле схемы в виде технических требований.

Применяя для монтажа вспомогательные материалы (изоляционную ленту, кабельные наконечники, припой и т. д.), технические требования на них, а также разъяснения по выполнению соединений, способам маркировки элементов и линий связи, требования к конструктивным частям устройств или другие данные можно указывать на поле схемы соединений.

Как правило, схемы соединений для панелей, блоков и пультов управления следует вычерчивать без изображений линий связи (проводов и их групп, жгутов или кабелей). Монтаж в этом случае выполняют по адресным таблицам соединений, которые разрабатывают одновременно со схемами (рис. 37). На таких схемах соединений трассы прокладывания линий связи устанавливают электромонтажники с учетом прокладывания линий связи кратчайшим путем между соединяемыми выводами установленных элементов.

Адресные таблицы соединений рекомендуется выполнять по форме, приведенной в табл. 14. В графу «Маркировка линий связи» в алфавитном порядке сначала заносят маркировки линий связи силовых цепей в порядке возрастания их номеров, а потом после пропуска нескольких строк — маркировки линий связи цепей управления, сигнализации, местного освещения и пр. также в порядке возрастания их номеров. В технически обоснованных случаях в таблицу можно вводить дополнительные графы (например, указывающие длину провода).

Позиционные обозначения соединяемых элементов записывают в таблицу соединений в порядке предполагаемого разработчиком рационального монтажа, считая, что однозначные линии связи прокладывают на панели управления от наиболее удаленных точек подсоединения и заканчивают присоединительными выводами колодок зажимов или штепсельных разъемов. Для

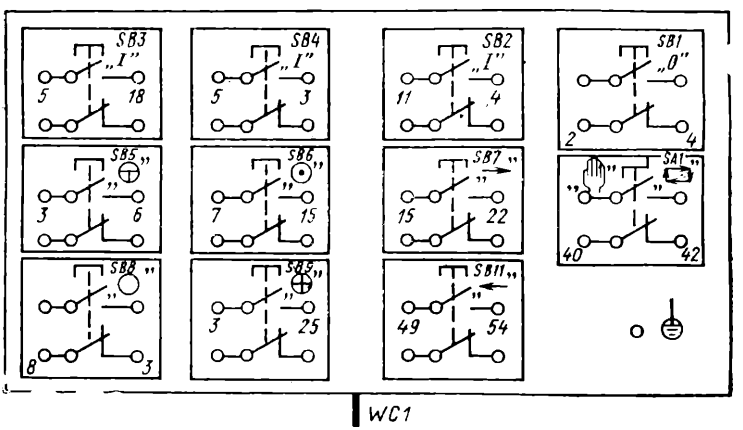


Рис. 37. Схема соединений пульта управления, выполненная для монтажа адресным способом

14. Таблица соединений пульта управления (см. рис. 37)

Маркировка линии связи	Позиционные обозначения соединяемых элементов	Данные провода: Марка	Данные провода: Сечение, мм²	Данные провода: Расцветка	Примечание
2	*SB1*; *WC1*	ПВ3	1,0	Красная	Монтаж в жгутах
3	*SB4*; *SB5*; *SB8*; *SB9*; *WC1*				
4	*SB1*; *SB2*; *WC1*				
5	*SB3*; *SB4*; *WC1*				
6	*SB5*; *WC1*				
7	*SB6*; *WC1*				
8	*SB8*; *WC1*				
11	*SB2*; *WC1*				
15	*SB6*; *SB7*; *WC1*				
18	*SB3*; *WC1*				
22	*SB7*; *WC1*				
25	*SB9*; *WC1*				
40	*SA1*; *WC1*				
42	*SA1*; *WC1*				
49	*SB10*; *WC1*				
54	*SB10*; *WC1*				
⏚	⏚ *WC1*		1,5		
				Зелено-желтая	
15	95	15	15	15	

185

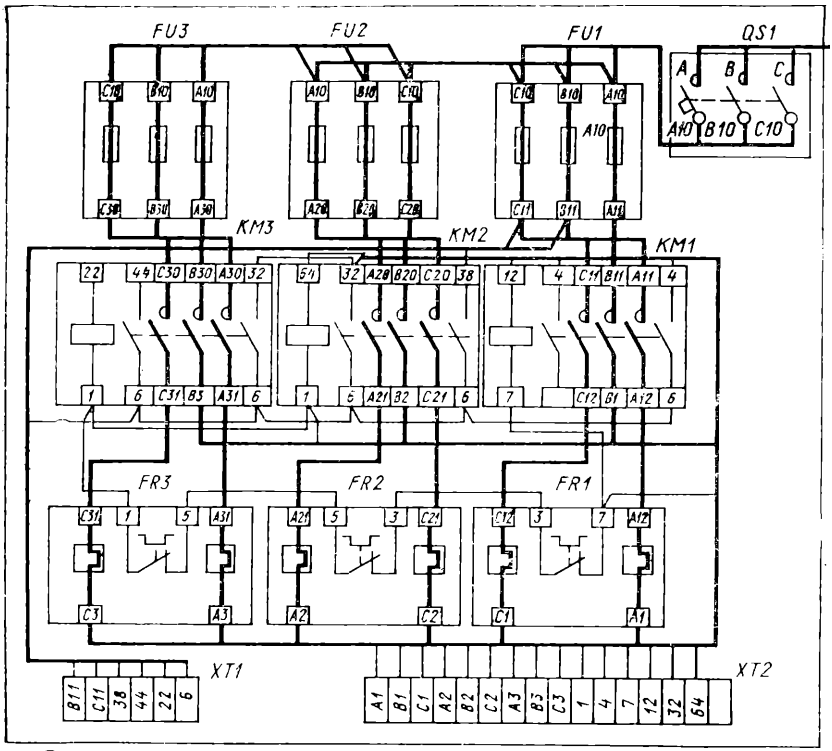


Рис. 38. Схема соединений панели управления с указанием трассы прокладываемых линий связи

нескольких присоединительных выводов на одном элементе, соединяемых линией связи с однозначной маркировкой, позиционное обозначение данного элемента повторяют в соответствующей строке таблицы столько раз, сколько подсоединений на нем должно быть выполнено.

Схемы соединений с указанием трасс прокладываемых линий связи обычно выполняют при относительной простоте соединений, малом числе монтируемых элементов, свободном просматривании линий связи между присоединяемыми выводами элементов, при серийном изготовлении устройств (сборочных единиц) или если важно точное расположение таких линий связи на монтируемом устройстве (рис. 38).

При разработке схем соединений необходимо учитывать определенные технические требования, характеризующие монтаж. К ним могут быть отнесены;

способ прокладывания линий связи (передний, задний, однорядный, многорядный, жгутовый, в перфорированных коробах, с перфорированными прокладками для Х-монтажа и т. д.);

15. Таблица технических данных проводов, монтируемых на панели управления (см. рис. 38) (ширина вертикальных колонок слева направо 110, 15, 15, 15 мм, общая ширина таблицы 185 мм)

Маркировка линии связи	Данные провода			Примечание
	Марка	Сечение, мм²	Расцветка	
A10; B10; C10;	ПВ3	4	Черная	
A11; B11; C11; B12; C12; A1; B1; C1		2,5		
A20; B20; C20; A21; C21; A2, B2; C2; A30; B30; C30; A31; B31; A3; B3; C3		1,5		
1; 3; 4; 5; 6; 7; 12; 22; 32; 38		1,5	Красная	
44; 64				

конструкции панели, каркаса, блока с элементами схемы и линиями связи;

места расположения элементов схемы и их присоединительных выводов;

технические данные проводов, которыми монтируют линии связи; последние приводят либо в виде таблицы (табл. 15), либо в виде поясняющего текста на свободном поле схемы.

Линии связи на схемах соединений изображают сплошными линиями разной толщины: для силовых цепей — основными s и для вспомогательных — тонкими $^1/_2\,s$. Ответвления от групп линий связи также должны быть изображены линиями соответствующей толщины.

Рабочие контакты и относящиеся к ним присоединительные выводы элементов, расположенные в разных плоскостях, изображают на схемах соединений, руководствуясь следующим соображениями:

присоединительные выводы составных частей элементов, расположенные в плоскости панели или блока, вычерчивают на схеме в том же порядке;

для выводов, расположенных в плоскости, перпендикулярной к панели или блоку, задние выводы следует изображать на схеме вверху, а передние — ниже изображения задних;

несколько вертикально расположенных рядов с составными частями и присоединительными выводами вычерчивают так, как это описано выше: задние — вверху, а передние — внизу и так,

чтобы было примерное представление об их действительном расположении в элементе.

Элементы, устройства и линии связи следует изображать со стороны, на которой помещены присоединительные выводы и осуществляется их соединение. Присоединение линий связи допускается осуществлять только на присоединительных выводах релейно-контактных элементов, устройств или на колодках зажимов и штепсельных разъемах. Это положение не распространяется на блоки с радиотехнической, электронной и полупроводниковой аппаратурой, аппаратами автоматики и связи и другими малогабаритными элементами. К ним линии связи можно подпаивать как к смежным выводам элементов, так и к промежуточным точкам других эквипотенциальных линий связи.

Для большинства элементов, монтируемых на панелях, блоках и пультах управления, в нормативно-технических документах указывают максимальное число линий связи, которое может быть подсоединено к соответствующим выводам. При отсутствии ограничений, число линий, подсоединяемых к релейно-контактным аппаратам, не должно превышать двух-трех.

При панелях достаточно больших размеров с большим количеством разнообразных элементов поиск во время монтажа или в условиях эксплуатации таких элементов по их позиционным обозначениям оказывается весьма затруднительным. В этих случаях целесообразно каждому элементу дополнительно присвоить порядковый номер, устанавливаемый рядом последовательных чисел, начиная с единицы. Их присваивают по рядам расположенных на панели элементов, начиная слева направо и сверху вниз. Таким образом, каждый элемент будет иметь двойное обозначение, помещаемое обычно в окружности над элементом или рядом с ним и имеющим вид дроби: числителю соответствует порядковый номер элемента на данной панели, а знаменателю — его позиционное обозначение, присвоенное принципиальной схемой. Эти порядковые номера записывают вместо позиционных обозначений в соответствующие графы таблиц соединений (см. табл. 14).

Любые таблицы соединений, помещаемые на схемах соединений или выполняемые на отдельных листах, нужно заполнять сверху вниз.

В практике монтажа панелей, и в особенности блоков управления, распространен двусторонний монтаж, когда элементы (аппараты, приборы и отдельные монтажные изделия) вместе с линиями связи устанавливают на обеих сторонах, а отдельные линии связи переходят с одной стороны панели на другую. Для

Рис. 39. Изображения переходов линий связи с одной стороны панели на другую:
а — с задней стороны на переднюю; *б* — с передней стороны на заднюю

таких панелей следует выполнять две самостоятельные схемы, каждую для своей стороны панели, а провода, переходящие с одной стороны на другую, заканчивать стрелками (рис. 39). Желательно эти обе схемы изображать на одном листе. Если же их изображают на двух листах, то они должны иметь один порядковый номер с указанием на листах «Л1» и «Л2».

Для многополюсных многоцепных переключателей управления изображения контактов должны соответствовать принятым на принципиальной схеме; располагают их относительно друг друга на плоскости схемы аналогично тому, как это описано выше для элементов с выводами, расположенными в разных плоскостях. На схемах соединений должны быть показаны все составные части элементов, в том числе те, которые не использованы в электрооборудовании и, следовательно, не изображенные на принципиальной схеме.

На схемах соединений станков, механизмов или их узлов все линии и группы связи, элементы, устройства и монтажные изделия, расположенные на различных поверхностях станка или внутри него, следует изображать в плоскости вычерчивания схемы. Здесь их изображают так, как-будто они развернуты относительно некоторой центральной поверхности по совпадению с нею в плоскости схемы.

Центральной поверхностью может быть выбрана любая поверхность устройства и вокруг неё выполняют развертку. Все же для нее рекомендуется выбирать поверхность с наибольшим числом элементов и линий связи. Поверхности, не имеющие общие грани с центральной, следует разворачивать вместе с любой из сопряженных поверхностей. При этом следует стремиться к тому, чтобы были показаны те стороны, к которым имеется доступ для подвода внешних линий связи.

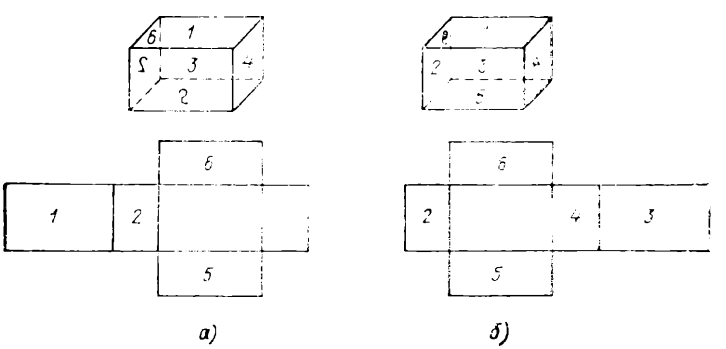


Рис. 46. Развертка поверхностей для изображения схем соединений станков, механизмов или узлов:
а — наружная (относительно поверхности *3*); *б* — внутренняя (относительно поверхности *1*)

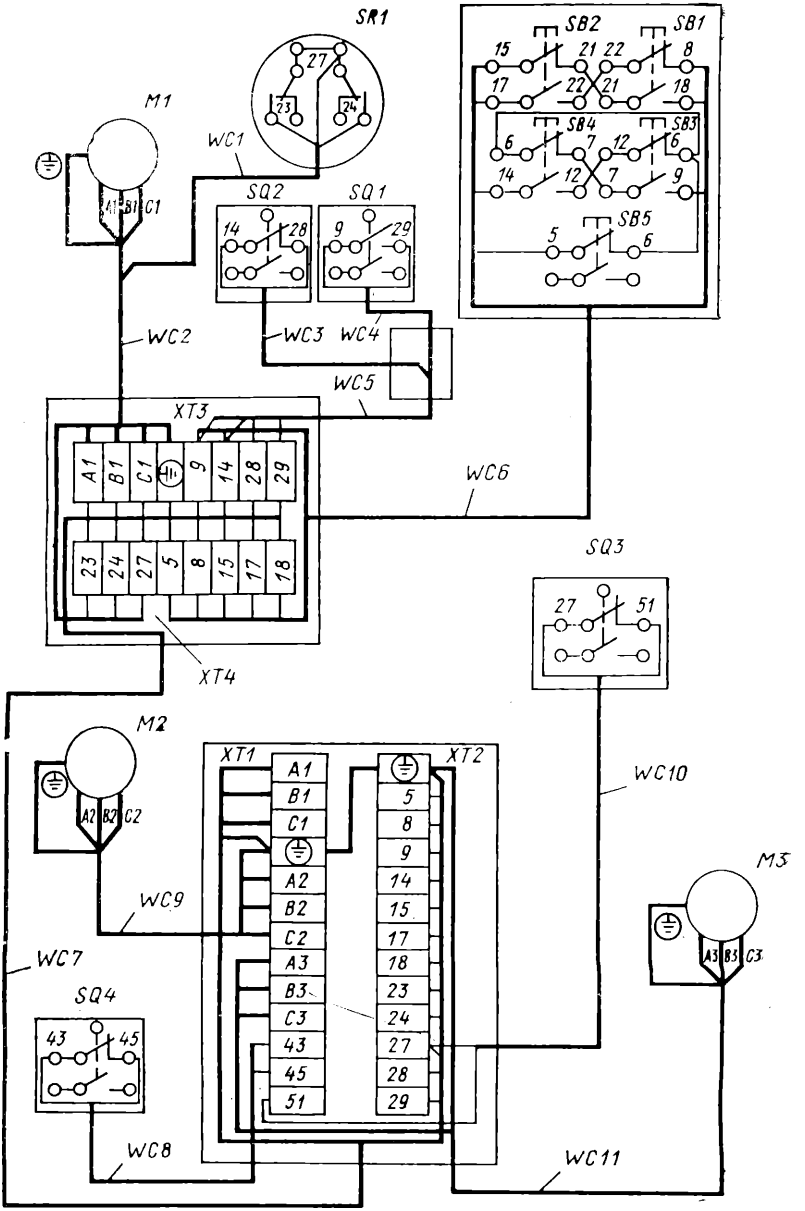


Рис. 41. Схема соединений электрооборудования станка

Для схем соединений станков можно использовать два вида разверток поверхностей с установленными на них элементами: наружную и внутреннюю (рис. 40).

При наружной развертке (рис. 40, *а*) поверхности, сопрягаемые с выбранной центральной поверхностью, поворачивают относительно граней сопряжения схемы соединения. Ее целесообразно применять, когда на схеме соединений изображают элементы и изделия, имеющие переднее присоединение линий связи на внешних поверхностях или когда они, а также группы линий связи размещены на наружных поверхностях корпусных деталей станка и его механизмов.

При внутренней развертке (рис. 40, *б*) поворот поверхностей относительно граней сопряжения производят до совпадения внутренних поверхностей с плоскостью изображения на схеме соединения. Ее следует использовать для схем соединений при установке элементов электрооборудования во внутренних плоскостях корпусных деталей станка и его механизмов или в нишах. Поворотные дверцы с расположенными на них элементами следует разворачивать на схемах внутренней стороной наружу (по способу внутренней развертки) вокруг осей их поворота, а съемные крышки можно разворачивать в любую сторону относительно центральной поверхности.

Если на одной поверхности расположены элементы разного монтажного исполнения, то схемы соединений изображают с учетом преобладающих элементов, а элементы других исполнений должны быть развернуты вокруг вертикальной оси и показаны в зеркальном изображении.

Отдельные устройства станка с установленными на них элементами электрооборудования (в том числе съемные, подвижные, отдельно стоящие и т. д.) должны быть обведены тонкой штрихпунктирной линией толщиной $^1/_2s$, а каждый элемент, входящий в устройство или установленный отдельно, — сплошной тонкой линией, также толщиной $^1/_2s$. Если их схемы просты (например, двухполюсные кнопочные выключатели или сигнальные арматуры на пультах управления), механические связи между отдельными частями достаточно ясны и отсутствует возможность неоднозначного понимания их составных частей, их можно не обводить (рис. 41).

Данные линий связи (их маркировка, сечение и расцветка изоляции используемого провода) указывают в таблице соединений (табл. 16) и проставляют в строках в порядке возрастания номеров. Сначала записывают маркировки линий связи для силовых цепей, а затем всех вспомогательных цепей (цепей управления, сигнализации, местного освещения и т. п.). Резервные провода проставляют после основных (силовых, вспомогательных) маркировок последовательным рядом цифр с добавлением впереди прописной буквы «Р» (например, Р1, Р2 и т. д.). В такую таблицу могут быть введены также дополнительные графы, например, указывающие длину линий связи.

Если все линии связи или их абсолютное большинство имеют одинаковые данные (марки проводов или кабелей, их сече-

16. Таблица для схемы соединений станка (см. рис. 41) (ширина вертикальных колонок слева направо 15, 95, 15, 15, 15 мм, общая ширина таблицы 185 мм)

Маркировка группы линий связи	Маркировка линий связи	Данные провода			Примечание
		Марка	Число жил×сечение, мм²	Расцветка	
WC1	23; 24; 27	ПГВ, ПВ3	3×1	Красная	ТГ10
WC2	A1; B1; C1		3×2,5	Черная	ТГ20
			1×2,5	Зелено-желтая	
	23; 24; 27		3×1	Красная	
WC3	14; 28		2×1		ТГ10
WC4	9; 29		2×1		ТГ10
WC5	9; 14; 28; 29		4×1		ТГ15
WC6	5; 8; 9; 14; 15; 17; 18; P1		8×1		ТГ15
WC7	A1; B1; C1		3×2,5	Черная	РМ20
			1×2,5	Зелено-желтая	
	5; 8; 9; 14; 15; 17; 18; 23; 24; 27; 28; 29; P1; P2		14×1	Красная	
WC8	43; 45		2×1		РМ11
WC9	A2; B2; C2		3×1	Черная	ТГ10
			1×1,5	Зелено-желтая	
WC10	27; 51		2×1	Красная	ТГ10
WC11	A3; B3; C3		3×1	Черная	РМ11
			1×1,5	Зелено-желтая	

ния, цвет изоляции), то такие технические данные могут быть приведены на поле схемы, и тогда таблицу соединений не составляют. При простом электрооборудовании данные проводов можно указывать на линиях связи.

Элементы электрооборудования, входящие в устройства, следует ориентировать на схеме соединений:

по признаку установки; например, электрические машины должны быть ориентированы по положению коробки выводов или коллектора;

по условиям подсоединения линий связи или их групп.

Для электрических машин на схемах соединений можно изображать вместо графического обозначения коробку выводов со всеми имеющимися в ней присоединительными выводами, а если это необходимо, также соединения между ними и их заводские маркировки. Для машин постоянного тока желательно изображать также входящие в них элементы (якорь, обмотки возбуждения), соединяя их с соответствующими присоединительными выводами в коробке выводов (рис. 42).

Линии связи, соединяющие отдельные части элементов или сами элементы, для вспомогательных цепей, не выходящие за внешние очертания устройств, следует изображать сплошными тонкими линиями толщиной $^1/_2s$, а для силовых цепей — сплошными основными линиями толщиной s. Группы линий связи (многожильные кабели, металлорукава или трубы с проложенными основными линиями s.

Группы линий связи (многожильные кабели, металлорукава или трубы с проложенными в них проводами, жгуты и пр.), выходящие за пределы устройств, следует изображать сплошными основными линиями толщиной также s. Каждой такой группе линий связи присваивают порядковый номер, который помещают у конца линии-выноски и соответствует номеру группы, используемой в таблице соединений. Порядковые номера группам линий связи следует присваивать в последовательности от периферии к центру и по часовой стрелке в плоскости расположения соединений.

Если составляют несколько схем соединений (каждая для определенного механизма или узла),то рекомендуется применять единую сквозную нумерацию групп линий связи в пределах электрооборудования всего станка, начиная с единицы.

На схемах соединений не следует изображать крепежные или конструктивные детали, необходимые для электромонтажа (гайки, фланцы, угольники, тройники и др.), а также давать указания о них в виде условных надписей или шифров. Все эти сведения следует приводить на сборочном или электромонтажном чертеже (МЭ) электрооборудования станка.

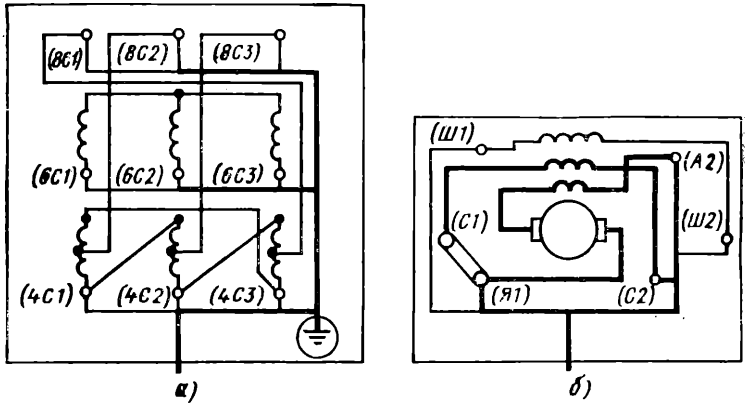


Рис. 42. Схемы соединений двухскоростного электродвигателя *(а)* и машины постоянного тока смешанного возбуждения *(б)*

Группы линий связи, проложенные по конструктивным деталям станка или его узлам, должны быть защищены от механических повреждений или вредных влияний внешней окружающей среды (масла, охлаждающей жидкости, стружки, пыли) защитными оболочками. Их указывают в графе «Примечание» таблицы соединений в виде условных буквенных обозначений (табл. 17) и дополняют указанием их размеров. При необходимости способы защиты можно указывать (также в виде условных буквенных обозначений) возле линий связи или приводить в технических требованиях.

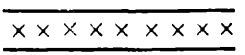
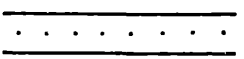
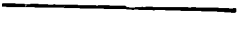
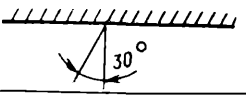
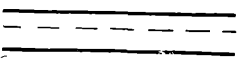
При монтаже электрооборудования с помощью заранее изготовленных жгутов, выполненных по чертежам согласно ГОСТ 2.414—75, номера чертежей указываются в графе «Примечание» таблицы соединений. Эта же таблица может быть дополнена другими графами, в которых указывают, например, требования к способам маркировки проводов, кабельным наконечникам и пр.

Если имеются разветвительные коробки, их следует изображать на схемах соединений контурными очертаниями из сплошных тонких линий толщиной $^1/_2$ *s*, пересекаемыми в соответствующих местах сплошными основными линиями толщиной *s*, для групп внешних линий связи.

Колодки зажимов в разветвительных коробках изображают в соответствии с их условными графическими обозначениями; они должны иметь маркировки присоединяемых к ним линий связи, нанесенные в соответствии с последовательностью, отражающей их действительное выполнение. Если колодки зажимов отсутствуют, то на схеме соединений должны быть показаны направления разветвлений групп линий связи в разветвительной коробке.

Специфические данные, которые могут потребоваться при монтаже электрооборудования на станке, целесообразно помещать на схеме соединений в виде технических требований. Они могут быть

17. Графические и буквенные условные обозначения видов защитных оболочек для групп линий связи, прокладываемых по станкам, их механизмам и узлам

Вид защитной оболочки или кабельное изделие	Условное обозначение	
	графическое	буквенное
Труба стальная		ТГ
Рукав металлический гибкий		РМ
Рукав резинотканевый		РР
Трубка резиновая		ТР
Трубка поливинилхлоридная		ТП
Шланг пластмассовый		ШП
Кабель многожильный		Указывают марку

дополнительными к тем, которые приводят на схемах соединений для панелей, станций, блоков и пультов управления. При необходимости в них могут быть включены ссылки на отраслевые или заводские технические требования (ТУ, СТП).

Схемы подключений

Схемы подключений, как правило, требуются в тех случаях, когда для станка, его механизмов или узлов имеются самостоятельные схемы соединений (рис. 43). Эти схемы необходимы также, если шкафы управления собирают из нескольких панелей или блоков, имеют комплектные приводы (например, тиристорные) или панели и блоки устанавливают на различных конструктивных элементах шкафов управления (собственно в шкафу, на его боковых стенках или дверях).

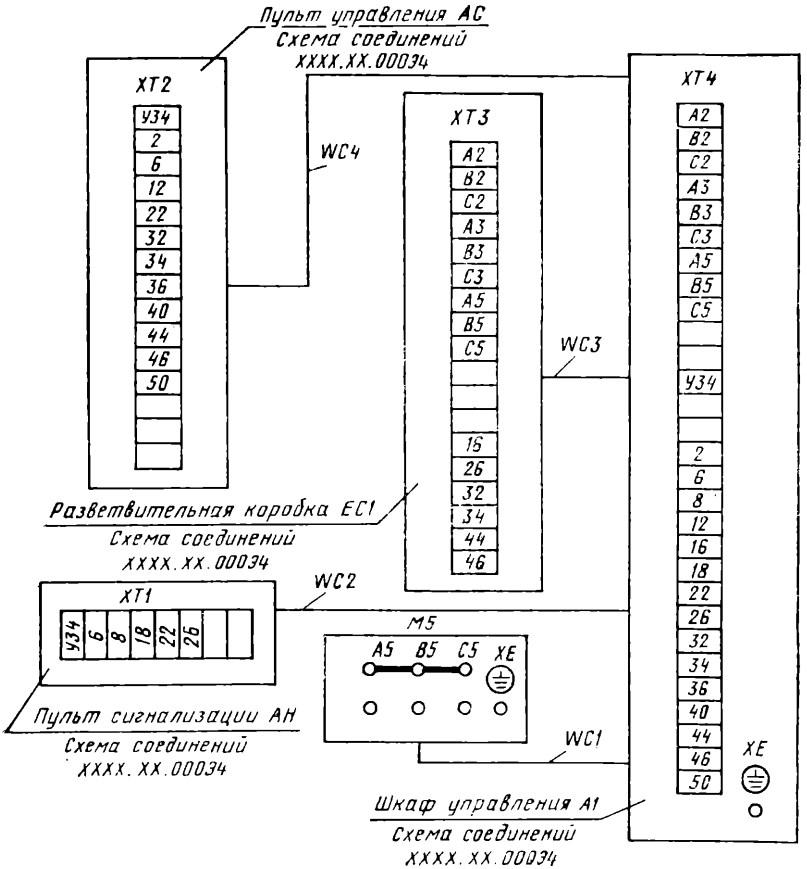


Рис. 43. Схема подключения электрооборудования станка к шкафу управления

Все сведения о монтируемых линиях связи, их группах или кабелях должны быть занесены в таблицу, форма которой может быть подобна той, которая приведена в табл. 16. Она может содержать также дополнительные графы; тогда размеры граф изменяют. Например, графа «Маркировка группы линии связи» может иметь размеры 40...60 мм, а графа «Маркировка линий связи» уменьшена соответственно до 65...45 мм. Обозначения и номера групп линий связи, проставляемые для изображающих их линий, в схеме подключений и в таблице должны быть идентичны.

Схемы подключений могут быть разработаны только в виде таблиц, без графических изображений элементов или их внешних очертаний, устройств и механизмов. Форма таблиц подключения в этом случае не установлена, но она должна обеспечивать

однозначное подключение групп линий связи ко всем элементам, устройствам, станочным механизмам или узлам.

Для исключения неправильного подключения внешних линий связи целесообразно для них или же для групп линий связи вводить в таблицу встречную маркировку, аналогичную той, которую используют для общей схемы.

На схемах подключений могут быть также приведены технические требования, характеризующие специфические данные, касающиеся монтажа линий и групп связи. Эти требования аналогичны тем, о которых было сказано выше для схем соединений и которые относятся к креплению кабельных наконечников, способам маркировки линий связи, вязке жгутов и т. п.

Общие схемы

Общую схему, являющуюся разновидностью схемы соединений и подключений, разрабатывают, как правило, с учетом рекомендаций, которые рассмотрены выше для этих видов схем. Общие схемы нужно разрабатывать для комплексов, в которые входят несколько станков, транспортных механизмов, станций, шкафов или пультов управления, гидростанций, машинных агрегатов и других сборочных единиц и устройств, содержащих элементы электрооборудования. Эти устройства часто изготовляют на разных предприятиях раздельно и соединяют в процессе монтажа и отладки всего комплекса. Примерами могут быть автоматические и поточ-

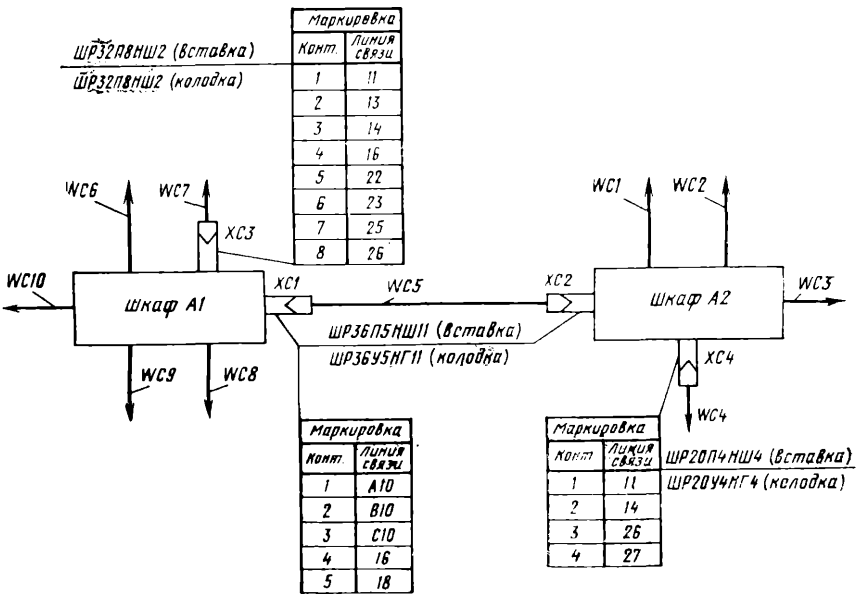


Рис. 44. Общая схема комплекса

ные линии, тяжелые станки с многодвигательным приводом, транспортные и загрузочные механизмы, входящие в производственно-технологические установки и т. д.

Сборочные единицы и устройства (станки, шкафы и пульты управления и пр.) целесообразно изображать на общих схемах прямоугольниками; к ним подводят линии и группы линий связи в виде сплошных основных линий толщиной s (рис. 44). Отдельные группы линий связи могут иметь адреса присоединений (табл. 18). Элементы принципиальной схемы, не приведенные на

18. Таблица расшифровки адресов для общей схемы комплекса (см. рис. 44)

Группа линий связи	Расшифровка адресов		Группа линий связи	Расшифровка адресов	
	Откуда	Куда		Откуда	Куда
WC1	Шкаф А2	Станок № 2	*WC6*	Шкаф А1	Станок № 1
WC2	Шкаф А2	Станок № 3	*WC7*	Шкаф А1	Прибор № 1
WC3	Шкаф А2	Гидростанция № 2	*WC8*	Шкаф А1	Насос охлаждения № 1
WC4	Шкаф А2	Прибор № 2	*WC9*	Шкаф А1	Гидростанция № 1
WC5	Шкаф А2	Шкаф А1	*WC10*	Шкаф А1	Вводной выключатель QS1

схемах соединений или подключений, должны быть изображены на общей схеме в виде условных графических обозначений, использованных на принципиальной схеме.

Таблицу расшифровки групп линий связи для общих схем составляют по форме табл. 19, и при необходимости ее также можно дополнить другими графами. В этом случае ширину таблицы (размер 185 мм) целесообразно увеличить.

Общая схема, при необходимости, может быть выполнена только в табличной форме (см. табл. 19). В любом случае, выполненная в табличной или графической форме, она должна однозначно обеспечить подключение групп линий связи между сборочными единицами или изделиями. Для этого рекомендуется иметь встречные маркировки линий связи, входящие в соответствующие группы, и они должны быть зафиксированы на схеме или в таблице.

Присвоение порядковых номеров группам линий связи рекомендуется производить подобно тому, как это описано для схем соединений станков, их механизмов и узлов. Последний номер должен быть присвоен группе линий связи, предназначенной для подсоединения ее к источнику питания или к вводному выключателю, если он расположен вне шкафа или станции управления.

На свободном поле общей схемы могут быть помещены в виде технических требований специфические данные, относящиеся к монтажу групп линий связи, соединяющих сборочные единицы (станки, транспортные устройства, станции, шкафы и пульты управления) между собой. Эти технические требования мало отличаются от тех, которые помещают на схемах соединений. В допол-

19. Форма таблицы расшифровки групп линий связи для общей схемы комплекса

Группа линии связи	Шифр или позиционное обозначение устройства	Маркировка линии связи	Данные провода: Марка	Данные провода: Число жил × сечение, мм²	Данные провода: Расцветка	Данные провода: Длина, м	Примечание
WC1	Агрегат № 2 / Шкаф А1	А; В; С / А10; В10; С10	ВРГ	3×50		10	Кабельный канал
WC2	Шкаф А1 / Агрегат № 1	1; 3; 4; 5; 21; 96 / Р1; Р2; Р3	ПВ3	9×1	Красная	14	ТГ20
WC3	Шкаф А1 / Агрегат № 3	А11; В11; С11 / А12; В12; С12		3×16	Черная	18	ТГ25
WC4	Шкаф А1 / Шкаф А2	1; 27; 28; 43; 54; 56; Р1 / 36; 39; 40; 44; 46; 48; Р1		7×1	Красная	12	ТГ15
WC5							
15	25	60	15	15	15	15	

185

нение к ним могут быть приведены указания, по которым различаются группы линий связи, поставляемые или не поставляемые заказчику вместе с механическим оборудованием.

Схемы расположения

Схемы расположения электрооборудования можно выполнять как для низковольтных комплектных устройств (НКУ), станций, шкафов и пультов управления, так и для станков, их механиз-

мов и узлов с расположенными на них элементами и устройствами. Их следует разрабатывать тогда, когда не предполагается разработка сборочного или электромонтажного чертежа на подобные сборочные единицы.

На таких схемах следует показывать все элементы и устройства, относящиеся к электрооборудованию и, если это необходимо, линии связи и их группы. Элементы и устройства вычерчивают в масштабе, а группы линий связи, заключенные в защитные оболочки, изображают упрощенно контурными очертаниями или условно одной сплошной линией толщиной s. Для упрощенных изображений контурных очертаний защитных оболочек следует воспользоваться условными графическими обозначениями, приведенными в табл. 17. При значительных длинах таких оболочек обозначения, характеризующие их вид, можно наносить не полностью, а только небольшими участками на концах оболочек или «пятнами» внутри их контуров.

Для схем расположения следует выбирать конструкторские чертежи в масштабе, который обеспечивает наиболее полное представление расположения на конструкции станка, его механизмах и узлах всех составных частей (элементов, устройств и групп линий связи). Использование чертежей, специально разработанных в другом масштабе для этих целей, не рекомендуется; это может потребоваться только в исключительных случаях.

Конструкции станка, его механизмов или узлов, их характерные части, контуры шкафов, панелей и пультов управления изображают сплошными тонкими линиями толщиной $^1/_2s$ без лишних подробностей.

Элементы электрооборудования, изделия и устройства, в том числе, аппараты, приборы, электродвигатели, разветвительные коробки, ниши для колодок зажимов и т. д., вычерчивают на конструктивных узлах станков упрощенно, без излишних подробностей, сплошными основными линиями толщиной s, а внутри их или на невидимых поверхностях штриховыми линиями соответствующих толщин.

Группы линий связи большой протяженности или прокладываемые по сложным трассам можно изображать не полностью: их можно обрывать или разрывать в определенных местах, заканчивая стрелками с указанием наименования или обозначения устройства, механизма или узла, к которым они идут.

По возможности схемы расположения выполняют на одном листе размером, обеспечивающим удобство пользования схемой. При необходимости отдельные проекции станка, механизмов или узлов могут быть изображены на отдельных листах. Способы установки и средства крепления элементов электрооборудования, как правило, на схемах расположения не указывают, их приводят на сборочных чертежах станков, механизмов или узлов.

Если требуется пояснить специфику соединений элементов электрооборудования, то рекомендуется приводить для них раз-

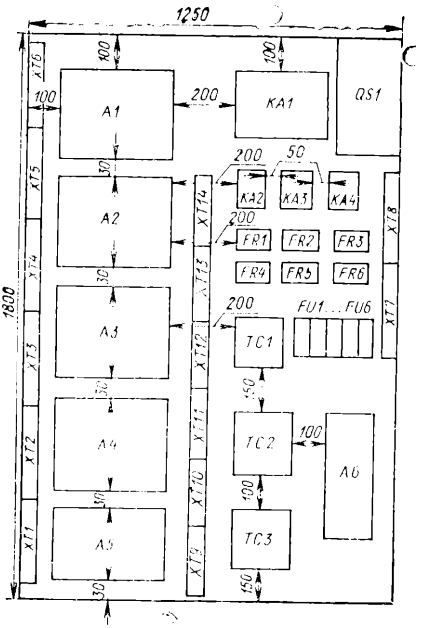


Рис. 45. Схема расположения элементов электрооборудования на панели станции управления

резы, вырезы или местные сечения или выноски и виды по стрелкам. На таких схемах не следует, как правило, подробно приводить размерные линии. Целесообразно указывать такие размеры, как, например, высоту расположения рукоятки вводного выключателя от пола, размеры ниш с встроенной электроаппаратурой, ориентировочные расстояния между элементами на панели или пульте управления, габаритные размеры последних (рис. 45). Целесообразно указывать также предельные размеры подвижных узлов станка и размеры гибких петель защитных оболочек групп линий связи, соединяющих между собой взаимно перемещающиеся части станка.

Между схемами расположения и соединений должна быть полная согласованность и идентичность в части использованных позиционных обозначений для элементов и устройств электрооборудования. Позиционные обозначения на схемах расположений станций и панелей управления следует наносить непосредственно на изображаемых элементах или над ними.

Панели и пульты управления со смонтированными на них приборами и аппаратами нужно показывать на соответствующих конструкциях станка или его механизмах. Они могут быть приведены также на свободном поле схемы расположения или на отдельных листах.

Панели пультов управления нужно изображать с лицевой стороны и показывать все установленные на них элементы и относящиеся к ним согласно принципиальной схеме поясняющие функциональные назначения пиктограммы или надписи (рис. 46). При этом размеры панелей пультов управления, координаты расположения элементов, пиктограмм и поясняющих надписей, а также размеры шрифтов не указывают; их приводят на конструктивных чертежах соответствующих панелей.

Схема расположения в части числа изображаемых на ней элементов, изделий, устройств и групп линий связи должна полностью соответствовать схеме соединений для соответствующего станка, механизма или узла, а при наличии схем подключений и

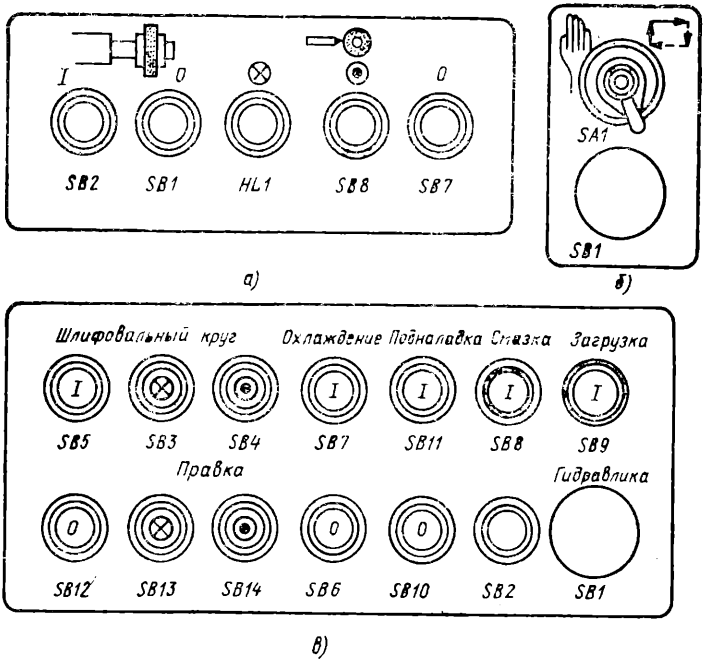


Рис. 46. Изображения пультов управления на схемах расположения: *а, б* — с пиктограммами; *в* — с поясняющими надписями

общей схема расположения должна соответствовать и им.

Изображая на схемах расположения станка, его механизмов или узлов элементы электрооборудования их обозначают с помощью линий-выносок номерами позиций, которые присвоены им сборочным чертежом (рис. 47).

В отдельных случаях на схемах расположения могут быть изображены элементы или устройства, которые ни на одной из ранее рассмотренных схем не были указаны. Им присваивают позиционные обозначения в соответствии с ранее рассмотренными правилами, и рядом, в скобках или над сноской линии-выноски (без скобок), рекомендуется указывать тип, серию такого элемента (устройства) или же шифр нормативно-технического документа, по которому он изготовлен (рис. 48).

Схемы расположений можно разрабатывать как без указаний трасс прокладки групп линий связи (см. рис. 47), так и с ними (см. рис. 48). В последнем случае обозначения групп линий связи, присвоенные им схемами соединений, подключения либо общей схемой, указывают над полками линий-выносок. При наличии порядковых номеров, присвоенных им сборочным или электромонтажным чертежом, их проставляют под соответствующими полками линий-выносок. Там же могут быть приведены номера чертежей, если группы линий связи изготовлены заранее по ним.

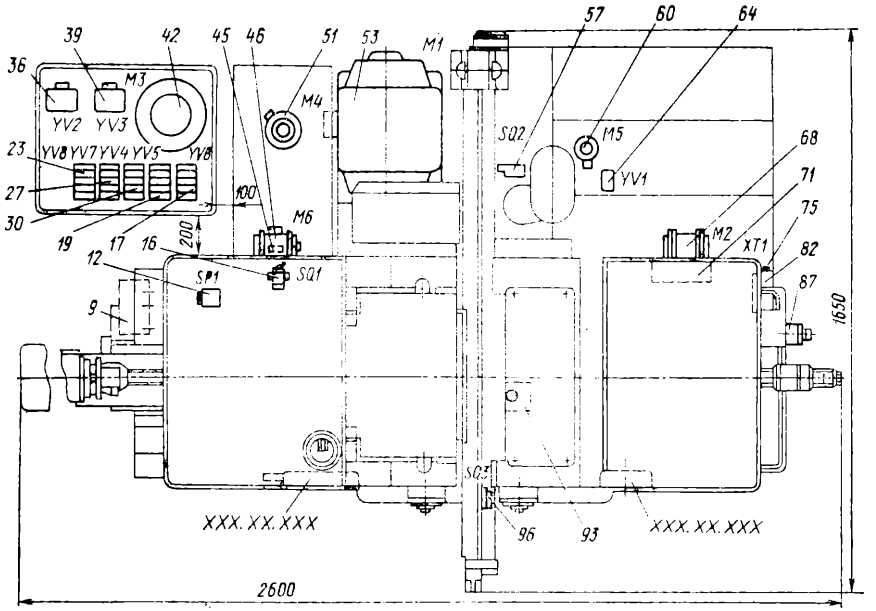


Рис. 47. Схема расположения электрооборудования на станке без указаний трасс для групп линий связи

При большом количестве элементов электрооборудования линии-выноски можно для групп линий связи не наносить. Тогда номера групп линий связи помещают над такими группами (при их горизонтальном расположении на схеме) или слева от них (при вертикальном расположении групп линий связи на схемах).

Технические данные групп линий связи (маркировки цепей, марки, сечения и расцветки проводов, виды защитных оболочек, необходимость закрепления на жилах проводов кабельных наконечников и т. д.), как правило, указывают на схеме расположения в таблицах по рассмотренным выше формам или в виде технических требований на свободном поле схемы. К ним относятся также указания, характеризующие расположение на конструктивных узлах станка или его механизмов отдельных элементов или устройств, особенности соединений их между собой группами линий связи и т. д.

Подобные технические требования следует приводить на схемах расположения только тогда, когда специфические указания по монтажу электрооборудования на чертежах монтажных деталей, элементов, изделий и устройств отсутствуют. При наличии технических условий (ТУ) или стандартов предприятий (СТП), определяющих монтаж электрооборудования, их номера следует приводить на свободном поле схемы.

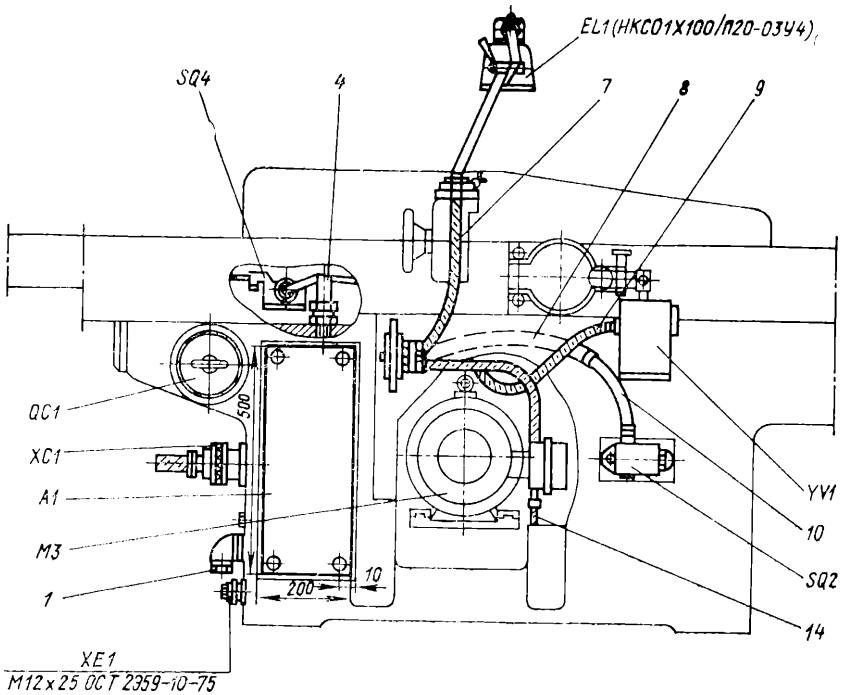


Рис. 48. Схема расположения электрооборудования на станке с указанием трасс для групп линий связи

Структурные, функциональные, комбинированные и совмещенные схемы

Структурные схемы служат для изображения основных функциональных частей изделия и основных связей между ними. Поэтому в этих схемах нет необходимости приводить все элементы изделия. В электрооборудовании станков и автоматических линий структурные схемы обычно выполняют не для всех изделий, а только для относительно сложных систем управления и приводов, в которых имеется сравнительно большое число связей, и состоящих из функциональных частей, выполненных в виде самостоятельных сборочных единиц с собственными принципиальными схемами.

При выполнении структурных схем ход процессов, происходящих в изделии, обозначают стрелками. Допускается над линиями связи помещать надписи, буквы, цифры или знаки, указывающие характер и вид передаваемых сигналов. Формы графических обозначений, применяемых при выполнении таких схем, приведены в табл. 7.

Пример простейшей структурной электрической схемы привода подачи автоматизированного фрезерного станка приведен на

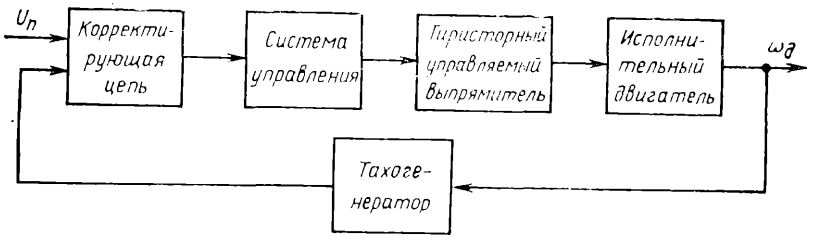


Рис. 49. Электрическая структурная схема автоматизированного фрезерного станка:
$U_п$ — управляющий сигнал; $\omega_д$ — частота вращения двигателя

рис. 49. Кроме основных функциональных частей и линий связи между ними, на ней показаны управляющий сигнал $U_п$ и выходная величина — частота вращения двигателя $\omega_д$, по которой осуществляется обратная связь через тахогенератор. Внутрь функциональных частей, изображенных на схеме в виде прямоугольников, следует вписывать их наименования. Кроме того, для всех изображенных на схеме элементов и устройств можно указывать их типы и обозначения документов, по которым они изготовлены.

Допускается также помещать поясняющие надписи, диаграммы, циклограммы, тактограммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать значения величин, формы импульсов и т. п. на входах и выходах функциональных частей изделия и в других характерных точках.

Как правило, на структурной схеме рекомендуется указывать исходные положения составных частей изделия.

Функциональные схемы в отличие от структурных изображают функциональные части изделия, участвующие в процессе, происходящем в изделии в целом или в его составных частях и связи между ними. Такая схема показывает последовательность процессов в объекте, и ее графическое оформление должно давать наиболее наглядное представление об этом. Формы графических обозначений, применяемых при выполнении электрических функциональных схем, приведены в табл. 7, и, следовательно, для них могут быть использованы как прямоугольники, так и условные графические обозначения. На рис. 50 приведена функциональная электрическая схема блокировки двух станков, соединенных транспортным наклонным лотком. При заполнении последнего деталями, выполненными из токопроводящего материала и поступающими от станка *1* к станку *2*, через низковольтные контакты *SQ1* и *SQ2* замыкается цепь включения промежуточного реле *KA*. Последнее своим размыкающим контактом отключает станок *1*, который прекращает работу до тех пор, пока лоток не освободится от заполняющих его деталей.

Функциональную схему выполняют обычно после разработки принципиальной, и однозначная связь между ними для функцио-

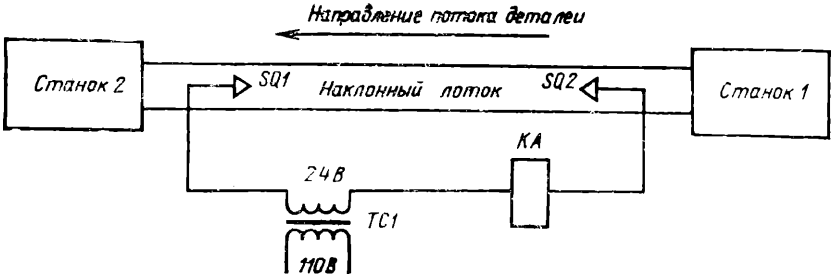


Рис. 50. Электрическая функциональная схема блокировки участка поточной линии:
TC1 — понижающий трансформатор; *SQ1, SQ2* — низковольтные контакты; *KA* — промежуточное реле

нальных частей изделия осуществляется через позиционные обозначения, присвоенные им по принципиальной схеме.

Информация, которую следует привести на схеме для каждой функциональной части изделия, указана в табл. 20. Функциональная схема, разъясняющая процессы, протекающие в изделии, внеш-

20. Необходимая информация о функциональных частях изделия, приводимая на функциональной схеме

Функциональная часть изделия	Форма изображения функциональной части	Информация, которая должна быть приведена на схеме для данной функциональной части
Элемент	Условное графическое обозначение	Позиционное обозначение по принципиальной схеме Тип
Устройство	Условное графическое обозначение	Позиционное обозначение по принципиальной схеме Тип Обозначение документа, на основании которого устройство применено
	Прямоугольник	Позиционное обозначение по принципиальной схеме Наименование Тип Обозначение документа, на основании которого устройство применено
Функциональная группа	Условное графическое обозначение Прямоугольник	Позиционное обозначение по принципиальной схеме Позиционное обозначение по принципиальной схеме Наименование

не во многом напоминает структурную схему. Чтобы в каждом сомнительном случае однозначно установить, какой из этих двух типов схем имеет место, следует в основном принимать во внимание назначение схемы.

На **комбинированных схемах** изображают элементы и связи не одного какого-либо вида, а нескольких. Такие схемы могут содержать электрические, гидравлические, пневматические, оптические и кинематические элементы и связи. Их выполняют таким образом, чтобы были соблюдены правила, характерные для схем каждого из видов. Это относится как к оформлению схем в целом, так и к помещению на них необходимых технических данных.

Цифровые позиционные обозначения для элементов должны быть сквозными в пределах всей комбинированной схемы, за исключением тех, которым в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД следует присваивать буквенно-цифровые обозначения; к последним относятся электрические, гидравлические, пневматические элементы.

На приведенной на рис. 51 комбинированной структурной электрогидравлической схеме привода показаны все элементы в виде условных графических обозначений, и, следовательно, обозначать их порядковыми номерами и расшифровывать в таблице на поле схемы нет необходимости. Однако из методических соображений эти номера для того, чтобы сделать схему более наглядной, приведены и расшифрованы.

Пример комбинированной пневмогидравлической схемы приведен на рис. 52.

Для некоторых видов изделий комбинированные схемы являются предпочтительными и даже единственно допустимым видом схем. К их числу относятся, например, лабораторные и промышленные газовые хромотографы, системы пробоотбора и подготовки продуктов к хромотографическим анализам. Для этих объектов разрабатывают комбинированные (пневмогидравлические) структурные и принципиальные схемы и схемы соединений.

Совмещенные схемы нужно выполнять с соблюдением правил, установленных для соответствующих типов схем. Пример такой схемы, объединяющей схемы соединения и подключения, для низковольтного комплектного устройства, состоящего из основной панели и нескольких аппаратов, установленных на боковых стенках шкафа, приведен на рис. 53. Сведения необходимые для монтажа

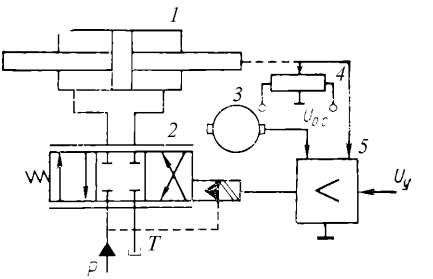


Рис. 51. Электрогидравлическая структурная схема следящего привода:

1 — гидроцилиндр; *2* — дросселирующий распределитель; *3* — электрический датчик скорости; *4* — электрический датчик положения; *5* — электрический усилитель-сумматор

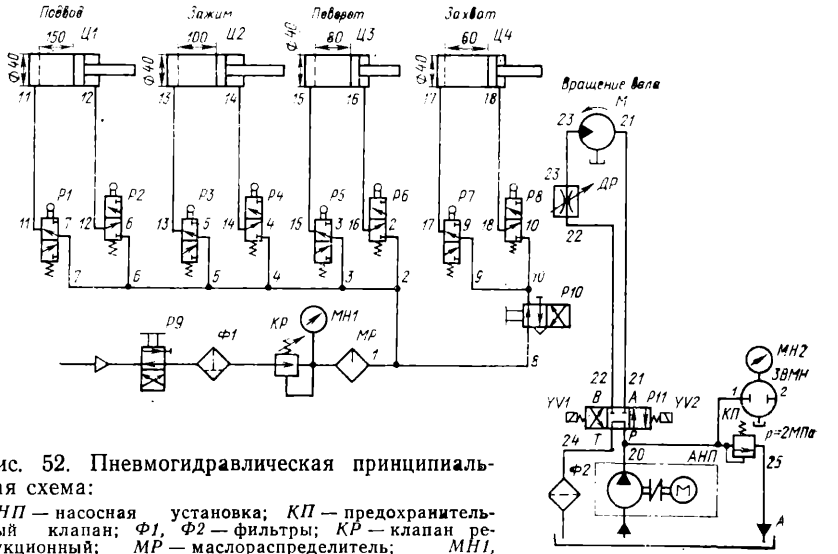


Рис. 52. Пневмогидравлическая принципиальная схема:

АНП — насосная установка; *КП* — предохранительный клапан; *Ф1, Ф2* — фильтры; *КР* — клапан редукционный; *МР* — маслораспределитель; *МН1, МН2* — манометры; *Р1... Р8* — воздухораспределители с механическим управлением; *Р9, Р10* — краны управления; *Р11* — гидрораспределитель; *ДР* — дроссель; *М* — гидродвигатель; *Ц1... Ц4* — пневмоцилиндры; *ЗВМН* — золотник включения манометра

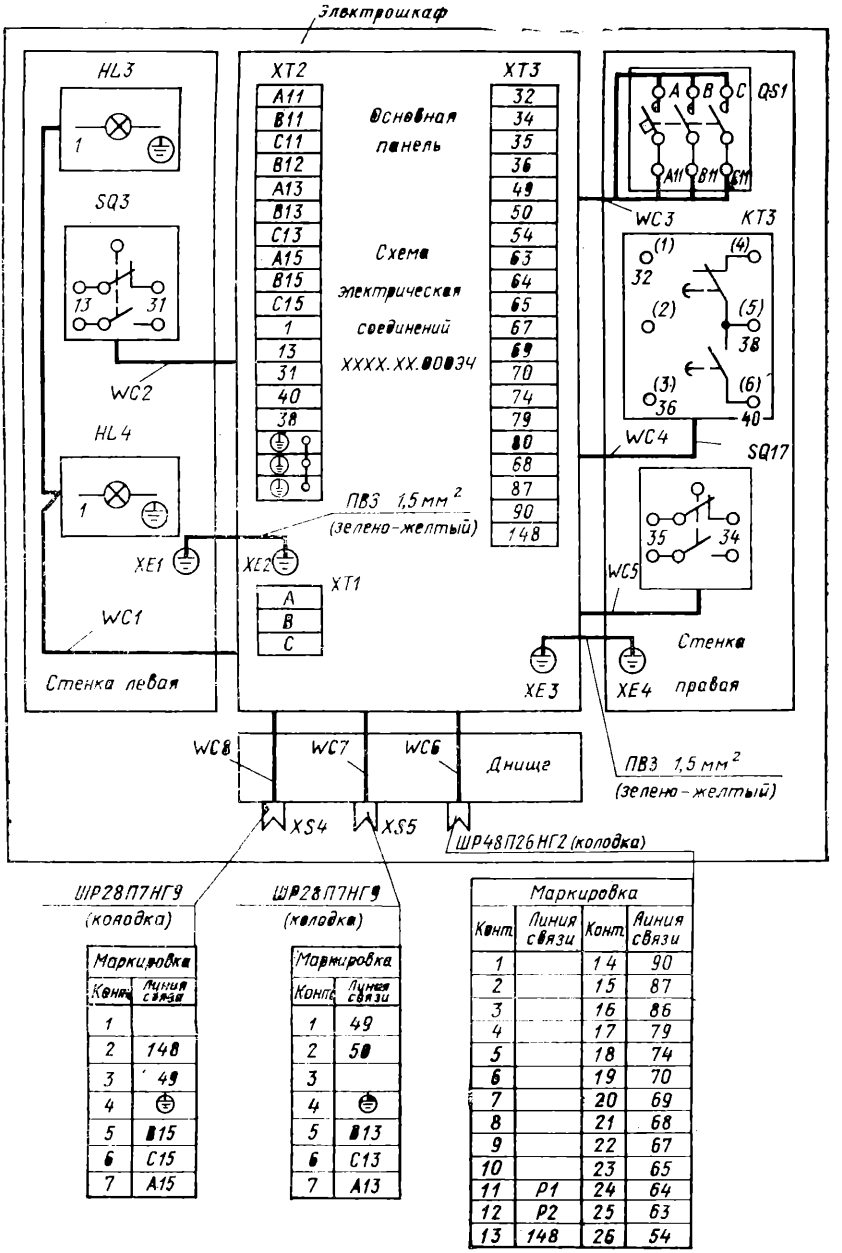
проводов для этих схем, приведены по форме, которая показана в табл. 21. Таблица может содержать дополнительные графы. При необходимости размеры основных граф допускается изменять. Правила присвоения обозначений и номеров группам линий связи для этих систем остаются теми же, что и при разработке схем подключения.

Электрические схемы в групповой документации

В практике работы станкостроительных заводов имеет место выпуск серийных станков в различных исполнениях с электрооборудованием на разные напряжения питающей сети или с различными параметрами элементов электрооборудования. Кроме того, бывают случаи, когда электрооборудование должно содержать элементы или узлы, которые в различных исполнениях станков или исключаются, или же ими дополняются.

Для того чтобы не разрабатывать конструкторскую документацию на электрооборудование для каждого исполнения станка, которое может быть изготовлено на предприятии, ее следует в основном выполнять по ГОСТ 2.113—75. Он устанавливает требования к разработке групповых и базовых конструкторских документов, что, следовательно, облегчает конструкторскую работу и позволяет изготовлять электрооборудование станка различных исполнений по единой документации.

При разработке таких конструкторских документов наибольшую сложность представляет выполнение электрической принци-



ШР28П7НГ9 (колодка)

Маркировка	
Конт.	Линия связи
1	
2	148
3	49
4	⏚
5	B15
6	C15
7	A15

ШР28П7НГ9 (колодка)

Маркировка	
Конт.	Линия связи
1	49
2	50
3	
4	⏚
5	B13
6	C13
7	A13

Маркировка			
Конт.	Линия связи	Конт.	Линия связи
1		14	90
2		15	87
3		16	86
4		17	79
5		18	74
6		19	70
7		20	69
8		21	68
9		22	67
10		23	65
11	P1	24	64
12	P2	25	63
13	148	26	54

Рис. 53. Совмещенная схема подключений низковольтного комплектного устройства

21. Форма таблицы, заполняемой для совмещенной схемы низковольтного комплектного устройства (см. рис. 53)

Маркировка линии связи	Соединяемые элементы	Данные провода				Примечание
		Марка	Сечение, мм²	Расцветка	Длина, м	
Жгут *WC1*						
1	*HL3*; *HL4*; *XT2*		1	Красная	3	
⏚	*HL3*; *HL4*; *XT2*		1,5	Зелено-желтая		
Жгут *WC2*						
13; 31	*SQ3*; *XT2*		1	Красная	3	
Жгут *WC3*						
A; B; C; A11; B11; C11	*QS1*; *XT1*; *XT2*		1,5	Черная	4	
Жгут *WC4*						
32; 36; 38; 40	*KT3*; *XT2*; *XT3*		1	Красная	6	
Жгут *WC5*						
34; 35	*SQ17*; *XT3*				3	
Жгут *WC6*						
54; 63; 64; 65; 67; 68;	*XY6*; *XT3*	ПВ3			2	
69; 70; 79; 86; P1; P2						
87; 90; 148				Синяя		

Продолжение табл. 21

Маркировка линии связи	Соединяемые элементы	Данные провода				Примечание
		Марка	Сечение, мм²	Расцветка	Длина, м	
Жгут *WC7*						
A13; B13; C13				Черная		
⏚	*XS5*; *XT2* *XS5*; *XT3*		1,5	Зелено-желтая	4	
49; 50				Красная		
Жгут *WC8*			1			
A15; B15; C15				Черная		
⏚	*XS6*; *XT2*		1,5	Зелено-желтая	3	
49				Красная		
148	*XS6*; *XT3*		1	Синяя	4	
60	45	15	15	15	15	
185						

пиальной схемы, которая должна содержать все сведения по различным исполнениям станков и в то же время позволяла бы точно определить, какие элементы электрооборудования, какие мощности электродвигателей и на каких напряжениях они должны быть использованы для станка того или иного исполнения. В этих случаях принципиальные схемы должны быть разработаны с учетом также требований ГОСТ 2.702—75 и некоторых приводимых ниже особенностей, отражающих специфику выполнения групповых схем электрооборудования с переменными данными.

На приведенной на рис. 54 электрической принципиальной схеме токарного станка показаны соединения элементов электрооборудования линиями связи и каким образом должны быть запол-

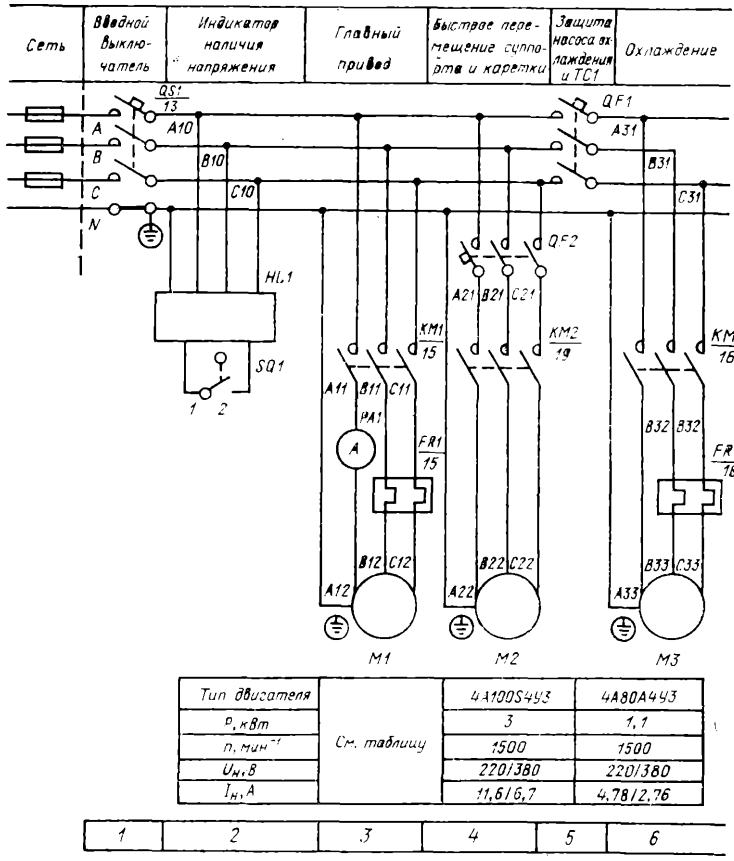
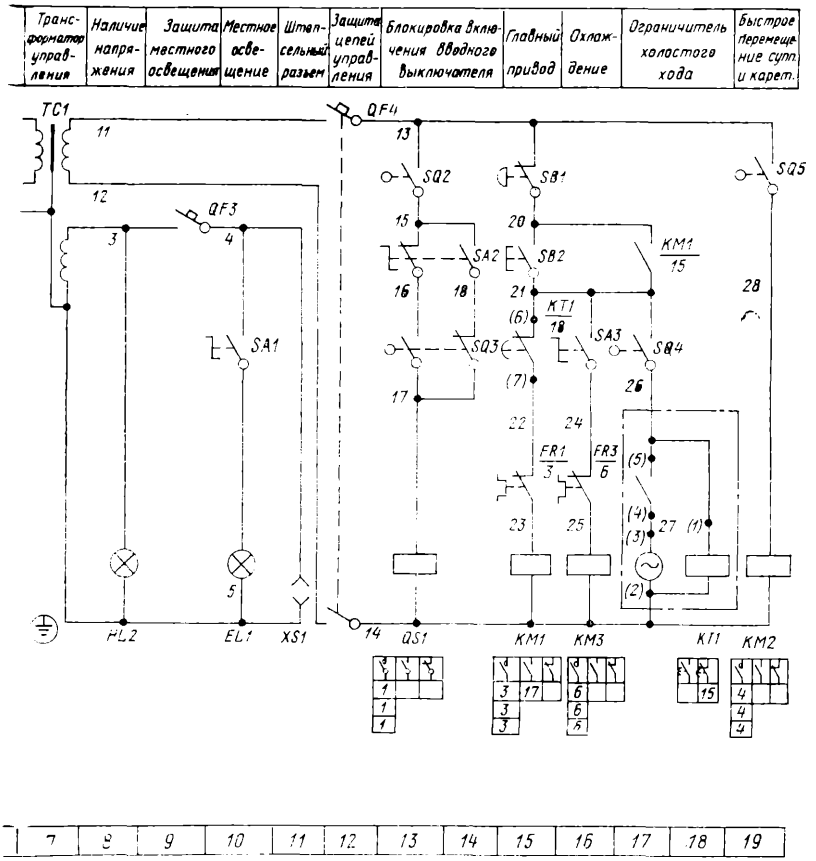


Рис. 54. Электрическая принципиальная схема токарного станка, подлежаще-

нены таблицы исполнений на некоторые элементы с разными параметрами в различных исполнениях станка (табл. 22). Эти таблицы составляют по произвольным формам в зависимости от тех переменных параметров, которые должны быть известны для тех или иных исполнений станков. Они дополняют данные перечня элементов электрооборудования, содержащего его основные параметры (табл. 23). Связь между перечнем элементов и таблицами исполнений осуществляется по позиционным обозначениям.

Для схем с элементами или схемными узлами, исключаемыми в различных исполнениях электрооборудования, групповая принципиальная схема должна полностью изображать ее основное исполнение (рис. 55). Исключаемые элементы или узлы нужно заключать в рамки из утолщенных штрихпунктирных линий, им следует присваивать шифры, проставляемые внутри рамок или возле них прописными буквами русского алфавита, на свободном поле



го изготовлению в различных исполнениях по параметрам схемы

схемы должна быть помещена таблица исполнений (табл. 24). Для шифров не следует применять буквы Ё, Й, Ы, Ъ, Ь, О, З, Ч, так как их начертания могут внести неправильное понимание в обозначении, кроме того, они могут быть прочитаны как цифры тех или иных исключаемых элементов или узлов.

Для обозначения в таблице исполнений исключаемых элементов или узлов следует воспользоваться пропусками (например, узел А в исполнениях электрооборудования —01 и —03, либо узел Г в исполнениях —02 и —03).

В отдельных случаях рядом с исключаемыми элементами на принципиальной схеме и (или) в технических требованиях на свободном ее поле допускается указывать вариант исполнения электросхемы. Например: «Амперметр РА1 устанавливать при необходимости контроля нагрузки». В зависимости от числа станков, изготовляемых в исполнениях, в которые вводятся такие элементы,

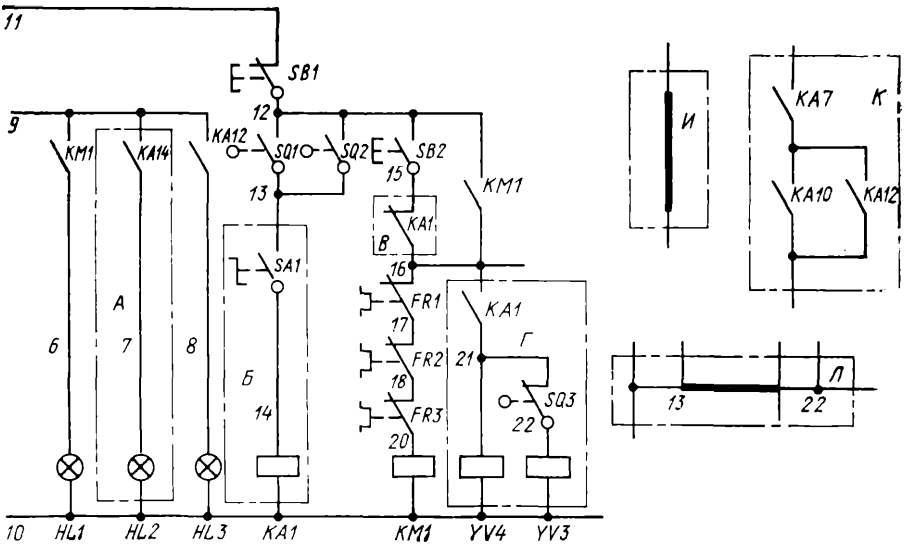


Рис. 55. Фрагмент электрической принципиальной схемы станка, подлежащего изготовлению в различных схемных исполнениях (вариант первый)

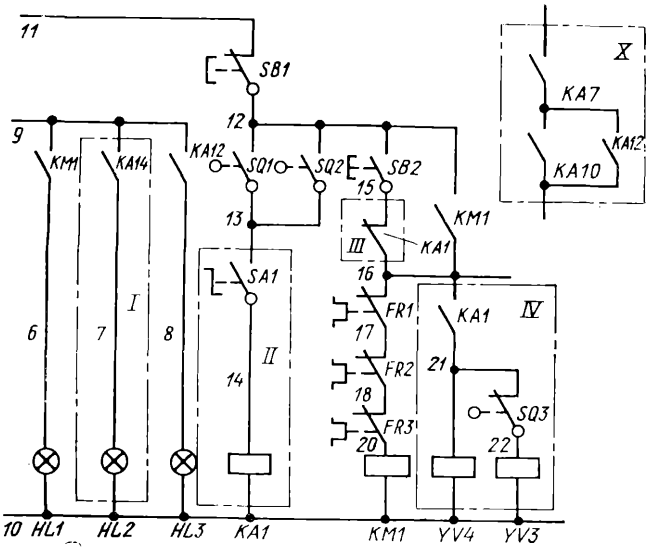


Рис. 56. Фрагмент электрической принципиальной схемы станка, подлежащего изготовлению в различных схемных исполнениях (вариант второй)

22. Формы заполнения таблиц с переменными данными элементов принципиальной схемы (см. рис. 54)

Обозначение	Электродвигатель *M1*					
	Тип	Исполнение	$P_н$, кВт	$n_с$, мин$^{-1}$	$U_н$, В	Частота, Гц
XXXX.XX.XXX	4А132М2У3	М101	11,0	3000	380	50
—01	4А112М2У3	М301	7,5			
—02	4А132М2У3	М101	11,0		220	
—03	4А112М2У3	М301	7,5			

Продолжение табл. 22

Обозначение	Электротепловое реле *FR1*			Амперметр *PA1*		
	Тип	$U_н$, В	$I_н$, А	Тип	$U_н$, В	Шкала, А
XXXX.XX.XXX	ТРН25	380	21,2	Э8026	380	20
—01			14,9			15
—02	ТРН40	220	36,7		220	40
—03	ТРН25		25,8			30

последние могут быть включены в основную ведомость покупного электрооборудования или же быть заказаны для получения в порядке поставки единичных изделий.

При замене исключаемых элементов или схемных узлов другими элементами или узлами их изображают на свободном поле схемы и также заключают в рамки из утолщенных штрихпунктирных линий. Этим элементам и схемным узлам присваивают шифры, продолжающие шифры, присвоенные включаемым элементам или узлам, и их проставляют в таблице исполнений электрооборудования. Для перемычек, заменяющих исключаемые элементы или

23. Фрагмент заполнения перечня элементов принципиальной схемы (см. рис. 54)

Зона	Обозначение на рисунке	Наименование	Количество, шт.	Примечание
10	*EL1*	Лампа МО24—25У3	1	
3	*FR1*	Реле электротепловое (см. таблицу)	1	
6	*FR3*	Реле электротепловое ТРН10 (2,5)	1	
3	*KM1*	Пускатель магнитный ПАЕ512.У3 110-С-50+2з+2р	1	
3	*M1*	Электродвигатель (см. таблицу)	1	
3	*PA1*	Амперметр (см. таблицу)	1	
10	*SA1*	Тумблер ТВ2-1	1	

схемные узлы, следует применять сплошные основные линии толщиной *s* (например, схемный узел К, заменяющий элемент В в исполнении —01 или перемычка И, заменяющая тот же элемент В в исполнении —02).

В подобных электрических схемах станков, изготовляемых в различных исполнениях, может появиться также необходимость соединять отдельные линии связи между собой. Такие соединения изображают на поле сплошными основными линиями толщиной *s*, заключают в рамки из штрихпунктирных линий, и им присваивают шифры, продолжающие ранее использованные. Эти новые шифры проставляют в таблице исполнений электросхемы подобно схемному соединению связи Л для электрооборудования с исполнением —02 при исключении узла Б.

Другой вариант выполнения электрической принципиальной схемы при изготовлении электрооборудования в различных схемных исполнениях приведен на рис. 56. В этом случае групповая схема также должна полностью изображать основное исполнение, исключаемые элементы и схемные узлы заключают в рамки из утолщенных штрихпуктирных линий и им присваивают порядковые шифры римскими цифрами, проставляемыми внутри рамок.

Для обозначений исключаемых элементов или схемных узлов в таблице исполнений (табл. 25) в графе с соответствующей римской цифрой ставят 0 (например, узлы *I* исключаются в исполнениях *—01* и *—03* или узлы *IV* в исполнениях *—02* и *—03*).

24. Фрагмент заполнения таблицы исполнений принципиальной схемы с исключаемыми, заменяемыми или дополняемыми элементами, вариант первый (см. рис. 55)

Обозначение	Элемент или узел схемы			
	А	Б	В	Г
XXXX.XX.XXX	X	X	X	X
—01		X	К	X
—02	X	Л	И	
—03		X	X	

25. Фрагмент заполнения таблицы исполнений принципиальной схемы с исключаемыми, заменяемыми или дополняемыми элементами, вариант второй (см. рис. 56)

Обозначение	Элемент или узел схемы			
	I	II	III	IV
XXXX.XX.XXX				
—01	0		—	
—02		13—22	X	0
—03	0			0

Если имеются элементы или схемные узлы, вводимые в групповую схему взамен исключаемых, то их также изображают на свободном поле схемы в рамках из утолщенных штрихпунктирных линий, присваивая шифры последующими римскими цифрами, которые проставляют в таблице исполнений в соответствующих графах и строках (например, узел *X* заменяет элемент *III* в исполнении *—02*).

При исключении элементов и схемных узлов и замене их перемычками в таблице для соответствующего схемного исполнения проставляют знак — (например, исключается элемент *III*, который заменяется перемычкой в исполнении *—01*).

Когда элементы или схемные узлы исключают, но оставшиеся линии связи необходимо соединить с какими-либо другими линиями связи, в соответствующих графах и строках таблицы исполнений приводят маркировки соединяемых линий связи (например, в исполнении —02 исключают узел *II*, а линии связи *13* и *22* соединяют между собой перемычкой).

Выбор того или иного варианта выполнения принципиальной схемы для групповой документации должен решать разработчик схем в зависимости от конкретных данных разрабатываемой схемы и преимуществ для нее того или иного варианта. При необходимости изготовления электрооборудования в различных исполнениях как по параметрам элементов, так и по схемным вариантам на свободном поле схемы нужно помещать комбинированную таблицу исполнений, учитывающую все возможные комбинации исполнений станочного электрооборудования.

Схемы станков, изготовляемых в единственном экземпляре

При изготовлении электрооборудования станков и автоматических линий в единственном экземпляре выполнение конструкторской документации может быть упрощено исключением из нее некоторых схем. Этим облегчаются конструкторские работы и сокращаются сроки выполнения схемной документации. Особенно заметно это при разработке электрооборудования агрегатных станков и автоматических линий, компонуемых из них, что достигается использованием достаточно унифицированных схемных решений и конструкторских разработок; такое выполнение схем, однако, не усложняет монтажные и наладочные работы на станкозаводах, так как в них содержится полная информация, необходимая для выполнения. Что же касается эксплуатации электрооборудования у потребителя, то, как уже отмечалось выше, для обслуживающего персонала основным является принципиальная схема, которая также содержит всю необходимую информацию.

Разрабатывая конструкторскую документацию на электрооборудование станков, изготовляемых в единственных экземплярах, следует руководствоваться требованиями ГОСТ 2.701—76, ГОСТ 2.702—75, ГОСТ 2.413—72. Следует учитывать особенности монтажа электрооборудования для рассматриваемых станков, которые нашли применение в отечественном станкостроении, и что электрооборудование изготовляют по данной конструкторской документации только в единственном экземпляре и после этого ее больше применять не будут.

Для комплекта конструкторской документации на электрооборудование таких станков, как правило, не разрабатывают сборочный чертеж и спецификацию. Вместо них для каждой сборочной единицы станка, содержащей элементы электрооборудования, монтируемые при ее сборке, разрабатывают электромонтажный чертеж по варианту «В» п. 1.2 ГОСТ 2.413—72 и спецификацию, отвечающую требованиям ГОСТ 2.108—68 и ГОСТ 2.413—72, или же по варианту «Г» того же пункта ГОСТ 2.413—72. Электромонтажному чертежу должен быть присвоен шифр МЭ.

Если на принципиальной схеме и схеме расположения приведена достаточно полная информация, необходимая для монтажа электрооборудования отдельных сборочных единиц, то электромонтажные чертежи можно не выпускать.

Так же, как и для станков серийного исполнения, перечень элементов приводят на принципиальной схеме в виде последующих листов или же в виде самостоятельного документа. В последнем случае ему также присваивают шифр ПЭ.

На электромонтажных чертежах для панелей (блоков, пультов) управления рекомендуется приводить справочные данные, основные и характерные размеры составных частей (ориентировочные расстояния между монтируемыми элементами, габаритные

размеры и т. д.). Не рекомендуется приводить детали крепления, на которые имеются ссылки в технических требованиях; их следует указывать в соответствующем разделе спецификации без указания номеров позиций.

При наличии электромонтажных чертежей на сборочные единицы для них не выпускают схемы соединений (с шифром Э4), и для монтажа линий связи следует использовать таблицы соединений.

Если для монтажа электрооборудования используют провода или кабели с однородными характеристиками (марками, расцветкой изоляции, сечениями), то монтаж нужно выполнять по принципиальной схеме при условии, что на ней приведена вся информация (маркировки линий связи и присоединительных выводов на элементах), необходимая для обеспечения его однозначного монтажа, а характеристики проводов или кабелей приведены в технических требованиях на свободном поле такой принципиальной схемы.

Если же для такого монтажа используют провода и кабели с различными характеристиками, то необходимо разработать электромонтажный чертеж и возле отдельных линий связи (например, для силовых цепей) или в виде технических требований следует указать данные, характеризующие их. Большинство линий связи, монтаж которых ведут проводами и кабелями с однородными характеристиками, в подобном случае не показывают, их монтаж выполняют по принципиальной схеме, а характеристики проводов и кабелей также приводят в технических требованиях.

Для электромонтажного чертежа таблицу соединений следует выполнять по форме, приведенной в табл. 14, а при ее заполнении придерживаться рекомендаций, рассмотренных выше.

Технические требования, которые целесообразно помещать на свободном поле электромонтажного чертежа для панели (блока, пульта) управления, могут содержать сведения, касающиеся марок, сечений и расцветки проводов, специфические указания по монтажу линий связи, справочные размеры с указаниями по расстановке элементов на панелях, сверлению отверстий для крепления элементов, маркировке колодок зажимов и т. д.

При монтаже комплекса (автоматической или поточной линии) или отдельных станков на заводе-изготовителе для него могут быть использованы комплекты монтажных частей, состоящие из монтажных угольников, фланцев, тройников, деталей крепления, металлических труб и гибких рукавов (металлических или резинотканевых), проводов, кабелей, колодок зажимов, унифицированных винтов заземления и др. При этом наименования и их количество, а также наименование и количество вспомогательных материалов определяют по средним нормам расхода, принятым на данном производстве.

На электромонтажном чертеже для механизмов или узлов (сборочных единиц), входящих как составные части в станок, эле-

менты и изделия, относящиеся к электрооборудованию (двигатели, пульты и органы ручного управления, путевые выключатели, электромагниты, разветвительные коробки, группы линий связи с их защитными оболочками и т. д.), изображают, как это было указано выше, при рассмотрении правил выполнения схем расположения. Их изображают упрощенно в виде контурных очертаний и внутри приводят все присоединительные выводы, к которым подводят линии связи. Допускается эти элементы или изделия с их присоединительными выводами изображать в увеличенном масштабе на свободном поле в виде выносок. Это требуется, если масштаб чертежа станка, механизма или узла, на котором их изображают, мал и не позволяет достаточно полно детализировать их присоединительные выводы (рис. 57). Подсоединение выводов электрических машин следует ориентировать по правилам выпол-

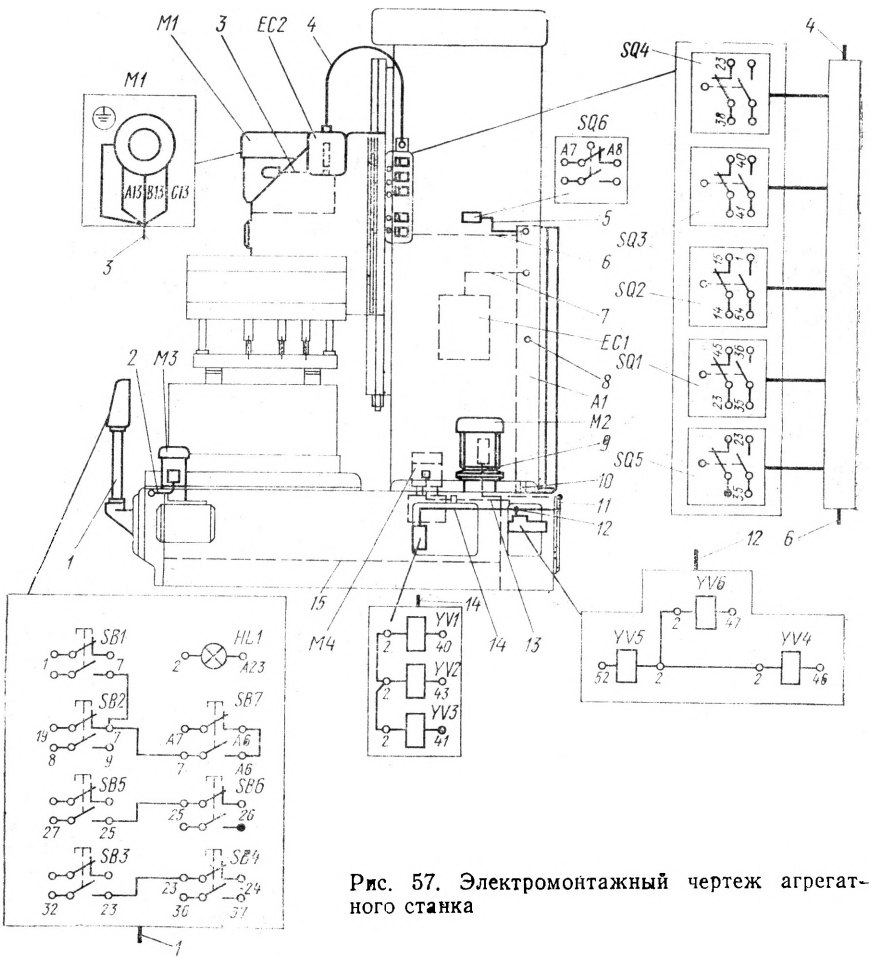


Рис. 57. Электромонтажный чертеж агрегатного станка

нения схем соединений подобных элементов. Штепсельные разъемы также следует изображать упрощенно, а на поле чертежа необходимо поместить таблицу, аналогичную приведенной на рис. 35.

Для обозначения элементов электрооборудования следует использовать позиционные обозначения, которые присвоены им принципиальной схемой. Их указывают вне контуров элементов на полках-выносках. На электромонтажном чертеже для них не следует указывать типы и исполнения, если они имеются в перечне принципиальной схемы.

Обычно колодки зажимов, установленные в нишах или разветвительных коробках, на электромонтажном чертеже не приводят. Для них на поле чертежа, на последующих листах или в виде самостоятельного документа следует приводить таблицы, однозначно определяющие порядок маркировки зажимов в каждой колодке. Для зажимов, которые не следует маркировать, проставляют буквы Х.

Группы линий связи, помещенные в защитных оболочках на электромонтажном чертеже, следует изображать сплошными основными линиями. Каждую такую группу линий связи обозначают порядковым номером, который располагают на полке линии-выноске, и присваивают его аналогично тому, как это имеет место при разработке схем соединений и расположения. Условные буквенные обозначения средств защиты групп линий связи (в соответствии с табл. 17) указывают в таблицах или в технических требованиях, помещаемых на свободном поле этого чертежа, а при сложном чертеже — возле групп линий связи, что должно упростить чтение чертежа.

Для указаний данных о линиях связи (их маркировках, марке, изоляции, сечении проводов, средствах защиты от механических повреждений и пр.) следует воспользоваться таблицами, аналогичными табл. 16.

Элементам и устройствам, не имеющимся на принципиальной схеме а следовательно, которым не присвоены позиционные обозначения, но которые указаны на электромонтажном чертеже (например, разветвительным коробкам или унифицированным пультам управления), следует присвоить позиционные обозначения в соответствии с рассмотренными рекомендациями. Рядом с этими элементами в скобках или под полкой линии-выноски (без скобок) необходимо указать тип или исполнение соответствующего элемента или устройства.

Обычно конструктивные элементы, используемые для монтажа электрооборудования (угольники, тройники, футорки, концевые соединения, скобы и пр.), на электромонтажном чертеже не показывают, а технические требования по их выбору, установке и соединениям приводят на свободном поле чертежа. При необходимости их показывают сплошными основными линиями в виде контурных очертаний без детализации; невидимые конструктивные

элементы должны быть изображены штриховыми линиями соответствующей толщины.

На свободном поле электромонтажного чертежа можно приводить также специфические технические требования, относящиеся к выполнению электромонтажных работ, либо ссылки на технические условия (ТУ) или стандарты предприятий (СТП), определяющие их порядок. К ним могут быть отнесены размеры защитных оболочек и указания по их установке, креплению табличек с позиционными обозначениями возле элементов и устройств, сведения, относящиеся к разделке и подсоединению проводов и кабелей, расстановке, монтажу и креплению элементов и устройств (разветвительных коробок, колодок зажимов в них), пультов управления и прочих элементов и устройств, установка которых не определена сборочными чертежами, а выполняется по месту, а также указания по выбору, установке и соединению конструктивных элементов для монтажа электрооборудования.

8. СХЕМЫ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Правила выполнения электрических схем, установленные ГОСТ 2.702—75, распространяются на значительное число видов изделий, относящихся к номенклатуре всех отраслей промышленности. Аналогично может быть применена для таких изделий классификация схем по видам и типам, установленная ГОСТ 2.701—76.

Однако некоторые изделия имеют в этом отношении свою специфику, которая нашла отражение в таких стандартах ЕСКД, как ГОСТ 2.705—70; ГОСТ 2.707—72; ГОСТ 2.708—72. К ним относятся изделия с обмотками (электрические вращающиеся машины, трансформаторы и т. п.) и изделия цифровой вычислительной техники.

Схемы обмоток и изделий с обмотками

Особенности выполнения схем обмоток и изделий с обмотками относятся в основном к схемам соединений электрических машин и трансформаторов, и они могут быть сведены к следующим.

1. На схеме в ряде случаев необходимо помещать не только электрические токопроводящие элементы [(в том числе элементы обмотки (рис. 58)], но и элементы магнитопровода и конструктивные элементы (изоляционные цилиндры, части оболочки), изображаемые в виде условных графических обозначений или контурных очертаний[1]. Таким образом можно ориентировать элементы обмотки относительно магнитопровода и конструктивных элементов для рассмотрения, например, протекания электромагнитных

[1] Приведенные на этом и последующих рисунках цифровые обозначения составных частей изделия и относящихся к ним расшифровки в подрисуночной подписи в реальных схемах заменяют наименованиями, помещенными непосредственно около них.

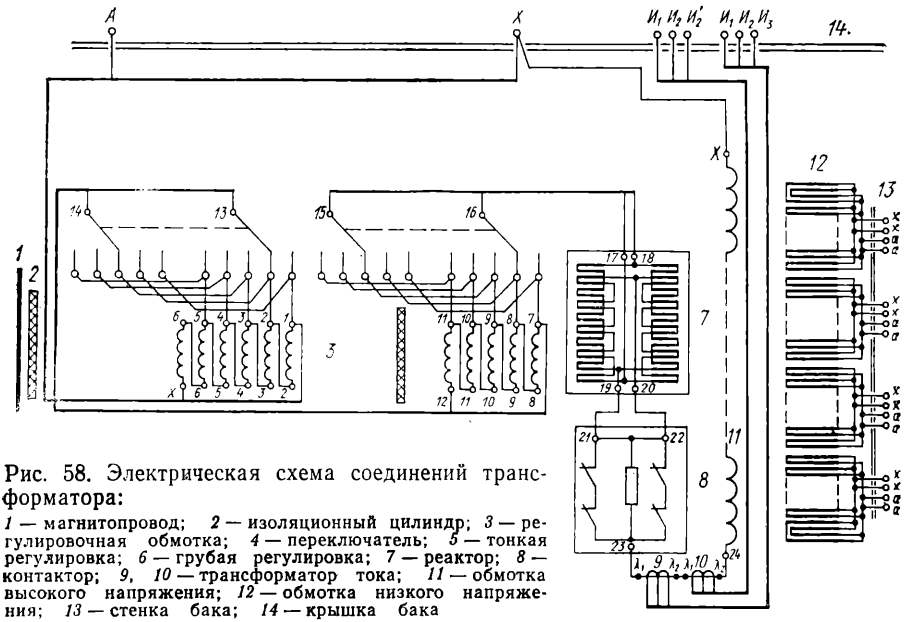


Рис. 58. Электрическая схема соединений трансформатора:

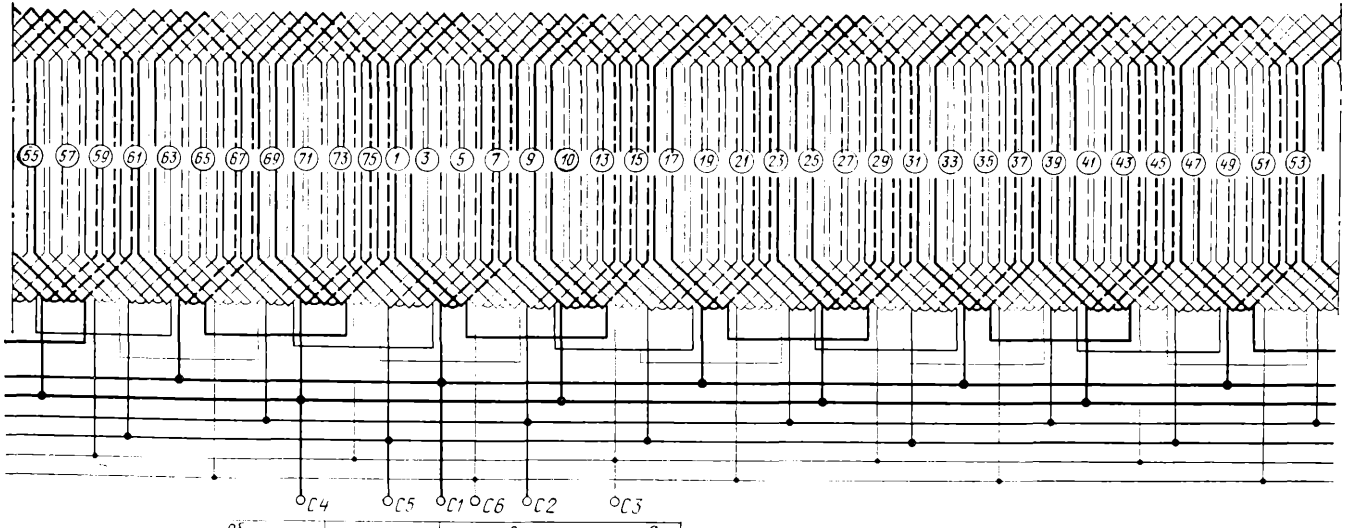
1 — магнитопровод; *2* — изоляционный цилиндр; *3* — регулировочная обмотка; *4* — переключатель; *5* — тонкая регулировка; *6* — грубая регулировка; *7* — реактор; *8* — контактор; *9, 10* — трансформатор тока; *11* — обмотка высокого напряжения; *12* — обмотка низкого напряжения; *13* — стенка бака; *14* — крышка бака

процессов, установления путей токов утечек или определения частей изделия, находящихся под наибольшим потенциалом.

Согласно ГОСТ 2.702—75 расположение графических обозначений элементов и устройств на схемах соединений должно давать примерное представление об их действительном расположении в реальном изделии. Для схем соединений обмоток в зависимости от поставленных задач может быть три варианта выполнения: *I* — с разверткой обмотки на плоскости; *II* — с изображением обмотки применительно к виду на изделие с определенной стороны (для электрических машин — с торца); *III* — с расположением элементов обмотки, определяемым исключительно удобством чтения схемы.

При выполнении по варианту *I* (рис. 59) дается привязка расположения элементов обмотки на схеме к их действительному расположению в изделии как относительно друг друга, так и относительно магнитопровода, который можно на схеме не изображать. В этом случае пазы магнитопровода обозначают номерами, приведенными на схеме. На схеме выдерживают также расположение элементов обмотки относительно некоторых (но не всех) токоведущих элементов, например коллекторных пластин.

Вариант *II* выполнения схем соединений приведен на рис. 60. Расположение элементов обмотки на схеме соответствует виду на статор со стороны контактных колец, а их расположение по отношению к магнитопроводу можно не давать. Приведенный на рис. 61 вариант *III* выполнения схем соединений, вообще, не отражает действительного расположения катушечных групп, изобра-



Обозначение двигателя	Напряжение, В	Соединение концов фаз обмотки статора
XXX.000.000.1	220/380	C1 C2 C3 C4 C5 C6 — C4 C5 C6 / C1 C2 C3
XXX.000.000.2	380	C4 C5 C6 — C1 C2 C3 — C4 C5 C6 / C1 C2 C3
XXX.000.000.3	220	C4 C5 C6 — C1 C2 C3 — C1 C2 C3

Число полюсов	$2p = 10$
Число пазов	$z = 75$
Число фаз	$m = 3$
Шаг по пазам	$y = 1–7$
Число пазов на полюс и фазу	$q = 2\frac{1}{2}$
Число параллельных цепей	2
Число катушечных групп	30

Рис. 59. Электрическая схема соединений статора двигателя (вариант I, для упрощения на рисунке помещены номера только нечетных пазов, обычно на схемах указывают номера всех пазов)

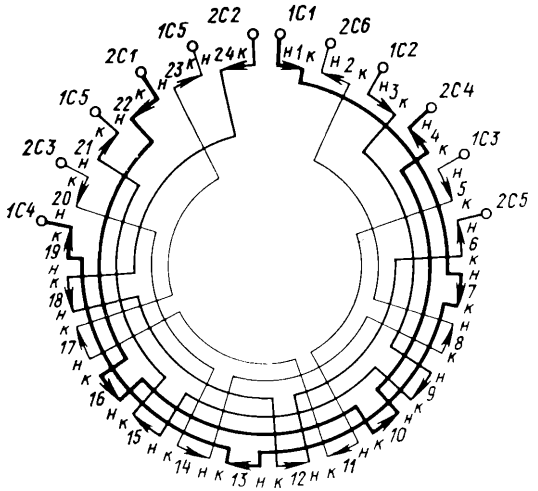


Рис. 60. Электрическая схема соединений статора двигателя (вариант II; на рисунке нанесены номера катушечных групп, их начала и концы)

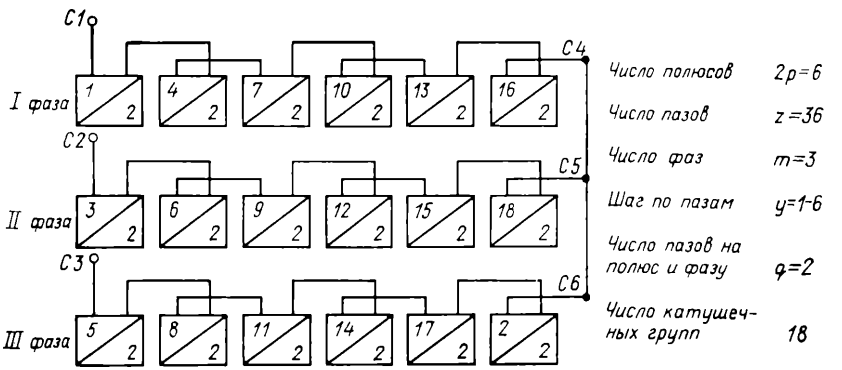


Рис. 61. Электрическая схема соединений статора двигателя (вариант III; в прямоугольниках указаны номер катушечной группы (над диагональю) и число катушек в ней (под диагональю)

жаемых в виде прямоугольников, относительно пазов магнитопровода.

Оптимальные области применения каждого из вариантов выполнения этих схем, их преимущества и недостатки приведены в табл. 26.

3. Требование ГОСТ 2.702—75 об указании на схеме соединений наименований, обозначений или типов устройств и элементов не может быть механически применено для схем электрических машин и трансформаторов, так как используемые элементы обмоток одинаковы как по значениям своих параметров, так и по сво-

26. Варианты выполнения схем обмоток

Схема	Основные черты	Преимущества	Недостатки	Область применения
В виде развертки изображения обмотки на плоскости	Обмотки (и коллектор) изображают развернутыми на плоскости. Активные стороны катушек представлены в виде отрезков прямых. При наличии в изделии магнитопровода с пазами эти отрезки располагают по пазам, обозначаемым цифрами	Наиболее полное представление об обмотке и расположении элементов обмотки (катушечных групп) по пазам магнитопровода и по слоям	Громоздкость схемы	Схемы обмоток всех типов, за исключением обмоток явно выраженных полюсов электрических машин. Используют для разработки остальной конструкторской документации на изделие
С расположением обмотки при рассмотрении изделия с определенной стороны	Расположение элементов обмотки и элементов конструкции на схеме соответствует их расположению в изделии при его рассмотрении с определенной стороны (для электрических вращающихся машин, если смотреть на нее со стороны торца). Элементы магнитопровода могут быть на схеме не отражены	Наглядность в изображении расположения элементов схемы	Относительная сложность выполнения схемы	Схемы трансформаторов и электрических вращающихся машин в целом; групповые схемы роторов, статоров; схемы обмоток явно выраженных полюсов Используют непосредственно в цехах, где изготовляют изделия и при эксплуатации изделий
С расположением элементов обмотки, определяемым исключительно удобством чтения схемы	Расположение элементов обмотки на схеме определется только удобством чтения схемы и не связано простым геометрическим соотношением с их расположением в изделии. Элементы магнитопровода на схеме не отражены	Простота выполнения схемы. Возможность выполнения схемы с группировкой элементов обмотки по любому, необходимому признаку (принадлежности к разным фазам, секциям и т. д.) Выполнение схем обмоток с наиболее простой графикой (для обмоток, содержащих катушечные группы с различными шагами по пазам)	Незначительная наглядность	Схемы, выполняемые на стадиях экскизного и технического проектов, схемы ремонтируемых изделий; схемы изделий, имеющих несколько обмоток, каждая из которых содержит катушечные группы с различными шагами по пазам

им положениям относительно магнитопровода или другого элемента конструкции (например, пластин коллектора). Поэтому в большинстве случаев нет необходимости их отличать друг от друга и присваивать каждому из них особые обозначения.

4. На схеме соединений электрических машин и трансформаторов допускается упрощать графику, если ясно видна закономерность в ее структуре. В этом случае на схеме помещают не полные, а частичные изображения ее однотипных элементов.

5. На схемах соединений электрических машин и трансформаторов целесообразно в пределах одного документа частично дублировать графическую информацию. Так, на поле схемы помещают в виде текста сведения о числе пазов, шаге по пазам и коллектору, о числе фаз и параллельных ветвей. Эти сведения приводят также и на графической части документа, что облегчает работу обмотчика.

6. Элементы в виде электрических машин, трансформаторов и других изделий с обмотками или сами обмотки, как правило, изображают на схемах различных устройств (сборочных единиц) в виде условных графических обозначений по стандартам ЕСКД. На схемах же самих изделий элементы обмоток изображают в виде отрезков линий, групп линий или прямоугольников.

Схемы изделий цифровой вычислительной техники

При выполнении электрических схем изделий цифровой вычислительной техники с двоичными логическими элементами следует руководствоваться ГОСТ 2.702—75 и ГОСТ 2.708—72. К особенностям этих схем могут быть отнесены следующие.

1. Применение на схеме псевдоэлементов, если имеются непосредственные электрические соединения выходов нескольких логических элементов на одну общую нагрузку (см. рис. 5).

2. Изображение на схеме (рис. 62) направления потоков информации (на подобных схемах показывают передачу информации с помощью электрических сигналов, а не передачу электрической энергии).

3. Необходимость в ряде случаев выполнения схем с большой насыщенностью условными графическими обозначениями элементов и линий связи, в том числе не относящихся к логическим элементам (резисторов, диодов, конденсаторов и т. п.), что требует изображения линий связи не только непрерывных, но и с разрывами в средней части листа.

4. Выполнение значительного числа схем на нескольких листах.

5. Разбиение поля схемы на зоны с нанесением на краях листа по вертикали сверху вниз прописных букв латинского алфавита (без букв I и O), а по горизонтали слева направо — цифр (без нанесения на лист самой координатной сетки).

6. Изображение устройств, предназначенных для выполнения в изделии логических операций (интегральных схем, микромоду-

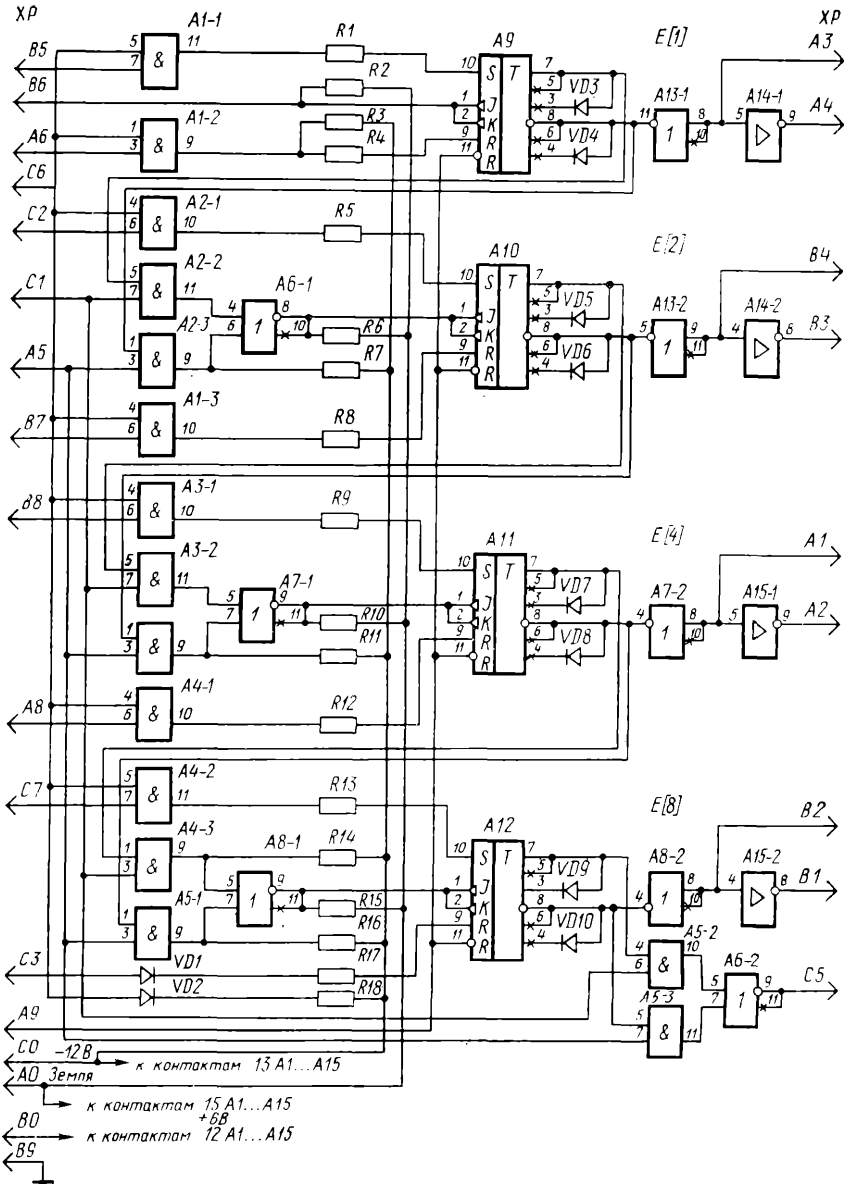
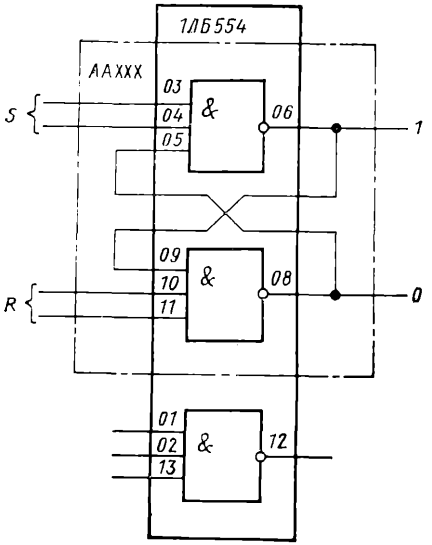


Рис. 62. Электрическая принципиальная схема субблока с двоичными логическими элементами

лей и т. д.) в виде группы двоичных логических элементов, из которых эти устройства состоят (с помещением на них обозначения устройства, в которое входит данный элемент).



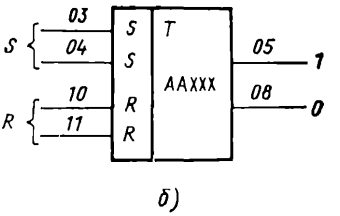


Рис. 63. Изображение функциональной группы (RS-триггера):
а — логическая структура; *б* — условное графическое обозначение

7. Возможность изображения функциональных групп на принципиальных схемах совмещенным способом (разделяя изображения отдельных логических элементов, составляющих функциональную группу, штриховыми линиями) или в виде отдельных условных графических обозначений (рис. 63).

8. Изображение на схемах расположения только составных частей изделия, без показа связей между ними (рис. 64).

9. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Общие положения

Гидравлические и пневматические системы станков непосредственно связаны с их электрооборудованием. Перед рассмотрением правил выполнения гидравлических и пневматических схем следует сделать несколько разъяснений.

В пневматике применяют три диапазона давлений 0,2—1,0; 0,1—0,16 и до 0,01 МПа. ГОСТ 2.704—76 «ЕСКД. Прави-

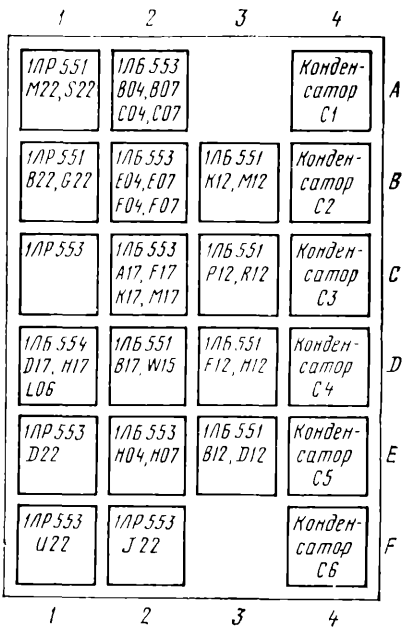


Рис. 64. Электрическая схема расположения ячейки

ла выполнения гидравлических и пневматических схем» распространяется на гидравлические и пневматические приводы; топливные системы; системы смазки и охлаждения (т. е. на исполнительные цепи и устройства).

Стандарт не распространяется на применяемые в управляющих и регулирующих цепях станков объекты струйной техники или пневмоники (термин установлен на основании формальной аналогии с электроникой), в которых используются пневматические сигналы (пневматические воздействующие импульсы).

Правила выполнения специфических схем пневмоники в настоящее время еще не оформлены на уровне государственного стандарта. В практике отечественных предприятий и зарубежных фирм такие схемы выполняют по аналогии со схемами на объекты электроники. В частности, поэтому при изображении на схемах пневматических логических элементов используют ГОСТ 2.743—72 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Двоичные логические элементы», хотя первоначально этот стандарт был предназначен только для электрических схем.

Для объектов, входящих в область распространения ГОСТ 2.704—76, в соответствии с этим стандартом нужно выполнять только схемы структурные, принципиальные и соединений. На практике выполняют также пневматические и гидравлические схемы подключения.

Условные графические обозначения элементов, изображаемых на гидравлических и пневматических схемах (в дальнейшем гидравлических), должны соответствовать условным графическим обозначениям, приведенным в стандартах ЕСКД. Однако эти стандарты содержат не все обозначения, необходимые на практике. В тех случаях, когда возникает необходимость изобразить элементы, отсутствующие в стандартах ЕСКД, могут быть использованы обозначения, которые заимствованы из международной практики оформления схем.

В частности, для изображения гидроаппаратуры, используемой при модульном монтаже, и гидроприводов станков с числовым программным управлением, применяют обозначения, приведенные в [10].

Для схем пневмоники условные графические обозначения элементов, отсутствующие в ГОСТ 2.743—72, могут быть взяты из литературы [13, 14]. В нем содержатся обозначения элементов пневматической системы «Волга», серийно выпускаемых промышленностью (часть обозначений построена на основе базовых, заимствованных из ГОСТ 2.743—72). При этом для некоторых из элементов существуют два варианта обозначений: обычные и полуконструктивные. Условные обозначения различных видов приводов для управления гидравлической распределительной аппаратурой прдиведены в ГОСТ 2.721—74. Объекты, которые изображают на гидравлических схемах различных типов, указаны в табл. 27.

27. Объекты, изображаемые на гидравлических схемах

Тип схемы	Изображаемый объект	Применение
Структурная	Основные функциональные части (элементы, устройства, функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними	Для общего ознакомления с гидро- и пневмооборудованием и общим принципом его работы
Принципиальная	Все пневматические и гидравлические элементы (элементы гидравлических и пневматических сетей, распределительная и регулирующая гидро- и пневмоаппаратура, насосы и двигатели, аппаратура, выполняющая логические операции) и все связи между ними	Для полного ознакомления с работой гидро- и пневмооборудования, перечнем его функциональных частей и линий связи, условиями эксплуатации
Соединений (монтажная)	Все гидравлические и пневматические элементы и устройства, входящие в состав изделия, а также трубопроводы, плиты и элементы соединений трубопроводов	При монтаже гидро- и пневмооборудования
Подключения	Изделия (станки, средства механизации, манипуляторы и т. д.), их входные и выходные элементы (концевые соединения, переходные колодки и т. п.) и подводящие к ним трубопроводы, шланги, воздухопроводы внешнего монтажа	Для выполнения монтажных работ по соединениям трубопроводами отдельных единиц гидро- и пневмооборудования

Структурные схемы

Структурные схемы служат для изображения основных функциональных частей изделия. Формы графических изображений, применяемых при выполнении таких схем, приведены в табл. 7.

На рис. 65 приведена пневматическая структурная схема системы управления токарно-револьверным станком. В ней использованы струйные логические элементы (элементы пневмоники), условные графические обозначения которых соответствуют ГОСТ 2.743—72. При большом количестве функциональных частей целесообразнее присваивать каждой такой части порядковый номер, а их наименования и типы приводить в таблице, помещаемой на свободном поле схемы.

Структурные схемы гидрооборудования могут сопровождаться временными диаграммами и графами, иллюстрирующими последовательность работы входящих в станок механизмов. Так, на табл. 28 приведена в качестве примера временная диаграмма работы манипулятора для загрузки щитовых деталей в сушильные камеры.

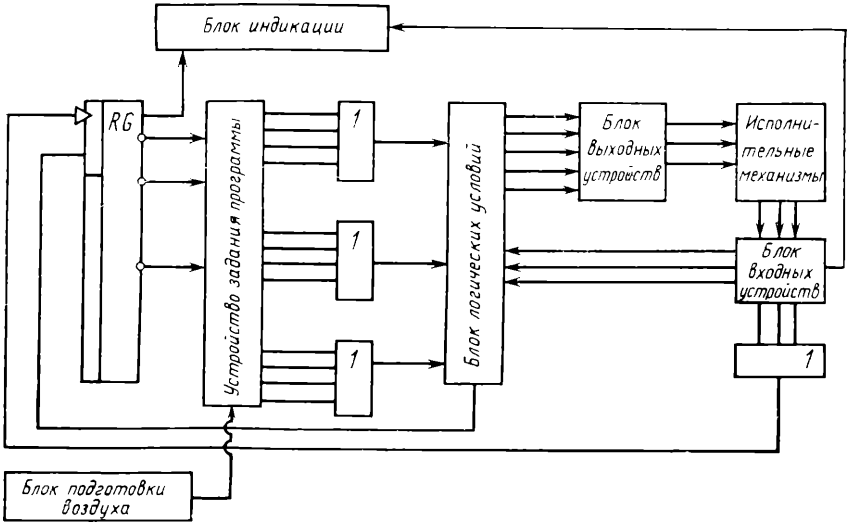


Рис. 65. Пневматическая структурная схема системы управления токарно-револьверным станком с использованием струйных логических элементов

Граф работы пневматического подъемника приведен на рис. 66. Его вершины, изображенные в виде кружков, интерпретируются как ситуации (операции) в работе подъемника, а дуги — как переходы из одной ситуации в другую (направление перехода указано стрелкой). Условия переходов указывают около дуг в виде числителей дробей и задают Булевыми функциями, а сигналы

28. Временная диаграмма работы манипулятора

Исполнительный механизм	Источник движения	Состояние или характеристика движения	В р е м я с									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рольганг подъемный	Гидродвигатель	Включен										
		Отключен										
	Гидроцилиндр	Ход вверх										
		Ход вниз										
		Отключен										
Каретка вертикальная	Гидродвигатель	Ход вверх со щитом										
		Ход вверх без щита										
		Ход вниз со щитом										
		Ход вниз без щита										
		Отключен										
Каретка горизонтальная	Гидродвигатель	Ход вперед										
		Ход назад										
		Отключен										
Механизм поиска этажа	Пневмоцилиндр	Ход вперед										
		Ход назад										
Транспортер захвата	Гидродвигатель	Включен										
		Отключен										

включения или отключения исполнительных механизмов — в виде знаменателей этих же дробей [11]. Замкнутый цикл работы подъемника состоит из 11 операций.

Каждый числитель представляет собой Булеву функцию от аргументов X_2, X_1, ..., X_7 и $\beta_п$. Аргументы X_n обозначают наличие пневматического сигнала от обозначенного той же буквой конечного выключателя, который контролирует положение соответствующего исполнительного органа, например платформы, а $\beta_п$ — наличие сигнала от кнопки «Пуск».

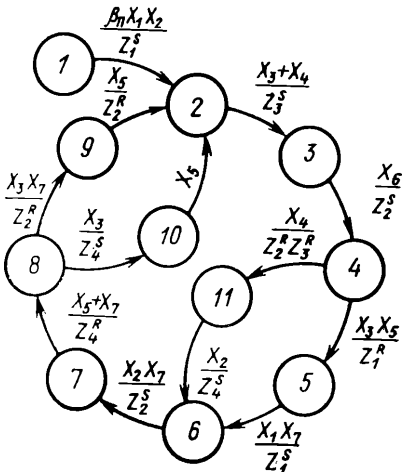


Рис. 66. Граф работы пневматического подъемника

Таким образом, условие $\beta_п X_1 X_2$ в числителе первой дроби означает, что переход от первой операции графа ко второй (подъем отсекателя *1* подъемника) должен произойти при нажатии кнопки «Пуск», если платформа и переталкиватель стоят в исходном положении и нажаты конечные выключатели X_1 и X_2 (логическая операция умножения). Сигнал включения отсекателя *1* Z_1^S приведен в знаменателе дроби. Переход из второй ситуации графа в третью (подъем платформы) осуществляется по сигналу включения Z_3^S, если нажат конечный выключатель X_3 или X_4 (логическая операция сложения). Из четвертой ситуации система может перейти в пятую или одиннадцатую (малый или большой подъем платформы) в зависимости от того, нажат ли один конечный выключатель X_4 или оба конечных выключателя: X_3 и X_5 (логическая операция умножения). По первому условию появляются сигналы Z_2^R и Z_3^R, которые включают соответствующие пневмоцилиндры подъемника. Далее пневматическая система управления переходит поочередно в следующие ситуации вплоть до окончания цикла (ситуация 9). В ситуации 2 цикл системы начинается вновь.

Принципиальные схемы

Изображение элементов и связей. На принципиальных гидравлических схемах изображают и однозначно определяют все элементы и линии связи, входящие в состав гидрооборудования станка. Рекомендуется принципиальные гидравлические схемы выполнять на одном листе формата 24.

Все элементы или устройства, как правило, нужно изображать в исходных положениях; следовательно, в контрольно-регулирующей аппаратуре пружины должны находиться в состоянии пред-

варительного сжатия, а в распределительной и логической на них не действуют команды управления. Исключением могут быть элементы, которые контролируют или обеспечивают выбранное положение рабочих органов устройств. В этом случае допускается вычерчивать их в рабочем положении.

В ГОСТ 2.704—76 отсутствуют определенные требования к расположению элементов на схеме. Практика оформления схем показала целесообразность расположения элементов (в зависимости от их функционального назначения) на отдельных горизонтальных полосах схемы, условно называемых горизонтами.

Разработанные Минским СКБ автоматических линий предложения [1] предусматривают расположение элементов на 10 горизонтах (табл. 29), каждый из которых объединяет одинаковые по назначению функциональные элементы, различающиеся в пределах одного горизонта только техническими данными (производительностью, конструктивными особенностями и т. д.).

29. Размещение гидро- и пневмоаппаратуры по горизонтам на принципиальной схеме

Номер горизонта	Назначение аппаратуры, расположенной на горизонте	Наименование аппаратуры
10	Исполнительные механизмы	Гидроцилиндры, пневмоцилиндры, гидро- и пневмодвигатели
09	Регулирующая аппаратура на линиях прямого и обратного движения у исполнительных механизмов	Дроссели, дроссели с обратным клапаном
08	Устройства, соединяющие гидростанцию, пневмошкаф, пульт с подвижными частями исполнительных механизмов	Гибкие рукава, центральные маслораспределители
07	Контрольная аппаратура на линиях прямого и обратного движения	Реле давления
06	Регулирующая аппаратура на линиях прямого и обратного движения	Дроссели с регулятором и обратным клапаном, золотники напорные с обратным клапаном, клапаны редукционные с обратным клапаном
05	Распределительная аппаратура	Распределители, панели распределителей
04	Регулирующая аппаратура на линиях давления и слива	Клапаны редукционные, дроссели нерегулируемые, дроссели с регулятором
03	Предохранительная аппаратура	Гидропанель разделительная, гидропанель электроразгрузки, гидроклапан предохранительный, золотники напорные
02	Устройства очистки масла, аппаратура подготовки воздуха	Фильтрующие устройства, маслораспылители, влагоотделители, регуляторы давления
01	Силовой агрегат	Насосные установки, гидробаки

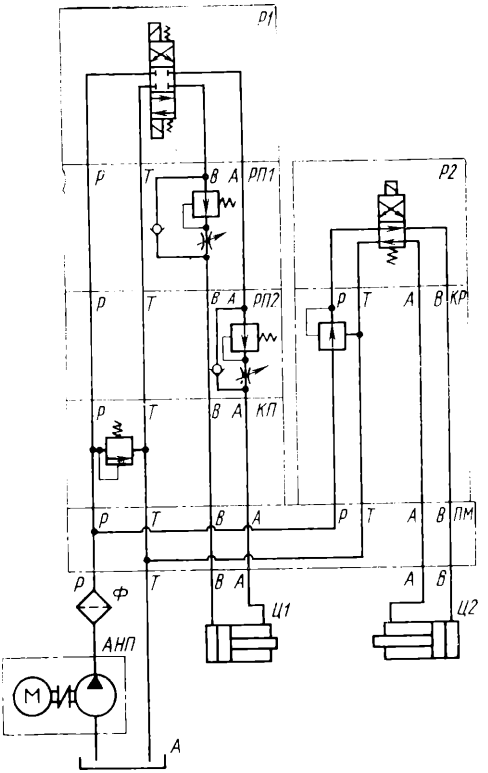


Рис. 67. Гидравлическая принципиальная схема с использованием модульной аппаратуры: *Р1*, *Р2* — гидрораспределители; *РП1*, *РП2* — регуляторы потока; *КР* — клапан редукционный; *КП* — клапан предохранительный; *ПМ* — панель монтажная; *Ф* — фильтр; *АНП* — насосная установка; *А* — гидробак; *Ц1*, *Ц2* — гидроцилиндры

При построении гидравлических принципиальных схем изделий с модульной аппаратурой следует аппаратуру и плиты располагать на схеме в том порядке, в каком их крепят в модульном блоке. Это показано на гидравлической принципиальной схеме станка с использованием двухместной монтажной плиты и аппаратуры в модульном исполнении (рис. 67). Обозначения линии связи на схеме наносят рядом со стыковой плоскостью элемента или плиты и для них используют следующие буквы: *Р* — напорная магистраль, *Т* — магистраль слива; А. В — линии, связанные с потребителем (цилиндром, двигателем), У — дренажные линии.

Для упрощения начертания схем и облегчения их чтения допускается:

указывать направление потока рабочей среды;

сливать в одну линию несколько не связанных между собой линий связи; при подходе к элементам каждую линию связи изображают отдельно;

сокращать длину линий нагнетания, слива, выхлопа и дренажа многократным повторением изображений бака и подвода рабочей среды непосредственно около изображения соответствующего элемента без показа самой линии на всем ее протяжении;

обрывать линию связи, в месте разрыва ставить стрелку и над ней писать адрес соединения;

изображать (при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, устройств или функциональных групп, соединенных параллельно) вместо всех параллельных ветвей только одну с указанием числа ответвлений и обозначения их;

изображать (при последовательном соединении нескольких

элементов) вместо всех элементов только первый и последний (с указанием цифрами их общего числа); при этом связи между ними показывают штриховыми линиями.

Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств, имеющих самостоятельные схемы и соединенных параллельно или последовательно, то каждое такое устройство изображают в виде прямоугольника. Принципиальную схему такого устройства помещают на свободном поле схемы изделия с соответствующей надписью, например «Схема блока подготовки воздуха».

Присвоение обозначений элементам и линиям связи. В гидравлических схемах применяют буквенно-цифровые позиционные обозначения элементов, проставляемые на схеме рядом с их условными графическими обозначения с правой стороны или над ними.

Буквенные позиционные обозначения некоторых элементов приведены в приложении к ГОСТ 2.704—76. В дополнение к ним на практике могут быть использованы буквенные обозначения, содержащиеся в методических материалах, промышленных каталогах [13, 14] и ГОСТ 17398—72, ГОСТ 17752—72.

Если отсутствуют необходимые позиционные обозначения для примененных элементов, то они могут быть составлены с учетом следующих рекомендаций:

должны содержать буквы, отражающие наименования элементов, которые помещены в стандартах ЕСКД на условные графические обозначения;

не должны совпадать с обозначениями, содержащимися в ГОСТ 2.704—70;

должны содержать только прописные буквы;

не должны содержать более четырех букв;

аббревиатуры должны состоять из одной или двух букв;

не должны содержать буквы Ё, Й, Ъ, Ь, Ы, О, З и Ч;

можно включать буквы, обозначающие функциональное назначение элемента, например клапан переливной КП; клапан быстрого выхлопа КБВ.

Вновь составленные буквенно-позиционные обозначения должны быть объяснены на схеме в отдельной таблице или перечне элементов. Порядковые номера элементам (устройствам) следует присваивать, начиная с единицы в пределах группы элементов (устройств) с одинаковыми буквенно-позиционными обозначениями, например М1, М2, М3.

Для нескольких одинаковых устройств позиционные обозначения элементов, присвоенные в пределах одного устройства, повторяют во всех последующих устройствах.

Как правило, обозначения линий связи на схеме проставляют около обоих концов. При этом необходимо придерживаться следующих требований.

1. Линиям связи различного назначения присваивают обозначения в виде группы цифр из следующих диапазонов:

напорные гидролинии	1—50
сливные гидролинии	51—100
всасывающие гидролинии	101—120
гидролинии управления	121—200
дренажные гидролинии	201—250

2. Гидролинии следует обозначать независимо от обозначений, имеющихся около отверстий элемента, к которым подсоединяется маркируемый трубопровод.

3. Порядковые номера линиям связи допускается присваивать по направлению потока рабочей среды.

4. Для отличия линий связи различного назначения допускается применять линии разного начертания с обязательной расшифровкой их на поле схемы.

5. Маркировки линий связи рекомендуется проставлять при вертикальном их расположении слева от изображения и при горизонтальном — под ним.

Выполнение перечня элементов. Перечень элементов выполняют в виде таблицы по правилам, рассмотренным выше для электрических принципиальных схем, однако допускается графу «Зона» не заполнять. Основные технические данные гидравлического элемента помещают в графу «Примечание». К ним могут быть отнесены: условный проход, диаметр поршня, номинальный расход рабочей жидкости, номинальное давление, крутящий момент и наибольшее рабочее давление.

Поясняющие надписи, графические символы. Основные технические данные элементов помещают в графе «Примечание» перечня. Некоторые дополнительные сведения приводят около графизических обозначений элементов или линий связи, где помещают поясняющие надписи или графические символы, определяющие, например, значения параметров потока, названия технологических операций, режимы эксплуатации. К таким надписям могут быть отнесены:

давление настройки для регулирующих элементов (предохранительных и редукционных клапанов, напорных золотников, разделительных гидропанелей);

давление срабатывания для реле давления;

время выдержки для реле времени;

цифровые позиционные обозначения электромагнитов или гидроприводов для распределительной аппаратуры;

направление движения;

основные размеры цилиндров (диаметр штока, ход) для исполнительных механизмов.

Схемы соединений

Рекомендуется схемы соединений выполнять на нескольких листах отдельно для каждого устройства, входящего в изделие. На схемах соединений гидрооборудования станков кроме входящих в станок гидравлических элементов, устройств и трубопроводов

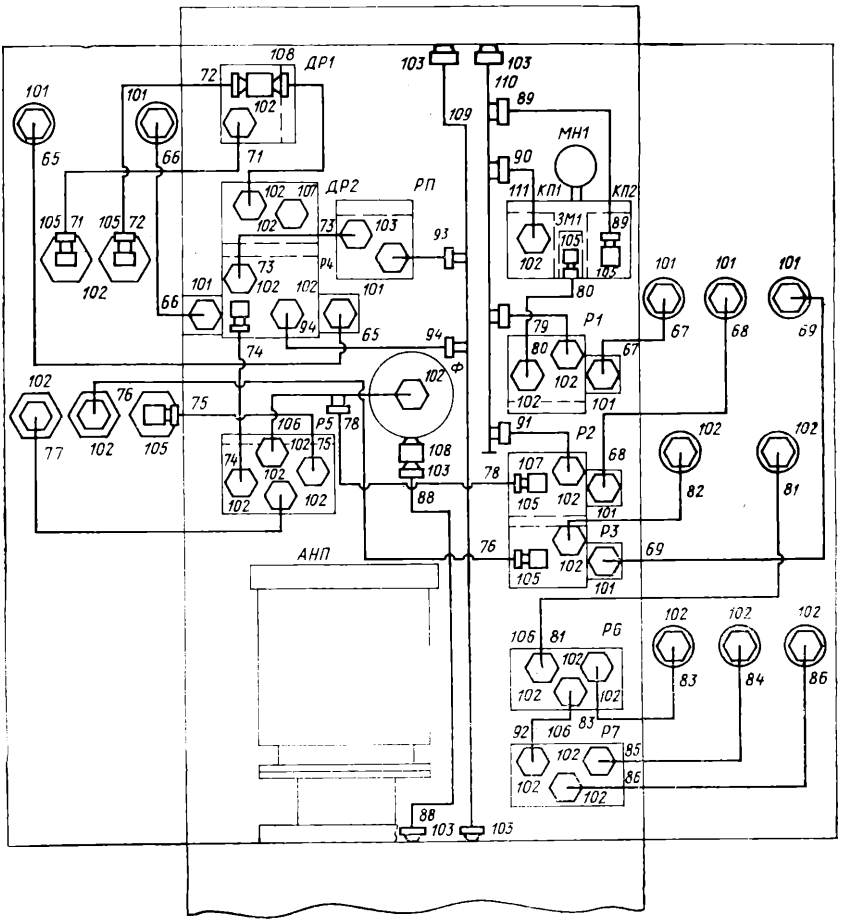


Рис. 68. Гидравлическая схема соединений

указывают также элементы соединений, предназначенные для монтажа. При стыковом монтаже гидроаппаратуры к ним обычно относят штуцера, переходники, коллекторы, плиты, колодки.

Расположение графических обозначений элементов и устройств на схемах должно примерно соответствовать их действительному размещению в изделии.

На схеме соединений контуры металлоконструкции, к которой крепятся все функциональные части гидрооборудования, изображают в соответствии с указаниями, приведенными в табл. 5. Поверхности металлоконструкции, не параллельные плоскости, в которой выполнена схема, разворачивают и совмещают с плоскостью схемы. Например, на схеме соединений гидростанции (рис. 68) ее боковые стенки развернуты до совпадения с плоскостью схемы.

Монтаж гидроаппаратуры на этой гидростанции выполнен стыковым методом: на плитах, которые показаны на схеме на виде сзади (со стороны подсоединения трубопроводов).

Концевые соединения, которые расположены параллельно притычной плоскости элементов или панелей, на схеме располагают в том же порядке. Если же концевые соединения расположены в плоскости, перпендикулярной притычной плоскости элементов или панелей, то передние соединения вычерчивают в пределах контура элемента сплошными линиями, а задние — штриховыми.

Схемы подключения

Схемы подключения не предусмотрены ГОСТ 2.704—76. Однако на практике в ряде случаев возникает необходимость в разработке таких схем. Схема подключения станка должна быть разработана в случаях, когда отдельные устройства (гидростанции, трубопроводы, пульты и т. д.) имеют свои схемы соединений, изготовляются раздельно и подключаются между собой в процессе сборки станка.

Как правило, в схему подключения входят только трубы и шланги для соединений отдельных устройств. Эти устройства вместе с колодками, штуцерами и другими деталями соединения показывают на схеме тонкими линиями. Для изображения элементов и изделий, не указанных на схеме соединения, но имеющихся на принципиальной схеме, нужно применять упрощенные графические обозначения в виде внешних очертаний. Их позиционные

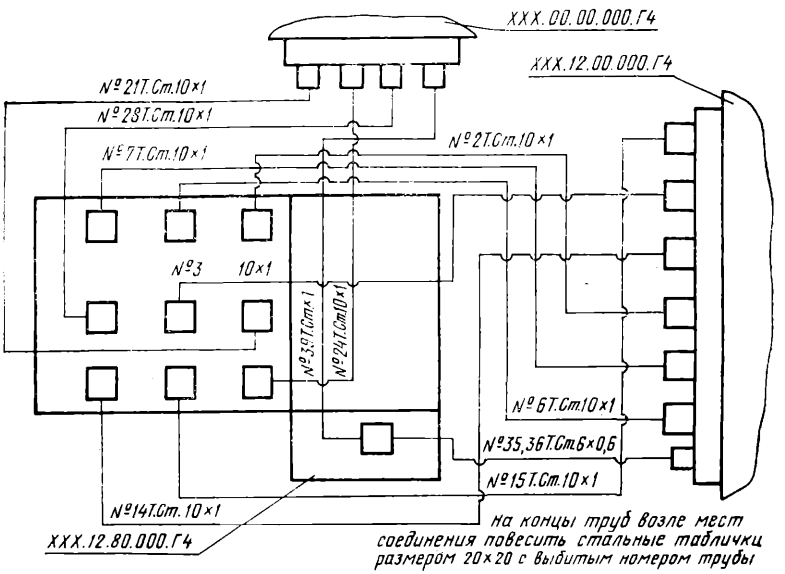


Рис. 69. Гидравлическая схема подключений

обозначения должны соответствовать тем, которые имеются на принципиальной схеме.

Рядом с трубопроводами указывают их маркировку в соответствии с принципиальной схемой, материал, условный проход и толщину стенки (рис. 69). Например, под обозначением трубы № 2Т Ст10×1 следует понимать, что труба № 2 по принципиальной схеме выполнена из стали, ее условный проход 10 мм, толщина стенки 1 мм.

Изображения отдельных устройств гидрооборудования станка, входящих в схему подключения, выполняют так же, как и на схеме соединений.

10. ПИКТОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАЗНАЧЕНИЙ МЕХАНИЗМОВ И ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТАНКАХ

Выше указывалось, что вблизи отдельных строк (зон) силовых цепей и цепей управления, сигнализации и местного освещения на принципиальных схемах, а также у органов управления следует помещать поясняющие надписи. В краткой, однако, в достаточно полной и в то же время в лаконичной форме эти надписи должны давать необходимые разъяснения, что особенно важно, если они относятся к органам управления. В этом случае их помещают на пультах управления, и они обеспечивают выдачу необходимой информации обслуживающему станок персоналу. Такой типичной информацией являются надписи «Пуск», «Стоп», «Влево», «Вправо», «Включение», «Отключение» и пр., располагаемые на пультах непосредственно возле соответствующих кнопок или переключателей управления, сигнальных ламп или непосредственно на них.

Подобную информацию часто помещают на различных табличках, обеспечивающих выдачу определенных сведений для правильного обслуживания станка и его электрооборудования. Широко распространены таблички с основными данными по электрооборудованию станка, к которым относятся величины подводимого к станку питающего напряжения и рода тока, напряжения цепей управления, сигнализации и местного освещения, степени защиты от вредных влияний окружающей среды (IP) по ГОСТ 14254—80 и т. д.

Составляя поясняющие надписи, не следует их усложнять. Иначе выдаваемая ими информация затрудняет восприятие и усвоение сообщения; в результате обслуживающий персонал (оператор) может выдать исполнительную команду с запозданием, так как реакция на зрительно воспринимаемый сигнал длится у человека 0,15—0,3 с, а для перемещения руки оператора от одного элемента к другому требуется около 0,5 с.

Для информации в виде поясняющих надписей лаконичность достигается короткими фразами (из двух-трех слов) и (или) ко-

роткими словами, достаточно полно раскрывающими функциональные назначения элементов управления. Такая информация не должна содержать избыточные сведения и для нее недопустимы сложные, трудночитаемые слова, сокращения или аббревиатуры.

Текстовая (словесная) информация обладает тем недостатком, что ее смысловое осознание требует последовательного считывания слов, задерживающего выдачу ответных команд. Кроме того, она не международна: выполненная на одном языке, она создает языковый барьер в восприятии информации; перевод же на другие языки затрудняется получением достаточно ясных однозначных и лаконичных определений и связан с технологическими трудностями в производстве.

Эти недостатки отсутствуют при пиктографическом способе выдачи информации [16]. Пиктограммы приобретают все большее распространение тогда, когда требуется простая, легко воспринимаемая массовая информация, заменяющая тексты стандартизованными, часто международными, условными графическими символами. В частности, такая символика находит применение на транспорте, в службах связи, при разработке пультов управления энергосистем и технологических агрегатов, в радиотехнических изделиях, в технике безопасности, уличном движении, в быту и т. д.

Под пиктограммой следует понимать условное графическое изображение (знак, символ, рисунок), предназначенное, независимо от любого разговорного языка, для зрительной передачи информации или зрительного представления в ясной и понятной форме о некотором объекте или понятии. Она служит также для выдачи информации о состоянии объекта, имеющихся в нем связях и выполняемых им действиях или наличии определенных фактов.

При разработке пиктограмм большое значение приобретает понятие «читаемость изображения». Под этим понятием подразумеваются такие размеры, форма, яркость и контрастность с фоном пиктограммы, которые позволяют наиболее быстро, легко, однозначно и безошибочно определять некоторые действия или указания. На читаемость изображения влияют следующие положения.

1. Пространственные пропорции между площадью пиктограммы и площадью фона (поля), на котором она помещена. Пиктограмма малого размера теряется на большом поле, а большая пиктограмма, помещаемая на соизмеримом с нею поле, теряет контрастность. Оптимальное соотношение указанных площадей находится в пределах от 1 : 3 до 1 : 5.

2. Комплекс пиктограмм должен быть представлен как единый алфавит с максимально короткими и четкими различительными признаками. Для данного алфавита пиктограммы нужно разрабатывать с использованием определенного базового модуля; это позволяет изображать пиктограммы различных назначений в едином масштабе, облегчает совместное размещение нескольких пикто-

грамм на одной панели или табличке, улучшает их внешний вид и упрощает восприятие приводимой информации.

3. Пиктограмма должна иметь по контуру ограничивающую линию, увеличивающую ее контрастность. Если в пиктограмме использовано несколько элементов, то для более важного в функциональном отношении элемента следует использовать силуэт с контрастными ограничивающими линиями. Так целесообразно изображать символы движения отдельных частей машин и движущиеся или участвующие в работе части; неподвижные или не участвующие в работе части изображают в виде контуров из сплошных линий.

4. Для пиктограмм нужно применять преимущественно простейшие фигуры правильной формы (точки, кресты, звездочки, линии, треугольники, прямоугольники, окружности, эллипсы) либо упрощенные стилизованные изображения узлов механизмов и символы действий, функциональные назначения которых требуется разъяснить. Могут быть также использованы простейшие или же более сложные условные графические обозначения, разработанные, как производные из простейших.

5. Изображая простые геометрические фигуры, следует, как правило, применять силуэты. Наибольшая контрастность достигается, если звездочки, кресты, теругольники и эллипсы максимально заполняют поле, а прямоугольники и ромбы максимально вытянуты в одном направлении.

6. Вспомогательные элементы для сложных составных пиктограмм можно изображать замкнутыми контурами из прерывистых линий в сочетании с силуэтами, что также улучшает читаемость.

7. Сложные пиктограммы нужно разрабатывать из унифицированных элементов с четкими различительными признаками.

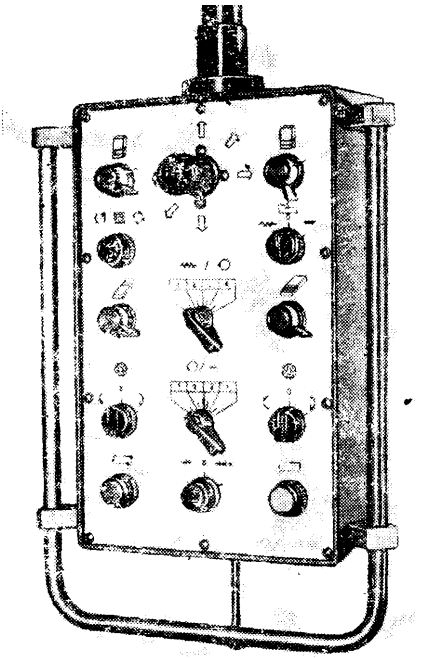
8. На пиктограммах не следует размещать мелкие второстепенные элементы: они отвлекают внимание, снижают скорость восприятия и читаемости и приводят к неправильному их пониманию.

9. Пиктограммы, по возможности, должны быть симметрично ориентированы относительно некоторой оси (горизонтальной или вертикальной).

10. Пиктограммы должны быть унифицированными, для чего их элементы должны иметь одинаковые размеры и пропорции, если они повторяются в комплексе. Это достигается использованием базового модуля.

11. Бóльшая контрастность достигается изображением силуэта внутри контура, если изображения встречаются вместе в одной пиктограмме.

Примеры пиктограмм, наиболее часто применяемых для графической информации на пультах управления металло- и деревообрабатывающих станков и кузнечно-прессовых машин, а также автоматических линий, компонуемых из них, приведены в табл. 30, а общий вид панели пульта управления с ними — на рис. 70. Подобная информация в сочетании с условными графическими обо-



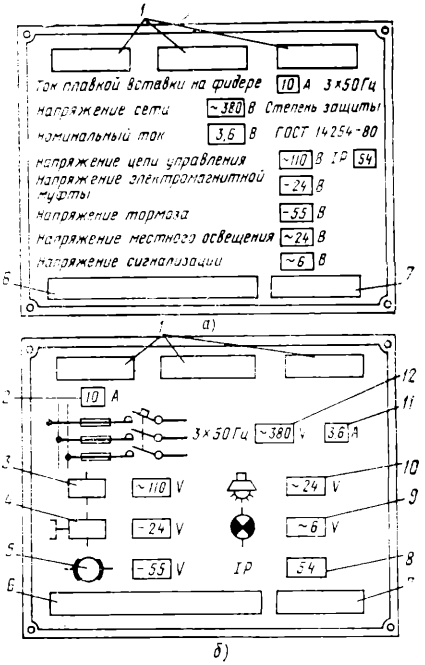


Рис. 70. Панель пульта управления станком с пиктографической информацией для органов ручного управления и аппаратуры визуальной сигнализации

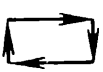
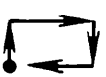
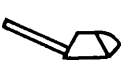
Рис. 71. Табличка с основными данными по электрооборудованию станка, укрепляемая на нем или в шкафу управления:

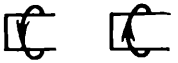
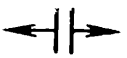
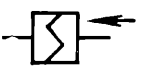
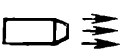
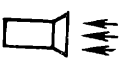
а — с текстовой информацией; *б* — с пиктографической информацией; *1* — резервные места для обозначения модели станка, его заводского номера или других сведений, относящихся к станку; *2* — номинальный ток уставки защитного аппарата в распределительном пункте на ответвлении к станку; *3* — напряжение и род тока цепей управления магнитными пускателями и реле; *4* — напряжение и род тока цепей управления электромагнитными муфтами; *5* — напряжение и род тока цепей электродинамического торможения; *6* — номера принципиальной схемы и схемы соединения электрооборудования; *7* — резервное место для заводского шифра или другого обозначения отдельно стоящего шкафа управления; *8* — степень защиты шкафа управления по ГОСТ 14254—80; *9* — напряжение и род тока цепи сигнализации; *10* — напряжение и род тока местного освещения; *11* — номинальный ток, потребляемый при наиболее тяжелом режиме работы станка; *12* — число фаз, род тока, частота и напряжение питающей сети

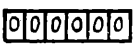
значениями элементов электросхем для табличек с основными данными по электрооборудованию станка показана на рис. 71, *б*. Отсутствие на ней текстовой информации позволяет применять ее без дополнительных переводов на другие разговорные языки при изготовлении и поставке станков на экспорт.

На практике рисунки и размеры пиктограмм или их отдельных элементов приводят в соответствующей нормативно-технической документации (например, ОСТ 2 НО3-5—79, Символы органов управления. Рисунки, графика). При этом чертеж панели управления или его поле оказываются загруженными размерными линиями, углами и другими элементами, наносимыми на чертеж

30. Наиболее часто применяемые для графической информации пиктограммы, помещаемые на панелях пультов управления

Наименование	Изображение	Наименование	Изображение
Пуск, включение		Охлаждение	
Стоп, отключение (красный)		Замок	
Включение толчковое		Плавное регулирование	
Стоп аварийный (красный)		Осторожно, высокое напряжение	
Педаль		Подача медленная (угол 30°, четыре шага)	
Вводной выключатель		Подача быстрая (угол 60°, два шага)	
Электродвигатель		Копирование	
Освещение		Внимание (желтый)	
Ручной режим		Защитное заземление	
Автоматический режим		Движение прямолинейное	
Режим одного цикла (полуавтоматический)		Движение вращательное	
Смазка			

Наименование	Изображение	Наименование	Изображение
Вращение шпинделя		Шпиндель токарного станка	
Один оборот		Шпиндель сверлильного станка	
Зажим изделия		Шпиндель фрезерного станка	
Разжим изделия		Шпиндель шлифовального станка	
Зажим салазок, суппорта, направляющих		Револьверная головка	
Отжим салазок, суппорта, направляющих		Упор	
Торможение		Гидронасос	
Муфту сцепить		Измерительный прибор	
Муфту расцепить		Подвесной пульт управления	
Обдув		Тельфер	
Отсос		Перфолента	

Наименование	Изображение	Наименование	Изображение
Магнитная лента		Предохранительный срезной штифт	
Работа по времени		Обслуживание двумя рабочими	
Работа по счету			

для построения пиктограмм и привязки их к соответствующим элементам электрооборудования, размещаемым на панели (рис. 72). Такой подход не обеспечивает получение для рисунков размеров,

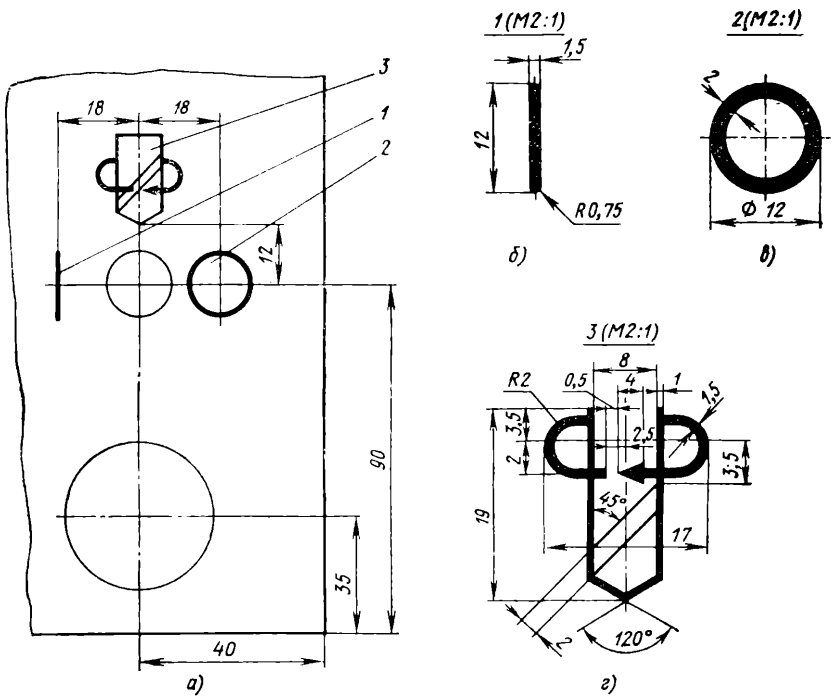


Рис. 72. Фрагмент панели пульта управления, на котором пиктограммы построены с использованием размерных линий, углов, радиусов окружностей: *а* — часть панели; *б* — пиктограмма «Пуск»; *в* — пиктограмма «Стоп»; *г* — пиктограмма «Сверлильный шпиндель»

которые в сочетании друг с другом могли бы создать видимость одинаковой масштабности в изображениях пиктограмм.

Все чаще использование пиктограмм в различных областях народного хозяйства требует создания единого принципа при их разработке, который с одинаковым успехом сможет быть использован как в машиностроении, так и на транспорте, в радиотехнике и электронике, электротехнике и энергетике, легкой промышленности и т. д.

Разработанные таким образом пиктограммы должны выдавать однозначную информацию и вызывать ясное восприятие в самых различных областях применения. Примером такой пиктограммы, широко и давно используемой в различных сферах применения, является знак электрического напряжения — «молния».

Пиктограммы, предназначенные для массовой информации, должны позволять их использовать также на планах, графиках, схемах, чертежах, картах, диаграммах и в других конструкторских или эксплуатационных документах; тем самым эти документы связаны с реально изготовленными объектами (станками, машинами, устройствами, производственным и технологическим оборудованием, средствами передвижения и т. д.), и отпадает необходимость переводить на разные языки пояснения, приводимые в таких документах.

В результате опыта применения пиктограмм в разных областях оказалось возможным создать единый системный подход к их разработке. В основу этого системного подхода положено, что любые пиктограммы должны быть предназначены для:

обозначения (например, частей оборудования);

оценки действия (например, их изменений или последовательностей);

инструктирования (например, в области действия или использования);

управления (например, какими-либо элементами или органами воздействия для выполнения некоторых операций);

предупреждения (например, для привлечения внимания об опасности);

указания (например, направления действия, движения).

Учитывая эти соображения, а также перечисленные выше положения, связанные с их читаемостью, при разработке пиктограмм следует иметь в виду, что:

описание значения пиктограмм и ее рисунок должны иметь только один смысл; таким образом, графическое содержание пиктограммы не должно допускать его неправильное толкование, а сама пиктограмма или ее элементы не должны быть подобны другим пиктограммам или элементам, используемым в другой информации;

пиктограмма должна обеспечивать ее быстрое и точное считывание с однозначным восприятием и, следовательно, должна дей-

ствовать эффективно, вызывая непосредственную реакцию у того, кто на нее смотрит;

рисунок пиктограммы должен обеспечивать ясное представление о значении пиктограммы, протекающем процессе или представлял его величину;

пиктограмма должна быть так разработана, чтобы ее значение относительно других пиктограмм легко различалось, понималось и запоминалось.

Сам процесс разработки пиктограммы должен складываться из следующих этапов:

четкого определения необходимости иметь оригинальную пиктограмму, если имеющиеся не достаточно ясно представляют протекающие действия, процесс, явления или указания;

ясного и однозначного представления назначения пиктограммы, учитывающего все факторы, связанные с положением ее на плоскости и в пространстве или с перемещением;

разработки рисунка пиктограммы в соответствии с законами их построения по базовому модулю;

психофизиологического анализа разработанного рисунка с точки зрения его четкости, легкости восприятия и понимания, контрастности к окружающему фону, отличия от других пиктограмм той же или смежных областей применения и т. д.;

при необходимости корректировки или полного изменения рисунка с учетом замечаний, полученных при анализе разработанной пиктограммы.

Из сказанного видно, что рисунок пиктограммы, по возможности, должен быть прост и лаконичен в начертании. Если требуется усложнить графику сочетанием в одном рисунке нескольких пиктограмм или их элементов, то полученный сложный рисунок должен рассматриваться как новая пиктограмма, и в нем не рекомендуется сочетать более чем три простых рисунка. Кроме того, рисунок пиктограммы должен быть пригодным для воспроизведения такими техническими средствами, как фотохимическое травление, гравирование, типографская печать или фотографирование.

После определения примерного рисунка для построения пиктограммы следует использовать базовый модуль (базовый конфигуратор). Базовый модуль, рекомендованный Международной электротехнической комиссией (МЭК) и Международной организацией по Стандартизации (ИСО) (рис. 73, *а*) содержит:

базовый квадрат *1* со стороной, равной 50 мм, она эквивалентна номинальному размеру оригинала *а*, и ее принимают в качестве исходного размера для рисунка любой пиктограммы;

базовую окружность *2* диаметром 56 мм, которая имеет примерно ту же площадь круга, что и площадь квадрата *1*;

вторую окружность *3* с диаметром 50 мм, являющуюся вписанной окружностью для базового квадрата *1*;

второй квадрат *4*; своими углами он касается базовой окружности *2*;

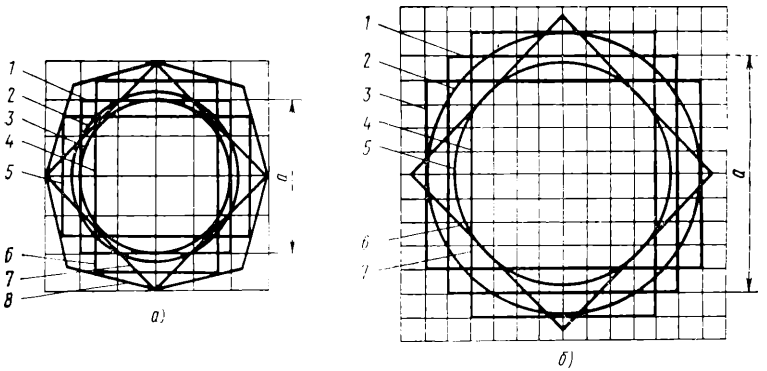


Рис. 73. Базовый модуль, применяемый для построения пиктограмм:
а — по ИСО и МЭК; *б* — по ГОСТ 12.4.040—78

прямоугольники *5* и *6* с площадями, что и базовый квадрат *1*; они взаимно перпендикулярны и расположены поперек симметричной противоположной стороны базового квадрата *1*;

третий квадрат *7*, образованный линиями, проходящими через точки пересечения базового квадрата *1*, и базовой окружности *2*; он повернут на угол 45° и образует самые большие горизонтальный и вертикальный размеры базовой модели;

восьмиугольник *8* с линиями, расположенными под углом 30° к сторонам квадрата *7*.

Такой базовый модуль располагают на сетке с линейной длиной ячейки, равной 12,5 мм, совпадающей с базовым квадратом *1*.

Если используют базовый модуль, соответствующий ГОСТ 12.4.040—78, то его располагают на сетке с линейной длиной ячейки, равной 8 мм, и он содержит (рис. 73, *б*):

базовый квадрат *1* со стороной, равной 80 мм (10 ячеек); такая сторона также эквивалентна номинальному размеру оригинала *а*, который является исходным для рисунка любой пиктограммы;

базовую окружность *2* с диаметром 88 мм (11 ячеек);

прямоугольники *3* и *4*, повернутые друг относительно друга на угол 90° с размерами 64×96 мм (соответственно 8 и 12 ячеек);

малую окружность *5* с диаметром 72 мм (9 ячеек);

второй квадрат *6*, повернутый на угол 45° относительно базового квадрата *1*, с диагональю, равной 104 мм (13 ячеек);

третий квадрат *7*, вписанный в базовую окружность *2*, со стороной, равной 64 мм (8 ячеек).

Используя любой базовый модуль при разработке оригинальной пиктограммы, необходимо учитывать следующее:

для рисунка, состоящего из одной геометрической фигуры, например окружности, квадрата или прямоугольника, следует использовать соответствующие геометрические фигуры базового модуля;

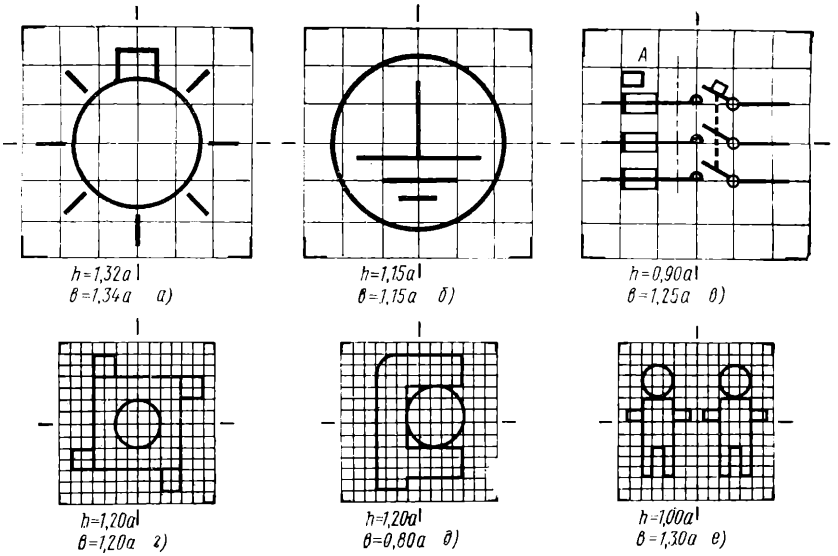


Рис. 74. Примеры пиктограмм, построенных с применением базовых модулей: *а* — местное освещение; *б* — защитное заземление; *в* — подключение к источнику питания; *г* — резцедержатель для четырех инструментов; *д* — измерительный инструмент; *е* — обслуживание двумя рабочими

линии сетки базового модуля должны находиться в середине линий рисунка пиктограммы (толщиной 2, 4 мм или кратной им);

для достижения зрительного впечатления, будто все рисунки имеют одинаковые размеры, оригиналы пиктограммы должны быть равномерно распределены на используемой площади; если окружность имеет внешние элементы (рис. 74, *а*), то для нее следует использовать меньшие базовые окружности (окружность *3* на рис. 73, *а* или окружность *5* на рис. 73, *б*); для окружности без внешних элементов (рис. 74, *б*) должны быть использованы базовые окружности *2* (см. рис. 73, *а*, *б*).

Для пиктограмм определенного объекта или отрасли целесообразно применять только один из модулей. Их выбор определяется после экспериментальной проработки нескольких рисунков по обоим модулям.

Во избежание слияний перекрещивающихся или сходящихся линий при уменьшении оригинала до размера, требуемого для воспроизведения на объектах (пультах, табло, табличках), в рисунках пиктограмм следует избегать малых углов (менее 30°). Не следует также злоупотреблять контрастными зонами (залитыми частями изображений): они трудно и недостаточно четко воспроизводятся типографской печатью, гравированием или при репродуцировании с помощью вычислительной техники. Для того чтобы при уменьшении размера оригинала пиктограммы очень тонкие линии не пропали, ее рисунок следует выполнить линиями доста-

точной толщины, например 2 мм, если используют базовый модуль (см. рис. 73, *а*). Для сложного рисунка с многими графическими элементами можно применять линии двойной толщины (4 мм); ими выделяют наиболее существенные элементы пиктограммы. Расстояния между линиями в оригинале во избежание их слияний при уменьшении должны быть не менее 1,5-кратного значения их толщины.

Если для построения пиктограммы используют базовый модуль, приведенный на рис. 73, *б*, то толщину линий для оригинала берут кратной 0,25; 0,5; 1 или 2 длины ячейки, т. е. она должна быть 2, 4, 8 или 16 мм.

Как правило, пиктограммы должны быть разработаны так, чтобы их значение сохранялось при любом пространственном расположении рисунка. Если смысловое значение пиктограммы может изменяться в зависимости от его положения, то это должно быть четко оговорено (рис. 75). Особое внимание должно быть обращено на случаи, когда пиктограммы помещают на движущихся или вращающихся элементах управления (ручках, лимбах, кнопках).

Воспроизведение и применение пиктограмм на панели управления или табличке облегчается короткими осевыми линиями, всегда наносимыми на чертеже (см. рис. 74, 75). Их проводят через воображаемую точку пересечения, т. е. через оптический центр пиктограммы. Таким образом, их располагают и (или) устанавливают относительно соответствующего элемента управления или друг относительно друга, что создает максимальное зрительное воздействие за счет их равномерного расположения по полю панели пульта или таблички.

Размер *а*, равный 50 мм (см. рис. 73, *а*) или 80 см (см. рис. 73, *б*) в действительности отличается от того реального размера, который получен для рисунка при использовании базового

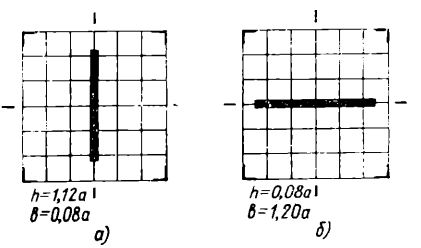


Рис. 75. Примеры изменения смыслового значения пиктограммы в зависимости от положения в пространстве:
а — включение; *б* — минус, запрещение, отрицательная полярность

модуля. Поэтому реальные размеры нужно указывать для каждой пиктограммы в виде коэффициента пропорциональности к *а*, и если высота рисунка $h=1{,}32a$, а его ширина $b=1{,}34a$ (см. рис. 74, *а*), то в действительности при $a=50$ мм высота оригинала рисунка будет равна 66 мм, а его ширина 67 мм. При использовании базового модуля, приведенного на рис. 73, *а*, наибольшие размеры рисунков по вертикали и горизонтали должны соответствовать 75 мм (6 ячеек) или при использовании базового модуля, приведенного на рис. 73, *б*, 104 мм (13 ячеек).

Приведенные на рис. 74, *а—в* примеры пиктограмм разработаны с использованием номинального размера *а*, равного 50 мм; в примерах на рис. 74, *г—е* номинальный размер *а* равен 80 мм.

При использовании пиктограмм на реальных объектах появляется необходимость изменять размеры рисунков в сравнении с тем, как они разработаны по базовому модулю. Тогда исходный размер *а* следует использовать в качестве масштаба, и он не должен быть меньше 3 мм, чтобы не терялась четкость рисунка и не ухудшалось его восприятие. Возможность использования пиктограммы с меньшими размерами по горизонтали и вертикали должна быть проверена на четкость изображения и восприятие.

Как правило, графическая форма рисунка должна быть достаточной для четкого понимания значения пиктограммы при изображении одним цветом. Однако в отдельных случаях может возникнуть необходимость применять различные цвета для большего подчеркивания значения отдельных элементов рисунка. В этих случаях рекомендуемые цвета рисунка должны быть четко регламентированы и указаны в соответствующих конструкторских документах. В то же время злоупотреблять цветовым оформлением пиктограмм не рекомендуется, и обычно является достаточным изображать весь рисунок каким-то другим цветом, отличающимся от использованного для всех остальных пиктограмм. Примером может служить пиктограмма «Стоп» — «0», которую всегда изображают красным цветом.

При использовании для пиктограмм различных цветов следует учитывать необходимость получения контрастности рисунка к фону, на котором его изображают.

31. Влияние цвета на характер психофизиологического воздействия или ассоциативного ощущения

Цвет	Психофизиологическое воздействие или ассоциативное ощущение								
	Возбуждение	Угнетение	Успокоение	Тепло	Прохлада	Легкость	Тяжесть	Удаление	Приближение
Ахроматические									
Белый					+	+			
Светло-серый						+			
Темно-серый		+					+		
Черный		+					+		
Хроматические (спектральные)									
Красный	+			+			+		+
Оранжевый	+			+					+
Желтый	+			+		+			+
Зеленый			+		+			+	
Голубой			—		+	+		+	
Синий					+		+	+	
Фиолетовый		+			+		+	+	

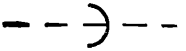
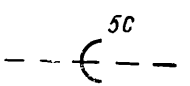
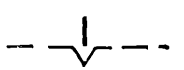
32. Степени контрастности между информацией и фоном для некоторых цветов (в порядке их снижения) для панелей пультов управления и таблиц

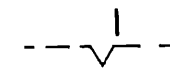
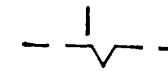
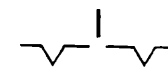
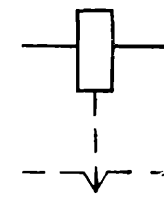
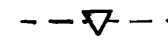
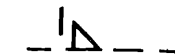
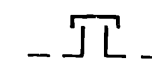
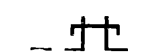
Большая площадь и крупные элементы управления		Малые площади или небольшие таблички	
Информация	Фон	Информация	Фон
Черная	Желтый	Синяя	Белый
Желтая	Черный	Черная	Желтый
Черная	Оранжевый	Зеленая	Белый
Оранжевая	Черный	Черная	
Черная	Белый	Зеленая	Красный
Белая	Синий	Красная	Желтый
	Красный		Белый
Красная	Желтый	Оранжевая	Черный
Зеленая	Белый	Черная	Пурпуровый
Оранжевая		Оранжевая	Белый
—	—	Красная	Зеленый

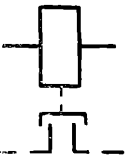
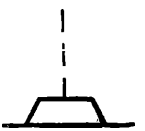
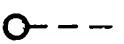
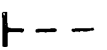
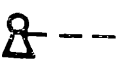
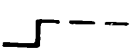
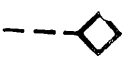
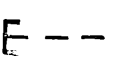
Выбор различных цветов для обеспечения наивысшего цветового восприятия осуществляется с учетом психофизиологического влияния цветов на человека. Связь между цветом и ощущением (характер психофизиологического влияния) приведена в табл. 31.

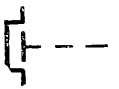
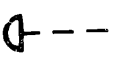
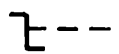
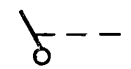
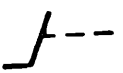
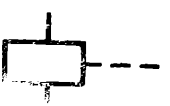
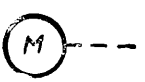
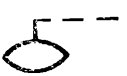
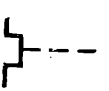
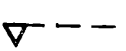
При выборе цвета для изображения пиктограммы нужно учитывать также спектр последовательного снижения эмотивного состояния человека от опасного к безопасному, чему соответствуют красный, желтый (янтарный) и зеленый цвета. Выбор таких цветов должен осуществляться с учетом получения максимальной контрастности на существующем фоне, для чего можно воспользоваться данными табл. 32. Следует, однако иметь в виду, что применение большого числа цветов вызывает утомление оператора и снижает остроту его реакции из-за увеличения пестроты изображения.

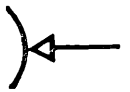
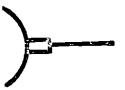
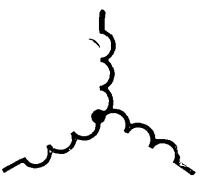
1. НЕКОТОРЫЕ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ ПО ГОСУДАРСТВЕННЫМ СТАНДАРТАМ ЕСКД И ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ИЗ НИХ ПРОИЗВОДНЫХ, РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СХЕМАХ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНКОВ

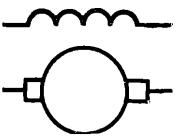
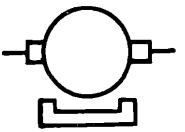
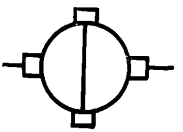
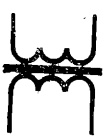
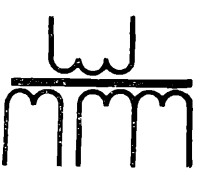
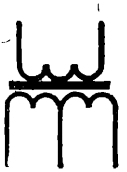
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
	1. Обозначения общего применения	
1.1	Линия механической связи в электрических схемах	
1.2	Действие с выдержкой времени; действие выдержки направлено от дуги к центру	
1.2.1	Линия механической связи, имеющей выдержку времени:	
1.2.1.1	а) при движении вправо	
1.2.1.2	б) при движении влево	
1.2.1.3	в) при движении в обоих направлениях	
1.2.1.4	Примечание. Если необходимо указать значение выдержки времени, то его следует проставлять около знака выдержки времени; например линия механической связи, имеющей выдержку времени 5 с при движении вправо	
1.3	Линия механической связи с автоматическим возвратом до состояния покоя после исчезновения приводящей силы. Возврат в направлении, указанном стрелкой	
1.4	Фиксирующий механизм:	
1.4.1	а) общее обозначение, если автоматический возврат отсутствует	
1.4.2	б) в положении фиксации	

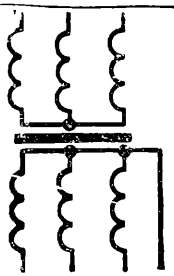
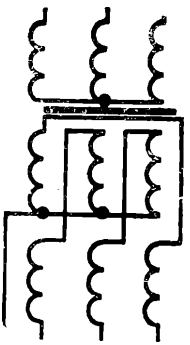
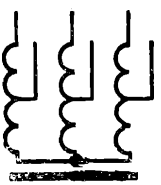
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
	Фиксирующий механизм:	
1.4.3	в) приобретающий положение фиксации после передвижения вправо	
1.4.4	г) то же, после передвижения влево	
1.4.5	д) то же, после передвижения вправо и влево	
1.4.6	Примечание. При необходимости следует указывать способ возврата механизма в исходное положение, например электромагнитом	
1.5	Механическая блокировка	
1.6	Механизм с защелкой:	
1.6.1	а) общее обозначение	
1.6.2	б) препятствующий передвижению влево	
1.6.3	в) то же, вправо	
1.6.4	г) то же, в обе стороны	
1.7	Муфта, общее обозначение:	
1.7.1	а) включающая	
1.7.2	б) отключающая	

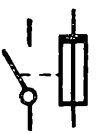
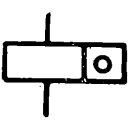
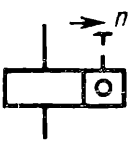
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
1.7.3	Примечание. При необходимости следует указывать способ включения муфты или тормоза, например электромагнитом	
1.8	Тормоз:	
1.8.1	а) общее обозначение	
1.8.2	б) в отпущенном состоянии (действующий при включении)	
1.8.3	в) в состоянии торможения (действующий при отключении)	
1.9	Ролик	
1.10	Привод ручной:	
1.10.1	а) общее обозначение	
1.10.2	б) приводимый в движение ключом	
1.10.3	в) приводимый в движение несъемной рукояткой	
1.10.4	г) приводим в движение съемной рукояткой	
1.10.5	д) приводимый в движение нажатием кнопки	

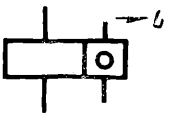
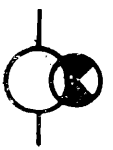
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
1.10.6	е) приводимый в движение нажатием кнопки с ограниченным доступом	
1.10.7	ж) приводимый в движение кнопкой с грибовидным толкателем	
1.10.8	а) приводимый в движение поворотом кнопки	
1.10.9	и) приводимый в движение рычагом	
1.11	Привод ножной (электропедаль)	
1.12	Другие приводы:	
1.12.1	а) общее обозначение	
1.12.2	б) электромагнитный	
1.12.3	в) пневматический или гидравлический	
1.12.4	г) электромашинный	
1.12.5	д) поплавковый	
1.12.6	е) с помощью биметалла	
1.12.7	ж) струйный	

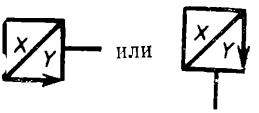
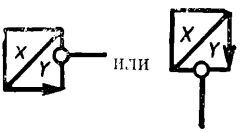
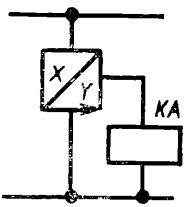
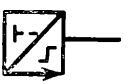
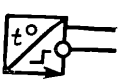
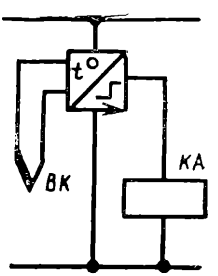
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
	2. Машины электрические	
2.1	Щетки	
2.1.1	Щетки на контактных кольцах	
2.1.2	Щетки на коллекторе	
2.2	Статор с трехфазной обмоткой:	
2.2.1	а) соединение в треугольник	
2.2.2	б) соединение в звезду	
2.2.3	Примечание. Если необходимо указать соединение и подключение обмоток, то используют следующее обозначение	
2.3	Сельсин. Общее обозначение	
2.3.1	Примечание. Допускается по внутренней окружности помещать следующие буквы, символизирующие конкретные сельсины. Первые буквы характеризуют назначение сельсина	
2.3.1.1	Управляющий	C
2.3.1.2	Силовой	T
2.3.1.3	Согласующий	R
2.3.2	Следующие буквы могут дополнять назначение:	
2.3.2.1	Дифференциальный	D
2.3.2.2	Сельсин-приемник	R
2.3.2.3	Трансформирующий	T
2.3.2.4	Сельсин-датчик	X
2.3.2.5	С поворотной обмоткой	B

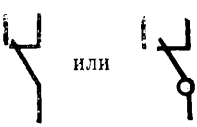
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
2.4	Машина постоянного тока с независимым возбуждением	
2.5	Машина постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов	
2.6	Усилитель электромашинный с поперечным потоком и несколькими обмотками управления (например, простейший с тремя обмотками)	
	3. Трансформаторы	
3.1	Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя	или
3.2	Трансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником	
3.2.1	То же, трехобмоточный	
3.2.2	То же, с дополнительным средним выводом на вторичной обмотке	

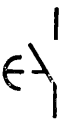
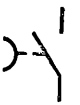
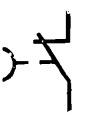
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
3.3	Трансформатор трехфазный с ферромагнитным сердечником; соединение обмоток звезда — звезда с выведенной нейтральной (средней) точкой	
3.3.1	То же, соединение обмоток звезда — зигзаг с выведенной нейтральной (средней) точкой	
3.4	Автотрансформатор с ферромагнитным сердечником:	
3.4.1	однофазный	
3.4.2	то же, трехфазный; соединение обмоток в звезду	
3.5	Трансформатор измерительный:	
3.5.1	тока, с одной вторичной обмоткой	
3.5.2	напряжения, однофазный	

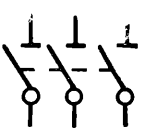
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
	4. Предохранители плавкие	
4.1	Предохранитель плавкий:	
4.1.1	общее обозначение	
4.1.2	при необходимости жирной чертой обозначается та сторона, которая остается под напряжением	
4.2	Предохранитель плавкий с сигнализирующим устройством и с самостоятельной цепью сигнализации	
4.3	Выключатель-предохранитель, однополюсный	
	5. Приборы электроизмерительные	
5.1	Счетное устройство. Общее обозначение	
5.2	Счетчик электрических импульсов. Общее обозначение	
5.2.1	То же, с ручной установкой «*n*» (возврат от «*n*» к «0»)	

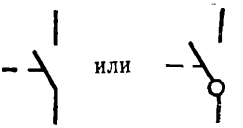
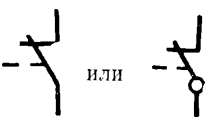
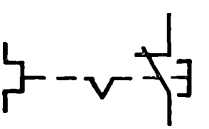
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
5.2.2	То же, с электрическим сбросом до «0»	
	6. Источники света	
6.1	Лампа накаливания осветительная и сигнальная. Общее обозначение	
6.1.1	Примечание. Допускается при изображении сигнальных ламп секторы зачернять	
6.1.2	Если требуется уточнение цвета сигнальной лампы, возле графического обозначения необходимо указывать следующие буквенно-цифровые обозначения:	
6.1.2.1	красный	C2
6.1.2.2	желтый	C4
6.1.2.3	зеленый	C5
6.1.2.4	синий	C6
6.1.2.5	белый (бесцветный)	C9
6.2	Лампа сигнальная (арматура) с встроенным трансформатором	
	7. Заземление. Корпус	
7.1	Заземление. Общее обозначение	
7.1.1	Защитное заземление	
7.2	Корпус (машины, аппарата, прибора)	

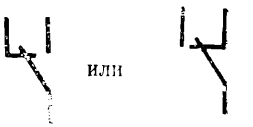
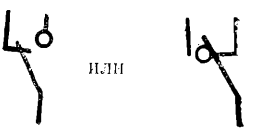
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
	8. Преобразователи первичные. Выключатели бесконтактные	
8.1	Преобразователь первичный с прямым входом. Общее обозначение Примечание. Буквы X и Y обозначают соответственно входной и выходной параметры и могут быть заменены соответствующими обозначениями функций или графическими обозначениями (символами). 2. Обозначение используется в структурных, функциональных и принципиальных схемах	
8.2	То же, с инверсным выходом	
8.3	То же, с прямым выходом, например, на катушку реле	
8.4	Выключатель бесконтактный кнопочный нажимной с прямым выходом	
8.5	Выключатель бесконтактный путевой с прямым выходом	
8.6	Фотореле с инверсным выходом	
8.7	Терморегулятор бесконтактный с прямым и инверсным выходами	
8.7.1	Примечание. Для всех первичных преобразователей допускается к стороне входа подводить столько линий связи, сколько их фактически имеется у датчика, например терморегулятор с термопарой с прямым выходом	

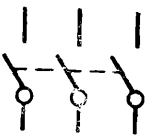
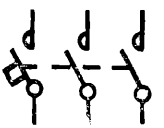
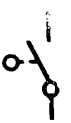
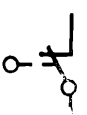
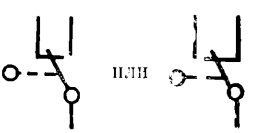
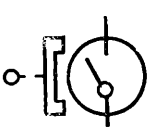
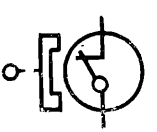
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
	9. Устройства коммутационные и соединения контактные	
9.1	Контакт коммутационного устройства. Общее обозначение:	
9.1.1	а) замыкающий	или
9.1.2	б) размыкающий	или
9.1.3.1	в) переключающий	или
9.1.3.2	или	 или
	Примечание. Обозначения без контурных кружков на подвижных звеньях контактов следует использовать при изображении контактов реле, контакторов и других аппаратов с электромеханическими воспринимающими устройствами. Обозначения с контурными кружками на подвижных звеньях контактов следует использовать при изображении контактов выключателей кнопочных (нажимных, поворотных), путевых и других аппаратов с ручными, ножными или прочими механическими приводами	
9.1.4	Переключающий со средним положением	

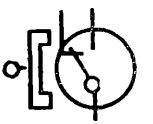
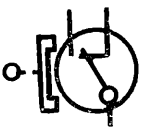
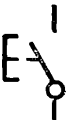
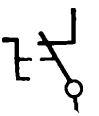
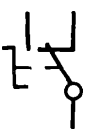
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.2	Контакт замыкающий с замедлением (например, реле времени), действующий при:	
9.2.1	а) срабатывании	
9.2.2	б) возврате	
9.3	Контакт размыкающий с замедлением (например, реле времени), действующий при:	
9.3.1	а) срабатывании	
9.3.2	б) возврате	
9.4	Контакт без самовозврата:	
9.4.1	а) замыкающий	или

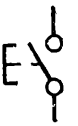
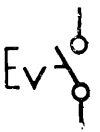
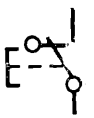
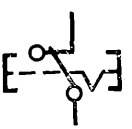
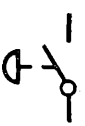
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.4.2	б) размыкающий	
	Примечание. Обозначение отсутствия самовозврата следует использовать только при необходимости специально подчеркнуть отсутствие самовозврата в контактном узле, как правило, его не имеющего	
9.5	Контакт герконового реле:	
9.5.1	а) замыкающий	
9.5.2	б) размыкающий	
9.5.3	в) переключающий	
9.6	Контакт для коммутации сильноточной цепи (контактора). Общее обозначение	
9.6.1	а) замыкающий	
9.6.2	б) размыкающий	
9.7	Контакт разъединителя (замыкающий):	
9.7.1	а) однополюсный	
9.7.2	б) трехполюсный	

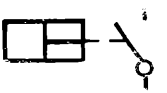
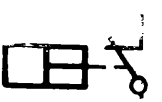
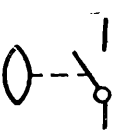
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.8	Контакт с автоматическим возвратом при перегрузке (замыкающий)	
9.9	Контакт с механической связью. Общее обозначение:	
9.9.1	а) замыкающий	
9.9.2	б) размыкающий	
9.10	Контакт электротеплового реле (размыкающий)	
9.10.1	Примечание. Обозначение с кнопкой возврата и фиксирующим механизмом (9.10) следует использовать только при необходимости подчеркнуть их наличие	

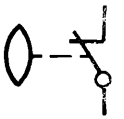
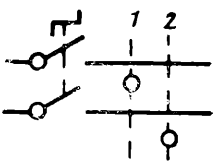
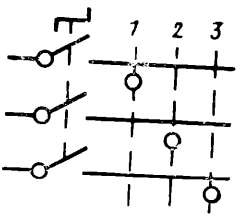
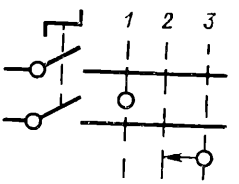
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.11	Контакт промежуточного реле. Общее обозначение:	
9.11.1	а) замыкающий	
9.11.2	б) размыкающий	
9.11.3	в) переключающий	
9.12	Контакт поляризованного реле переключающий. Общее обозначение:	
9.12.1	а) на одно направление тока в обмотке с самовозвратом	
9.12.2	б) то же, без самовозврата	
9.12.3	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 соответствующему выводу катушки, также отмеченному точкой	
9.13	Выключатель. Общее обозначение:	
9.13.1	а) однополюсный	

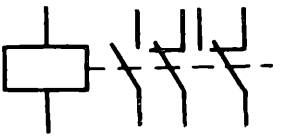
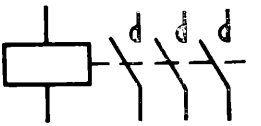
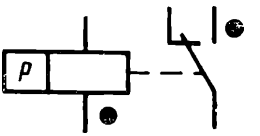
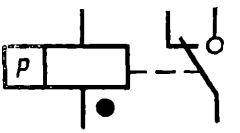
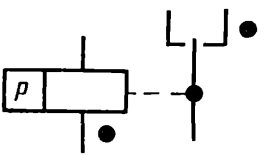
Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.13.2	б) многополюсный, например трехполюсный	
9.14	Выключатель автоматический. Общее обозначение:	
9.14.1	а) однополюсный	
9.14.2	б) многополюсный, например трехполюсный	
9.15	Контакт путевого выключателя (переключателя):	
9.15.1	а) замыкающий	
9.15.2	б) размыкающий	
9.15.3	в) переключающий	
9.16	Контакт путевого выключателя с герконами:	
9.16.1	а) замыкающий	
9.16.2	б) размыкающий	

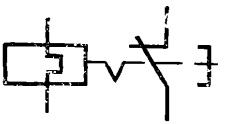
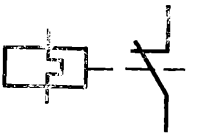
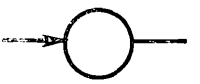
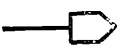
Номер обозначение	Наименование	Обозначение
9.16.3	в) переключающий	 или 
9.17	Контакт выключателя кнопочного нажимного:	
9.17.1	а) замыкающий	
9.17.2	б) размыкающий	
9.18	Контакт выключателя и переключателя поворотного:	
9.18.1	а) замыкающий	
9.18.2	б) размыкающий	
9.18.3	в) переключающий	или 

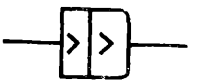
Номер обозначения	Наименование	Обозначения
9.19	Контакт выключателя кнопочного нажимного без самовозврата	
9.19.1	Замыкающий:	
9.19.1.1	а) нажимной с возвратом посредством вытягивания кнопки	
9.19.1.2	б) то же, с возвратом посредством вторичного нажатия кнопки	
9.19.1.3	в) то же, с возвратом посредством отдельного привода, например нажатием специальной кнопки (сброс)	
9.19.2	Размыкающий:	
9.19.2.1	а) нажимной с возвратом посредством вытягивания кнопки	
9.19.2.2	б) то же, с возвратом посредством вторичного нажатия кнопки	
9.19.2.3	в) то же, с возвратом посредством отдельного привода, например нажатием специальной кнопки (сброс)	
9.20	Контакт выключателя кнопочного нажимного с грибовидным толкателем:	
9.20.1	а) замыкающий	
9.20.2	б) размыкающий	

Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.21	Контакт выключателя и переключателя с ключом:	
9.21.1	а) замыкающий	
9.21.2	б) размыкающий	
9.22	Контакт выключателя нажимного с ножным приводом:	
9.22.1	а) замыкающий	
9.22.2	б) размыкающий	
9.23	Контакт пневматического или гидравлического реле давления:	
9.23.1	а) замыкающий	
9.23.2	б) размыкающий	
9.24	Контакт поплавкового реле:	
9.24.1	а) замыкающий	

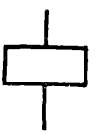
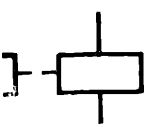
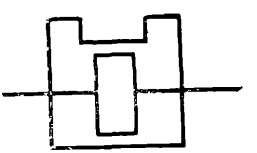
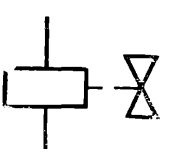
Номер обозначения	Наименование	Обозначения
9.24	Контакт поплавкового реле:	
9.24.2	б) размыкающий	
9.25	Контакт струйного реле:	
9.25.1	а) замыкающий	
9.25.2	б) размыкающий	
9.26	Переключатель на несколько положений:	
9.26.1	а) на два положения без самовозврата (двухполюсный)	
9.26.2	б) на три положения без самовозврата (трехполюсный)	
9.26.3	в) на три положения с автоматическим возвратом в положение 2 из положения 3	
	Примечание. Контурная точка показывает позицию, в которой замыкаются соответствующие контакты	

Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.27	Реле или контактор в совмещенном изображении:	
9.27.1	а) реле электрическое с замыкающим и переключающим контактами	
9.27.2	б) контактор трехполюсный с тремя замыкающими сильноточными контактами	
9.28	Реле поляризованное:	
9.28.1	а) на одно направление тока в обмотке с самовозвратом	
9.28.2	б) то же, без самовозврата	
9.28.3	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	

Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.29.1	Реле электротепловое без самовозврата, с возвратом нажатием кнопки	
9.29.2	Примечание. Обозначение 9.29.1 с кнопкой возврата и фиксирующим механизмом следует использовать только при необходимости подчеркнуть их наличие	
9.30	Контакт скользящий:	
9.30.1	а) по линейной токопроводящей поверхности	
9.30.2	б) по кольцевой токопроводящей поверхности	 или
9.31.1	Соединение контактное разъемное:	
9.31.2	штырь	
9.31.3	гнездо	
9.31.4	закрепляемая часть	
9.31.5	незакрепляемая часть	

Номер обозначения	Наименование	Обозначение
9.31.6	Соединение контактное разъемное в сборе с указанием, где находятся штыри и гнезда, например штыри в закрепляемой части и гнезда в незакрепляемой	

10. Воспринимающие части электромеханических устройств

10.1	Катушка электромеханического устройства. Общее обозначение	
10.2	Катушка электромагнитной муфты	
10.3	Плита электромагнитная	
10.4	Золотник гидравлический или пневматический с электромагнитным управлением	

Примечание. Настоящее приложение разработано с использованием условных графических обозначений, рекомендованных стандартами МЭК 117 (части 1—16), комплексов стандартов ЕСКД СЭВ и государственных стандартов ЕСКД и методических рекомендаций ЭНИМС (1978 г.).

2. ОСНОВНЫЕ БУКВЕННО-ПОЗИЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ (КОДЫ) ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ СТАНКОВ

Первая (обязательная) буква кода	Род элемента	Пример	Рекомендованное одно- и двубуквенное обозначение (код)
A	Устройства Узлы	Лазер Усилитель квантовый Регулятор	A
		Усилитель полупроводниковый	AD
		Усилитель электромашинный	AG
		Усилитель операционный	AJ
		Усилитель магнитный	AM
		Панель монтажная (плата)	AP
		Блок	AR
		Ячейка выдвижная (модуль)	AT
		Усилитель ламповый	AV
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические и наоборот	Пьезодатчик Головка считывающая Трансформатор вращающийся (резольвер)	B
		Датчик магнитострикционный	BB
		Сельсин-датчик	BC
		Сельсин-приемник	BE
		Фотоэлемент	BL
		Аналоговые и многоразрядные цифровые преобразователи или датчики (используемые для индикации или измерения):	
		датчик давления (бесконтактный)	BP
		датчик положения (бесконтактный)	BQ
		датчик частоты вращения (тахогенератор)	BR
		преобразователь термоэлектрический (термопара)	BK
		Датчик скорости	BV
C	Конденсаторы	—	C

Первая (обязательная) буква кода	Род элемента	Пример	Рекомендованное одно- и двубуквенное обозначение (код)
D	Элементы логические двоичные Устройства задержки Устройства запоминающие	Элемент логический бистабильный	D
		Элемент логический комбинированный (интегральный)	DA
		Элемент моностабильный	DD
		Устройство запоминающее магнитное и записи на ленте или диске	DS
E	Элементы разные	Элементы, для которых в настоящей таблице не установлены определенные буквенные обозначения	E
		Разветвительная коробка	EC
		Элемент нагревательный	EK
		Лампа осветительная	EL
		Вентилятор	EV
F	Устройства защитные	Устройство защитное от перенапряжения	F
		Устройство защиты по току дискретного действия, мгновенное	FA
		Устройство защиты по току дискретного действия, инерционное	FP
		Предохранитель плавкий	FU
		Устройство защиты по напряжению дискретное	FV
G	Генераторы Источники питания	Генератор вращающийся	G
		Батарея гальваническая (аккумулятор)	GB
		Преобразователь частоты вращающийся или статический	GF
		Устройство (источник) питания	GS
H		на	HA

Первая (обязательная) буква кода	Род элемента	Пример	Рекомендованное одно- и двубуквенное обозначение (код)
H	Устройства сигнальные	Индикатор символьный или на жидких кристаллах	HG
		Сигнал оптический, лампа сигнальная	HL
		Лампа сигнальная с встроенным трансформатором	HT
J	—	—	—
K	Реле Контакторы	Реле-контакторы мгновенного действия	KA
		Реле счетное	KC
		Реле электротепловое	KK
		Реле-контактор мгновенного действия с двумя устойчивыми состояниями (с механической защелкой, постоянным магнитом и пр.)	KL
		Контактор	KM
		Реле поляризованное	KP
		Реле герконовое	KR
		Реле токовое	KS
		Реле времени	KT
		Реле напряжение	KV
L	Индуктивности	Катушка индуктивности	L
		Дроссель для лампы люминесцентной	LL
M	Двигатели	—	Вторую букву устанавливает разработчик, и ее добавляют при необходимости
N	—	—	—
P	Устройства измерительные и испытательные	Амперметр	PA
		Счетчик импульсов	PC
		Прибор регистрирующий	PS
		Часы, счетчик времени, работы	PT
		Вольтметр	PV

Первая (обязательная) буква кода	Род элемента	Пример	Рекомендованное одно- и двубуквенное обозначение (код)
Q	Устройства коммутирующие механические для силовых цепей	Выключатель автоматический	QF
		Выключатель защиты двигателя	QM
		Разъединитель	QS
R	Резисторы	Резистор постоянный или переменный (реостат)	R
		Потенциометр	RP
		Шунт измерительный	RS
		Терморезистор	RK
		Варистор	RU
S	Устройства коммутирующие для цепей управления, контроля, сигнализации и пр.	Переключатель или выключатель цепей управления	SA
		Выключатель кнопочный (в том числе бесконтактный)	SB
		Выключатель автоматический	SF
		Выключатель кнопочный с встроенной сигнальной лампой	SH
		Командоконтроллер (командоаппарат)	SM
		Датчики (дискретные) механические и статические (счетные, одноразрядные):	
		датчик (реле) уровня	SL
		датчик (реле) давления	SP
		выключатель путевой	SQ
		реле частоты вращения	SR
		реле температурное	SK
T	Трансформаторы	Трансформатор тока	TA
		Трансформатор цепей управления	TC
		Трансформатор силовой	TM
		Автотрансформатор	TR
		Стабилизатор напряжения магнитный	TS
		Трансформатор напряжения	TV

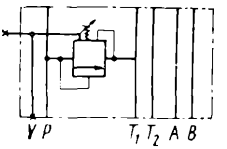
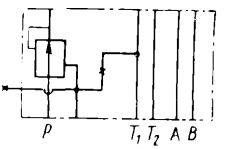
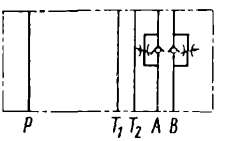
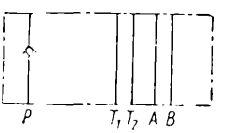
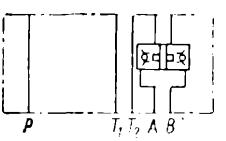
Первая (обязательная) буква кода	Род элемента	Пример	Рекомендованное одно- и двубуквенное обозначение (код)
U	Модуляторы	—	U
	Преобразователи	Выпрямитель силовой и для цепей управления	UZ
V	Приборы электровакуумные, полупроводниковые	Диод	VD
		Лампа электронная	VL
		Тиристор	VS
		Транзистор	VT
W	Линии передач Волноводы Антенны	Кабель Шина	W
		Жгут, группа линий связи	WC
X	Элементы выводов	Токосъемник, контакт скользящий	XA
	Штыри и гнезда	Перемычка	XB
		Разъем штепсельный	XC
		Винт (вывод) заземления	XE
		Гнездо контрольное	XJ
		Штырь штепсельный	XP
		Гнездо штепсельное	XS
		Колодка зажимов	XT
		Соединитель высокочастотный	XW
Y	Устройства механические с электромагнитными приводами	Электромагнит	YA
		Тормоз электромагнитный	YB
		Муфта электромагнитная	YC
		Патрон или плита электромагнитные	YH
		Золотник электромагнитный	YV
Z	Устройства оконечные Трансформаторы дифференциальные Фильтры Компенсаторы Ограничители	—	Z

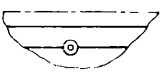
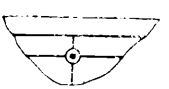
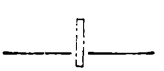
Примечание. В настоящем приложении использованы позиционные обозначения, рекомендованные в стандарте МЭК 204-1D, СТ СЭВ 2182—80, ГОСТ 2.710—81 и в методических рекомендациях ЭНИМСа (1980 г.). Первые буквы кода и род элементов приведены в соответствии со стандартом МЭК 113-2.

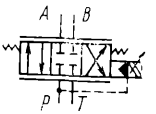
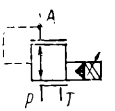
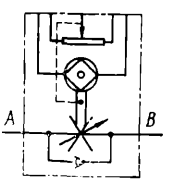
3. БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ (КОДЫ) ДЛЯ УКАЗАНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТАНКОВ, ВХОДЯЩИХ В ИХ БУКВЕННО-ЦИФРОВЫЕ ПОЗИЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ (ПОДГРУППА 3С)

Буквенный код	Функция элемента (устройства)	Буквенный код	Функция элемента (устройства)
A	Вспомогательный	M	Главный
B	Направление движения (вперед, назад, вверх, вниз, по часовой стрелке, против часовой стрелки)	N	Измерительный
		P	Пропорциональный
		Q	Состояние (старт, стоп, ограничение)
C	Считывающий	R	Возврат, сброс
D	Дифференцирующий	S	Запоминание, запись
E	—	T	Синхронизация, задержка
F	Защитный	U	—
G	Испытательный	V	Скорость (ускорение, торможение)
H	Сигнальный		
J	Интегрирующий	W	Сложение
K	Толкающий	X	Умножение
L	—	Y	Аналоговый
		Z	Цифровой

4. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО МОНТАЖА ГИДРОАППАРАТУРЫ И ГИДРОПРИВОДОВ С ЧПУ

Номер по пор.	Наименование	Условное обозначение
	Гидроаппаратура, используемая при модульном монтаже	
1	Клапан предохранительный	
2	Клапан редукционный	
3	Дроссель с обратным клапаном (сдвоенный)	
4	Клапан обратный	
5	Гидрозамок	

Номер по пор.	Наименование	Условное обозначение
6	Присоединительное отверстие на плоскости плиты для присоединения выходного отверстия аппарата	
7	Соединение линий (каналов) в промежуточной плите	
8	Резьбовое отверстие на плоскости подсоединения трубопровода, закрытое пробкой	
9	Открытое резьбовое отверстие на плоскости подсоединения трубопровода	
10	Отверстие в плите, соединенное с аппаратом и закрытое пробкой со стороны подсоединения трубопровода	
11	Открытое отверстие со стороны подсоединения трубопровода и соединенное с аппаратом	
12	Пробка (заглушка), блокированная линия	
13	Магистральная линия	

Номер по пор.	Наименование	Условное обозначение
14	Блокированная (перекрытая) линия между монтажной плитой и аппаратом	
	Элементы гидроприводов с ЧПУ	
15	Дросселирующий распределитель с пропорциональным электроуправлением	
16	Клапан предохранительный с пропорциональным электроуправлением	
17	Регулятор потока с пропорциональным электроуправлением	
18	Гидроусилитель	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автоматизированное** проектирование гидропривода агрегатных станков и автоматических линий. — Станки и инструмент, 1980, № 6, с. 7—10.

2. **Алгоритмы** функционирования автоматизированного технологического оборудования/С. И. Акунович, Э. И. Минскер, А. А. Гончаров, Ю. Н. Макаев. — Механизация и автоматизация производства, 1979, № 2, с. 35—37.

3. **Бабулин Н. А.** Построение и чтение машиностроительных чертежей. М.: Высшая школа, 1978. 320 с.

4. **Власов М. П.** Инженерная графика. М.: Машиностроение, 1979. 280 с.

5. **Гаврилов М. А.** Теория релейно-контактных схем. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 304 с.

6. **Гетлинг Б. В.** Чтение схем и чертежей электроустановок. М.: Высшая школа, 1980. 120 с.

7. **Каминский Е. А.** Техника чтения схем электроустановок. М.: Энергия, 1972. 120 с.

8. **Квасницкий В. Н., Левинтов А. Г., Юрин О. Н.** Электрические схемы в радиоэлектронике и приборостроении. М.: Связь, 1971. 120 с.

9. **Минскер Э. И., Сущев М. И.** Разработка релейно-контактных схем управления производственных механизмов. М.: Энергия, 1972. 136 с.

10. **Модульный** монтаж гидравлических приводов. Методические указания. М.: НИИМАШ, 1979. 38 с.

11. **Проектирование** пневматических и пневмогидравлических систем управления. Руководящие технические материалы. М.: НИИМАШ, 1975. 54 с.

12. **Проектирование** электрооборудования автоматических линий. Методические указания/Под общей редакцией Э. И. Минскера. М.: ЭНИМС, 1971, вып. 1. 130 с, вып. 2. 164 с, вып. 3. 40 с.

13. **Струйные** логические элементы и устройства программного управления станками и промышленными роботами: Каталог. М.: НИИМАШ. 1979. 44 с.

14. **Универсальная** система элементов промышленной пневмоавтоматики УСЭПП. М.: ЦНИИТЭ и Приборостроения, 1968. 28 с.

15. **Черняк А. А.** Как читать схемы электроустановок общего назначения. М.: Энергия, 1974. 160 с.

16. **Easterby R. S.** The Perception of Symbols for machine displays.— Ergonomics, 1970, v. 13, N. 1, p. 149—158.

17. **Traister John E.** Electrical—electronic drafting and design. Reston, Virginia. Reston Publishing Company, inc., 1979, 256 p.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)	6
2. Классификация схем по видам и типам	14
3. Общие требования к выполнению схем	22
4. Средства, применяемые при начертании схем	26
5. Диаграммы, тактограммы, циклограммы	37
6. Схемы процессов работы станков. Мнемонические схемы	47
7. Электрические схемы	58
8. Схемы некоторых специфических изделий	120
9. Гидравлические и пневматические схемы	127
10. Пиктографическая информация функциональных назначений механизмов и элементов управления, используемых в станках	138
Приложения	152
Список литературы	184