

Тема 2.3. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

1. Общее понятие о принципиальных схемах автоматизации
2. Требования к изображению условных обозначений
3. Принципиальные электрические схемы силовых цепей
4. Принципиальные электрические схемы регулирования и управления
5. Принципиальные электрические схемы цепей блокировки и защиты
6. Принципиальные электрические схемы сигнализации
7. Принципиальные схемы на бесконтактных элементах

1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Оформление принципиальных электрических схем выполняют в соответствии требованиями, изложенными в следующих нормативных материалах:

ГОСТ 2.701-76. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению;

ГОСТ 2.702-75. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем;

РМ4-106-77. Руководящий материал. Схемы электрические принципиальные систем автоматизации;

РМ4-171-77, Руководящий материал. Системы автоматизации технологических процессов. Обозначение проектов и документации. Основные подписи;

РМЗ-04-76. Руководящий материал. Проектирование схем технологической сигнализации с применением блоков типов БАС, БПС, БОЦ;

ГОСТ 2-709-72. Единая система конструкторской документации. Система маркировки цепей в электрических схемах;

ГОСТ 2-710-75 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные буквенно-цифровые, применяемые на электрических схемах;

РМЧ-106-77. Руководящий материал. Приложение 5. Обозначения условные графические многопозиционных коммутационных устройств.

Принципиальные электрические схемы автоматизации являются проектными документами, расшифровывающими принцип действия и работы узлов, устройств и систем автоматизации, работающих от источника электрической энергии.

Принципиальные электрические схемы автоматизации дают представление при помощи показанных на схемах условных графических, буквенных и цифровых изображений и обозначений о последовательности работы применяемой электрической аппаратуры и элементов для достижения поставленных функциональных задач для упомянутых узлов, устройств и систем.

Принципиальные электрические схемы автоматизации разрабатываются только для оригинальных и сложных узлов, устройств и систем, без которых не может быть определен принцип действия и составлена заказная документация на применяемую аппаратуру и изделия.

Если схема функционально проста (одноконтурное регулирование) или общеизвестна, допускается ее в проекте не приводить, отмечая в пояснительной записке, в каких типовых материалах или инструкциях она показана.

Принципиальные электрические схемы автоматизации разрабатываются для управления агрегатами, для регулирования технологических процессов, блокировок по технологическим параметрам, аварийной защиты производственных и технологических процессов и предупредительной и аварийной сигнализации.

Принципиальные электрические схемы автоматизации разрабатываются только для рабочих проектов одностадийного проектирования или для проектов двухстадийного проектирования на стадии «Рабочая документация».

Данные схемы являются основными чертежами для разработки рабочих монтажных чертежей и проведения пусконаладочных работ и квалифицированной эксплуатации этих узлов, устройств и систем электрического принципа действия.

Большей частью работа этих узлов, устройств и систем взаимосвязана с работой электротехнического оборудования, проектируемого электротехническим подразделением. В целях исключения несогласованности этих частей проекта, особенно тогда, когда одна из них выполняется специализированной организацией, необходимо четко распределить между исполнителями объемы проектных работ. В табл. 1 приведено рекомендуемое распределение этих работ. В зависимости от специфических условий каждой организации это распределение может быть соответственно откорректировано.

Названия принципиальным электрическим схемам присваиваются в соответствии с функциональным принципом действия запроектированной системы и должны быть краткими с явно выраженным назначением, например «схема принципиальная электрическая управления воздухоподводкой», «схема принципиальная электрическая сигнализации по насосной» и т. п.

При выполнении принципиальных электрических схем используются развернутые изображения элементов, поэтому допускается в названиях этих схем упомянуть об этом — «схема электрическая принципиальная (развернутая или элементная...)».

В целях упрощения и сокращения текстовых надписей на чертежах рекомендуется их максимально сокращать, в том числе и в названиях чертежей, поэтому необходимо стремиться излишние пояснения не приводить, как-то «сигнализация по насосной перекачки конденсата» или «автоматизация печи печного отделения» и т. п. Принадлежность схемы должна быть очевидной из основной надписи, и нет необходимости в уточнении, какой насос, какого отделения.

Рекомендуемое в табл. 1 распределение работ между отделами автоматизации и электрическим является субъективным по причине отсутствия узаконенного такого распределения. Учитывая наличие в ряде проектных организаций различных вариантов распределения работ, здесь и ниже приводятся требования к оформлению принципиальных электрических схем применительно к этим вариантам и в соответствии с руководящим материалом.

В обобщенном варианте принципиальные электрические схемы должны содержать:

- 1) цепи силовые (главные, допускается их не показывать, но дается в этом случае ссылка на чертежи электротехнического отдела);
- 2) элементные схемы управления, регулирования, измерения, защитно-блокировочных зависимостей и сигнализации;
- 3) контакты аппаратов, приборов и ключей данной схемы, занятые в других схемах, и такие же контакты из других схем, используемые в данной схеме;
- 4) диаграммы и таблицы включений контактов ключей, переключателей, программных устройств, конечных и путевых выключателей, циклограммы работы аппаратуры;
- 5) таблицы применяемости;
- 6) поясняющую технологическую схему, циклограмму работы оборудования, схемы блокировочных зависимостей;
- 7) линии связей между приборами, аппаратами или устройствами и их частями, включенными в эту схему;
- 8) необходимые пояснения и примечания;
- 9) перечень элементов.

Таблица 1.

Рекомендуемое распределение работ между электротехническим отделом и отделом автоматизации

Наименование работ	Исполнитель	Кто выдает задание
Цепи питания электроэнергией щитов автоматизации от распределительных пунктов	Электротехнический отдел	Отдел автоматизации
Автоматическое резервирование питания электроэнергией агрегатов и механизмов, в том числе когда это резервирование предусматривается от датчиков технологических параметров	То же	Технологический отдел. Отдел автоматизации предусматривает в своей документации датчики для АВР также по заданию технологических отделов

Местное управление электродвигателями механизмов и задвижек агрегатов	» »	Технологический и санитарно-технический отделы
Местное заблокированное управление электродвигателями механизмов и задвижек агрегатов,	» »	То же
Местное заблокированное и дистанционное управление электродвигателями агрегатов, механизмов поточно-транспортных и других аналогичных систем с сигнализацией предупреждающей о дистанционном пуске	» »	Технологический отдел после предварительного согласования с отделом автоматизации выбираемой системы управления
Местное заблокированное управление электродвигателями агрегатов, механизмов и задвижек, связанное с действием датчиков автоматики, вызывающих останов этих агрегатов, механизмов или запрет их пуска в целях предотвращения ненормального ведения технологического режима	» »	Технологический отдел. Отдел автоматизации предусматривает в своей документации по заданию технологических отделов необходимые приборы и датчики
Контуры и сети заземления для защитного заземления щитов, отдельно стоящих датчиков, приборов и устройств	» »	Отдел автоматизации
Освещение щитовых помещений, местных щитов и пультов, мест и площадок обслуживания датчиков, приборов, узлов и устройств	» »	То же
Цепи питания электроэнергией с безопасным напряжением для производства ремонтных работ	» »	» »
Контакты от блоков управления электродвигателей агрегатов задвижек и т. п. и сети к ним до коробки зажимов, устанавливаемых вне зоны электротехнического обслуживания	» »	» »
Автоматическое дискретное управление электродвигателями индивидуальных агрегатов, механизмов и задвижек, работающих в автоматическом режиме управления по технологическим параметрам	Отдел автоматизации	Технологический отдел
Сигнализация на щитах автоматизации, в том числе мнемонические схемы состояния агрегатов, механизмов, задвижек и сантехнических устройств	То же	То же
Подсоединение щитов, отдельно стоящих датчиков приборов, узлов и устройств к контурам заземления	» »	По согласованию с электротехническим отделом
Контактные датчики технологических параметров, потребные для осуществления п. 6 настоящей таблицы, и сети к ним до коробок зажимов, устанавливаемых в местах по заданию	» »	Электротехнический отдел

электротехнического отдела		
Цепи питания электроэнергией местных щитов, пультов, приборов, узлов и устройств	То же	В соответствии с проектными решениями по автоматизации

Расположение графического текстового материала на каждом чертеже должно быть таким, чтобы оно облегчало чтение этого чертежа и пользование им.

Рекомендуется на левой части листа располагать основную схему, а затем графический материал, поясняющий эту схему, например диаграммы замыканий контактов, циклограммы и т. п., а на правой — текстовый материал.

Текстовый материал на электрических схемах приводится кратким, четко сформулированным и исключающим возможность различных толкований. В тех случаях, когда схема в связи со сложностью принципа ее действия не может быть прочитана без поясняющего текста, допускается приводить краткое пояснение работы этого узла автоматизации на чертеже.

Расположение цепей в схеме рекомендуется производить в последовательности их работы, принятой для осуществления управления или блокировочной зависимости, например если после включения какого-то агрегата производится автоматическое открытие задвижки, то сначала изображаются цепи управления агрегатом, а потом цепи управления задвижкой и т. п.

В зависимости от объема и технического содержания на одном листе может быть показано несколько схем, гальванически не связанных. Желательно, чтобы эти схемы, несмотря на их различия, имели связь по технологическому признаку. Например, схема управления насосами и схема сигнализации уровней в резервуарах имеют технологическую связь. В этом случае данный чертеж именуется «Схема электрическая принципиальная автоматизации насосной», но над каждым участком схемы дается соответствующая надпись. «Схема управления насосами» и «Схема сигнализации уровней».

Рекомендуется несложные схемы управления с блокировочными зависимостями при небольшом количестве сблокированных агрегатов размещать на одном листе. В зависимости от объема и технического задания схемы могут быть совмещенными, т. е. в схему управления агрегатом могут быть включены также цепи сигнализации по этому агрегату; тогда название таким чертежам присваивается по основному признаку назначения этих схем; например, в рассматриваемом случае следует схему именовать «Схема электрическая принципиальная управления агрегатом № 1».

Электрические схемы рекомендуется изображать на чертеже с горизонтальным расположением цепей, но разрешается располагать эти изображения также и вертикально.

В тех случаях, когда схема не может быть размещена на чертеже в пределах одной вертикальной колонки, ее выполняют в нескольких колонках, делая при этом надпись «Продолжение схемы». Если на данном чертеже имеется несколько различных схем, то эти надписи должны указывать, продолжением какой схемы она является.

Сложные и большие принципиальные электрические схемы допускается выполнять на нескольких листах; в этом случае в основных надписях первого чертежа указываются количество листов, входящих в комплект этой схемы, и номер листа (первый), а на всех последующих чертежах — порядковый номер этих листов, т. е. 2, 3, 4 и т. д. Названия этих чертежей должны быть одинаковыми, но на всех чертежах, кроме первого листа, допускается указывать в скобках «продолжение».

Номер этим чертежам присваивается один. Рекомендуемая нумерация может быть изменена в зависимости от принятой нумерации чертежей для данной организации, но изложенный принцип, определяющий комплектность чертежей для принципиальной электрической схемы автоматизации, должен быть сохранен.

При применении нескольких одинаковых схем на чертеже изображается одна схема и дается примечание о ее применимости, например: «На данном чертеже показана принципиальная схема управления агрегатом №1; схемы управления агрегатами №2—4 аналогичны показанной, за

исключением маркировки, в которой индекс I заменяется индексом, соответствующим номеру агрегата, т. е. II, III или IV».

Способы выполнения схем

1) Разрабатываемые схемы выполняются в виде развернутых (элементных) схем, как это показано на примере рис. 1.

2) В тех случаях, когда схема не разрабатывается, но при наличии некоторых особенностей в подключениях аппаратуры допускается принципиальную схему все же не приводить, а показывать монтажную схему этого узла, устройства или приборного комплекта, как это показано в виде примера на рис. 2.

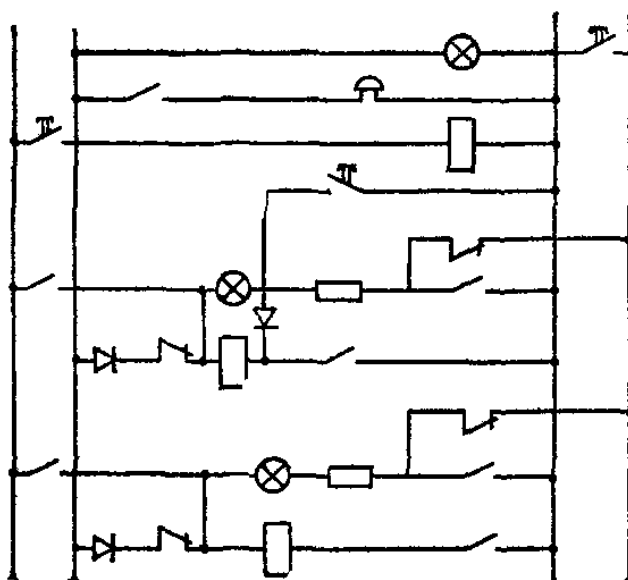


Рис. 1. Пример выполнения схемы электрической принципиальной в виде развернутой (элементной)

3) В целях определения кабельной сети с присвоением ей маркировки, когда принципиальная схема не разрабатывается, допускается в проекте приводить схему внешних соединений этого узла, устройства или приборного комплекта, как это показано в виде примера на рис. 3. Указанные решения в каждом конкретном случае принимает исполнитель проекта автоматизации в зависимости от сложности электрических соединений и общеизвестности этих соединений.

В развернутых (элементах) схемах должны быть показаны вся электроаппаратура и электрооборудование, все цепи их соединений, необходимые для осуществления запрокированной функции работы данного узла, устройства или системы. В совокупности графического материала с текстовым (пояснения, поясняющие надписи и обозначения) схема должна представлять собой такой проектный материал, на основании которого можно было бы определить принцип действия, последовательность, режим и порядок работы этого узла, устройства или системы в целом.

Перед выпуском проектной документации необходимо произвести согласование чертежей со смежным подразделением или субподрядной организацией выполняющими электротехническую часть проекта той части, где имеется взаимосвязь электрических цепей с цепями схем автоматизации. Указанное согласование оформляется на этих чертежах взаимными подписями ответственных исполнителей. Ссылка на взаимосвязанные чертежи приводится под заголовком «Относящиеся чертежи».

2. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗОБРАЖЕНИЮ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Принципиальные электрические схемы составляются и вычерчиваются с применением условных графических изображений.

Условные графические изображения рекомендуется наносить на чертежах с размерами соответствующими стандартам. Разрешается пропорционально увеличивать или уменьшать их для облегчения чтения схем, но при этом расстояние между соседними линиями должно быть не менее 0,8 мм.

Контакты реле, приборов и аппаратов, а также всех коммутирующих устройств на принципиальных электрических схемах показываются в нормальном положении, т. е. при таком их действительном положении, когда отсутствуют ток во всех цепях данной схемы и внешнее принудительное механическое воздействие на подвижные контакты.

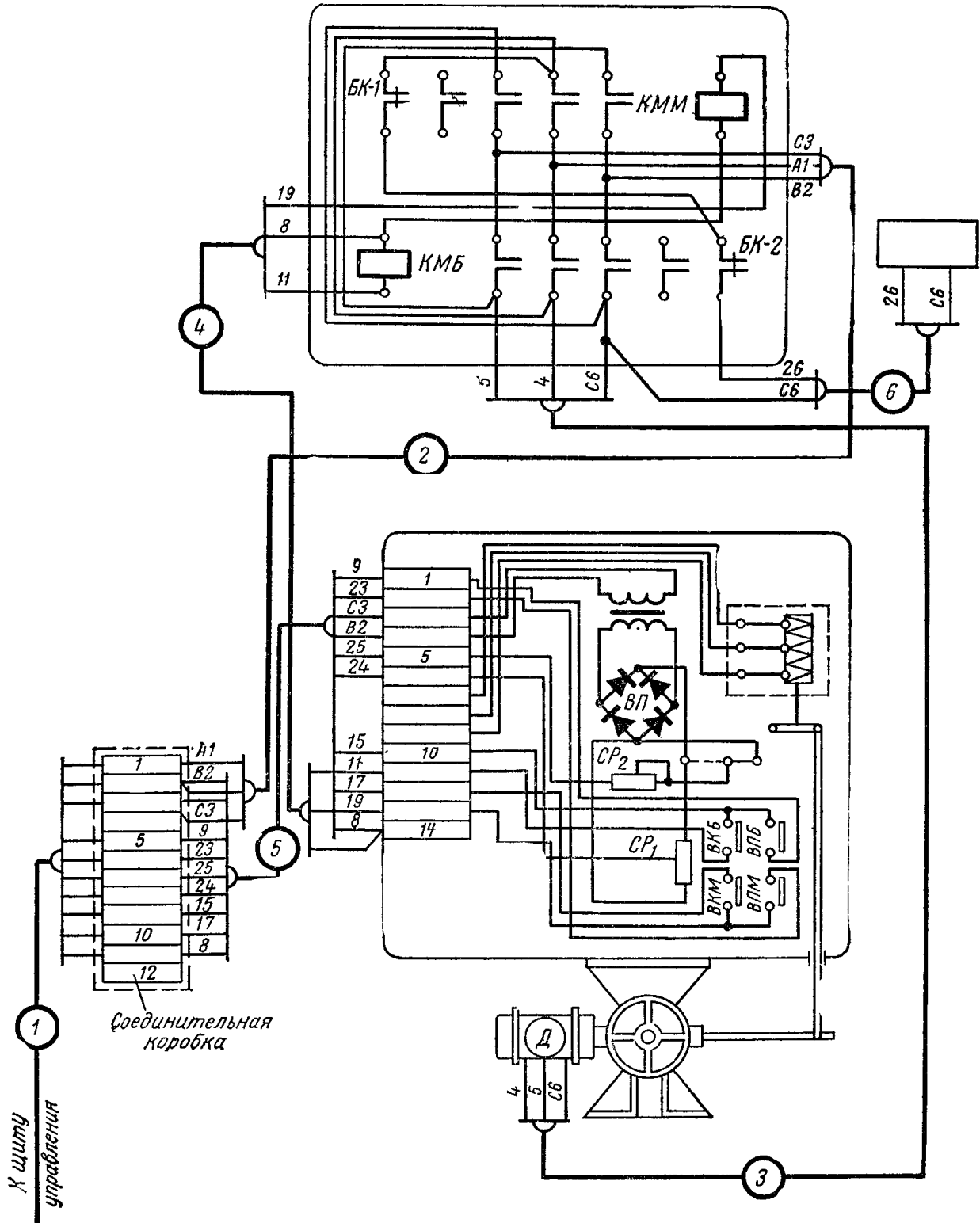


Рис. 2. Пример выполнения монтажной схемы для приборного комплекта

Коммутирующие устройства (переключатели), для которых нет явно выраженного положения, изображают на принципиальных схемах в одном из положений, принимаемом за

исходное, что оговаривается на чертеже соответствующим примечанием: «За исходное положение для переключателя принято такое, когда его переключающее устройство установлено в первом положении».

В тех случаях, когда коммутирующие устройства имеют два исходных положения (например, двухпозиционное реле), их изображают на схеме в одном из двух произвольно выбранных положений, что тоже оговаривается соответствующим примечанием.

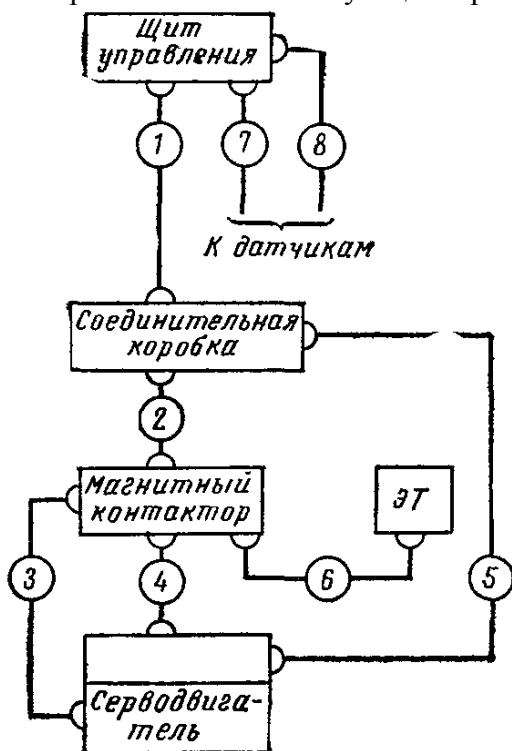


Рис. 3. Пример выполнения схемы внешних соединений для приборного комплекта

Многопозиционные устройства (переключатели, ключи) со сложной коммутацией предпочтительно изображаются на схемах одним из способов, показанных в табл. 2.

Ниже даны пояснения условных обозначений, используемых при вычерчивании изображений переключателей и ключей.

Таблица 2

Пояснения условных обозначений переключателей и ключей

Обозначения	Пояснения
<pre> 1 2 3 4 5 </pre>	Цифры над штриховыми линиями — обозначение положений рукоятки
<pre> Дист -Мест -Авт </pre>	То же, но с помощью сокращенных надписей режимов работы
<pre> Д -М -А </pre>	То же, но с помощью первых букв режимов работы
<pre> 135° -90° -45° 0 +45° </pre>	То же, но с помощью угла поворота



На рис. 4 показано условное обозначение многопозиционного переключателя. В условном обозначении переключателей вертикальные линии изображают позиции или режимы переключения. Горизонтальные линии изображают выводы коммутационного устройства. Жирные точки изображают выводы, замыкающиеся между собой и соответствующую позицию переключателя.

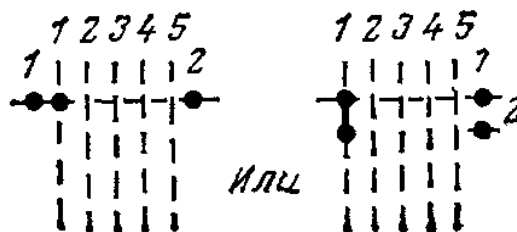


Рис. 4. Позиция замыкания соответствующих контактов

Обозначения фиксирующего механизма и положений фиксации показывают только тогда, когда переключатель имеет фиксированные и нефиксированные положения. Расстояние между штриховыми линиями позиционного положения и горизонтальными линиями выводов должно быть не менее 3 мм.

Контакты приборов, измеряющих контролируемые или регулируемые величины (температуру, давление и т. п.), показывают в соответствии с их положением при оптимальном значении этих величин. Например, при сигнализации минимальной и максимальной температур контакты прибора, измеряющего эти температуры, показывают разомкнутыми, так как процесс ведется на оптимальном режиме.

Подвижные контакты телефонных ключей и кнопочных телефонных переключателей, изображаемых разнесенным способом, а также выключателей и кнопок рекомендуется изображать исходя из условия, что сила, действующая на подвижный контакт, для срабатывания его должна иметь направление (на схеме) сверху вниз при горизонтальном и слева направо при вертикальном изображении цепей схемы.

В тех случаях, когда в принципиальных схемах применяются контакты часто встречающихся приборов для измерения неэлектрических величин (температуры, давления и т.д.) или аппаратов, имеющих узлы питания электроэнергией (измерительные системы, электронные усилители, двигатели и т. п.), схемы этих приборов можно не показывать, а изображать их в виде прямоугольников, внутри которых помещают колодку зажимов для подсоединения проводов питания и цепей контактов (рис. 5, а). Если же для аналогичных условий применяют редко встречающиеся приборы или аппараты, то для облегчения чтения этих чертежей показывают их схемы, которые обводят пунктиром, как это показано на рис. 5, б.

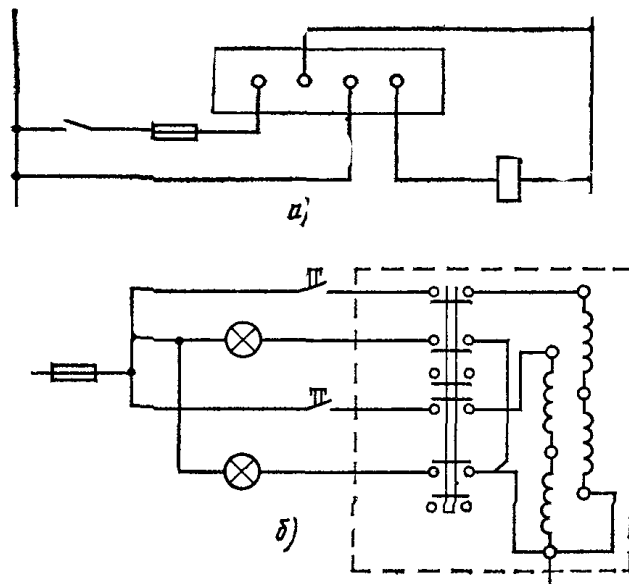


Рис. 5. Изображение прибора (аппарата) в электрических схемах автоматизации: а) для часто встречающихся приборов; б) для редко встречающихся приборов

Как исключение для схем релейной защиты допускается изображение контактов показывать в рабочем положении, но это нужно обязательно оговорить в примечании.

3. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ

Силовые питающие цепи (однофазные и трехфазные), как правило, выполняются в развернутом виде в многолинейном изображении и показываются горизонтальными сплошными линиями толщиной 1,5...2 мм с расстоянием между ними 10—15 мм. Нулевая линия в четырехпроводной системе изображается также горизонтальной, но пунктирной линией, более тонкой, чем сети силовых цепей (рис. 6).

Распределительные силовые цепи электродвигателей, трансформаторов и т.п. изображаются вертикальными сплошными линиями с расстоянием между ними 15...20 мм и толщиной, немного меньшей, чем толщина главных цепей.

В электрических схемах допустимо силовые питающие цепи и автоматизируемые приводы не показывать, оставляя на этих схемах только блоки управления, на которые воздействуют элементы автоматизации.

Оборудование, включенное в спецификацию электротехнической части проекта, на схеме заключается в пунктирный контур, показывающий принадлежность этого оборудования к энергетической службе, а цепи и элементы, проектируемые подразделением автоматизации, располагают на схеме вне этого контура, как это показано на рис. 7. В этом случае, когда на схеме отсутствуют графические изображения питающих и распределительных цепей, необходимо дать ссылку на чертежи электротехнической части проекта, где они показаны.

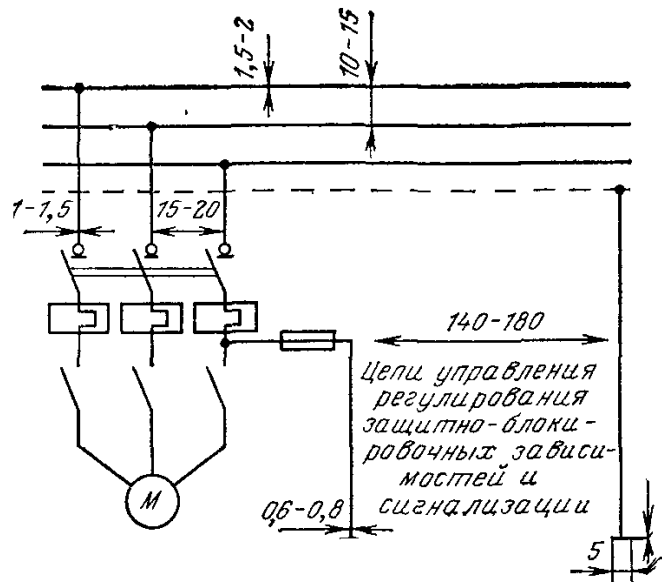


Рис. 6. Пример исполнения силовых питающих цепей в электрических схемах автоматизации

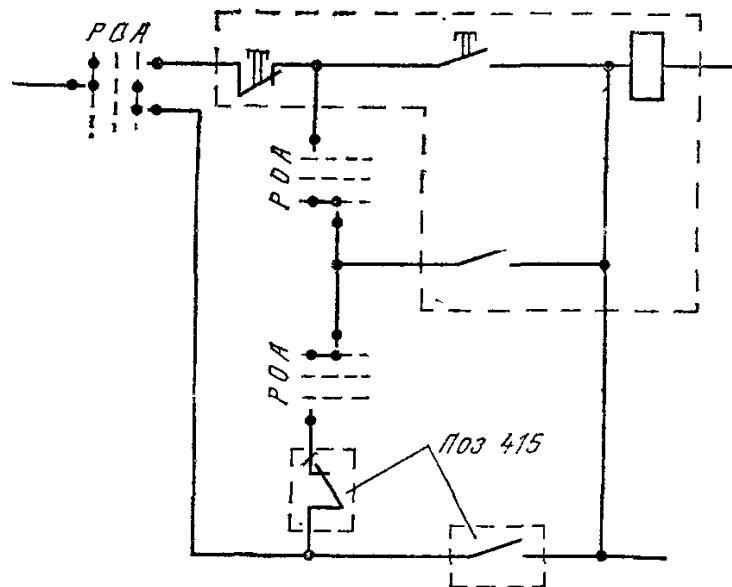


Рис. 7. Пример исполнения электрической схемы позиционного регулирования

Элементы управления силовым оборудованием изображаются условными графическими изображениями с такой же толщиной линий, как силовые цепи.

Места соединения силовых цепей с главными шинами на схеме показываются темными точками диаметром немного большим, чем толщина линий шин. Электроприемники силового оборудования изображаются условными графическими обозначениями линиями такой же толщины, как и линии силовых цепей.

4. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Принципиальные электрические схемы регулирования выполняются тремя способами, показанными выше, а именно в развернутом виде, в виде монтажных схем или в виде схем внешних соединений.

Схемы, где доминирует применение приборной аппаратуры без использования промежуточного электротехнического оборудования, в зависимости от общеизвестности его внешнего соединения и от сложности этой коммутации или вовсе не приводятся в проекте, или выполняются в виде схемы, показанной на рис. 3, так называемых схем «обвязки регуляторов».

В тех случаях, когда в этих схемах применяют регулирующие приборы, осуществляющие регулирование процесса по определенному закону, в поясняющем тексте необходимо указывать значения настроечных параметров регуляторов (процент пропорциональности, время изодрома и предварения), а если эти параметры регулятора неизвестны, то приводятся ориентировочные их значения с указанием на то, что они подлежат уточнению при пусконаладочных работах.

В тех случаях, когда схема выполнена для регулятора с программным регулированием, в поясняющем тексте дается временная характеристика. Если эта характеристика неизвестна, то приводится ориентировочное ее значение с указанием на то, что она подлежит уточнению при пусконаладочных работах. В случае применения регуляторов с программным диском в проекте приводится чертеж диска программы, по которому мог бы быть изготовлен этот диск.

Для регуляторов, в комплекты которых входит промежуточная электротехническая аппаратура, схемы выполняются смешанным способом, т. е. электрические цепи релейной аппаратуры показываются в виде развернутых (элементных), а аппаратура регулирования (электронные приборы) — в виде схем соединений; примером начертания такого регулятора является схема, показанная на рис. 2.

Поясняющие надписи для схем, выполненных одним из способов, указанных выше, даются в виде общих формулировок, характеризующих наименование и функциональное назначение показанного регулятора, без расшифровки отдельных его элементов.

Схемы позиционного регулирования технологическим процессом путем периодических включений и выключений агрегата, механизма или устройства, как правило, выполняются в виде развернутых схем. Примером начертания такой схемы может служить схема, показанная на рис. 6. По существу такая схема регулирования сводится к автоматическому управлению этим агрегатом, поэтому изложенные ниже требования к оформлению схем управления целиком и полностью относятся к данным схемам.

Питающие участки цепей управления (однофазные и трехфазные) на схеме показываются сплошными вертикальными линиями толщиной 0,6...0,8 с расстоянием между ними 140—180 мм и располагаются с правой стороны силовых цепей (рис. 6). К питающим участкам подсоединяются приборы и аппаратура управления, регулирования или сигнализации, причем цепи управления и сигнализации располагают горизонтально в порядке вертикальной последовательности их действия при чтении схемы сверху вниз.

В тех случаях, когда цепи управления имеют зависимое питание, т. е. когда они получают питание от силовых цепей, которые также показаны на данной схеме, на питающих участках цепей управления показывают выключательную и предохраняющую аппаратуру (выключатели, предохранители), а при независимом питании цепей управления выключатели и предохранители, как правило, на схеме не показываются, так как в этом случае они предусматриваются в схеме питания электроэнергией. На концах линий питающих участков цепей управления наносятся перпендикулярные штрихи длиной 5 мм и шириной 0,2—0,3 мм, показывающие, что все цепи управления предусмотрены этой схемой (рис. 6).

Элементы цепей управления изображают линиями толщиной приблизительно 0,2 мм. Элементы цепей управления должны быть расположены друг от друга на расстоянии не менее 10 мм и соединены короткими, удобно обозреваемыми линиями с возможно меньшим количеством пересечений.

В тех случаях, когда отдельные цепи управления имеют общее соединение, в целях наименьших пересечений и для удобства чтения таких схем вычерчивают еще один или несколько вертикальных участков, к которым подсоединяются эти цепи, как показано на рис. 7, а. Этот участок соединений вычерчивается линиями той же толщины, что и линии цепей управления. В тех случаях, когда схема управления имеет шины управления или шины контроля цепей, эти участки шин наносятся на схему в виде сплошных линий той же толщины, что и линии питающих участков цепей управления.

Места соединений проводников с шинами или проводника с проводником осуществляются при помощи темных- точек диаметром немного большим, чем толщина линий этих проводников или шин. В местах соединений проводников с зажимами готовых изделий (аппаратов, приборов и т. п.), т. е. там, где имеются разъемные соединения, на линиях этих проводников проставляются пустые окружности диаметром 1,5—2 мм, как это показано на рис. 8, б.

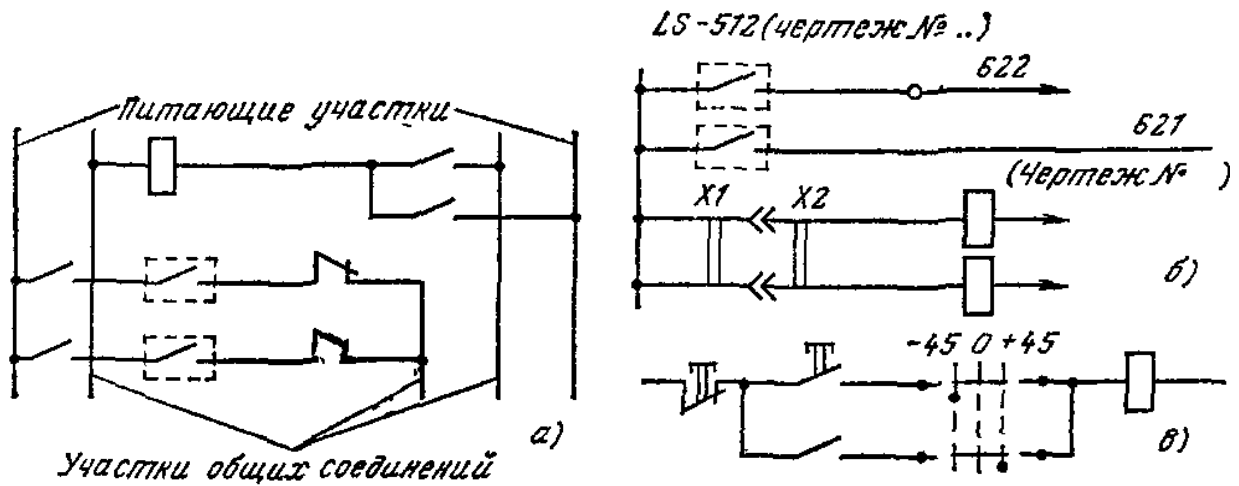


Рис. 8. Пример исполнения принципиальной электрической схемы автоматизации:

- а) с общими участками соединений; б) с некоторыми особенностями, в) с переключателем управления

В тех случаях, когда проводник какой-либо цепи управления имеет соединение с другой схемой, показанной на другом чертеже, линию этой связи, переходящей с одного листа на другой, обрывают за пределами изображения схемы и не заканчивают стрелкой.

Рядом с обрывом линии указывают маркировку цепи и в круглых скобках номер листа (при выполнении схемы на нескольких листах) или обозначение документа (схемы проекта), на который переходит эта линия связи (см. рис. 8,б).

Обрывы линий связи в пределах одного листа (когда эти линии не переходят на другие листы), выполненные в целях исключения большого числа пересечений или обеспечения легкого чтения данной схемы, заканчивают стрелками, около которых указывают маркировку цепи (рис. 8,б).

Разборные соединения, выполненные в виде разъемов, отдельные части которых рекомендуется соединять между собой штриховой линией механической связи. Если расстояние между отдельными частями разъема невелико (меньше трех штрихов штриховой линии), то линию механической связи изображают в виде двух сплошных линий, как это показано на рис. 8, б.

Все токоприемники цепей управления — катушки пускателей, контакторов, реле, соленоидов и т. п. по возможности располагают на схеме на одной вертикальной линии при горизонтальном начертании цепей или же на одной горизонтальной линии при вертикальном изображении этих цепей. В виде обоснованного исключения разрешается вертикальное начертание цепей управления.

Замыкающиеся, размыкающиеся и переключающиеся элементы реле и других устройств следует также располагать по одной или максимум трем вертикальным или горизонтальным линиям в зависимости от способа начертания цепей управления. Замыкающиеся, размыкающиеся и переключающиеся элементы токоприемников, которые показаны на других чертежах, обводятся пунктирным контуром (рис 8,б), в том числе:

1) элементы приборов для измерения неэлектрических величины (температуры, давления и т. п.) обводят пунктирным прямоугольником размером 9×6 мм с указанием позиционного обозначения по функциональной схеме и позиции по спецификации. Указанные обозначения проставляются при горизонтальном начертании схемы управления над условным графическим изображением, а при вертикальном — справа от этого изображения;

2) элементы электроаппаратов — реле, контакторов, пускателей и т. п. также обводятся пунктирными прямоугольниками размером 9×6 мм.

Для каждого элемента, заключенного в прямоугольник, делается ссылка на номер чертежа, на котором дана схема с включением обмотки данного электроаппарата (рис. 7, б).

Переключающиеся элементы переключателей располагают на одной из линий расположения элементов электроаппаратов. Более распространенным условным графическим изображением переключателей является изображение, показанное на рис. 8, в. Над точками выводов контактов следует писать их номера согласно монтажной схеме по каталогу на этот вид изделия. Все

переключающиеся элементы многопозиционного переключателя цепей управления рекомендуется, если это позволяет схема, располагать на одной линии. В тех случаях, когда переключающиеся элементы переключателя расположены в разных, далеко находящихся друг от друга цепях управления, пунктирные линии, показывающие режимы работы этих элементов, прерываются для исключения пересечения их с линиями управления.

Когда переключатель или ключ управления применяется в схемах для работы с несколькими режимами, делается надпись, поясняющая эти режимы на каждом положении переключателя или ключа. В этом случае в поясняющем тексте чертежа делается буквенное обозначение расшифровки выбранных режимов работы.

В целях большей наглядности и облегчения чтения схем допускается вместо условных графических изображений сложных аппаратов на чертеже схем наносить их заводские схемы, выполненные не в развернутом виде, а в виде монтажных схем. Указанные схемы обводятся пунктирным контуром линиями толщиной 0,5...0,6 мм (рис. 9).

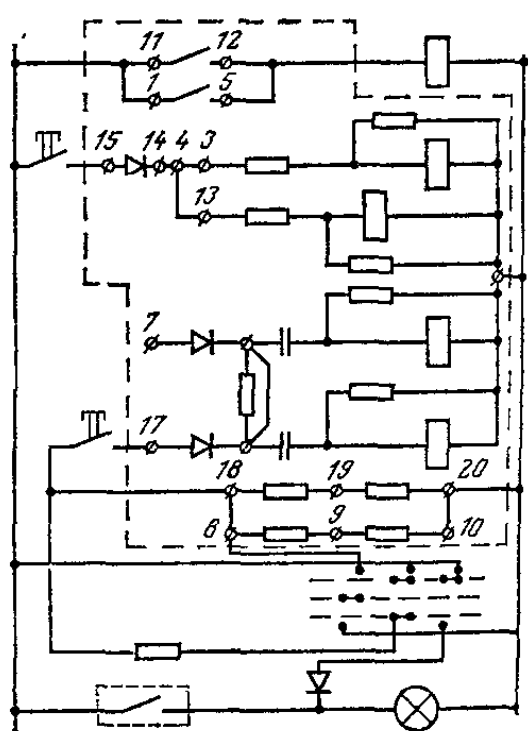


Рис. 9. Изображение электрических схем отдельных аппаратов

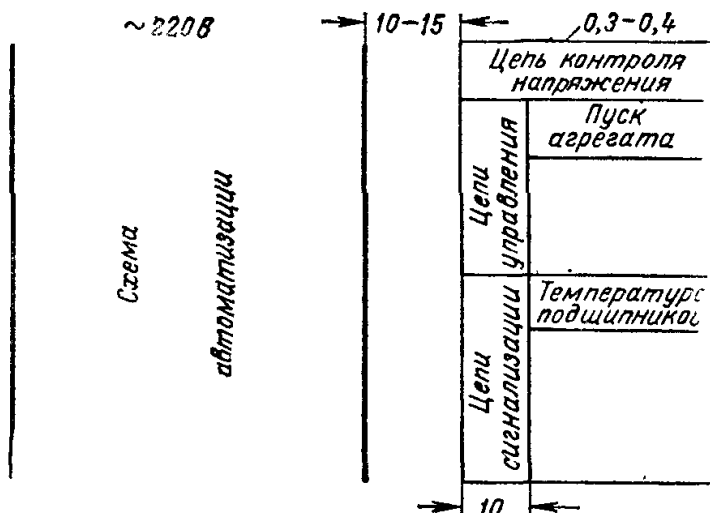


Рис. 10. Графическое исполнение поясняющих надписей в электрических схемах

Несложные средства автоматики, например соленоидный вентиль, могут быть показаны на принципиальной схеме с расчленением на структурные элементы (соленоидные катушки, конечные выключатели и т. п.).

Несложные схемы управления и регулирования по усмотрению исполнителя могут не разрабатываться.

Против каждой цепи управления с правой стороны (как исключение—с левой стороны) или внизу схемы в зависимости от ее начертания даются поясняющие надписи. Эти надписи заносятся в прямоугольник, расположенный на расстоянии 10...15 мм от линии питающего участка цепей управления и выполненный линиями толщиной 0,3...0,4 мм (рис. 10).

С левой внутренней стороны прямоугольника по всей его высоте отделяется полоса шириной примерно 10 мм, в которой заносится общая надпись: Цепи управления. Если же в одной схеме находят применение не только цепи управления, но и цепи сигнализации, то эта полоса разделяется соответственно назначению этих цепей, и в них наносятся надписи: Цепи управления, Цепи сигнализации.

Надписи для цепей, которые не относятся к цепям управления или сигнализации, наносятся по всей ширине прямоугольника без вертикальной полосы, например: Цепь контроля напряжения. Надпись каждой цепи отделяется от соседних надписей линиями в местах деления этих цепей.

Поясняющие надписи должны быть лаконичными и давать пояснения назначения или наименования операции рабочего цикла с указанием ее длительности, например: «пуск агрегата», «реле контроля состоявшегося пуска 60 с», «реле аварийного останова», «реле контроля температуры воды», «реле контроля наличия протока воды», «реле останова агрегата» и т. д.

Общие надписи заносятся в полосы снизу вверх параллельно питающим участкам цепей управления, а надписи для каждой цепи — горизонтально, перпендикулярно расположению указанных участков. Над схемой управления указываются значения напряжения и род тока, которым производится питание цепей управления данной схемы, например 220 В.

На принципиальной электрической схеме управления, в которой предусматривается автоматическое управление агрегатами и механизмами, работающими по заданной программе в циклическом режиме, приводится в правой части листа циклограмма работы этого автоматизированного оборудования. Эта циклограмма графически поясняет схему в отношении установленной последовательности, очередности и длительности работы этих агрегатов и механизмов. Образец вычерчивания такой циклограммы приведен на рис. 11.

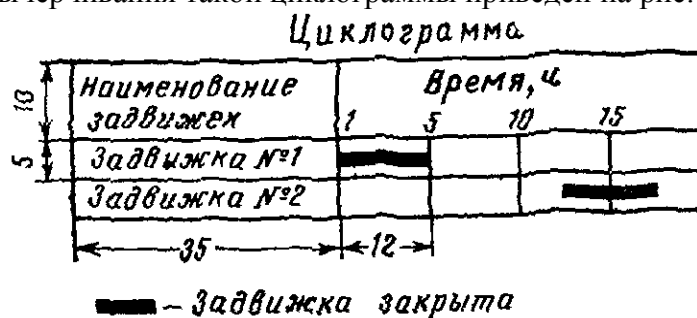


Рис. 11. Графическое изображение циклограммы

Циклограммы и поясняющие схемы дополняют принципиальные электрические схемы исключительно для управления сложными процессами и приводятся в случаях, когда они необходимы и способствуют более легкому прочтению основных схем управления.

5. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЦЕПЕЙ БЛОКИРОВКИ И ЗАЩИТЫ

Принципиальные электрические схемы с блокировочными зависимостями или защитными устройствами, как правило, вычерчиваются совместно с принципиальными электрическими схемами автоматизации, в которых действуют эти блокировки или средства защиты.

Такие схемы ничем не отличаются по начертанию от электрических схем управления и оформляются аналогично тому, как это было указано выше. При выполнении схем управления с блокировками необходимо показать на левой части листа до электрической схемы схему блокировочных, зависимостей, как это показано в виде примера на рис. 12, а.

Таблица 3

Значения технологических параметров для защиты	
Наименование агрегата, аппарата или процесса	
Наименование параметра	Значение параметра, при котором срабатывает защитное устройство
Температура газа после печи	950 °С

В тех случаях, когда схема блокировочных зависимостей не дает полного представления о действии данного узла автоматизации, помимо этой схемы приводится на чертеже поясняющая технологическая схема, которая в упрощенном виде раскрывает технологическую суть данного узла и определяет участие в ней заблокированного технологического оборудования. Образец такой поясняющей схемы приведен на рис. 13. В этих поясняющих схемах необходимо, чтобы позиционное обозначение технологического и электротехнического оборудования

соответствовало принятым обозначениям и технологическим и электротехническим подразделениям.

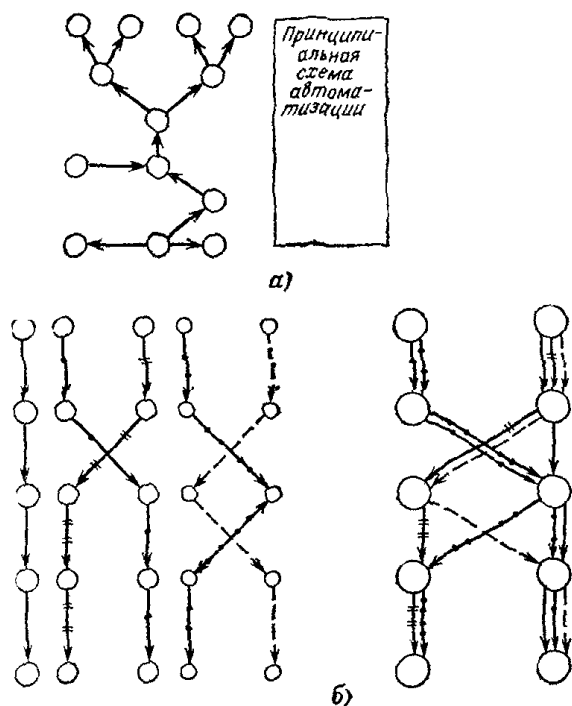


Рис. 12. Изображение схем блокировочных зависимостей в электрических схемах автоматизации

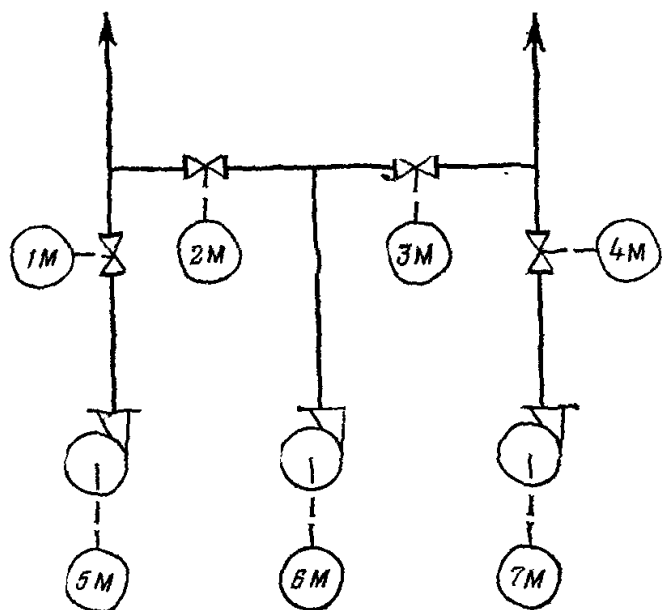


Рис. 13. Технологическая схема, поясняющая блокировочные зависимости

6. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

Принципиальные электрические схемы сигнализации, как правило, оформляются в виде развернутых (элементных) схем, т. е. по аналогии с принципиальными (полными) электрическими схемами управления, и приведенные выше указания по оформлению этих схем распространяются на схемы сигнализации, за исключением заполнения поясняющих надписей. В этом случае в вертикальной полосе при начертании схемы в горизонтальном изображении или в горизонтальной полосе при вертикальном расположении схемы дается общая надпись, например: «Цепи световой сигнализации» или «Цепи светозвуковой сигнализации» (рис. 10).

Против каждой цепи сигнализации дается поясняющая надпись о ее назначении, например, «Реле максимальной температуры пара», «Реле минимального уровня в котле», «Реле звукового сигнала», «Реле съема звукового сигнала, проверки сигнальных ламп» и т. п.

При большом числе сигнализируемых величин составляются две самостоятельные схемы — реле сигнализации и сигнальных ламп. В этом случае изменяются лишь общие поясняющие надписи, а именно: для первой схемы реле сигнализации дается надпись «Цепи реле сигнализации», а для второй — «Цепи светозвуковой сигнализации». Надписи для каждой цепи должны соответствовать ее назначению — «Максимальная температура в паропроводе» и т. п. Над каждой указанной схемой дается общая надпись, соответствующая общим поясняющим надписям. При таком изображении схемы чертежу дается название «Принципиальная электрическая схема сигнализации...».

В тех случаях, когда в схеме сигнализации участвуют сигнализаторы, измерительные цепи которых нуждаются в питании электроэнергией, их подсоединяют к общим питающим участкам схемы сигнализации. Если указанные сигнализаторы не имеют выключающих или предохраняющих устройств, то подсоединение к указанным участкам производится через устройства, предусматриваемые дополнительно (см. рис. 5, а). В целях упрощения схемы сигнализации допускается измерительные схемы сигнализаторов не развертывать, а показывать в виде прямоугольников

При построении схем сигнализации с применением сложных реле или специальных устройств, например устройства мигающего света, допускается показывать их на этих схемах в виде как развернутых схем (рис. 14, а), так и условного изображения — прямоугольника (рис. 14,б). В последнем случае выводные зажимы этого реле или устройства показывать соответственно их действительному расположению с указанием заводской нумерации зажимов.

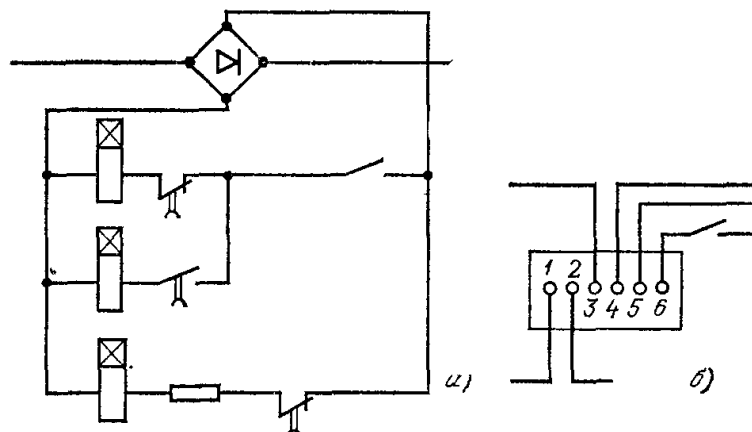


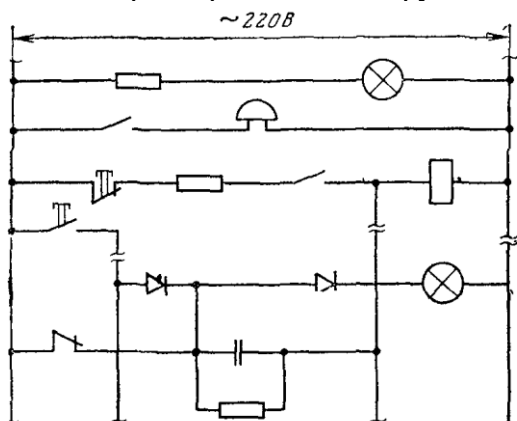
Рис. 14. Изображение отдельных узлов в электрических схемах автоматизации:
а) развернутая схема; б) условное изображение

Когда схема сигнализации по какому-то агрегату распространяется на другие аналогичные агрегаты, схему оформляют, как для первого агрегата, но в этом случае дается примечание «Настоящая схема дана для агрегата № 1»; для остальных агрегатов она аналогична показанной, за исключением маркировки в части индекса, который заменяется индексом, соответствующим номеру агрегата (II, III и т. д.).

В целях сокращения проектного материала допускается оформлять одну схему сигнализации для различных агрегатов или систем и при различных количествах сигнализируемых параметров при условии, что индивидуальные цепи сигнализируемых параметров электрически идентичны. При таком исполнении схема вычерчивается в виде отдельных цепей сигнализируемых параметров, заключенных цепями общих назначений (цепь контроля напряжения, цепь звукового сигнала и т. д.), как это показано на рис. 15.

Каждая цепь сигнализируемого параметра может быть использована несколько раз как для каждого агрегата, так и для других агрегатов или систем.

Использование цепей сигнализации определяется поясняющими надписями. В том случае, когда данная цепь не используется для какого-нибудь агрегата или системы, поясняющая надпись в соответствующем столбце для данного агрегата против этой цепи не нужна. При повторном использовании цепи для данного агрегата или системы в столбце даются поясняющие надписи, сколько параметров сигнализируется по этой схеме.



Отделение №1		Отделение №2
I система	II система	Контроль наличия напряжения
Контроль наличия напряжения	Контроль наличия напряжения	
Звуковой сигнал	Звуковой сигнал	Звуковой сигнал
Съем звукового сигнала и опробование сигнальных ламп	Съем звукового сигнала и опробование сигнальных ламп	Съем звукового сигнала и опробование сигнальных ламп
Остановка агрегатов	Остановка агрегатов	Остановка насоса
Агрегата 1	Агрегата 1	Сборника 1
Агрегата 2	Агрегата 2	Сборника 2
Агрегата 3	Агрегата 3	Сборника 3

Рис. 15. Исполнение электрической схемы принципиальной сигнализации при многократном ее использовании

Особые требования по оформлению чертежей схем сигнализации предъявляют, когда они выполняются для мнемонических схем сигнализации. Как правило, такие схемы выпускаются на нескольких листах.

Разбивка схемы по листам должна производиться в зависимости от принимаемых технических решений, а именно:

1) от числа общих узлов мнемонической схемы сигнализации [источники мигающего света, сигналы включения подсистемы (когда выполняются совмещенные схемы для нескольких подсистем), звуковой сигнал и кнопка его квитирования и т. п.], которые должны быть выделены для независимого питания электроэнергией;

2) от разделения мнемонической схемы на системы с целью выделения их для индивидуального питания электроэнергией;

3) от разделения источников питания электроэнергией, когда в одной из систем имеется несколько подсистем, с целью исключения влияния отключенных подсистем на работу всей мнемосхемы;

4) от распределения средств управления мнемосхемы (кнопки включения и выключения мнемосхемы, квитирование звукового сигнала, проверки исправности сигнальных ламп и т. п.) с целью оперативного управления мнемосхемой.

В зависимости от вышеперечисленных решений соответственно оформляется проектная документация, т. е. на первом листе показываются общие узлы мнемосхемы сигнализации, на последующих листах — схемы систем и на последних — схемы подсистем сигнализации. На первом листе даются все пояснения, примечания и относящиеся чертежи для всей мнемонической схемы сигнализации, а на остальных листах приводится только примечание «Пояснения, примечания и относящиеся чертежи приведены на чертеже № ...»

Часто применяемые электрические схемы сигнализации могут быть типизированы, что исключит надобность в разработке этих схем для каждого проекта, и проектирование в этом случае сведется к составлению чертежа по применимости этих схем, т. е. чертежа по переводу условных обозначений и маркировок, принятых на схемах, в реальные обозначения и маркировки, присвоенные по данному проекту. Такие чертежи оформляются в виде переводных таблиц с изображением контактов или комбинации контактов, включаемых в схему сигнализации. Форма этой таблицы не регламентирована и может быть принята по усмотрению исполнителя.

В тех случаях, когда от одних и тех же контактов датчиков действуют не только сигнализация, но также блокировки и защитные устройства, эти контакты подвергаются «размножению» путем подключения их к промежуточным реле. Увеличенное количество контактов от этих реле может самостоятельно воздействовать в системах сигнализации, блокировки и защиты. Схема промежуточных реле должна иметь самостоятельное питание; контроль за наличием напряжения в этом случае имеет особое значение, а поэтому исчезновение этого напряжения не должно остаться незамеченным, для чего должна быть предусмотрена специальная оповещающая звуковая сигнализация индивидуального действия.

Указанные мероприятия должны гарантировать непрерывную работоспособность цепей блокировок и защит. Схема промежуточных реле оформляется аналогично схеме сигнализации, но поясняющие надписи должны соответствовать функциональному назначению каждой цепи размножения контактов

Когда сигнализация имеет особое значение для обеспечения безаварийной работы, то ее схему строят на размыкающихся контактах, что повышает ее надежность работы и исключает случаи непоступления предупредительных сигналов, что в свою очередь обеспечивает контроль за исправностью датчиков.

Оформление такой схемы ничем не отличается от оформления вышерассмотренных схем.

Схема сигнализации с применением унифицированных бесконтактных блоков (БАС — блок аварийной сигнализации, БПО — блок позиционной сигнализации и БОЦ — блок общих цепей) оформляется в виде монтажной схемы и сводится к подсоединению внешних цепей (контактов датчиков, сигнальных ламп, кнопок квитирования и проверки, питания и т. п.) к указанным блокам. Внутренние схемы блоков не показываются, но в прямоугольнике приводятся сборки зажимов с заводской маркировкой, к которым подсоединяются указанные внешние цепи.

7. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ НА БЕСКОНТАКТНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Схемы управления, защитных устройств и особенно систем сигнализации могут быть построены не только на электрических контактных элементах, но также на бесконтактных логических электрических элементах, причем их оформление в общем идентично, за исключением графических изображений этих элементов.

Так, для схем с бесконтактными элементами используют условные изображения, приведенные в табл. 4 и 5.

Несмотря на явное преимущество устройств и систем, построенных на бесконтактных элементах, они еще не находят широкого применения по причине недостаточного серийного выпуска функциональных блоков, а их сборка из отдельных изделий осложнена трудностями комплектации, поэтому схемы на бесконтактных логических элементах составляются и оформляются с ориентацией на наличие логических блоков и проводятся в следующем порядке:

1) Составляется функциональная схема согласно записи задания, где отражаются принцип действия данного узла автоматизации, характер и последовательность происходящих в нем переключений.

2) Определяются по схеме входные и выходные сигналы и их характер, а также необходимые источники питания.

3) Определяются типы логических элементов, которые могут выполнять заданные функции для данного узла автоматизации.

4) Составляется принципиальная электрическая схема с условными изображениями конкретных типов логических блоков и связи логической части схемы с датчиками и пусковыми устройствами.

Примером оформления таких схем могут служить схемы, показанные на рис. 16.

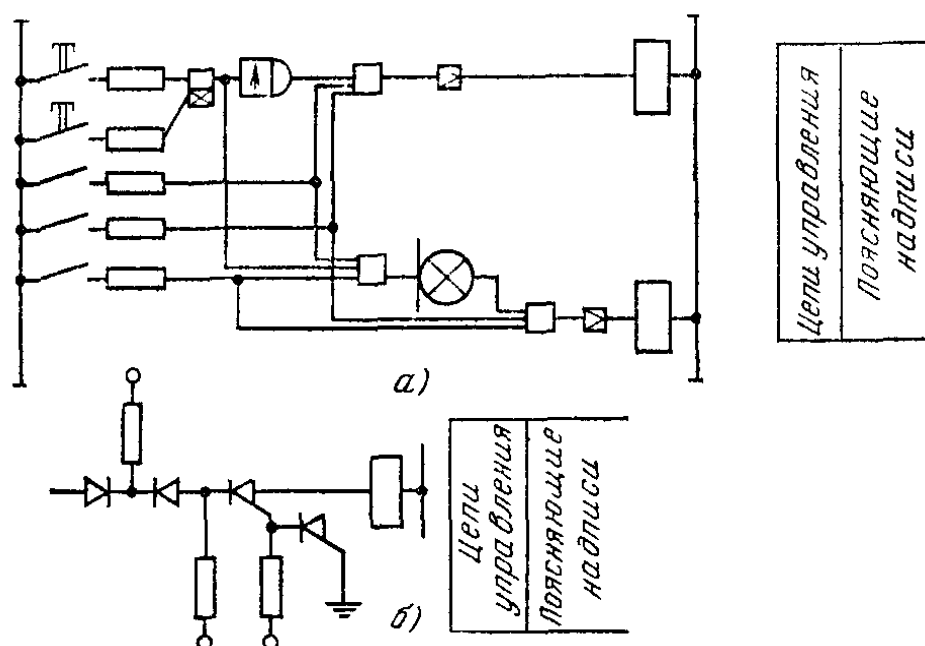


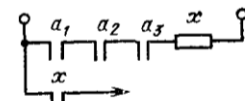
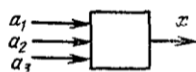
Рис. 16. Пример исполнения электрической схемы на бесконтактных логических элементах: а) на магнитных логических элементах; б) на полупроводниковых логических элементах

Таблица 4.

Электрические магнитные логические элементы, их графические изображения и логические операции

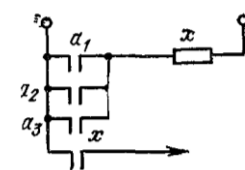
Содержание и наименование логической операции	Условное обозначение логического элемента	Релейный эквивалент	Функциональная формула
Сигнал на выходе появляется при отсутствии сигнала на входе (отрицание «Не»)			$x = \bar{a}$

Сигнал на выходе появляется при наличии сигналов на всех входах (совпадение «И»)



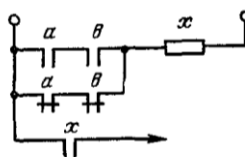
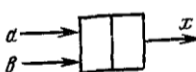
$$x = a_1 a_2 a_3$$

Сигнал на выходе появляется при наличии хотя бы одного из входных сигналов («ИЛИ»)



$$x = a_1 + a_2 + a_3$$

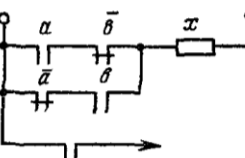
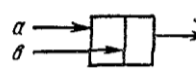
Сигнал на выходе появляется, когда на всех входах одновременно имеются или отсутствуют входные сигналы (эквивалентность)



$$x = ab + \bar{a}\bar{b}$$

$(x = a \sim b)$

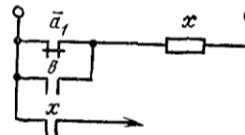
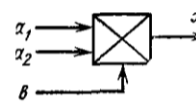
Сигнал на выходе появляется, когда состояние входов разное — неравнозначность (альтернатива)



$$x = \bar{a}b + a\bar{b}$$

$(x = a \approx b)$

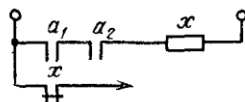
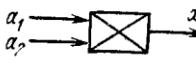
Сигнал на выходе появляется при отсутствии сигнала на входе a и наличии сигнала b (импликация)



$$x = \bar{a} + b$$

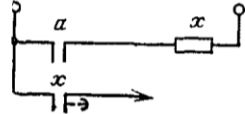
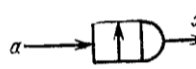
$(x = a \rightarrow b)$

Сигнал на выходе появляется при отсутствии сигналов на всех входах

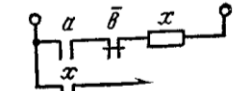
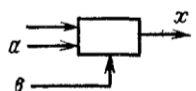


$$x = \bar{a}_1 a_2 = \bar{a}_1 + \bar{a}_2$$

Сигнал на выходе появляется через некоторое время после подачи сигнала на вход и исчезает одновременно с входным сигналом — задержка

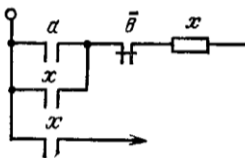
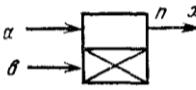


Сигнал на выходе появляется при наличии входного сигнала и при отсутствии на входе сигнала запрета («Запрет»)



$$x = \bar{a}\bar{b}$$

Запоминание сигнала на длительное время («Память»)



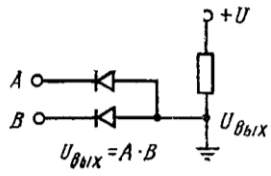
$$x = (a + x_1)\bar{b}$$

Таблица 5

Электрические логические элементы, их графическое изображение и логические операции

Наименование логических операций	Элементы		
	диодные полупроводниковые (вентильные)	транзисторные	Электронные
«Ни . . . Ни»	—		

«И»



Или»

