

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Краснодарского края

«КРАСНОДАРСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

Учебно-методический кабинет

Попова Е.П.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Методическое пособие по МДК 02.01

«Теоретические основы организации монтажа, ремонта, наладки систем
автоматического управления, средств измерений и мехатронных систем »
для обучающихся по специальности

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств

2014

П – 72.

Попова Е.П.

П– 72 Методическое пособие по МДК 02.01 «Теоретические основы организации монтажа,ремонта,наладки систем автоматического управления, средств измерений и мехатронных систем» для обучающихся по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств

Попова Е.П. – Краснодар: ГБПОУ КК КТК , 2014. - 72с.

Методическое пособие по МДК 02.01 «Теоретические основы организации монтажа,ремонта,наладки систем автоматического управления, средств измерений и мехатронных систем» составлен в соответствии с рабочей программой по ПМ 02 «Организация работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации, средств измерений и мехатронных систем ». разработанной в соответствии с рекомендациями утвержденными директором Департамента государственной политики в образовании Министерства образования и науки Российской Федерации .

В методическом пособии рассмотрены вопросы содержания и структуры проекта автоматизации , методики разработки схем.

Методическое пособие может быть использовано в проведении образовательной деятельности по подготовке специалистов, входящих в состав укрупненной группы специальностей 15.00.00 Автоматика и управление, по направлению подготовки 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств

Рассмотрено на заседании цикловой комиссии 02.09.2014, протокол № 1.

Рецензенты:

Постригань Н.Г., преподаватель ГБОУ СПО КТК КК

Глушко С.П., к.т.н., доцент кафедры Системы управления и технологические комплексы, Куб ГТУ

Печатается по решению методического совета колледжа

Содержание

Раздел 1. Стадии проектирования и состав проектной документации систем автоматизации	3
Тема 1.1 Исходные данные для разработки проектов систем автоматического управления	6
Тема 1.2 Содержание проекта автоматизации технологических процессов	7
Раздел 2 Инженерный анализ при проектировании систем автоматизации	11
Раздел 3 Схемы автоматизации	16
Раздел 4 Выбор средств измерений	19
Раздел 5 Принципиальные электрические и пневматические схемы	24
Раздел 6 Разработка общего вида щита и вида щита на внутренние плоскости	42
Раздел 7 Внешние электрические и трубные проводки	48
Раздел 8 Чертежи расположения проводок и оборудования	56

Раздел 1. Стадии проектирования и состав проектной документации систем автоматизации

В случаях проектирования систем автоматизации технологических процессов с применением средств вычислительной техники, а также автоматизации объектов с новой, неосвоенной или особо сложной технологией производства предварительно должны проводиться научно-исследовательские работы, результаты которых используются при выполнении проекта.

Проекты систем автоматизации технологических процессов выполняются в соответствии с заданием на проектирование, в котором указываются:

1. наименование производственного участка и задача проекта;
2. перечень аппаратов, установок и отделений, подлежащих автоматизации, с выделением в случае наличия особых условий, к которым относятся, например, класс взрыво- и пожароопасности помещений, наличие агрессивной, влажной, сырой, запыленной окружающей среды;
3. стадийность проектирования;
4. сроки строительства и ввода в эксплуатацию системы автоматизации;
5. предложения по структуре управления технологическими процессами, объему и уровню автоматизации;
6. предложения по размещению центральных и местных пунктов управления, щитов и пультов;
7. наименование организации-разработчика данного проекта системы автоматизации;
8. планируемый уровень капитальных затрат на автоматизацию.

Исходными данными для выполнения проектов систем автоматизации являются технологические схемы с характеристиками оборудования и трубопроводами, перечни контролируемых и регулируемых параметров с необходимыми требованиями, характеристиками и величинами и чертежи производственных помещений с расположением технологического оборудования.

Состав проектных материалов систем автоматизации технологических процессов на различных стадиях проектирования различен.

На стадии проекта, предусматривающей разработку документации с целью выявления технической возможности и экономической целесообразности автоматизации данного технологического участка, определяются уровень и объем автоматизации, принципы ее осуществления и структура, экономическая эффективность. Все основные технические и экономические вопросы решаются укрупнено, без особой детализации, с общими принципиальными выводами о возможности и целесообразности автоматизации.

В состав проектных материалов этой стадии входят:

1. структурная схема управления и контроля, которая разрабатывается для сложных систем управления;
2. схема автоматизации технологического процесса;
3. планы расположения щитов и пультов;
4. ведомости приборов и средств автоматизации, электроаппаратуры, щитов и пультов, трубопроводной арматуры, основных монтажных материалов и изделий;
5. сметы на приобретение и монтаж технических средств автоматизации;
6. пояснительная записка;
7. задания смежным отделам.

На стадии рабочей документации предусматривается разработка проектных материалов, целью которой является обеспечение проведения монтажно-наладочных работ. Уровень и объем автоматизации, предусмотренные в рабочих чертежах,

должны полностью соответствовать уровню и объему автоматизации, принятым в утвержденном проекте.

В состав рабочей документации входят следующие проектные материалы:

1. Структурная схема управления и контроля;
2. Схема автоматизации;
3. Принципиальные электрические, гидравлические, пневматические схемы контроля, автоматического регулирования, управления, сигнализации и питания;
4. Общие виды щитов и пультов;
5. Таблицы для монтажа электрических и трубных проводок;
6. Схемы внешних электрических и трубных проводок;
7. Планы расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок;
8. Пояснительная записка;
9. Спецификации оборудования, щитов и пультов, ведомости основных монтажных материалов;
10. Уточненные задания смежным отделам на разработки, связанные с автоматизацией объекта.

На стадии рабочего проекта, разрабатываемого для несложных объектов или по существующим прототипам, проектные материалы объединяют цели и задачи, стоящие на стадиях проекта и рабочей документации.

Тема 1.1 Исходные данные для разработки проектов систем автоматического управления.

Проектирование систем автоматического управления ведется на основании технического задания, составленного при разработке технологической части проекта соответствующего объекта (установки, цеха, производства и т. п.).

Техническое задание на проектирование должно содержать следующие данные: задачу проекта; основание для проектирования; наименование объекта управления с указанием класса взрыво- и пожароопасности помещений, агрессивности, влажности перерабатываемых веществ, запыленности помещения и т. п.; стадии проектирования; требования к разработке отдельных вариантов технического проекта; рекомендации по централизации и структуре управления; предложения по размещению пунктов управления (местных, центральных); результаты изыскательских, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, которые необходимо использовать при проектировании; перечень организаций — участников разработки и внедрения проекта; генерального проектировщика, головного НИИ, исполнителей смежных частей проекта (строительной, сантехнической и др.), изготовителя щитов и пультов, исполнителя монтажно-наладочных работ; планируемый уровень капитальных затрат на автоматизацию; сроки строительства и очередности ввода в действие производственных подразделений.

К техническому заданию должны быть представлены следующие данные:

1. Технологические схемы с характеристиками оборудования и указанием внутренних диаметров, толщины стенок и материала труб;
2. Чертежи производственных помещений с указанием расположения технологического оборудования, трубопроводов и рекомендуемых мест для размещения щитов и пультов;
3. Чертежи технологического оборудования со средствами автоматизации, поставляемыми комплектно с ним (перечень и характеристики средств автоматизации, чертежи комплектно поставляемых щитов и пультов);
4. Схемы водо-, воздухо- и электроснабжения с указанием соответствующих диаметров труб, расхода, давления, температуры, влажности, запыленности, напряжения;

5. Схемы управления электродвигателями с указанием типа пусковой аппаратуры;
6. Данные для расчета исполнительных и сужающих устройств, заполнения опросных листов;
7. Результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, содержащие рекомендации по проектированию управляющих систем и средств автоматизации (математическое описание динамических свойств объекта, а при отсутствии математического описания — временные или частотные характеристики объекта);
8. Требования к надежности систем автоматического управления.

Проектирование систем автоматического управления технологическими процессами может вестись как в одну, так и в две стадии. В первом случае выполняется технорабочий проект, т. е. технический проект, совмещенный с рабочими чертежами (ТРП). Во втором случае на первой стадии выполняется технический проект (ТП), а на второй — рабочие чертежи (РЧ).

В состав технического проекта входит следующая документация: структурная схема управления (для сложных систем); структурная схема комплекса технических средств; структурные схемы комплексов средств автоматизации; функциональные схемы автоматизации; планы расположения щитов, пультов, ЭВМ; заявочные ведомости средств автоматизации, электроаппаратуры, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, монтажных материалов и изделий, не стандартизованного оборудования; технические задания на разработку новых средств автоматизации; смета на приобретение и монтаж средств автоматизации; пояснительная записка. В состав ТП входят также задания генеральному проектировщику на следующие виды разработок: обеспечение средств автоматизации электроэнергией, сжатым воздухом, гидравлической энергией, тепло- и хладоносителями; теплоизоляция трубных проводок и устройств; проектирование помещений для систем автоматизации, в том числе туннелей, каналов, эстакад, проемов, закладных устройств в строительных конструкциях; обеспечение средствами производственной связи; размещение закладных устройств, датчиков, регулирующих и запорных органов на технологическом оборудовании и трубопроводах.

На стадии рабочих чертежей или технорабочего проекта разрабатываются следующие документы: структурная схема управления; структурная схема комплекса технических средств, структурные схемы комплексов средств автоматизации; функциональные схемы автоматизации технологических процессов; принципиальные электрические, гидравлические, пневматические схемы управления (контроля, регулирования, сигнализации, защиты, блокировки, питания); общие виды щитов и пультов; монтажные схемы щитов и пультов (или таблицы для монтажа электрических и трубных проводок); схемы внешних электрических и трубных проводок; планы расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок; чертежи установки нестандартных средств автоматизации; пояснительная записка; расчеты систем регулирования, расчеты исполнительных и сужающих устройств (приводятся лишь исходные данные и результаты расчетов без текста); заказные спецификации средств автоматизации, электроаппаратуры, щитов и пультов, трубопроводной арматуры, кабелей, проводов, основных монтажных материалов, не стандартизованного оборудования; перечень нормалей (чертежей) на установку средств автоматизации.

В состав технорабочего проекта (при одностадийном проектировании) включается еще смета на оборудование и монтаж.

Тема 1.2 Содержание проекта автоматизации технологических процессов.

Проекты автоматизации технологических процессов включают различные схемы (см. ГОСТ 2.701—76. «Схемы. Виды и типы»).

В зависимости от элементов и связей между ними схемы подразделяют на следующие виды (далее в скобках указан шифр вида схемы): электрические (Э), гидравлические (Г), пневматические (П), кинематические (К), оптические (Л), вакуумные (В), газовые (Х), автоматизации (А), комбинированные (С).

В соответствии с основным назначением схемы МОГУТ быть следующих типов (далее в скобках указан шифр типа схемы): структурные (1), функциональные (2), принципиальные (3), соединений (4), подключения (5), общие (6), расположения (7), прочие (8), объединенные (О). Разрешается разрабатывать схемы и других типов.

Полное название схемы включает обозначение ее вида и типа, например электрическая принципиальная схема — ЭЗ.

Принципиальная схема и схема соединений могут быть совмещены друг с другом. То же разрешается и для схем соединений и подключения. Совмещенной схеме присваивают наименование схемы, тип которой имеет меньший порядковый номер. На одном листе (чертеже) разрешается выполнять схемы двух типов для одного объекта. Наименование такого чертежа должно определяться видом и объединяемыми типами схем, например: «Схема электрическая принципиальная и соединений».

Структурные схемы определяют основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Они разрабатываются ранее схем других типов и служат для общего ознакомления с объектом.

Функциональные схемы разъясняют определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях объекта или в объекте в целом. Функциональными схемами пользуются для изучения принципа работы объекта, а также при его наладке, контроле и ремонте.

Принципиальные (полные) схемы определяют полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дают детальное представление о принципах работы объекта. Эти схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов» например схем соединений.

Схемы соединений (монтажные) показывают соединения составных частей объекта и определяют провода, щиты, кабели или трубопроводы, с помощью которых осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода.

Схемы подключения показывают внешние подключения объекта. Этими схемами пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при подключении объектов в ходе эксплуатации.

Общие схемы определяют составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Общими схемами пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации.

Схемы расположения определяют относительное расположение составных частей объекта, а при необходимости — проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т. п. Ими пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте объекта.

Все схемы выполняют без соблюдения масштаба; действительное пространственное расположение составных частей объекта не учитывают или учитывают приближенно.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее число изломов и взаимных пересечений. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи, длину которых следует по возможности ограничивать. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

Обрывы линий связи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места подключения и (или) необходимые характеристики цепей (например, полярность, потенциал и т. д.). Линии связи, переходящие с одного листа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы. Рядом с обрывом линии должно быть указано

обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение и т. п.), а в круглых скобках — номер листа схемы (при выполнении схемы на нескольких листах) или обозначение документа (при выполнении схем в виде самостоятельных документов), на который переходит линия связи. Если на схеме таких обозначений нет, то места обрыва должны быть условно обозначены буквами или цифрами, или же буквами и цифрами,

Элементы, составляющие одно устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему, выделяют на схемах сплошной линией, толщина которой равна толщине линии связи.

Элементы, составляющие функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, допускается на схемах выделять штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, указывая при этом наименование функциональной группы, а для устройства — наименование и (или) тип, и (или) обозначение документа, на основании которого это устройство применено.

Элементы и устройства, входящие в состав объекта, допускается на схеме разграничивать штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, соответственно постам и помещениям, указывая при этом наименования и (или) номера постов и помещений.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида, а также элементы и устройства, не входящие в объект, на который составляют схему, но необходимые для разъяснения принципа работы объекта.

Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывающие местонахождение этих элементов, а также содержащие другие необходимые данные. При этом должна быть установлена однозначная связь, которая обеспечила бы возможность поиска одних и тех же элементов, изображенных на схемах разных видов.

При выполнении схем применяют следующие обозначения: условные графические обозначения, установленные в стандартах. Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), а также построенные на их основе; упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические); прямоугольники. В случае необходимости применяют не стандартизованные графические обозначения.

При использовании не стандартизованных обозначений и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

Применение на схемах тех или иных графических обозначений определяется правилами выполнения схем определенного вида и типа.

Размеры условных графических обозначений элементов должны соответствовать установленным в стандартах на условные графические обозначения. Если размеры условных графических обозначений элементов в соответствующем стандарте не указаны, следует изображать условные обозначения на схеме в тех размерах, в которых они выполнены в данном стандарте.

Размеры всех обозначений допускается пропорционально уменьшать; при этом расстояние (просвет) между двумя соседними линиями условного графического обозначения должно быть не менее 1 мм.

Размеры условных графических обозначений допускается увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков.

Графические обозначения следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи.

Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, они должны быть вдвое толще линий связи.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в том положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или же

повернутыми на угол, кратный 90° (если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания).

Допускается изображение условных графических обозначений повернутыми на угол, кратный 45° , или же зеркально повернутыми. Если при повороте или зеркальном изображении условных графических обозначений может нарушиться их смысл или удобочитаемость, следует изобразить такие обозначения в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Условные графические обозначения, содержащие буквенные, цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается повернуть против часовой стрелки только на угол 90 или 45° .

Линии связи выполняют толщиной от $0,2$ до $1,0$ мм в зависимости от формата схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линии от $0,3$ до $0,4$ мм.

На одной схеме рекомендуется применять линии не более трех различных толщин.

На схемах допускается приводить различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения помещают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы (желательно над основной надписью). Около графических обозначений элементов и устройств указывают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы помещают диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т. п.).

Раздел 2 Инженерный анализ при проектировании систем автоматизации

При проектировании схем автоматизации решаются следующие основные задачи:

1. Анализ технологического процесса

Глубокое знание технологии производства, для которого разрабатывается система автоматизации, позволяет обоснованно решать вопросы управления им. В большинстве случаев система автоматизации создается для действующей установки с известными технологическим регламентом, режимами работ и конструктивными особенностями, оснащенной запорной и регулирующей арматурой. Относительно статических и динамических характеристик управляемого объекта имеются определенные сведения. Все эти сведения подлежат тщательному анализу при проектировании СА.

При проектировании систем автоматизации производства всегда возникает задача согласования производительности смежных участков, что дает возможность исключить ряд возмущающих воздействий.

Анализ технологического процесса позволяет также правильно выбрать основные контролируемые и управляемые величины, установить диапазон их изменения и рабочее значение, определить характеристики возмущающих воздействий и выбрать главные управляющие воздействия. В последнем случае существует определенная свобода выбора. Например, управляющим воздействием может быть как приток вещества или энергии в аппарат, так и сток его. Выбор управляющих воздействий определяется их наибольшей эффективностью и структурой системы автоматизации. I

2. Анализ существующих схем автоматизации

Окончательные решения по автоматизации производства принимаются после анализа существующих схем автоматизации, известных из отечественной и зарубежной литературы. Рабочий вариант схемы автоматизации должен обеспечить достижение наиболее высоких технико-экономических показателей и учитывать также перспективы совершенствования технологических процессов и особенности развития технических средств автоматизации. Это позволяет совершенствовать систему автоматизации без существенных затрат.

3. Анализ статических и динамических характеристик объекта

Определение структуры схем регулирования. Наиболее целесообразно совместное создание технологического процесса и системы управления им. В этом случае технологический процесс и система автоматизации наиболее полно могут соответствовать требованиям, предъявляемым к автоматизированным процессам, так как на стадии проектирования могут задаваться (специалистами по автоматике) и реализовываться (специалистами-технологами) необходимые статические и динамические свойства объекта. При автоматизации действующих установок необходимо располагать сведениями о свойствах управляемого объекта в виде статических и динамических характеристик. Это помогает правильно выбрать каналы регулирования (регулирующие воздействия), обеспечивающие высокую эффективность управления,

4. Выбор на технологической схеме точек контроля или отбора импульсов на регулирующие системы

Выбор точек отбора импульсов должен обеспечивать точность показаний и достаточно полное представление о статических и динамических свойствах управляемого объекта. В ряде случаев именно место отбора импульсов определяет настройки регуляторов, качество регулирования и другие показатели функционирования системы.

Выбор точек контроля или отбора импульсов для регулирующих систем должен также обеспечить удобство монтажа соответствующих технических средств на оборудовании.

5. Выбор измерительных и регулирующих приборов

На первом этапе выбирают комплекс технических средств для всей системы, затем - измерительные комплекты для отдельных параметров

При проектировании с.а. стремятся к минимизации числа контролируемых величин при условии обеспечения достаточной информации о ходе процесса.

На выбор приборов в большой степени влияют характеристики технологического объекта с учетом условий его работы, диапазон изменения измеряемых величин, расстояние от чувствительного элемента до выбранного прибора, фактор надежности и др.

Основной аппаратурой, применяемой в системах автоматического контроля, являются серийно выпускаемые приборостроительной промышленностью средства измерений, входящие в ГСП. Применение специально разработанных приборов допускается только в тех случаях, когда типовой прибор либо отсутствует, либо его применение не обеспечивает выполнения технических условий работы и предъявляемых к нему требований. Использование в системах автоматического контроля однородной по техническим особенностям и характеристикам аппаратуры упрощает и удешевляет систему, улучшает условия ее эксплуатации, расширяет возможности резервирования и повышает надежность системы.

Условия работы системы автоматического контроля характеризуются данными о контролируемой среде (температура, давление, плотность, химическая реакция, дисперсность, абразивность и др.), внешней окружающей среде (температура, давление, влажность, запыленность, пожаро- и взрывоопасность, наличие в зоне действия аппаратуры магнитных и электрических полей, излучений и других помехообразующих факторов), о расстоянии от точки измерения до места установки измерительного прибора, а также от прибора до рабочего места оператора.

Требования к качеству работы системы автоматического контроля включают в себя основные метрологические данные: точность измерения, определяемую по классу точности (0,25-1,5); порог чувствительности - по чувствительности к отклонению контролируемого параметра (не более 0,05-0,1 %); быстродействие системы - по скорости реагирования на изменение контролируемой величины (постоянная времени, время начала реагирования) не более 16 с; надежность - по таким основным показателям, как вероятность отказов, частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, коэффициент ремонтпригодности.

В тех случаях, когда точность измерения не регламентирована специальными общегосударственными или ведомственными техническими условиями (правила ми), можно руководствоваться приведенными ниже рекомендациями по выбору класса точности прибора: 0,2 - образцовые, для проверки технических приборов; 0,5 - компенсационного типа (электронные потенциометры, мосты и т. п.), для контроля и регистрации ответственных величин, характеризующих качество работы агрегата, процесса. 1.0 1,5 - среднего класса точности, для контроля и регистрации параметров, оказывающих меньшее влияние на работу агрегата; 2,5- приборы для измерения параметров, непосредственно не влияющих на качество продукта и работу агрегата; 4,0 - грубые приборы для измерения неответственных параметров и оценки их относительного изменения.

При построении систем автоматического контроля последовательно производят выбор воспринимающего элемента и первичного преобразователя, выбор линии связи и источника питания, выбор вторичного прибора.

Выбор воспринимающего элемента и первичного преобразователя

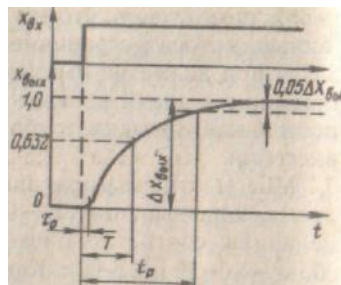
Зависит от характеристики контролируемой среды, диапазона изменения контролируемого параметра.

При выборе диапазона измерения должны учитываться возможные значения контролируемого параметра в условиях нормальной работы, а также при проведении некоторых дополнительных операций - стерилизации, промывки, дезинфекции и т. д. В

этих режимах значение контролируемого параметра может значительно отклоняться от номинального.

Воспринимающий элемент и первичный преобразователь обладают, как правило, наибольшей инерционностью в измерительном комплексе, поэтому при их выборе особое значение имеет оценка динамических свойств этих элементов. Для оценки пользуются такими величинами, как постоянная времени T или время переходного процесса), а также время начала реагирования T_0 .

Приближенная оценка динамических свойств этих элементов осуществляется с помощью их паспортных данных. Для более точной оценки необходимо пользоваться экспериментальными данными, однако в период проектирования это часто неосуществимо.



Выбор линии связи

Он в основном определяется видом энергии, принятым в проектируемой системе, расстоянием от места измерения характеристикой внешней окружающей среды.

В большинстве случаев измерительные приборы комплектуются преобразователями разных видов, позволяющими получать унифицированные сигналы и передавать их на расстояние.

По виду энергии дистанционные передачи делятся на пневматические и электрические. Пневматические дистанционные передачи обладают тем преимуществом, что они могут быть применены в пожаро- и взрывоопасных помещениях. Диапазон изменения измерительного сигнала представляет собой изменение давления сжатого воздуха в интервале 0,02-0,1 МПа (0,2-1 кгс/см²); эта передача обладает значительной инерционностью, которая ограничивает дистанционность передачи в пределах 300 м при диаметре импульсной линии 6 мм. Увеличение расстояния приводит к значительным запаздываниям в передаче сигналов.

Электрические дистанционные передачи показаний являются практически безынерционными и обладают большой дистанционностью. В настоящее время применяются индукционная, омическая, сельсинная, дифференциально-трансформаторная, ферродинамическая, электросиловая и частотно-силовая передачи. Наиболее часто используются дифференциально-трансформаторная и ферродинамическая передачи, а также электро- и частотно-силовая. Для применения последних двух типов передач необходимо наличие специальных преобразователей ограничивает их дистанции они составляют (250 м).

С помощью электросиловых преобразователей получают унифицированные выходные сигналы, которые изменяются в диапазоне 0—5, 0-20 и 0-100 мА или 0-10 В постоянного тока.

Дистанционность передачи показаний при измерении температуры термопреобразователями сопротивления и термоэлектрическими преобразователями зависит как от сопротивления соединительных проводов, так и от вида вторичных приборов.

Выбор вторичного прибора

Этот выбор определяется видом измеряемой величины, характеристикой внешней окружающей среды и метрологическими требованиями. Вторичные приборы можно разделить на ряд групп по разным классификационным признакам:

а) по классу точности - прецизионные (класс точности 0,25 и выше), средней (0,5 и 1,0) и низкой (1,5 и ниже) точности;

б) по динамическим свойствам, характеризующимся временем пробега шкалы указателем, - быстродействующие (0,25 - 0,5 с), среднего (1-10 с) и низкого (до 16 с) быстродействия;

в) по габаритам - нормального габарита (размер по лицевой стороне 400х400 мм), малогабаритные (240х320 мм) и миниатюрные (160х 200 мм). Эти размеры приведены для электрических показывающих и самопишущих приборов. Пневматические показывающие приборы кроме основного размера 160 X 200 мм выпускаются также размерами 60 X 160 и 80х 160мм;

д) по числу измеряемых величин - одно- и многоканальные (одно- и многоотечные);

е) по виду шкалы - с прямолинейным, круглым, профильным, вращающимся циферблатом;

ж) по характеристике исполнения - в нормальном для работы при температуре 10-35 °С и относительной влажности от 30 до 80 %, а также в тропическом и искробезопасном;

з) по характеру отсчета измеряемой величины - цифровые, аналоговые и дискретно-аналоговые.

При выборе вторичных приборов важным показателем является диапазон шкалы, который должен охватывать все возможные рабочие значения измеряемой величины с учетом ее максимальных значений. Следует помнить, что расширение диапазона влечет за собою увеличение ошибки при данном классе точности.

Для большинства технологических измерений максимум измеряемой величины может лежать в пределах последней четверти диапазона шкалы, за исключением приборов с упругими чувствительными элементами, на показаниях которых сказываются явления гистерезиса. В этом случае при резко переменных нагрузках максимум измеряемой величины должен лежать в пределах 0,5-0,7 диапазона шкалы.

Для правильного выбора приборов регулирования необходимо располагать исходными данными, характеризующими условия работы АСР и свойства АСУ, составным элементом которой является проектируемая система.

Для упорядочения выбора приборов для АСР рекомендуется такая последовательность:

1. Составляют упрощенную технологическую схему объекта регулирования и анализируют показатели нормального функционирования объекта.

2. Выбирают основную регулируемую величину, исходя из использования одноконтурной замкнутой автоматической системы, и формулируют цель регулирования. При этом приборы для измерения должны быть простыми и надежными с достаточно высокой чувствительностью; допустимые значения статических и динамических ее отклонений от заданного значения достаточно велики; при нескольких регулируемых величинах в одном объекте взаимные связи их через процесс должны быть минимальными.

Затем выбирают регулирующее воздействие, определяя таким образом канал регулирующего воздействия. Выбранная в качестве регулирующей входная величина должна отвечать следующим требованиям: степень влияния регулирующего воздействия по величине коэффициента передачи и ширине рабочей области достаточна для получения необходимой точности регулирования; статические характеристики объекта регулирования линейны или несущественно нелинейны; запаздывание в передаче управляющего сигнала для данного объекта регулирования минимально.

3. Составляют упрощенную структурную схему АСР связывающую основные элементы системы.

4. Выбирают измерительный преобразователь и регулирующий орган.

5. Определяют динамические параметры объекта регулирования. Для этой цели могут применяться как экспериментальные, так и аналитические или экспериментально-аналитические методы.

6. Определяют характер и значение основных возмущающих воздействий, которые испытывает объект регулирования (чаще всего изменения нагрузки объекта). Изменения могут носить самый разнообразный характер, однако их сводят к трем наиболее распространенным видам: скачкообразно длительному, пиковому и монотонно нарастающему/

7. Предварительно выбирают характер выходного сигнала регулятора (тип регулирующего воздействия) по значению относительного запаздывания: релейный или релейно-импульсный; при - непрерывный или импульсный.

8. Устанавливают требуемые (заданные) показатели качества процесса регулирования, используя прежде всего данные технологического регламента. Причем процесс регулирования в случае применения релейных или релейно-импульсных регуляторов будет автоколебательным, а в случае непрерывно действующих или импульсных регуляторов - затухающим.

9. Проверяют пригодность выбранного типа регулирующего воздействия, сравнивая заданные значения показателей качества процесса регулирования с их фактическими значениями. Последние определяют по таблицам и номограммам в зависимости от значений динамических параметров объекта и возмущений по нагрузке. Если выбранный тип регулирующего воздействия можно реализовать с помощью нескольких законов регулирования, то параллельно выбирают закон регулирования. При этом с точки зрения экономической эффективности и надежности выбирают самый простой из законов регулирования, обеспечивающий требуемое качество регулирования.

10. Анализируют возможность улучшения динамических свойств объекта регулирования, если даже самый сложный из законов регулирования не обеспечивает требуемого качества регулирования. Такое улучшение прежде всего возможно за счет применения менее инерционных ИП, других регулирующих воздействий, а также изменения места установки РО.

II. Анализируют возможность применения многоконтурных систем или система с переменной структурой, если мероприятия по улучшению динамических свойств объекта регулирования не приносят желаемого результата.

12. Осуществляют аппаратную реализацию АСР, выбирая тип регулирующего устройства и исполнительного механизма с учетом выбранного КТС или приборной базы системы автоматизации при разработке более высокого уровня системы управления (см. первую группу исходных данных). Кроме того, принимают во внимание сравнительную оценку систем с энергоносителем разного вида.

6. Выбор местоположения вторичных приборов и средств автоматизации

Чувствительные элементы, отборные устройства, регулирующие органы, исполнительные элементы и другие средства автоматизации, служащие для непосредственного получения информации либо для формирования управляющих воздействий, располагают на технологических трубопроводах, в конструктивных элементах технологического оборудования либо в специально спроектированных устройствах, которые установлены на этом оборудовании.

Различные преобразователи, промежуточные элементы, а иногда и автоматические регуляторы можно располагать как рядом с управляемым объектом, так и на локальных пунктах управления отдельными агрегатами. Средства обработки первичной информации, автоматические регуляторы, сигнальные устройства и вспомогательные средства (элементы схем питания, сигнализации, управления и др.) размещают также на локальных пунктах управления. Вторичные приборы можно располагать на локальных и центральных пунктах управления. Некоторые измеряемые и регулируемые параметры могут дублироваться, т. е. фиксироваться на разных щитах.

Раздел 3 Схемы автоматизации

Схемы автоматизации технологического процесса - это основной документ проекта, отражающий технические решения автоматизации конкретных технологических процессов и показывающий функциональные связи между ними и средствами контроля и управления.

Выполнение схем автоматизации

Схема автоматизации технологического процесса содержит машинно-аппаратурную схему процесса, на которой с помощью условных обозначений изображают органы управления, приборы и средства автоматизации и связи между ними, определяющие в целом принципы построения системы автоматического контроля и управления объекта, а также таблицу условных обозначений, не предусмотренных стандартами, и необходимые пояснения.

Существуют два способа выполнения схем автоматизации: развернутый (традиционный) и упрощенный. При развернутом способе на схеме показывают состав комплекса технических средств каждого контура, при упрощенном - отражают только число контуров контроля и регулирования, их назначение и функции, а техническая структура каждого контура отражается в структурных схемах КТС или в другой проектной документации (принципиальных схемах контроля, регулирования, сигнализации, схемах соединений внешних проводов).

Изображение технологического оборудования

Это оборудование изображается упрощенно в виде схемы без масштаба, находящейся в верхней части чертежа (примерно 2/3 по его высоте). Эта схема по своему расположению должна соответствовать машинно-аппаратурной технологической схеме с изображением основных коммуникаций, органов управления, электрооборудования и вспомогательных устройств. Второстепенные конструктивные детали, как правило, опускаются. В то же время изображение технологического оборудования и трубопроводов должно давать полное представление о технологической схеме автоматизируемого участка производства. Внутренние ли и элементы технологического оборудования показывают только в том случае, если необходимо отразить непосредственный контакт с ними приборов и средств автоматизации.

Изображаемые на схеме технологические агрегаты и коммуникации по своему виду должны соответствовать схеме, принятой в технологической рабочей документации. Если такая схема отсутствует, а также по согласованию с генпроектировщиком технологическое оборудование может изображаться в соответствии со стандартами ЕСКД или с помощью общепринятых обозначений. Возле изображения технологического оборудования и отдельных его элементов или внутри него приводятся соответствующие поясняющие надписи, например "подогреватель", "сборник" и т. д.

Направление потока среды внутри трубопроводов указывается стрелкой на технологической части СА. Трубопроводы, идущие от конечных аппаратов или подходящие к ним, на схеме обрываются и заканчиваются стрелкой, показывающей направление потока, а также снабжаются поясняющей надписью: "На выпарную станцию", "От фильтра" и т. д.

Для придания большей наглядности и выразительности контуры оборудования вычерчивают тонкими линиями (до 0,5 мм), а коммуникации - более толстыми (до 1-2 мм). На линиях пересечения трубопроводов, изображающих их соединение, ставится точка.

На СА при помощи условных изображений показывают приборы и средства автоматизации, которые необходимы для оснащения проектируемого объекта, в том числе входящие в комплект поставки оборудования и имеющиеся у заказчика.

Изображение приборов и средств автоматизации

ГОСТ 21.404+85 "СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах" охватывает практически все

средства автоматизации, необходимые для разработки схем автоматизации. Если возникает необходимость ввести дополнительное изображение, то оно дается проектировщиком на схеме с соответствующей оговоркой и разъяснением.

Устройства и аппаратура вспомогательного назначения (реле, выключатели, фильтры, редукторы и т. д.) на схемах автоматизации не изображаются, кроме случаев, когда это необходимо для уяснения работы отдельных контуров системы автоматизации. Так, при дистанционном управлении электродвигателями наряду с магнитными пускателями, переключателями, кнопочными станциями могут показываться также реле и другие элементы схемы управления.

На схемах автоматизации изображаются также комплектные устройства (вычислительные устройства, комплексы и т. д.). Так как для этих устройств ГОСТ специальных обозначений не предусматривает, их условно показывают в виде прямоугольников произвольных размеров с соответствующими разъяснениями на чертеже.

Все первичные преобразователи, встроенные в технологическое оборудование и трубопроводы, показываются непосредственно на изображениях оборудования или трубопроводов. На технологические коммуникации также наносятся изображения регулирующих органов, входящих в отдельные контуры регулирования, а рядом с ними - изображения исполнительных механизмов, с которыми регулирующие органы связаны механически.

В нижней части чертежа (примерно 1/3 по высоте) под технологической схемой размещают прямоугольники, в которых изображают остальную аппаратуру системы автоматизации, группируя ее по соответствующим признакам, например местные приборы, приборы на местных и специальных щитах, приборы на центральном щите и т. д. Число прямоугольников зависит от структуры системы автоматизации и принятой организации управления.

На СА пищевых производств прямоугольники наиболее часто размещаются в такой последовательности:

1. местные приборы, где изображаются первичные преобразователи, и вторичные приборы, не совмещенные непосредственно с первичными элементами, смонтированными на оборудовании и коммуникациях, но которые должны размещаться вблизи оборудования по месту контроля;
2. местные щитки управления (могут быть объединены с прямоугольником местных приборов);
3. оперативные щиты или пульта отдельных агрегатов и групповые щиты;
4. специальные щиты;
5. центральный (диспетчерский) щит; I
6. вычислительные устройства, комплексы и т. д.

Прямоугольники рекомендуется выполнять высотой 40 мм, а при большом количестве аппаратуры высота может быть увеличена. Все прямоугольники с левой стороны на поле шириной 15 мм снабжают соответствующими надписями: "Приборы местные", "Щит ... отделения", "Щит центральный" и т. д. В прямоугольниках щитов показывают все средства автоматизации, установленные на лицевой панели щита, а также приборы и средства автоматизации, которые установлены внутри щита и без которых затруднено изображение контуров регулирования, вычислительные блоки, преобразователи, сигнализаторы и т. д. Звонок, сирена и гудок электрические, сирена пневматическая, сигнальная лампа (табло) и электродвигатель на СА изображаются с помощью обозначений для электрических схем.

Для изображения отдельных измерительных или регулирующих комплексов используются линии связи между отдельными элементами. Линии связи показывают тонкими сплошными линиями толщиной 0,2-0,3 мм, которые проводят с наименьшим числом перегибов и пересечений с изображением технологического оборудования и

трубопроводов. Пересечения условных обозначений средств автоматизации линиями связи не допускаются. На соединительных линиях вблизи пересечения с первым (сверху) прямоугольником указываются максимальное рабочее значение измеряемой величины, а также некоторые другие характеристики соответствующего автоматического устройства (пояснения, ссылки на другие чертежи).

Если несколько первичных элементов подключается к одному вторичному прибору, то допускается объединять соединительные линии в одну. Такое объединение допускается также при наличии нескольких отборных устройств, работающих с одним прибором через переключатель. Аппаратуру, предназначенную для управления и сигнализации однотипного оборудования, допускается изображать на схеме для одного контура, а на чертеже проставлять число комплектов.

При выполнении схем автоматизации сложных технологических установок допускается делать обрыв линии связи во избежание большого числа изломов и пересечений. При этом концы линий связи располагают на прямых невидимых линиях, параллельных линиям рамки схемы, и нумеруют одной и той же арабской цифрой. Концы соединительных линий около прямоугольников рекомендуется нумеровать цифрами в возрастающем порядке слева направо.

Каждому измерительному и регулирующему комплекту присваивается порядковый номер на схеме, а каждому элементу, изображенному на схеме позиционное обозначение (позиция).

Позиции сохраняются во всех документах проекта. Позиция каждого из средств автоматизации состоит из номера комплекта, к которому добавляется буквенный индекс, начиная от первичного элемента и кончая регулирующим органом. Если схема или часть ее повторяется для других установок, то на схеме рекомендуется показывать технологическое оборудование одного объекта, а приборы и средства автоматизации – полностью для всех.

Номера позиций присваиваются в такой последовательности: температура, давление, расход или количество, уровень, состав или качество.

Электроаппаратуре рекомендуется присваивать позиционные обозначения, принятые в соответствующих электрических схемах

При упрощенном способе выполнения СА изображение каждого контура, располагаемое на технологической части схемы, включает окружность, разделенную горизонтальной чертой пополам, и линии связи с оборудованием или трубопроводами и исполнительным устройством. В верхнюю часть окружности вписывается буквенный код, определяющий параметр, и все функции, выполняемые данным контуром, в нижнюю – позиционный номер контура. Возле графического обозначения контура или в таблице контуров приводят предельные рабочие значения величин. В таблице контуров указывают номер контура и обозначение проектного документа, раскрывающего состав контура.

Агрегатируемое технологическое оборудование изображается в виде прямоугольника, в котором указывают наименование и тип блока.

Над основной надписью схемы располагают таблицу, в которую сверху вниз вносят условные обозначения трубопроводов, буквенно-цифровые сокращения, резервные буквенные обозначения.

Раздел 4 Выбор средств измерений

Заключается в установлении конкретных требований к СИ и выборе типов СИ, отвечающих этим требованиям, в разработке (или уточнении) алгоритма измерения. Выбор и обоснование выбора СИ требует определения их обобщенных метрологических характеристик с учетом влияния всех участвующих в измерении СИ, вспомогательных устройств, веществ и материалов, особенностей метода измерений и обработки его результатов.

Требования к СИ носят технологический, конструкторский, метрологический, экономический, экологический и социальный характер и включают: предел допустимых погрешностей; условия измерения (параметры объекта измерения и окружающей среды, не измеряемые данными СИ, но влияющие на результат измерения); быстродействие СИ; вид измерительной информации (местные показания, дистанционные показания, автоматическая регистрация, интегрирование, сигнализация и др.); необходимость и возможность использования информации в системах автоматического управления на базе микропроцессоров и ЭВМ; требования к помещениям и условиям установки СИ; стоимость и экономическую эффективность от использования; требования к персоналу, осуществляющему монтаж и техническое обслуживание СИ и оборудования.

Выбор СИ осуществляется, как правило, в три этапа.

Первый этап состоит в анализе объекта измерений; при этом изучают нормативно-техническую и технологическую документацию на соответствующий вид продукции, анализируют показатели качества и количества продукции, диапазон их измерений, условия протекания технологического процесса, возможные виды измерения и контроля параметров технологических процессов и показателей качества продукции. По результатам первого этапа составляют перечень контролируемых показателей продукции и параметров технологического процесса по следующей форме: наименование ступени технологического процесса; наименование параметра; границы возможных изменений параметра; возможный вид контроля параметра; особые характеристики процесса.

Второй этап состоит в сравнительном анализе применяемых и предлагаемой методик выбора СИ и самих средств измерений. На этом этапе решают, какие выбрать измерения — прямые или косвенные; оценивают возможные погрешности измерений различными методами и средствами и выбирают предпочтительные варианты СИ; определяют места отбора проб или установки СИ, методы и периодичность снятия показаний; устанавливают алгоритм обработки результатов измерений и порядок их использования. По результатам второго этапа составляют схему контроля технологического параметра.

Третий этап заключается в экспериментальной проверке (исследовательских испытаниях) предлагаемого СИ и методики выбора СИ для выяснения действительных качеств.

Приводимый ниже порядок выбора и обоснования выбора средств измерения рекомендуется в основном при выполнении учебных работ по автоматизации контроля параметров технологических процессов.

Задание (а в проектировании оно называется техническим заданием) по измерению определенного параметра должно содержать:

1. наименование технологического параметра (например, температура 0°C);
2. его измеряемое значение (например, t);
3. его измеряемое значение (например, $t_{\text{зм}} = 100^{\circ}\text{C}$);
4. границы возможных, т. е. технологически допустимых, отклонений (например, $\Delta t_{\text{доп}} = \pm 1,5^{\circ}\text{C}$);

5. условия измерения (например, в емкости диаметром 500 мм при давлении среды не более 0,5 МПа);
6. условия протекания технологического процесса (например, медленно изменяющаяся температура, среда неагрессивная, невязкая и т.п.);
7. возможный вид контроля (например, показание и регистрация на дисковой диаграмме);
8. вид измерительной информации для передачи данных (например, унифицированный токовый сигнал 0... 5 мА).

Таким образом, в нашем примере необходимо выбрать СИ для измерения и регистрации температуры $100 \pm 1,5^\circ\text{C}$ неагрессивной среды при давлении не более 0,5 МПа в сосуде диаметром 500 мм; при этом вторичный прибор должен иметь унифицированный токовый сигнал 0...5 мА. Исходя из метрологических требований задания и с учетом экономической целесообразности можно предварительно определить измерительный комплект из термопреобразователя сопротивления типа ТСМ и вторичного регистрирующего прибора.

Верхний предел измерения СИ (X_{\max}) определяется по следующим формулам; для медленно изменяющейся измеряемой величины -

$$X_{\text{изм}} \leq (2/3) X_{\max};$$

для быстро изменяющейся – $X_{\text{изм}} \leq 2X_{\max}$;

Таким образом, $t_{\max} \geq 3 \cdot 100/2 = 150^\circ\text{C}$.

Уточняем (по справочнику), что ТСМ-0879 НСХ 100М класса допуска В работают в диапазоне до 200°C , т.е. удовлетворяются условия задания.

Определяем модификацию ТСМ (по справочнику), считая глубину погружения ТС 250 мм: ТСМ-0879 5Ц2.821.430-58.

Основная допустимая погрешность ТСМ класса допуска В для температуры 100°C определяется выражением (см. главу 11) $\Delta t_{\text{т.с}} = 0,25 + 0,0035 t = 0,25 + 0,0035 \cdot 100 = 0,6^\circ\text{C}$.

Для вторичного прибора ДИСК-250 предварительно необходимо уточнить верхний предел измерения t_{\max} . Он выбирается из стандартного ряда: $t_{\max} = 150^\circ\text{C}$, $t_{\min} = 0$.

В случаях несовпадения требуемого X_{\max} со значениями стандартного ряда выбирается ближайшее большее значение X_{\max} и расчет погрешности ведется по этому значению. Например, если бы при расчете мы получили значение $t = 175^\circ\text{C}$, то был бы выбран верхний предел 200°C .

Далее определяется модификация вторичного прибора (по справочнику): ДИСК-250-1131 класса точности 0,5.

Основная, допустимая погрешность вторичного прибора ДИСК-250 -0,5

$$\Delta_{\text{вип}} = \pm \frac{K(X_{\max} - X_{\min})}{100} = \pm \frac{0,5(150 - 0)}{100} = \pm 0,75^\circ\text{C}$$

Таким образом, в соответствии с заданием выбран измерительный комплект, состоящий из термопреобразователя сопротивления ТСМ-0879 5Ц2.821.430-58 с $\Delta t_{\text{т.с}} = 0,6^\circ\text{C}$ и вторичного регистрирующего прибора ДИСК-250-1 131 с $\Delta t_{\text{и.п}} = 0,75^\circ\text{C}$.

При обосновании выбора СИ по точности необходимо доказать, что выбранный измерительный комплект (или отдельное СИ) обеспечивает допустимое по заданию отклонение измеряемого параметра:

$$\Delta_{\text{к.факт}} = \pm \sqrt{\Delta_{\text{тип}} + \Delta_{\text{вип}}} = \pm \sqrt{0,36 + 0,56} \approx 1^\circ\text{C}$$

Так как $\Delta_{\text{тк.факт}} < \Delta_{\text{тдоп}}$ выбор сделан верно.

В случае, если $\Delta_{\text{тк.факт}} > \Delta_{\text{тдоп}}$ выбранное средство измерения не может быть использовано и необходимо или пересмотреть вопросы выбора по допустимым отклонениям первичного преобразователя, или применить вторичный прибор более высокого класса точности, или выбрать другие СИ.

Такого типа задачи решают при автоматизации основных технологических процессов по каждому параметру.

При контроле неответственных параметров (технологический контроль, сигнализация и т. д.), как правило, определяют фактическую погрешность выбранных СИ по правилам, изложенным в главе 4.

Тема 4.1 Погрешность измерений датчиков температуры

При автоматизации технологических процессов в пищевой промышленности наибольшее распространение получили термопары хромель-копелевая (ТХК), хромель-алюмелевая (ТХА) и платинородий-платиновая (ТПП); в некоторых случаях ограниченно применяются термопары платинородиевые (ТПР), вольфрамрениевые (ТВР) или медь-копелевые (ТМК).

Термопара хромель-копелевал (ТХК) имеет самую высокую термоЭДС (до 70 мВ) и отличается высокой линейностью НСХ. Положительный электрод - хромель, являющийся сплавом никеля с 9,5 % хрома, обладает высокой жаростойкостью, устойчивостью к окислению, сульфитации. Термопары ТХК изготавливаются из хромелевой (ТНХ 9,5) и копелевой (МНМц 43-05) проволок диаметром 0,5 ... 3,2 мм и имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
-200... 0	$0,1 + 0,2 \cdot 10^{-3} (t + 200)$
0...300	$0,14 + 0,2 \cdot 10^{-3} t$
300 ... 600	$0,2 + 0,52 \cdot 10^{-3} (t - 300)$

Термопреобразователь хромель-алюелевый (ТХА) является наиболее высокотемпературным (до 1000 °С) и жаростойким среди серийных термопреобразователей из неблагородных металлов. ТХА изготавливаются из хромелевой (ТНХ 9,5) и алюмелевой (НМц АК2-2-1) проволок диаметром 0,5 , ... 3,2 мм. Алюминий (1,6 ... 2,4%), которым легируют никель, уменьшает его окисление на воздухе, образуя плотный окисный слой; марганец (0,6 ... 1,2 %) и кремний (0,85 ... 1,5 %) защищают никелевый термоэлектрод от воздействия серы, связывая ее на поверхности в сульфиды. Основными недостатками ТХА являются высокая чувствительность к деформациям и обратимая нестабильность термоЭДС. Термопреобразователи имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
- 200 ... 0	$0,08 + 0,3 \cdot 10^{-3} (t + 200)$
0...300	0,14
300...1000	$0,14 + 0,22 \cdot 10^{-3} (t - 300)$

Термопреобразователь платинородий-платиновый (ТПП) * - наиболее точный, используется как стандартная образцовая ТП для установления НСХ других термопар методом сличения. Она применяется для непрерывных измерений температур до 1300°С (до 1600 С при кратковременных измерениях). Ниже 500 °С ТПП имеет более низкую чувствительность, но вследствие ее исключительной стабильности часто

применяется в этом интервале температур при особо точных измерениях. Термопары ТПП изготавливаются из платанородиевой (ПР10) и платиновой (ПлТ) проволок диаметром 0,1...0,5 мм и имеют следующие пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
300...1300	$0,008 + 2,69 \cdot 10^{-5} (t - 300)$
0...300	0,008

* Термопреобразователи из благородных металлов и сплавов (ТПП, ТПР) обладают наиболее высокой стабильностью и воспроизводимостью, хотя их термоЭДС гораздо меньше, чем у термопреобразователей типа ТХК и ТХА. Высокие температуры плавления благородных металлов делают эти ТП особенно ценными для измерения высоких температур. Они могут работать в окислительной и нейтральной средах, но в восстановительной среде применять их не рекомендуется. Разрушение термопреобразователей ТПП и ТПР обычно обусловлено хрупкостью, возникающей при наличии элементов-восстановителей, а также таких элементов, как сера и фосфор.

Термопреобразователь платинродий-платинородиевый (ТПР) применяется для длительных измерений температур до 1600°C и кратковременных - до 1800 °С. Для изготовления термопар ТПР применяется проволока из платинородиевых сплавов (ПР30 и ПР6) диаметром не менее 0,5 мм. Допустимое отклонение термоЭДС от НСХ преобразования ТПР в диапазоне 300...1600°C составляет $0,009 + 3,4 \times 10^{-5} (t - 300)$ мВ.

Важной особенностью ТПР является очень малая термоЭДС в диапазоне до 100°C ($4 \cdot 10^{-3}$ мВ при 50°C и $34 \cdot 10^{-3}$ мВ при 100°C). Если не принимать никаких мер для устранения влияния нагрева свободных концов ТП, то колебания температуры свободных концов в пределах 0...100°C приведут к погрешности, не превышающей 3°C при изменении температуры от 300 до 1600°C. В связи с этим технические ТПР применяют без удлинительных проводов, что существенно упрощает их эксплуатацию.

При автоматизации высокотемпературных процессов применяют термопары из тугоплавких металлов, которые могут работать только в вакууме, нейтральных или восстановительных средах. Для них необходима тщательная защита от окисления и агрессивных сред. Кратковременно они могут использоваться и на воздухе. В основном это термопары на основе вольфрамрениевых сплавов, изготовленных методом порошковой металлургии с предельными рабочими температурами до 2500° С.

Термопара вольфрамрениевая (ТВР) имеет ряд преимуществ перед всеми высокотемпературными ТП: высокая температура плавления (выше 3000°C), значительная термоЭДС, химическая устойчивость в защитной атмосфере, хорошая обрабатываемость. Для изготовления термопар ТВР применяется вольфрамрениевая проволока (ВР5 и ВР20) диаметром 0,1...0,5 мм.

Стандартизованы три НСХ термопар ТВР: ВР-1 до 2500 °С, ВР-2 и ВР-3 до 1800°C, что обусловлено разбросом химического состава проводников по содержанию рения. Термопары ТВР имеют следующие допустимые отклонения термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
0...1000	<0,08
1000...1800	$0,08 + 3,8 \cdot 10^{-5} (t - 1000)$
1800...2500	$0,11 + 11,0 \cdot 10^{-5} (t - 1800)$

Термопара медь-копепевая (ТМК) стандартизована для низкотемпературных измерений в диапазоне - 200 ... 100 °С. Для ее изготовления используется проволока диаметром 0,2 ... 0,5 мм из меди марки МІ и сплава копель марки МНМц 43-05. Термопара имеет следующие допустимые отклонения термоЭДС от НСХ преобразования:

Диапазон температур, °С	$\Delta E, \text{мВ}$
0...100	± 0.055
- 200 ... 0	$0,026 + 1,45 \cdot 10^{-4} (t + 200)$

В зависимости от марки медного провода ЧЭ используются для различных температурных диапазонов: ЧЭ из провода ПЭТВ и ПЭТВ-Р - три температурах до 150°С, а из провода ПЭТ-имид - до 200 °С. ЭЧМ-0183 имеет диаметр 7 мм и длину от 32 до 80 мм в зависимости от R_0 .

Номинальное электрическое сопротивление R_0 медного ЧЭ при 0°С равно 10; 50 или 100 Ом. НСХ медных ЧЭ обозначается соответственно 10М, 50М или 100М (в эксплуатации находятся медные ТС со старым обозначением НСХ; гр23 И гр24 с соответствующими значениями R_0 , равными 53 и 100 Ом).

НСХ ТС определяется значениями R_0 и W_{100} . По допускам R_0 от номинальных значений ТС делятся на три класса: А, В и С, по которым отклонение не должно превышать соответственно $\pm 0,05$; $\pm 0,10$ и $\pm 0,20$ %. При этом платиновые ТС могут иметь все три класса допусков, а медные - два класса: В и С.

Значения сопротивления R_t при заданной температуре t определяются по формуле $R_t = Wf R_0$, а значения W , выбираются непосредственно по таблицам НСХ. Допустимые отклонения НСХ от номинальных значений, характеризующие сходимость показаний ТС (в °С), приведены ниже:

Класс допуска	$\Delta t_{\text{ТСП}}$	$\Delta t_{\text{ТСМ}}$
А	$0,15 \pm 0,002t$	-
В	$0,30 \pm 0,005t$	$0.25 \pm 0,0035t$
С	$0,30 + 0,08t$	$0,50 + 0,0065t$

Раздел 5 Принципиальные электрические и пневматические схемы

Принципиальная схема - схема, каждый элемент которой, выполняя определенную функцию, не может быть разделен на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, для электрических схем такими элементами будут резистор, трансформатор, конденсатор, а для пневматических - дроссель, емкость).

Тема 5.1 Общие требования и порядок разработки

Принципиальные схемы, входящие в проекты автоматизации технологических процессов по назначению разделяют на схемы управления, сигнализации и питания. К принципиальным схемам предъявляются следующие требования: надежность; безопасность работы обслуживающего персонала и предотвращение брака продукции и повреждения оборудования при аварийных ситуациях, вызванных неисправностями в цепях схемы; удобство эксплуатации; экономичность.

Схемы управления

В зависимости от выполняемых функций схемы управления разделяются на следующие виды:

1. схемы управления электроприводами производственных механизмов, к которым относят и схемы управления поточно-транспортными системами (ПТС)*;
2. схемы управления электроприводами или пневмоприводами запорных и регулирующих устройств;
3. схемы программного управления технологическими агрегатами периодического действия в функции времени или других параметров.

Схемы управления в зависимости от степени участия оператора могут работать в автоматическом, автоматизированном и ручном режимах. Управление в автоматизированном или ручном режимах может быть местным или дистанционным

Дистанционное управление, осуществляемое с центрального или диспетчерского пункта, называют централизованным, или диспетчерским, причем в схемах управления ПТС оно является диспетчерским автоматизированным управлением (ДАУ).

Схемы сигнализации.

В зависимости от выполняемых функций их можно разделить на следующие виды:

- схемы технологической сигнализации, предназначенные для сигнализации о состоянии величин, характеризующих технологический процесс;
- схемы производственной сигнализации, служащие для оповещения о положении рабочих органов машин, механизмов и агрегатов;
- схемы командной сигнализации, выполняющие некоторые организационные функции управления производством;
- схемы пожарной сигнализации, служащие для быстрого оповещения о месте возникновения пожара;
- схемы сторожевой сигнализации, выполняющие функции по охране складских и специальных помещений.

В каждой из перечисленных схем сигнализации могут быть применены один или несколько типов сигналов: сигнал нормального режима, предупреждающий или аварийный.

В схемах производственной сигнализации используется также предупредительный сигнал для предупреждения персонала, находящегося в производственном помещении, о предполагаемом дистанционном пуске электродвигателей данного участка

Схемы сигнализации, как правило, имеют светозвуковые сигнализаторы.

Световой сигнал указывает не только характер, но и конкретную причину его появления и продолжает оставаться включенным до устранения причины. В

электрических схемах сигнализации световой сигнал можно подавать разными способами: ровным или мигающим светом, свечением сигнальных ламп с неполным накалом.

Схемы защиты

Эти схемы контролируют процессы в защищаемом объекте, подают аварийные сигналы и выключают оборудование или изменяют режимы его работы в целях предотвращения аварий. В зависимости от степени воздействия схем защиты на защищаемый объект различают схемы с полным остановом установки и схемы с локальными воздействиями.

Схемы питания

По своей структуре, принципам построения и оформлению схемы питания существенно отличаются от схем управления и сигнализации, поэтому их рассмотрению посвящен п. 2.4.

Принципиальные схемы разрабатывают на основании задания на проектирование и схемы автоматизации, а для создания схем программного управления дополнительно необходима циклограмма работы технологического оборудования.

Проектирование ПЭС управления и сигнализации ведут в такой последовательности: составляют алгоритм работы схемы, разрабатывают структуру схемы управления и сигнализации; переходят от структурной схемы к принципиальной, одновременно выбирая род тока и напряжение питания, а также необходимую аппаратуру; составляют принципиальную электрическую схему.

Составление алгоритма работы схемы

При составлении алгоритма работы схемы кратко описывают условия работы исполнительных элементов схемы при заданной последовательности воздействий (ручные команды оператора, сигналы других автоматических устройств и т. п.) на ее приемные элементы, т. е. контакты ключей управления, кнопок, сигнализирующих приборов и др. Исполнительные элементы (катушки магнитных пускателей, электромагниты, звуковые и световые сигнализаторы и т. п.) передают воздействия внешним объектам.

Наряду с приемными и исполнительными элементами в многотактных схемах в отличие от одноктактных есть еще и промежуточные элементы, которые обеспечивают определенную последовательность в передаче воздействий приемных элементов на исполнительные. Алгоритм работы схемы не содержит упоминаний о работе промежуточных элементов.

Алгоритм работы схемы составляется после тщательного изучения исходных условий. При этом стремятся использовать существующие типовые алгоритмы, корректируя их с учетом особенностей автоматизируемого технологического процесса.

Алгоритмы работы схем управления электроприводами производственных механизмов

При их составлении наряду с автоматическим управлением в схеме следует предусмотреть ручное управление, которое может быть как местным, так и дистанционным. Причем местное управление может использоваться наряду с дистанционным, если наладка и опробование механизмов с помощью последнего затруднены из-за удаленности щитов управления. Режим управления выбирается специально предназначенным для этой цели переключателем выбора режима (ПВР). Не рекомендуется использовать один командоаппарат и в качестве ПВР, и в качестве устройства для пуска и останова электродвигателя. При положении ПВР, соответствующем местному управлению, должна исключаться возможность пуска механизма в любом другом режиме. В схеме должен быть также предусмотрен аппарат для аварийного отключения электропривода вне зависимости от режима его работы, который устанавливается вблизи соответствующего механизма.

При управлении двумя аналогичными производственными механизмами, один из которых является резервным, можно предусмотреть следующие режимы работы: автоматический рабочий, автоматический резервный и ручной (ремонтный). В алгоритме работы рассматриваемых схем управления отражается также наличие или отсутствие защиты от минимального напряжения, предупреждающей повторный самозапуск электродвигателя, возможность отключения электродвигателя любой из кнопок "Стоп" в зависимости или независимо от положения ПВР. Схемы управления электроприводами производственных механизмов и, следовательно, алгоритмы их работы можно разделить на две группы: схемы управления электродвигателями, не связанными технологической последовательностью включения, и схемы управления электродвигателями, связанными технологической последовательностью включения, в том числе и схемы управления ПТС.

Составляя алгоритм работы схемы управления ПТС, необходимо для каждого из электродвигателей предусмотреть три режима работы: централизованный, заблокированный, местный заблокированный и местный не заблокированный. При заблокированном режиме предусматривается автоматический последовательный пуск механизмов в направлении, обратном потоку материалов. В случае остановки какого-либо из механизмов автоматически последовательно останавливаются все предшествующие по потоку материалов механизмы, чтобы предотвратить образование завалов материалов.

Существуют два варианта алгоритмов работы схем управления ПТС: с индивидуальными и общим ПВР. Общий ПВР может быть использован для всех механизмов небольшого участка (часть ПТС, ограниченная емкостями и предназначенная для выполнения самостоятельного технологического процесса) или тракта (любая параллельная часть участка, не зависящая в работе от других параллельных ветвей) ПТС, так как при его установке увеличивается протяженность сетей управления. Во всех остальных случаях используют индивидуальные ПВР для каждого механизма.

Алгоритмы работы схем сигнализации

При их составлении выбирают характер действия звукового и светового сигналов. Действие звукового сигнала может быть одно- и многократным. В схемах с однократным действием звукового сигнала последний подается только при поступлении первого сигнала. Поступление остальных сигналов (при уже поданном первом) вызывает лишь появление дополнительных световых сигналов без звука. Таким образом сигнализируется останов электродвигателей ПТС, вызванный срабатыванием блокировочных связей после аварийной остановки одного из них. В схемах с многократным действием звукового сигнала (например, в большинстве схем технологической сигнализации) замыкание любого из сигнальных контактов вызывает появление соответствующего светового и одновременно с ним звукового сигналов. Среди схем технологической сигнализации только схема аварийной защиты и сигнализации, в которой нарушение любого из контролируемых параметров вызывает останов всего агрегата, проектируется с однократным действием звукового сигнала.

Световой сигнал может подаваться ровным или мигающим горением сигнальной лампы.

Алгоритм работы схемы технологической сигнализации с повторным действием звукового сигнала при большом числе световых сигнализаторов: при замыкании технологического контакта соответствующая сигнальная лампа загорается мигающим светом и включается звуковой сигнал. При нажатии на кнопку съема сигнала лампа переходит на горение ровным светом и горит без звукового сигнала до размыкания технологического контакта. Проверка исправности световых и звуковых сигнализаторов осуществляется нажатием на кнопку проверки. Функции кнопок съема сигнала и проверки может выполнять переключатель.

Алгоритм работы схемы технологической сигнализации с повторным действием звукового сигнала при небольшом числе световых сигнализаторов характеризуется тем,

что при замыкании технологического контакта сигнальная лампа загорается не мигающим, а ровным светом.

Алгоритмы работы схем производственной сигнализации более разнообразны. Сигнализаторы положения могут входить в состав как

схемы управления электроприводом, так и отдельной схемы производственной сигнализации. Совмещать схемы управления и сигнализации рекомендуется в том случае, когда не предполагается проектировать щиты и пульты с мнемосхемой, а их размеры позволяют применять сигнальную арматуру на напряжение цепей управления.

Совмещенные схемы управления и сигнализации о состоянии электроприводов производственных механизмов могут включать от одного до трех световых сигнализаторов. Наиболее распространено использование в этом случае двух ламп: одна сигнализирует о нормальной работе электродвигателя, вторая - об отключении электродвигателя, готового к включению. Третья лампа обычно применяется для сигнализации аварийного отключения, когда возникает несоответствие между положением ключа управления "Включено" и состоянием электродвигателя. Для этой же цели часто в схеме с двумя лампами используют горение ламп неполным накалом. В схемах с одной лампой отсутствует аппаратура, позволяющая периодически проверять исправность ламп, и перегорание лампы может привести к дезинформации.

Для сигнализации работы электродвигателей, не связанных технологической последовательностью включения, может быть использован следующий алгоритм: при нормальной работе агрегатов сигнальные лампы горят ровным светом, при аварийной остановке одного из агрегатов включается звуковой сигнал и соответствующая сигнальная лампа начинает мигать. Звуковой сигнал снимается, и лампа тухнет при нажатии на кнопку съема сигнала. Проверку световых и звуковых сигнализаторов осуществляют специально предназначенной для этого кнопкой.

Алгоритм схемы сигнализации работы электродвигателей, связанных технологической последовательностью включения: при пуске линии по мере включения агрегатов последовательно загораются соответствующие сигнальные лампы, после включения последнего по пуску электродвигателя сигнальные лампы электродвигателей, кроме последнего, могут быть отключены специальной кнопкой. При аварийной остановке одного из электродвигателей, заблокированных с последним, включается звуковой сигнал и загораются все лампы механизмов, оставшихся в работе, а лампы остановившихся механизмов потушены. Звуковой сигнал снимается кнопкой съема сигнала. Включение лампы работающих электродвигателей можно осуществить кнопкой "Включение ламп".

К производственной сигнализации относится также сигнализация положения запорных органов (задвижки, вентили, шиберы, клапаны и т. п.), имеющих два конечных рабочих положения. Чаще всего проектируются совмещенные схемы сигнализации и управления электроприводами запорных органов по тому же принципу, что и совмещенные схемы сигнализации и управления электроприводами производственных механизмов. Причем при использовании двух сигнальных ламп одна сигнализирует положение "Открыто", а другая "Закрыто".

Разработка структурной схемы

Структурная схема определяет основные функциональные части устройства, их назначение, взаимосвязи. Выполняется без раскрытия всех их характеристик и детализации цепей.

При разработке структурной схемы используют интуитивный, формализованный и комбинированный методы. Первый применяют в простых случаях, используя решения, аналогичные имеющимся типовым разработкам в данной или других отраслях промышленности. При построении сложных схем для объектов, опыт проектирования которых незначителен, применяют формализованные методы синтеза структурных схем с

использованием аппарата формальной математической логики. Процедура синтеза в этом случае сводится к нахождению структурных формул, описывающих работу промежуточных и исполнительных элементов схемы; их аналитической записи и преобразованию чаще всего в целях минимизации числа элементов схемы.

Разработка сложных структурных схем возможна и с помощью комбинированного метода, когда схему вначале создают интуитивно, не обращая внимания на число элементов, занятых в ней. Затем, используя логические функции, полученную схему записывают аналитически и далее с помощью формализованных методов минимизируют длину структурных формул. При этом следует учитывать, что уменьшение длины формул всегда приводит к упрощению только релейно-контактных схем, т. е. к уменьшению числа контактов.

Бесконтактные схемы можно минимизировать только в определенной степени, так как при минимизации их логических функций не всегда удается учесть ряд специфических особенностей схемы (необходимость применения однотипных элементов, имеющих несколько входов и один выход; их детектирующие свойства, необходимость фазировки сигналов, ограниченную нагрузку элементов и т. п.). Преобразуя схемы, можно использовать опыт проектирования и эксплуатации подобных схем.

Наибольшее число типовых решений существует в области проектирования схем сигнализации, поэтому разработка структуры этих схем сводится к выбору способа взаимодействия их центральной части и цепей технологических контактов

На рис. 2.11 показаны три схемы технологической сигнализации, из которых одна по своей структуре относится к релейным, а две другие - к импульсным схемам. Причем все три схемы предназначены для относительно небольшого числа световых сигнализаторов и имеют повторное действие звукового сигнала. Алгоритм работы таких схем приведен выше.

Например, схема на рис. 2.11а работает следующим образом. При замыкании технологического контакта SQ1 включается реле K1 и своими контактами самоблокируется, а также включает звуковой сигнал НА и реле K2. Реле K2 включает лампу HL1 и отключает реле K1 от контакта SQL. При нажатии на кнопку SB2 теряет питание реле K1, что приводит к отключению НА.

В приведенных схемах в цепи технологических контактов наряду с контактами SQ1, SQ2... входят сигнальные лампы HL1, HL2..., диоды (например, VD2 на рис. 2.11, в), а в некоторых случаях конденсаторы (C1, C2, ... на рис. 2.11, в), резисторы (R4, R5, ... на рис. 2.11, б) и т. д.; в центральную часть схемы - звуковой сигнализатор НА, центральное реле (K1. на рис. 2.11,а; KV и KP на рис. 2.11,б и в), кнопки для проверки ламп, подачи звукового сигнала (SB1) и его снятия (SB2) и т. д.

Релейные схемы в отличие от импульсных имеют промежуточные реле в цепях технологических контактов. Это позволяет использовать длительные сигналы отклонения сигнализируемого параметра от нормы в качестве воздействия цепи технологического контакта на центральную часть схемы. В импульсных схемах сигнализации для этой цели применяют кратковременные импульсы. В импульсной, схеме сигнализации с реле (РИС)* и в схеме с конденсаторами (см. рис. 2.11, в) импульс тока образуется в процессе зарядки конденсатора при изменении сопротивления цепи за счет замыкания технологических контактов. В схеме рис. 2.11, б импульс тока возникает за счет того, что сопротивление нити накала лампы в холодном состоянии примерно в 6-10 раз ниже, чем в горячем. Причем время переходного процесса при включении лампы находится в диапазоне 40-100 мкс.

К преимуществам импульсных схем сигнализации следует отнести отсутствие промежуточных реле и, следовательно, значительное сокращение общего числа реле и контактов. Недостатки связаны с ограничениями в некоторых случаях по числу принимаемых сигналов, потерей звукового сигнала при неисправности сигнальной лампы,

взаимным влиянием цепей технологических контактов при большом числе одновременно замкнутых контактов из-за возникающего при этом большого заряда на конденсаторах.

Переход к принципиальной схеме

При этом учитывают ряд дополнительных требований, предъявляемых к принципиальным схемам, выбирают напряжение питания схемы, производят ее аппаратную реализацию, рассчитывая в необходимых случаях параметры элементов схемы и проверяя возможность реализации схемы с учетом ограниченного числа обмоток и контактов реле, выпускаемых промышленностью.

Учет дополнительных требований

Для предотвращения случайных коротких замыканий и аварийных режимов в случае замыканий на землю, а также облегчения контроля и наладки схемы катушки всех аппаратов подключают в схемах переменного тока к нулю (при двухфазной схеме питания к одной и той же фазе), а в схемах постоянного тока - к минусу. Чтобы уменьшить число соединительных проводов в монтажной схеме и предотвратить случайные короткие замыкания, контакты одного и того же аппарата присоединяют к одной фазе и стремятся увеличить число одно потенциальных точек.

Рекомендуется, чтобы в схемах отсутствовала аппаратура, постоянно находящаяся под напряжением и отключающаяся только при снятии напряжения питания. Если этого сделать не удастся, предусматривают сигнализацию о наличии напряжения питания.

Принципиальные схемы управления должны отвечать следующим требованиям:

- ввод в схему предпусковой сигнализации, и установка кнопки пуска и аппарата для аварийного отключения электродвигателя, если с поста управления электродвигателем не виден приводимый им механизм и если обслуживающий персонал постоянно находится у этого механизма;
- невозможность совмещения в одном аппарате функций выбора режима управления и непосредственного управления;
- отсутствие возможности одновременного пуска электродвигателя при управлении электроприводом из нескольких мест;
- осуществление переключений в схеме только в цепях управления, а не в силовых цепях. В случае разделения цепей управления на цепи разного напряжения большинство переключений проектировать в цепях низкого напряжения;
- включение выходных контактов автоматических устройств в схемы управления с двойным разрывом цепи с обеих сторон этих контактов с помощью переключателей управления для удобства наладки и эксплуатации. Двойной разрыв можно использовать также в цепи катушки отключающегося аппарата при ответственных блокировках, которые обеспечивают остановку привода.

В схемах сигнализации, имеющих узел проверки схемы, для исключения ложных связей между цепями технологических контактов используют контакты промежуточных реле или диоды (см. рис. 2.11, а). Выбор варианта (контакты или диоды) зависит от наличия свободных контактов у промежуточных реле. В то же время применение арматуры с двумя параллельно соединенными лампами делает необязательным включение в схему сигнализации узла проверки ламп, так как о перегорании одной из двух ламп свидетельствует снижение освещенности арматуры.

Выбор напряжения питания схемы

Напряжение питания выбирают из ряда номинальных значений напряжения сетей и приемников электрической энергии постоянного и переменного однофазного тока,

регламентированных государственным стандартом. Наиболее распространенным является применение напряжения 220 В переменного тока либо напряжения 60 В и ниже (48, 24 и 12 В) постоянного тока. Выбор одного из указанных напряжений в значительной степени определяет и аппаратную реализацию схемы, так как при напряжении ниже 60 В используют слаботочную аппаратуру, а при напряжении выше 60 В - аппаратуру управления сильного тока.

Выбор напряжения питания определяется требованиями техники безопасности и условиями окружающей среды, числом элементов, входящих в схему, разветвленностью цепей проектируемой схемы, допустимым значением напряжения на контактах приемных элементов, родом тока и величиной напряжения существующих источников питания, условиями эксплуатации и, в частности, квалификацией обслуживающего персонала, а также экономическими показателями.

Иногда применение того или другого напряжения ограничивается допустимым значением напряжения на контактах приемных элементов, их разрывной мощностью. Если допустимое напряжение и разрывная мощность нескольких приемных элементов отличаются от допустимого напряжения и разрывной мощности большинства приемных элементов или напряжение срабатывания исполнительных элементов отличается от рабочего напряжения остальной части проектируемой схемы, проводят разделение схемы на цепи слабого тока низкого напряжения и цепи сильного тока выходных элементов схемы. Однако в некоторых случаях по значению коммутируемых токов и напряжений контакты слабого тока не могут быть использованы для включения или отключения цепей сильного тока. Тогда схему строят таким образом, чтобы контакты слабого тока коммутировали обесточенные цепи сильного тока, либо между этими контактами и цепями вводят промежуточные слаботочные реле.

Защитой протяженных цепей управления в случае их междуфазного питания служит двухполюсный автомат. Преимущества фазного напряжения 220 В для питания схем управления перед междуфазным напряжением 380 В состоят в его меньшей опасности, создании удобств при сочетании схем управления и сигнализации, расширении возможностей выбора аппаратуры для схем управления.

На рис. 2.12 показаны простейшие схемы управления электродвигателем при питании междуфазным и фазным напряжением. В первом случае замыкание на землю при включенном пускателе в любой точке за предохранителем FU4 приведет к перегоранию этого предохранителя, но катушка пускателя КМ останется включенной на фазное напряжение, т. е. пускатель может не отключиться как при нажатии на кнопку SB1, так и при размыкании контактов конечного выключателя SQ. При отключенном пускателе замыкание на землю в цепи от катушки до кнопки SB2 может вызвать самовключение электродвигателя, что опасно для обслуживающего персонала и может привести к серьезным аварийным режимам. При использовании для питания фазного напряжения и надежного заземления одного вывода катушки (см. рис. 2.12,6) замыкание на землю в любой точке цепи вызовет перегорание предохранителя и отключение пускателя.

Для питания цепей управления слабого тока чаще всего применяют постоянный ток напряжением 60 В. Однако следует избегать применения для питания цепей управления напряжения только 60 В и ниже, так как на поверхности контактов аппаратов с номинальным напряжением 110 и 220 В образуется непроводящая оксидная пленка, которая легко пробивается только при напряжении, на которое рассчитан аппарат.

В схемах сигнализации при выборе напряжения питания кроме перечисленных общих предпосылок следует учитывать, что в цепях сигнализации существует повышенная вероятность замыканий на землю из-за большой разветвленности этих цепей, частого расположения датчиков сигнализации и их цепей в местах с повышенными загрязненностью и влажностью. Питание цепей сигнализации рекомендуется осуществлять от разделительного трансформатора с изолированной от земли вторичной обмоткой и устройствами контроля изоляции на землю. Так как контроль изоляции в

разветвленных цепях легко выполнять при питании этих цепей постоянным током, то вместе с разделительным трансформатором иногда применяют выпрямительную установку.

При питании схем сигнализации пониженным напряжением и отсутствии необходимых при этом источников питания используют понижающие трансформаторы с изолированными обмотками. Применять для этой цели последовательно включенные резисторы или автотрансформаторы не разрешается.

Выбор аппаратуры управления и сигнализации

Для принципиальных электрических схем выбор такой аппаратуры в первую очередь определяется принятым для питания схемы напряжением и родом тока, а также выполняемыми данной аппаратурой функциями, необходимым числом регулирующих органов и контактов, характеристикой помещения, где будет устанавливаться аппаратура", с точки зрения его опасности при применении электрооборудования. Во всех случаях стремятся к применению однородной по своим техническим характеристикам аппаратуры, причем необходимое исполнение ее определяется по ПУЭ в зависимости от класса помещений, в которых она устанавливается.

При выборе аппаратуры управления и сигнализации прежде всего учитывают род тока, номинальное напряжение и мощность, допустимые параметры окружающей среды, установочные размеры и исполнение. Кроме того, на выбор аппаратуры управления влияет величина предельной разрывной способности исполнительных органов аппаратуры, число включений и переключений, а при выборе реле - дополнительно время срабатывания и отпускания, число исполнительных и реагирующих органов, кратность пускового тока; при выборе кнопок и кнопочных станций - число штифтов и контактов (замыкающих и размыкающих); при выборе переключателей и выключателей - число секций, диаграмма замыкания контактов, число фиксированных, положений и угол поворота рукоятки, число полюсов. При питании переменным током схем сигнализации, >. имеющих диоды, могут быть применены только те реле переменного тока, которые срабатывают в схеме однополупериодного выпрямления с последующей самоблокировкой на полное напряжение.

В качестве световых сигнализаторов в схемах технологической сигнализации используют табло с высвечиваемыми надписями о содержании подаваемого сигнала, а в схемах производственной сигнализации - сигнальную арматуру с круглыми линзами разного цвета. Линзы красного цвета применяют для подачи аварийного сигнала, зеленого - сигнала нормального режима, желтого - сигналов другого назначения, белого - разных сигналов одной сигнальной лампой.

Сигнальные лампы рекомендуется выбирать на напряжение, несколько превышающее номинальное, либо включать последовательно с лампами добавочный резистор, учитывая, что уменьшение напряжения питания на 10 % увеличивает срок службы лампы примерно в 3 раза. Добавочный резистор включают также в том случае, когда напряжение питания схемы сигнализации превышает номинальное напряжение лампы.

Выбор звукового сигнализатора зависит от характера сигнала, продолжительности его включения, номинального напряжения и потребляемой мощности. В схемах технологической сигнализации в качестве звуковых сигнализаторов чаще всего применяют звонки, в схемах производственной сигнализации - гудки и ревуны.

Выбор прибора с технологическим контактом включает анализ тех же факторов, которые определяют выбор приборов для систем автоматического контроля. Кроме них еще учитывают пределы настройки и точность срабатывания контактов, их разрывную мощность и допустимое напряжение. При недостаточной разрывной мощности контактного устройства, низком допустимом напряжении на контактах, а также при необходимости размножения сигнала в схему дополнительно включают промежуточное реле.

Тема 5.1 Выполнение ПЭС

Проектируемые для одного объекта принципиальные электрические схемы управления и сигнализации в зависимости от сложности могут выполняться на одном или нескольких листах. На принципиальных электрических схемах управления и сигнализации в общем случае могут быть показаны цепи управления, сигнализации, измерения и регулирования, силовые цепи; контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, и контакты аппаратов из других схем; диаграммы и таблицы включений контактов приемных элементов схемы (переключателей, конечных и путевых выключателей, программных устройств); таблицы применимости; поясняющая технологическая схема, циклограмма работы оборудования; схема блокировочных связей оборудования; необходимые пояснения и примечания; перечень элементов и основная надпись

Элементы на принципиальных электрических схемах должны быть изображены в соответствии со стандартами ЕСКД совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов показывают на схеме в непосредственной близости один к другому. Так, магнитный пускатель изображают со всеми его катушками, контактами и другими частями. Совмещенный способ применяют для изображения сложных регулирующих устройств. Однако наиболее часто элементы на принципиальных электрических схемах управления и сигнализации систем автоматизации изображают разнесенным способом, при котором их составные части располагают в разных местах схемы таким образом, чтобы отдельные цепи были наиболее наглядными. При этом рекомендуется использовать строчный способ изображения цепей, при котором отдельные цепи располагают в горизонтальную или вертикальную (последняя менее желательна) строчку последовательно одна за другой. Все аппараты на схеме показывают в их нормальном положении, т. е. в таком, которое они занимают при отсутствии внешнего воздействия (электрического, механического, теплового и т. п.). Аппараты, не имеющие отключенного положения, изображают в одном из положений, принимаемом за исходное.

Маркировка цепей в электрических схемах выполняется в соответствии с ГОСТ и служит для опознания цепей, а в некоторых случаях отражает их функциональное назначение. Одни и те же цепи на всех электрических схемах (принципиальных, монтажных и внешних соединений) должны иметь одинаковую маркировку, которая проставляется слева от вертикально и над горизонтально расположенными цепями.

Участки цепей, сходящиеся в одном узле схемы или проходящие через разъемные контактные соединения, имеют одинаковую маркировку. Участки цепей, разделенные контактами аппаратов, катушками реле, обмотками машин, резисторами, предохранителями и другими элементами, имеют разную маркировку. Цепи маркируют независимо от заводской нумерации зажимов аппаратов и приборов, к которым они присоединяются. В связи с применением табличного способа оформления монтажных схем на принципиальных электрических схемах наряду с маркировкой цепи приводится заводская нумерация зажимов (выводов) аппарата или прибора

Цепи маркируют арабскими цифрами, перед которыми при необходимости проставляют прописные буквы (одинакового с цифрами размера) А, В, С (для маркировки фаз) и N (для маркировки нуля). Входные и выходные участки, цепей постоянного/ тока маркируют с указанием полярности: "+" и "-".

Цепи принципиальных электрических схем систем автоматизации маркируют, как правило, последовательными числами от ввода источника питания к потребителю, а разветвляющиеся участки - сверху вниз в направлении слева направо. При маркировке цепей допускается оставлять резервные номера. В системах автоматизации для маркировки рекомендуется применять следующие три группы чисел:

-для цепей управления, регулирования и измерения 1-399, 1001-1399, 2001-2399 и т.д.;

- для цепей сигнализации 400-799, 1400-1799, 2400-2799 и т. д.;
- для цепей питания 800- 999, 1800-1999, 2800- 2999 и т. д.

Контакты аппаратов, работающих в других схемах, на данной схеме обводят тонкой сплошной линией, около которой приводят обозначение аппарата и ссылку на номер чертежа схемы, в которую включен сам аппарат. Контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, располагают на свободном поле чертежа в виде отдельной цепи. Рядом с изображением цепей указывают номер чертежа и название схемы, в которой они работают.

Среди диаграмм и таблиц включений контактов приемных элементов схемы наиболее распространены диаграммы замыканий контактов ключей управления и переключателей и диаграммы замыканий многоцепных реле времени (например, приборов КЭП), конечных и путевых выключателей, технологических контактов и др.

При выполнении принципиальных электрических схем управления сложными объектами эти схемы дополняют поясняющей технологической схемой с упрощенным изображением всех аппаратов и машин, входящих в состав технологического узла, для которого они разрабатываются. При необходимости на схеме приводят также циклограмму работы оборудования и схему блокировочных зависимостей, указывающие последовательность работы оборудования. В более простых случаях ограничиваются краткими текстовыми пояснениями по условиям и режимам работы оборудования.

Для пояснения работы схемы приводят таблицы, помещаемые справа от изображения схемы с горизонтальным строчным расположением отдельных цепей. В таблицах записывают назначение цепи и входящих в нее элементов. Номер относящихся к данной схеме чертежей, ссылки на исходные материалы и другие сведения дают в примечаниях. В перечне электроаппаратуры, помещаемом обычно над основной надписью в виде таблицы, приводят основные характеристики этой аппаратуры и ее обозначение по схеме.

Тема 5.3 ПЭС питания

Система электропитания включает источники питания (цеховые распределительные подстанции, распределительные щиты, питающие сборки и т. п.), щиты и сборки питания системы автоматизации, электроприемники (преобразователи, приборы, регуляторы, исполнительные механизмы), питающую сеть от источников питания до щитов и сборок питания систем автоматизации с аппаратами защиты и управления, распределительную сеть от щитов и сборок питания до электроприемников с аппаратами защиты и управления.

К системам электропитания предъявляются следующие основные требования: надежность, экономичность, удобство и безопасность обслуживания.

Проектирование системы электропитания ведут в такой последовательности: выбирают источники питания, выбирают и размещают щиты и сборки питания системы автоматизации, проектируют питающую сеть, проектируют распределительную сеть, выполняют принципиальные схемы электропитания. Иногда к проектированию систем электропитания относят также выбор сечения проводников питающей и распределительной сетей, а также проектирование заземления электроустановок систем автоматизации.

Выбор источников питания

Источник питания должен обеспечить необходимые электроприемникам напряжение и мощность, достаточные для того, чтобы отклонение напряжения не превышало значений, при которых нарушается нормальная работа электроприемников. Так, для контрольно-измерительных и регулирующих приборов отклонение напряжения не должно быть больше значений, указанных заводами-изготовителями. К источникам питания систем автоматизации не подключают силовые электроприемники (например, крупные электродвигатели, электропечи) с резкопеременной нагрузкой. В качестве

источников электропитания систем автоматизации чаще всего используют распределительные подстанции и щиты, сборки питания, а для неответственных установок - в виде исключения щиты освещения при условии что последние питаются от общих с силовой нагрузкой трансформаторов и система электропитания приборов и средств автоматизации допускает кратковременное исчезновение напряжения.

Выбор и размещение щитов и сборок питания

В щитах и сборках питания располагается аппаратура защиты и управления питающей и распределительной сетей. Их выбор и размещение должны прежде всего обеспечить надежность, удобство и безопасность эксплуатации системы электропитания. При этом учитывается территориальное расположение источников питания и электроприемников, число последних, необходимая мощность.

При незначительном общем числе электроприемников системы автоматизации специальные щиты электропитания не применяют, а аппаратуру защиты и управления системы электропитания размещают на щитах управления или в релейных шкафах. Задвижки и электродвигательные ИМ и в этом случае получают питание от отдельных сборок питания. В ВЦ обычно предусматривают специальные помещения для размещения питающего пункта с автоматическими выключателями и вводного щита для электрического освещения.

Проектирование питающей сети

Проектирование питающей сети включает выбор напряжения, числа фаз и проводов, конфигурации питающей сети и решение вопросов резервирования, выбор и размещение аппаратов защиты и управления.

Выбор напряжения питающей сети определяется напряжением в цепях питания приборов и средств автоматизации с учетом напряжений, принятых в системе электроснабжения автоматизируемого объекта. Наибольшее распространение в системах электроснабжения промышленных предприятий получили четырехпроводные сети трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В с глухим заземлением нейтрали. На действующих предприятиях иногда встречаются менее экономичные четырехпроводные сети трехфазного переменного тока напряжением 220/127 В с глухозаземленной нейтралью. Применяют также трехпроводные трехфазные системой переменного тока напряжением 380 и 500 В с изолированной нейтралью и трехфазные системы переменного тока напряжением 660 В. Если на автоматизируемом объекте существуют или проектируются стационарные двухпроводные сети переменного тока напряжением 36 и 12 В, то их используют и в сетях питания для переносного освещения и электрифицированного инструмента.

Выбор числа фаз и проводов питающей сети

Выбор этих параметров зависит от числа фаз и напряжения питания приборов и средств автоматизации. При наличии однофазных электроприемников применяют двухпроводные однофазные (фаза-нуль) и двухфазные (фаза-фаза) сети. Три фазы могут подаваться на щит однофазного электропитания только при большой нагрузке щита по сравнению с мощностью питающего трансформатора, когда существует опасность несимметричной нагрузки его более чем на 10 %.

Выбор конфигурации питающей сети

Выбор производят в зависимости от категории автоматизируемого объекта и расположения щитов и сборок питания относительно источников питания.

Выбор и размещение аппаратуры защиты и управления

В системах электропитания приборов и средств автоматизации используются рубильники, пакетные выключатели и переключатели в открытом, защищенном и герметичном исполнении, тумблеры, предохранители и автоматы. Рубильники, пакетные выключатели и тумблеры используются в качестве аппаратов управления. Предохранители предназначены для защиты сетей и отдельных электроприемников от коротких замыканий и перегрузок. Они характеризуются номинальными напряжениями, силой тока и

номинальной силой тока плавкой вставки $I_{в-вст}$ (наибольшая сила тока, которую вставка выдерживает неограниченно длительное время)

Автоматы сочетают функции аппаратов защиты и управления. Они выпускаются с электромагнитным расцепителем для защиты от коротких замыканий; с тепловым или электромагнитным расцепителем с гидравлическим замедлением для защиты от перегрузки и комбинированным расцепителем, осуществляющим оба вида защиты. Кроме того, выпускаются автоматы без расцепителей, с расцепителями минимального напряжения и дистанционного отключения. Автоматы характеризуются номинальным напряжением, силой тока, номинальной силой тока расцепителя (наибольшая сила тока, которую расцепитель выдерживает неограниченно длительное время), силой тока уставки электромагнитного расцепителя (или силой тока отсечки - наименьшей силой тока, при которой срабатывает расцепитель) или кратностью силы тока отсечки по отношению к номинальной силе тока расцепителя.

Рубильники с предохранителями дешевле и проще автоматов, однако из-за значительных отклонений времени перегорания разных «ставок одного и того же типа предохранителей при одной и той же силе тока вставки возникают неполнофазные отключения, при которых плавкие вставки перегорают не во всех фазах защищаемой сети. При использовании автоматов возможность неполнофазных отключений отсутствует. Кроме того, автоматы удобнее в эксплуатации, безопасны в работе, обладают многократностью действия.

Аппараты защиты и управления в питающих сетях устанавливают в местах присоединения их к источнику питания и на вводах в щиты. Защиты могут отсутствовать при условии, что аппараты защиты, находящиеся в местах присоединения к источнику питания, обеспечивают надежную защиту всей линии, а все присоединения распределительной сети к указанным щитам и сборкам питания имеют индивидуальную защиту.

Выбор характеристик аппаратов защиты и управления

Необходимые характеристики данных аппаратов определяют с учетом основных требований ПУЭ. Номинальное напряжение $U_{кл}$ аппаратов защиты и управления должно быть больше или равно номинальному напряжению $U_{на}$ в сети, а номинальная сила тока I_n рубильника, пакетного выключателя, тумблера, автомата и плавкой вставки - больше или равна расчетной (номинальной) силе тока I_p в цепи. Для рубильников, пакетных выключателей и тумблеров, кроме того, наибольшая сила отключаемого тока не должна быть меньше длительной расчетной силы тока в цепи, причем эти аппараты управления должны без повреждений включать и отключать цепи при пусковых токах электроприемников.

При выборе безинерционных предохранителей необходимо учитывать, что плавкая вставка не должна перегорать при кратковременных увеличениях силы тока в цепи, например при пуске электродвигателей исполнительных механизмов и задвижек.

Проектирование распределительной сети.

Включает в основном те же операции, что и проектирование питающей сети.

Выбор напряжения

При выборе напряжения распределительной сети наряду с положениями, приведенными выше, учитывают некоторые дополнительные требования. Для стационарного освещения монтажной стороны шкафов щитов, в том числе и малогабаритных, применяют ток напряжением не выше 220 В, а для местного стационарного освещения шкафов щитов в производственных помещениях - напряжением не выше 36 В, панельных щитов в щитовых помещениях - не выше 220 В. Питание электрифицированного инструмента и переносного освещения рекомендуется осуществлять от производственной распределительной электрической сети. Однако допускается использование и распределительной сети системы автоматизации с применением понижающих трансформаторов, не являющихся автотрансформаторами.

Напряжение питания электрифицированного инструмента и переносных ламп в помещениях без повышенной опасности выбирается не выше 220 В, в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных", вне помещений и при производстве работ в шкафных щитах - не выше 36 В. При производстве работ вне помещений и в шкафных щитах с внутренним проходом, а также при наличии особо неблагоприятных условий, связанных с теснотой и неудобным положением работающего, для питания переносных ламп используют напряжение 12 В. Лампы освещения, электрифицированный инструмент и переносные лампы подключают так, что даже при отключении питающего щита они остаются под напряжением.

Питание некоторых типов приборов и регуляторов в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей осуществляют через разделительный трансформатор (при наличии сильных электромагнитных полей) или стабилизатор.

Выбор аппаратуры защиты и управления

При выборе аппаратуры защиты и управления в распределительных сетях чаще всего отдают предпочтение комплекту пакетный выключатель (рубильник, ключ управления, тумблер) - предохранитель. Автоматы в распределительных сетях применяют в том случае, если они обладают достаточной чувствительностью к токам короткого замыкания, а также если это оправдано экономически и удобно в эксплуатации. В цепях стационарного освещения шкафных щитов и местного стационарного освещения шкафных и панельных щитов во всех случаях используют в качестве аппаратов защиты и управления выключатель с предохранителем, устанавливаемые в фазном проводе.

В распределительной сети аппараты управления и защиты размещают, как правило, во всех нормально незаземленных фазных проводниках в местах их присоединения на щитах и сборках питания. Аппараты защиты и управления не устанавливают в заземляющих проводниках всех видов. В то же время в распределительных сетях взрывоопасных зон класса В-1 аппараты защиты от токов коротких замыканий могут находиться на фазном и нулевом проводах. В помещениях всех классов аппараты управления могут размещаться в нулевых проводниках (и при использовании их в качестве заземляющих) при условии, что они одновременно отключают все фазные провода.

В цепях питания электроприводов исполнительных устройств в качестве аппаратуры защиты и управления используют либо автомат и магнитный пускатель, либо рубильник, предохранители и магнитный пускатель. Первый вариант предпочтительнее. При междуфазном питании протяженных цепей управления электродвигателями исполнительных устройств для их защиты применяют двухполюсные автоматы.

Выбор характеристик аппаратуры защиты и управления для распределительной сети производят так же, как и для питающей сети, определения номинальной (расчетной) силы токов электроприемников при известных их номинальных мощностях могут быть использованы формулы. Мощности, потребляемые приборами, регуляторами и исполнительными механизмами, находят с помощью специальных справочников и инструкций заводов-изготовителей.

Выполнение принципиальных электрических схем питания

Принципиальные электрические схемы питания выполняют для питающей и распределительной сетей либо на отдельных листах, либо (при небольшом числе групп питания) совмещают на одном листе. При этом схема питающей сети дается в однолинейном, а схема распределительной сети - в многолинейном изображении. Принципиальную электрическую схему питающей сети чертят одну для всей системы автоматизации. Она включает схему питающей сети, перечень электроаппаратуры и примечание с перечнем чертежей.

На схеме питающей сети показывают аппараты защиты и управления, устанавливаемые со стороны источника питания и щитов питания системы автоматизации, а также электрические связи между ними. Рядом с аппаратами защиты управления

проставляют буквенно-цифровое обозначение, номинальные значения напряжения и силы тока, силу тока плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата.

Принципиальную электрическую схему распределительной сети выполняют для каждого щита или сборки питания отдельно. В нее включают схему распределительной сети, перечень электроаппаратуры и примечание с перечнем относящихся чертежей.

На схеме распределительной сети показывают питающие вводы и отводы, отводы к электроприемникам, аппараты защиты и управления, выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы, источники питания, лампы освещения, штепсельные розетки, схемы АВР и линии электрической связи между аппаратами. В нижней части схемы таблицу, в которой перечисляют электроприемники, питающиеся от данного щита питания, с указанием их позиций по спецификации, потребляемой мощности, напряжения и места установки. Кроме того, на схеме у изображений приборов и аппаратов приводят их буквенно-цифровые обозначения и следующие данные: для автоматов - номинальную силу тока и силу тока уставки теплового и электромагнитного расцепителей; для рубильников, выключателей и переключателей - номинальную силу тока; для предохранителей - номинальную силу тока патрона предохранителя (в числителе) и силу тока плавкой вставки (в знаменателе); для трансформаторов, выпрямителей и источников питания - максимальное и минимальное напряжения.

Все цепи на схеме питания маркируют. Допускается не маркировать только участки цепей между выключателями и предохранителями, установленными в пределах одного щита или сборки питания. Условные графические обозначения электроаппаратов, их буквенные обозначения и маркировку цепей осуществляют в соответствии с теми же стандартами и техническими условиями, что и на принципиальных схемах управления и сигнализации.

Тема 5.4 Разработка принципиальных пневматических схем (ППС).

Принципиальные пневматические схемы разрабатывают на основании тех же исходных материалов и в той же последовательности, что и принципиальные электрические схемы. Особенности их - выбор аппаратурно-элементной базы ограничен двумя системами элементов: мембранных (УСЭППА) или мембранно-струйных.

На принципиальных пневматических схемах управления и сигнализации в общем случае могут быть показаны цепи командных пневматических участков силовых органов управления (только в схемах управления исполнительными механизмами); цепи управления и сигнализации с таблицами пояснений; диаграмма работы пневмо-контактов ключей, приборов и аппаратов; элементы, используемые в других схемах; перечень аппаратуры, пояснения и примечания.

Все аппараты на схеме (рис. 2.14) изображают в их нормальном положении, т. е. в таком, которое они занимают при отсутствии внешнего воздействия. Изображение элементов на принципиальных пневматических схемах в основном должно соответствовать стандартам ЕСКД. При выполнении принципиальных пневматических схем возможно также применение обозначений по ГОСТ 21.404-85.

Питающий пневмопривод с давлением 0,14 МПа изображают вертикальной линией толщиной 1 мм. К нему подсоединяют пневматические цепи с приборами и элементами. Цепи располагают горизонтально в порядке их действия сверху вниз. Остальные правила выполнения принципиальных пневматических схем такие же, как и принципиальных электрических схем.

Участки пневмоцепей маркируют так же, как и участки электроцепей с добавлением нуля перед арабскими цифрами. Например, для цепей сигнализации применяют числа от 0400 до 0799 или от 01400 до 01799 и т. д. Буквенные индексы при маркировке участков пневмоцепей не используют. Допускается не маркировать короткие участки пневмоцепей между рядом расположенной аппаратурой.

Принципиальные пневматические схемы питания

В систему пневмопитания входят источник питания (установка воздухоснабжения с устройствами воздухоподготовки), воздухоборники, распределительные коллекторы, воздухопроводы, соединяющие коллекторы и пневмоприемники, редукторы давления и блоки питания, фильтры, манометры, запорная и переключающая резервные и продувочные штуцера.

К системам пневмопитания предъявляются требования, аналогичные требованиям к системам электропитания: надежность воздухоснабжения при допустимых отклонениях параметров сжатого воздуха экономичность, удобство и безопасность обслуживания. Надежность работы систем пневмоавтоматики в значительной степени зависят от качества воздуха. Воздух, поступающий в систему пневмоавтоматики, должен быть тщательно осушен и очищен и давление сжатого воздуха в системе пневмопитания не должны превышать допустимые пределы.

Выбор источников питания и составление задания на обеспечение установок автоматизации сжатым воздухом

В качестве источников питания систем пневмоавтоматики могут быть использованы (по степени применимости): специальный воздушный компрессор непоршневого типа или безмасляный поршневой компрессор, специальный воздушный поршневой компрессор с масляной смазкой, компрессорная станция предприятия, предназначенная для технологических целей. Последний вариант возможен только в случае непрерывной работы станции, имеющей достаточный резерв производительности и автоматический ввод резерва в течение всего периода работы системы пневмоавтоматики. На трубопроводе отбора сжатого воздуха на питание системы пневмоавтоматики в этом случае устанавливают обратный клапан.

Во всех случаях последовательно с источником питания включают установку воздухоподготовки, которая состоит из воздухоборника, холодильника, водомаслоотделителя, масляного фильтра (только в случае применения компрессоров с масляной смазкой), блока осушки воздуха и воздухоборника.

Необходимый расход питающего воздуха подсчитывают с помощью формул. Номинальное давление в пневмопроводах выбирают с учетом интервала температур, в которых эксплуатируются пневмолнии и пневмоустройства. В интервале температур от +50 до +5 °С номинальное давление в пневмолниях составляет 0,25 МПа, в интервале температур от +50 до -30 °С - 0,4 МПа, в интервале температур от +50 до -50 °С - 0,6 МПа. Номинальное давление в пневмолниях определяет допустимые колебания давления сжатого воздуха на выходе из компрессора: давлению в пневмолниях 0,25; 0,4 и 0,6 МПа соответствует давление на выходе из компрессора 0,4-0,8; 0,6-0,8 и 0,7-0,8 МПа.

Необходимое значение давления сжатого воздуха в пневмопроводах поддерживается регуляторами давления прямого действия, которые устанавливают в начале сети магистральных пневмопроводов в ответвлениях от них к отдельным технологическим объектам.

Компрессор и установку воздухоподготовки оснащают системой автоматизации, которая обеспечивает автоматическое регулирование производительности; автоматическую остановку при прекращении подачи охлаждающей воды или чрезмерном повышении температуры масла; контроль и сигнализацию давления и температуры сжатого воздуха на каждой ступени компрессора после промежуточного и конечного холодильников, давления и температуры в системе смазки, поступления охлаждающей воды и ее температуры. Для систем производительностью до 250 м³/ч допускается автоматическое регулирование производительности методом остановки и пуска электродвигателя компрессора. Во избежание аварийного выхода из строя компрессора и установки воздухоподготовки последние должны резервироваться, а ресиверы - создавать достаточный запас сжатого воздуха.

Выбор конфигурации сети пневмопитания

Конфигурация сети пневмопитания должна обеспечить минимальную протяженность пневмопроводов с минимальным количеством арматуры, удобство эксплуатации системы пневмопитания, возможность продувки сети, отдельных ее участков и их отсоединения для осмотра и ремонта при нормальной эксплуатации оставшейся в действии части.

Проектирование распределительной сети пневмопитания

При проектировании распределительной сети пневмопитания выбирают способ подключения пневмоприемников к ответвлениям сети магистральных пневмопроводов и аппаратуру для повторной

очистки (фильтры) и редуцирования сжатого воздуха (редукторы). Чаще всего подключение пневмоприемников к ответвлениям сети магистральных пневмопроводов осуществляют через групповые распределительные коллекторы, которые размещают у группы рядом расположенных пневматических приборов (например, у установленных на щитах). Отдельные пневмоприемники рекомендуется снабжать воздухом от ближайшего распределительного коллектора.

Различают индивидуальный, групповой и централизованный способы подключения пневмоприемников к распределительным коллекторам. При индивидуальном способе на каждом ответвлении от коллектора к пневмоприемнику последовательно (в направлении подачи воздуха) монтируют запорный орган, воздушный фильтр, редуктор и контрольный манометр. Такой способ применяется при подключении небольшого числа отдельно расположенных пневмоприемников или когда редукторы с фильтрами поставляются комплектно с используемыми пневмоприемниками.

При групповом способе группа пневмоприемника питается через групповые фильтр и редуктор, пропускная способность которых не ниже суммарного потребления воздуха приборами. Групповой способ рекомендуется при питании группы взаимосвязанных пневмоприемников, не комплектуемых редукторами и фильтрами.

Если число рядом расположенных пневмоприемников 30 и более и аппаратура пневмопитания не поставляется с ними комплектно, то возможно применение централизованного узла питания, состоящего из двух фильтров и двух регуляторов давления, через которые осуществляется подвод питания к распределительному коллектору. Во всех случаях фильтр устанавливают на входе редуктора.

Для контроля давления и настройки редукторов используют показывающие манометры.

Для переключения и отключения пневмоприемников на каждом входе и выходе коллектора предусматривают запорную арматуру. Наряду с этим каждый коллектор снабжают резервным штуцером с запорным органом для продувки коллектора. Для перераспределения давления между распределительными коллекторами может быть установлена дросселирующая арматура. В качестве аппаратуры, используемой в системах пневмопитания для повторной очистки и редуцирования сжатого воздуха, применяют редукторы или стабилизаторы давления, блоки фильтра с редуктором или стабилизатором давления, фильтры и манометры.

Давление в воздухопроводах не должно быть ниже тех значений, при которых давление на входе редуктора станет меньше 0,2 МПа.

Выполнение принципиальных пневматических схем питания

Схема пневмопитания обычно объединяет все пневмоприемники, которые питаются от одного источника питания. Отдельная схема пневмопитания может не выполняться при небольшом числе пневматических приборов. В этом случае элементы системы пневмопитания показывают на соответствующей принципиальной схеме управления сигнализации. Принципиальная схема пневмопитания включает собственно схему, перечень пневмоаппаратуры, таблицу условных изображений пневмоаппаратуры и трубопроводов, примечание с перечнем чертежей.

На схеме пневмопитания показывают главный, цеховые групповые распределительные коллекторы с указанием условных давления и диаметра, сеть воздухопроводов от главного коллектора до пневмоприемников с проставлением условных диаметров их, запорную и

переключающую аппаратуру, редукторы, фильтры или блоки питания, резервные и продувочные штуцеры, манометры.

Пневмоприемники изображают на схеме условно в виде таблицы, которой указывают позицию прибора по спецификации, тип, номинальный расход воздуха и место установки. Для изображения редукторов, фильтров и запорной арматуры используют стандарты ЕСКД на изображение трубопроводной арматуры и элементов гидравлических и пневматических сетей. Буквенно-цифровые обозначения этой аппаратуры состоят из букв, соответствующих функциональному назначению аппаратуры, и порядковых номеров, например В1, В2 - вентили; Р1, - редукторы; Ф1, Ф2 - фильтры и т. д. Маркировку трубы на принципиальной схеме пневмопитания не указывают, ее приводят на схеме внешних соединений. Перечень пневмоаппаратуры приводится в виде таблицы, как и на принципиальной схеме электропитания.

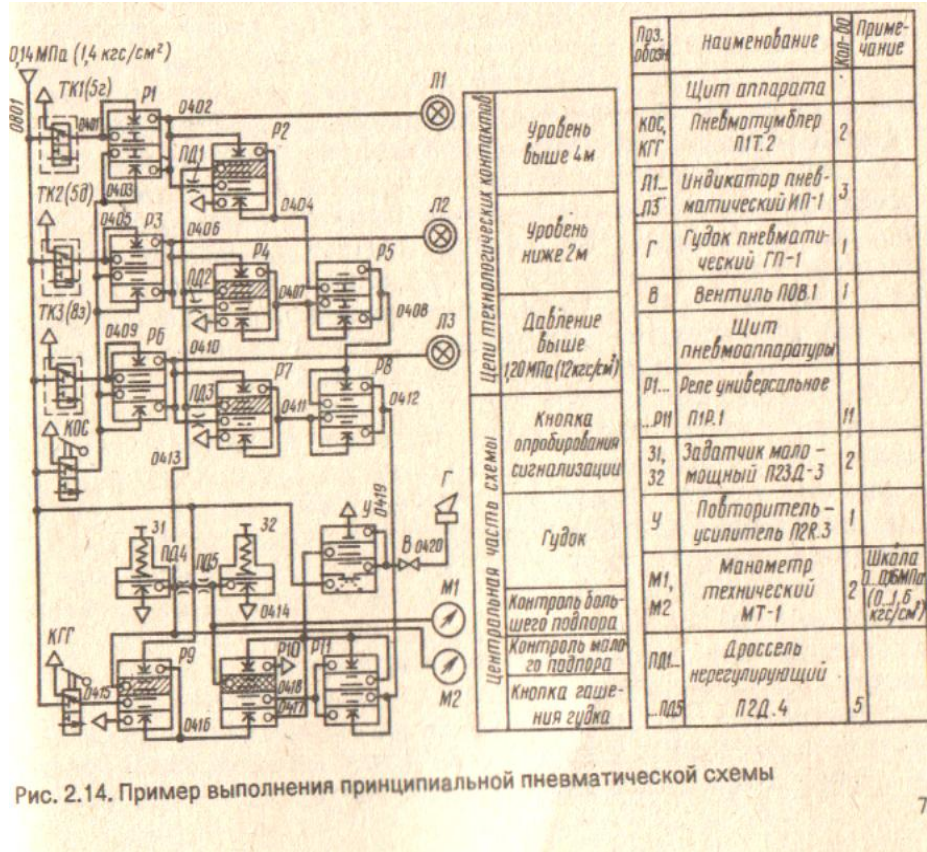


Рис. 2.14. Пример выполнения принципиальной пневматической схемы

Раздел 6 Разработка общего вида щита и вида щита на внутренние плоскости.

Выбор типа и конструкции щитов определяется в первую очередь их эксплуатационным назначением. На стадии выбора конструкции и размеров щитов должны быть известны не только общая структура системы управления, но также объем и характеристики комплекса технических средств, распределение функций между оператором и автоматическим управляющим устройством. В качестве местных щитов для размещения на них местных приборов и вспомогательной аппаратуры часто используют малогабаритные щиты.

При проектировании щитов и пультов необходимо использовать средства контроля и управления и так размещать их, чтобы обеспечить оператору наилучшие условия восприятия информации и манипулирования органами управления

Приборы и аппаратуру на щите необходимо компоновать в соответствии с ходом процесса слева направо, начиная от начальных стадий и кончая завершающими для данной установки или процесса. Если проектируются многосекционные щиты, то каждая секция должна соответствовать какому-либо звену технологической установки, агрегату, определенной стадии процесса либо объединять группу приборов, предназначенных для той или иной операции контроля или управления. Следует избегать совместной установки в пределах одной секции электрических приборов и приборов, к которым подводятся трубки, заполненные жидкостью.

Приборы и аппаратуру в пределах одной секции обычно размещают симметрично (при отсутствии на фронтальной плоскости мнемосхемы). На пультах, где сосредоточена однотипная аппаратура управления, рекомендуется несимметричное расположение с приданием характерных компоновочных признаков, облегчающих запоминание принадлежности аппаратуры к тому или иному управляемому объекту. При этом приборы контроля и органы управления целесообразно располагать в одинаковом порядке.

Применительно к условиям наилучшего восприятия информации оператором и манипулирования органами управления в практике проектирования пультов и щитов выявлены оптимальные зоны размещения разнотипной аппаратуры. Так, для операторов в положении "стоя" оптимальная зона зрительного наблюдения находится на высоте 1300-1650 мм, оптимальная зона для размещения органов управления - 1100-1440 мм, а в положении "сидя" эти величины соответственно равны 835-1300 и 700-835 мм. В горизонтальной плоскости оптимальный угол обзора без поворота головы составляет 30-40°, допустимый 60°; в вертикальной плоскости 0-30° вниз от горизонтальной оси зрения, допустимый - 30° вверх и 40° вниз. Рабочее место оператора должно обеспечивать угол обзора в горизонтальной плоскости 50-60° (допустимый 90°), в вертикальной - 30° вверх и 40° вниз от оси зрения.

По высоте щитов принято располагать аппаратуру в несколько рядов, как правило, в два-три ряда. Допускается четыре ряда в диапазоне 700-2100 мм. Из этого диапазона рекомендуемым является 900-1900 мм, а на высоте 1900-2200 мм целесообразно располагать только надпись, определяющую название щита. При наличии приставного пульта аппаратуру на щите монтируют выше уровня пульта (более 1100 мм).

Компоновка приборов и аппаратуры на фасадной стороне щитов и пультов должна также обеспечить необходимые условия для коммутации электрических проводок и размещения трубных линий на тыльной стороне щита или пульта и их крепления. Минимальные расстояния между отдельными элементами на фасадной стороне щита составляют 40-80 мм, а между приборами и боковыми стенками щита - 100 мм)ти расстояния должны учитывать также необходимость установки рамок для надписей под приборами или справа от них, за исключением встраиваемых в мнемосхему.

Показывающие приборы и сигнальную арматуру монтируют на высоте 800-1900 мм для полногабаритных щитов без пульта. При наличии пульта (только для полногабаритных щитов) этот размер - составляет 950-1900 мм. Регистрирующие приборы на оперативных щитах размещают на высоте 900-1800 мм (с пультом 1100-1800 мм), на неоперативных - на высоте 700-1800 мм. Регулирующие приборы при установке их на фасаде щита размещают на высоте 900-1900 мм (с ом ИОО-1700 мм), а оперативную аппаратуру контроля и управления (переключатели, ключи, кнопки управления, панели дистанционного управления) - на высоте 800-1600 мм, индикаторы положения и сигнальные приборы - на высоте 1000-1600 мм.

Мнемосхему можно размещать на щитах на высоте 700-1800 мм, при наличии пульта 1000-1900 мм.

Тема 6.1 Размещение аппаратуры на внутренних плоскостях щитов.

На внутренних плоскостях щитов размещают вспомогательную неоперативную аппаратуру (реле, трансформаторы, источники питания, панели с выключателями и предохранителями, фильтры, редукторы), а также регуляторы и функциональные блоки пневмоавтоматики. На пультах вспомогательную аппаратуру не монтируют. На поворотных рамах в каркасных щитах устанавливают вспомогательную электроаппаратуру. Аппаратуру, требующую подключения трубной проводки, на поворотных рамах не размещают.

Для установки вспомогательной аппаратуры также используют боковые и задние стенки шкафов щитов. Крепление аппаратуры осуществляют с помощью специальных кронштейнов, скоб, угольников и других конструктивных элементов.

Компоновку электро- и пневмоаппаратуры и установочных изделий внутри щитов и штативов выполняют с учетом конструктивных особенностей этих изделий и обеспечения удобства их монтажа и эксплуатации.

При совместной установке электро- и пневмоаппаратуры электроаппаратуру следует располагать в левой части, пневмоаппаратуру - в правой части с монтажной стороны щита.

Размещение приборов, аппаратов и установочных изделий на разных плоскостях щита не должно ухудшать их монтаж и эксплуатацию. Для удобства эксплуатации и соблюдения техники безопасности рекомендуется аппаратуру устанавливать на таких расстояниях (в мм) по высоте от основания (опорной рамы): трансформаторы, источники питания, пускатели, аппаратура освещения щита, звонки громкого боя, ревуны 1700-2000; регуляторы, функциональные блоки, элементы аналоговой и дискретной техники, реле, преобразователи 600-1900; выключатели, предохранители, розетки, автоматы 700-1700; манометры 700-1600; аппаратура пневмопитания (фильтры, редукторы, запорная арматура) 300-700; сборки коммутационных зажимов 350-1900; переборочные соединители 300-800, воздушный коллектор 250-500.

Аппараты и приборы рекомендуется группировать по принадлежности к системам измерения, управления, сигнализации и т. л., а внутри групп - по роду тока и значению напряжения, соблюдая при этом основные правила техники безопасности.

Направления электрической и трубной проводок выбирают при разработке чертежа общего вида щита и показывают на виде на внутренние плоскости. При этом необходимо учитывать, что провода и трубы могут прокладываться как открыто (жгутами или пакетами), так и в коробах.

Тема 6.2 Оформление документации на изготовление щитов и пультов

Документация на изготовление щитов и пультов оформляется в виде задания и содержит в качестве основных документов виды на фронтальную и внутренние плоскости

щита и пульта, а также схемы соединений внутрищитовых проводок (монтажные схемы щита). Последние могут быть выполнены одним из трех методов: графическим, адресным или табличным.

Графический метод) заключается в том, что на схеме соединений непрерывными или прерывистыми линиями показывают соединительную проводку как одиночную, так и объединенную в пакеты или жгуты. В местах ее присоединения к выводам приборов и аппаратов проставляют маркировку цепи, выполненную в соответствии с принципиальными схемами или схемой соединений и подключений внешних проводок.

Адресный (встречный) метод состоит в том, что соединительную проводку показывают в виде отрезков непрерывной или прерывистой линии, один конец которой соединен с изображением вывода прибора или аппарата, а на втором проставлен трех- или двухчисловой адрес его присоединения. При этом первый включает маркировку цепи, номер (обозначение) прибора или аппарата, номер вывода, а во втором - отсутствует номер вывода.

Табличный метод характеризуется тем, что вместо схемы составляют таблицу соединений. В эту таблицу по определенной форме записывают адреса внутрищитовых проводок.

Чертеж общего вида щита

В чертеж общего вида единичного щита входят вид спереди на фронтальную плоскость, вид на внутренние плоскости, технические требования, таблица надписей на табло и в рамках, перечень составных частей, основная надпись и дополнительные графы. Кроме этого, при необходимости допускается также помещать на нем другие изображения (виды, разрезы), а также другие таблицы (условных обозначений, символов мнемосхемы и т. д.). Все таблицы на чертеже имеют сквозную нумерацию.

Чертеж общего вида составного щита содержит вид спереди на фронтальную плоскость, перечень составных частей, основную надпись и дополнительные графы.

Чертежи общих видов щитов изображают в масштабах 1 : 10 для единичного и 1:25 для составного. Другие масштабы при необходимости (для вырезов, узлов крепления и т. д.) используют в установленном порядке и проставляют над изображением узла. Все приборы и средства автоматизации показывают упрощенно в виде внешних очертаний. Всем шкафам, стойкам, корпусам пультов, вспомогательным элементам, рамам, приборам и средствам автоматизации, аппаратуре и монтажным изделиям, устанавливаемым на фасадах щитов и внутри них (составным частям щита), присваивают номера позиций, начиная с цифры 1 в порядке записи их в перечень составных частей. Номера позиций наносят на полки линий-выносок.

Вид спереди на фронтальную плоскость содержит изображения приборов, средств автоматизации и элементов мнемосхемы с простановкой габаритных размеров щита и размеров, координирующих установку всех приборов и средств автоматизации. Размеры по вертикали проставляют от нижнего края панели (столешницы), принимаемого за базу, по горизонтали - от вертикальной оси симметрии панели или, столешницы. Под обозначением позиции приборов и аппаратуры указывают обозначения установочных чертежей (типовых монтажных). При отсутствии их разрабатывают

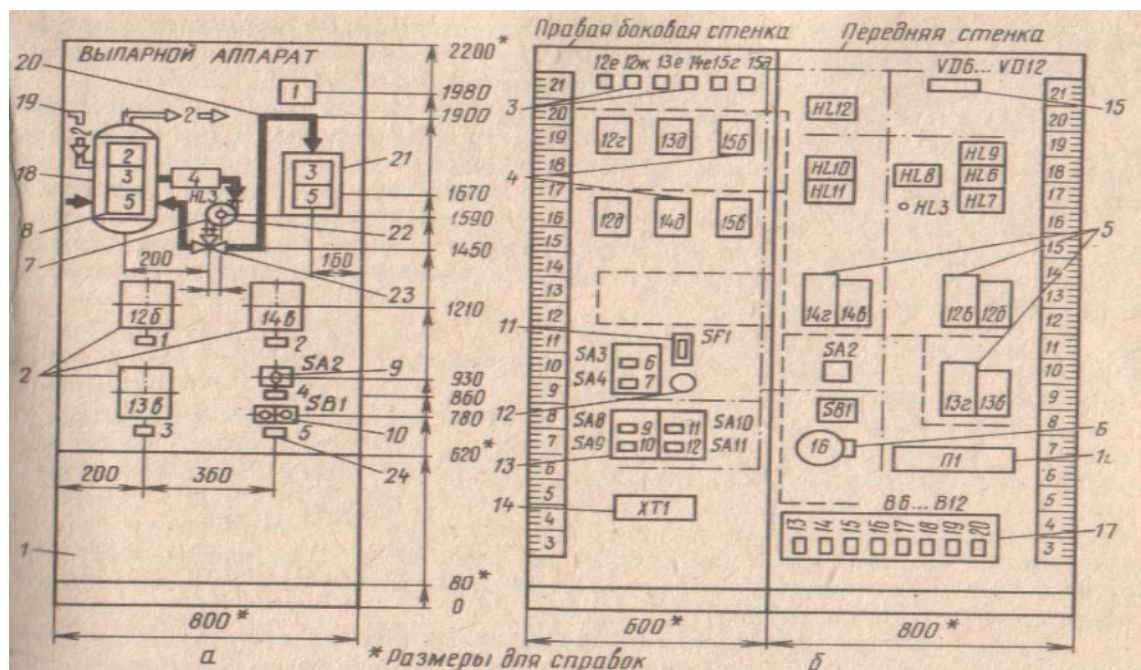


Рис. 2.22. Пример выполнения чертежа единичного щита:
а – вид спереди; б – вид на внутренние плоскости

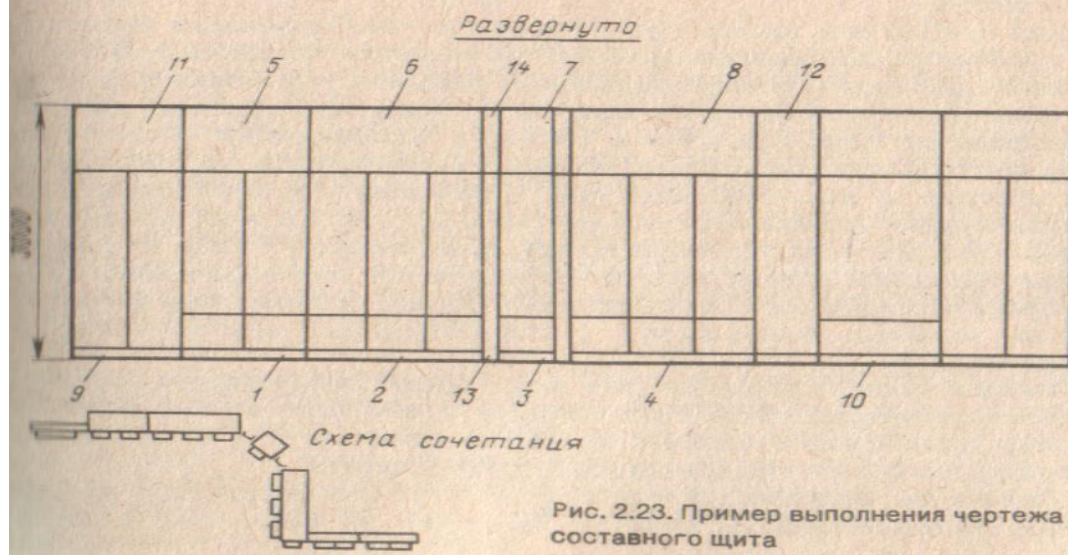


Рис. 2.23. Пример выполнения чертежа составного щита

Если для шкафных щитов предусмотрен ввод проводок сверху, на поле чертежа (вид спереди) размещают вид на крышку щита с указанием необходимых размеров.

На фронтальной плоскости составного щита приборы и средства автоматизации не изображают. Вид спереди на составной щит, имеющий сложную (не прямолинейную) схему сочетания, узлов; но показывают в развернутом виде и снабжают надписью "Развернуто". Выполняют также схему сочетания составных частей такого щита. На виде спереди составного щита проставляют общие габаритные размеры; при этом габаритные размеры единичных щитов, входящих в составной, не указывают.

Вид на внутренние плоскости щита содержит над изображением щита заголовок "Вид на внутренние плоскости (развернуто)", так как все боковые стенки, поворотные рамы, находящиеся в разных плоскостях, показывают в плоскости чертежа. На передних, боковых стенках, поворотных рамах изображают установленные на них приборы, аппараты, блоки зажимов, рейки для размещения аппаратов, а также потоки электрических и трубных проводок. Вертикальные жгуты, прокладываемые в стойках щитов шкафных,

панельных с каркасом и штативом, не показывают. На стойки условно наносят дециметровые шкалы, служащие для координации аппаратуры по вертикали.

Жгуты электропроводок изображают сплошной основной линией, измерительных цепей (при необходимости прокладки их отдельно) - штрихпунктирной линией, потоки трубных проводок - штриховой линией, экранированные кабели - основной линией в окружении штриховкой.

Для приборов и аппаратуры, которые не изображены на фронтальной плоскости, показывают позиции по перечню составных частей, а для всех приборов и аппаратов, блоков зажимов указывают позиционные обозначения, которые наносят на изображение прибора, над ним или справа от него. При этом в качестве позиционного обозначения принимают следующие: для приборов - позиции по спецификации; для электро- и пневмоаппаратуры - позиции по принципиальным электрическим и пневматическим схемам; для блоков зажимов - обозначение ХТ и порядковый номер, присвоенный блоку на данном чертеже; сборкам переборочных соединителей для командных трубных проводок - букву П и порядковый номер, присвоенный сборке на данном чертеже. Аппаратуру, устанавливаемую внутри щита, не координируют.

Технические требования помещают над основной надписью на листе с изображением вида спереди и в общем случае содержат размеры для справок. При необходимости могут указываться и другие данные.

Таблица надписей на табло и в рамках снабжается тематическим заголовком "Надписи на табло и в рамках". Каждой надписи присваивается номер и проставляется внутри контура табло или рамки слева направо, сверху вниз, вначале на табло, затем в рамках. Надписи должны быть лаконичными с учетом размеров табло и рамок и применяемого шрифта.

Перечень составных частей составного щита состоит из разделов "Сборочные единицы" и "Стандартные изделия".

Перечень составных частей единичного щита содержит разделы: "Детали", "Стандартные изделия", "Прочие изделия", "Материалы". В "Детали" включают нетиповые детали для установки приборов и аппаратуры внутри щитов (рейка, плата и т. д.); в раздел "Стандартные изделия" - щитовые конструкции (шкаф, панель с каркасом, са и т. д. Раздел "Прочие изделия" содержит приборы, аппаратуру и монтажные изделия по группам:

- приборы и средства автоматизации - в порядке включения их в заказные спецификации (по возрастанию номеров позиций);

- электроаппаратура по функциональным группам - аппаратура управления (ключи, переключатели, кнопки), сигнальная арматура, реле, аппаратура питания (трансформаторы, выпрямители, автоматы, выключатели);

- монтажные изделия - изделия для электромонтажа (щитки питания, блоки зажимов, упоры, перемычки), изделия для монтажа трубных проводок (щитки пневмопитания, трубопроводная арматура, соединители переходные, переборочные, тройниковые для подключения к приборам и т. д.), рамки для надписей. Элементы для оконцевания и маркировки проводок в перечень составных частей не включают, а выбираются заводом-изготовителем самостоятельно.

При заполнении графы "Наименование" технические характеристики приборов и средств автоматизации не указывают, однако обязательно приводят тип, модификацию и обозначение исполнений прибора. В графе "Примечание" для всех приборов, электроаппаратуры, щитков пневмопитания, трубопроводной арматуры указывают обозначение установочного чертежа (типовых монтажных чертежей) или чертежей, разработанных в данном проекте.

Таблицы для монтажа электрических проводок

Данные таблицы составляют взамен разрабатываемых монтажных схем щитов. Монтаж электрических трубных проводок выполняют на основе таблиц соединения и

подключения проводок, в которых приводят сведения о проводках, а также адреса их присоединения.

Таблицы снабжают тематическими заголовками "Соединение проводок" и "Подключение проводок". Каждую таблицу начинают с нового листа. Таблица "Соединение проводок" обязательна, таблица "Подключение проводок" может не разрабатываться при незначительных потоках электрических и трубных проводок. При заполнении таблиц соединений может быть использован или метод непрерывности цепи или метод возрастания номеров маркировки цепей. Вначале указывают проводки, прокладываемые по передней стенке, затем последовательно - по левой и правой боковым стенкам. Для каждой плоскости при использовании метода непрерывности цепи записывают проводки в порядке, соответствующем расположению приборов и аппаратуры (на виде с внутренней стороны) слева направо и сверху вниз. Первыми записывают проводки общих цепей (фазные и нулевые провода и т. д.), затем - остальные, кроме перемычек, выполняемых непосредственно на аппаратах, далее - проводники, используемые для заземления приборов, и последними - перемычки на аппаратах. Для боковых стенок после указанных проводок записывают проводки, идущие на переднюю стенку, затем - на другую боковую. При использовании метода возрастания номеров маркировки цепей в таблицу записывают проводки, руководствуясь только номером маркировки цепей по принципиальным схемам.

Все трубные проводки, прокладываемые в щитах, изображают графическим методом на чертеже общего вида единичного щита как фрагмент вида на внутренние плоскости. Таблицы соединений для этих проводок не выполняют.

Спецификация щитов и пультов. Она состоит из двух разделов "Щиты и пульта" и "Аппаратура и приборы, поставляемые комплект со щитами и пультами".

Раздел 7 Внешние электрические и трубные проводки

Тема 7.1 Проектирование электропроводок

Электропроводка в соответствии с правилами устройств электроустановок (ПУЭ) представляет собой совокупность проводов и кабелей с носящимися к ним креплениями, поддерживающимися и защитными конструкциями. В системах автоматизации различают внутреннюю и внешнюю как электрическую, так и трубную проводку. Причем под первой понимают внутрищитовые, а под второй - внешнещитовые связи, т.е. связи щита с внешними приборами, аппаратурой источниками питания, а также между секциями одного щита.

Проектирование внешних электрических и трубных проводок осуществляют при разработке схем и чертежей этих проводок, которая ведется на основании схем автоматизации, принципиальных схем, схем питания, а также в соответствии с ПУЭ и руководящими материалами ведущих проектных организации. Разработке схем и чертежей должно предшествовать определение мест установки отборных устройств, регулирующих органов, местных приборов, щитов и пультов.

При проектировании электропроводок систем автоматизации. Последовательно выбирают способ выполнения их, техническую характеристику провода или кабеля (марка, площадь сечения и число жил кабеля или проводов в одном защитном устройстве) защитные и поддерживающие конструкции. В электропроводках систем автоматизации используют установочные изолированные и термоэлектродные провода, силовые кабели.

Установочные изолированные провода состоят из двух конструктивных элементов: токоведущей жилы (алюминиевой, алюминиевой или медной) и изоляции (полихлорвиниловой или резиновой). Термоэлектродные (компенсационные) провода применяют для отвода свободных концов термопар в зону с известной постоянной температурой или для непосредственного присоединения свободных концов термопары к зажимам потенциометра или милливольтметра. Термоэлектродные провода могут быть изготовлены из тех же материалов, что и термоэлектроды термопары, а в случае высокой стоимости последних из материалов, имеющих в диапазоне температуры 0-100⁰с термоэлектрическую характеристику, аналогичную характеристике термопары.

Кабели состоят из следующих конструктивных элементов: токоведущих жил, их изоляции, оболочки и защитного покрова. Токоведущие жилы изготавливают из алюминия или меди. В марках кабелей с алюминиевыми жилами на первом месте стоит буква А, в марках кабелей с медными жилами буква отсутствует. Вторая буква марки кабеля соответствует назначению кабеля: наличие буквы К означает, что кабель контрольный, отсутствие буквы что кабель силовой.

Изоляция жил кабеля может быть поливинилхлоридной (В), полиэтиленовой (П), резиновой (Р), бумажной, а так же из самозатухающего полиэтилена (По) Оболочки кабелей предназначены для защиты изоляции жил от воздействия влаги, света, разрушающих химических веществ а также для предохранения ее от механических повреждений. Чаще всего оболочки изготавливают в виде сплошной трубы из поливинилхлоридного пластика (В), негорючей шланговой резины свинца (С) или алюминия (А), накладываемой на кабель. Кабели могут быть также без защитной оболочки и со стальной гравированной оболочкой (Ст). В скобках приведены буквы которые в марке кабеля соответствуют определённому виду оболочки, причем соответствующая прописная буква является четвёртой в марке кабеля. Для защиты от наводок контрольный кабель может иметь под оболочкой экран из медной или алюминиевой фольги. В этом случае марка кабеля заканчивается буквой Э.

Весьма разнообразные по конструктивным особенностям защитные покровы предохраняют оболочки кабелей от механических повреждений, коррозии. Наиболее

распространены следующие типы защитных покровов: без брони (голый) Г, без брони, но с общим экраном ГЗ, с бронёй из двух стальных лент с наружным покровом Б с бронёй из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием БГ, с бронёй из двух оцинкованных стальных лент без противокоррозионного покрытия БГЦ, с бронёй из одной профилированной стальной оцинкованной ленты без подушки и наружного покрова ББГ, с бронёй из круглых оцинкованных стальных проволок с наружным покровом К, с бронёй из плоских оцинкованных проволок со шлангом из поливинилхлоридного пластика без подушки ПБШв. Приведённые буквенные обозначения защитных покровов в марке кабеля проставляются последними.

Контрольные кабели могут иметь от 4 до 61 жилы сечением от 0,75 до 6 мм² для медных и от 2 до 10 мм² для алюминиевых и предназначены для работы в цепях напряжением до 660 В переменного или до 1000В постоянного тока. Силовые кабели используются в цепях, имеющих значительно большее напряжение и силу тока, однако в системах автоматизации даже в силовых цепях, обычно не применяются напряжения выше 660В. Силовые кабели выпускаются с одной, двумя или тремя основными жилами, а также могут иметь дополнительную заземляющую или зануляющую жилу меньшего сечения.

В АСУ ТП в качестве физической среды для передачи данных используют телефонные и радиочастотные кабели с витыми парами, коаксиальные и волоконно-оптические кабели.

Выбор кабелей и проводов

При проектировании электропроводок систем автоматизации выбор кабеля и проводов часто разделяют на выбор материала токоведущей жилы, изоляции жил проводов, кабелей и их оболочки, защитного покрова кабеля, площади сечения токоведущих жил, числа жил кабеля или проводов в одном защитном устройстве.

Выбор материала токоведущей жилы

Определение марки кабеля или провода начинают с выбора материала токоведущей жилы. В целях экономии меди для электропроводок систем автоматизации рекомендуется использовать кабели и провода с алюминиевыми жилами. В цепях термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей; в цепях измерения, управления, питания и сигнализации (в том числе в цепях телемеханических устройств) напряжением до 60 В при площади сечения жил проводов и кабеля до 0,75мм² (диаметр до 1мм); во взрывоопасных (в зонах классов В-1 и В-1а) и передвижных установках, для питания переносного электрооборудования и в установках, подверженных вибрации в электропроводках систем автоматизации электростанций с генераторами мощностью более 100 МВт (за исключением химводоотчистки, очистных, инженерно-бытовых и вспомогательных сооружений, а также пусковых котельных) в электропроводках систем автоматизации зрелищных предприятий, студий радио- и телевизионных центров, прокладываемых на сцене, в технических аппаратных чердачных помещениях, пространстве над потолком (включая подвесной потолок зрительного зала), зрительных залах на 800 мест и более; в электропроводках систем автоматизации в музеях, картинных галереях, библиотеках, архивах и других хранилищах союзного значения; в открытых электропроводках в чердачных помещениях со сгораемыми конструкциями применяют кабели и провода с медными жилами. Для достижения повышенной гибкости электропроводки (например передвижных установок и т.п.) используют провода с гибкими жилами. Все отклонения от указанных требований, в том числе и возможность применения в измерительных цепях приборов и средств автоматизации кабелей и проводов с алюминиевыми и алюмомедными жилами (при необходимости), допустимы только при условии согласования их с заводами изготовителями приборов и средств автоматизации.

Выбор изоляции жил проводов, кабелей и их оболочки

Этот выбор проводят, учитывая прежде ВСЕГО способ прокладки электропроводки и характеристику окружающей среды, связанную с температурными условиями эксплуатации электропроводок и влиянием химически активных веществ, содержащихся в воздухе помещения, на электротехнические материалы изоляции оболочки.

Кабели электропроводок систем автоматизации должны иметь изоляцию жил типа В или Р и оболочку типов В,Н,С или А. Не допускается применение кабелей с горючей полиэтиленовой изоляцией и оболочкой. При этом следует учитывать, что кабели с резиновой изоляцией жил применяют при температуре окружающей среды не выше 50°C и температуре жил не выше 65°C. В помещениях с агрессивной средой применяют кабели с химически стойкой оболочкой, чаще всего поливинилхлоридной.

Выбор защитного покрова кабеля.

В производственных помещениях для прокладки на кабельных конструкциях и лотках при отсутствии опасности механических повреждений применяют небронированные кабели.

При наличии опасности механических повреждений и невозможности выполнения надежной механической защиты небронированных кабелей для прокладки на кабельных конструкциях и лотках в производственных помещениях применяют бронированные кабели без горючих защитных покрытий.

Выбор площади сечения токоведущих жил.

Этот выбор осуществляется по максимально допустимой токовой нагрузке и механической прочности с проверкой при необходимости по потере напряжения или допустимому сопротивлению измерительных цепей. Минимально допустимые площади сечения жил кабелей и проводов по условиям механической прочности составляют:

1. в цепях напряжение до 60В-не менее 0,2 мм² (диаметр 0,5мм) для медных жил;
2. в цепях напряжением выше 60В-не менее 0,35 мм² для многопроволочных медных; 0,5 мм² для однопроволочных медных; 2мм² для алюминиевых; 1,5 мм² для алюмомедных жил;
3. для прокладки в пластмассовых и стальных защитных трубах (в металлических рукавах) -не менее 1мм² для алюминиевых;
4. во взрывоопасных и пожароопасных зонах не менее 1 мм² для алюминиевых жил (алюмомедные жилы не используются).

Площадь сечения жил гибких питающих кабелей должна быть не менее 0,75 мм². Для выбора площади сечения жил электропроводок систем автоматизации пользуются формулой

После Выбора площади сечения жил для измерительных цепей подсчитывают их сопротивление. Оно должно быть меньше или равно его паспортному значению.

Выбор числа жил кабелей и проводов в одном защитном устройстве

При выборе учитывают преобладающую роль экономических факторов и допустимость совместном прокладке цепей разного назначения. В целях экономии стремятся объединять в одном защитном устройстве проводки разного назначения включая цепи управления, измерения сигнализации постоянного тока, а также цепи питания электроприёмников небольшой мощности.

Исключение составляют измерительные цепи пирометрических и других приборов автоматического контроля, в которых помехи от влияния цепей другого назначения или которые по требованию, заводов-изготовителей прокладывают отдельно. Не объединяют также взаимнорезервируемые цепи питания и управления, ответственные цепи систем автоматизации установок пожаротушения и стационарно прокладываемые цепи освещения шкафов ШИТОВ напряжением до 42 В.

Если в конструкциях заводов-изготовителей отсутствует указание на возможность совместной прокладки цепей разного назначения, то следует учитывать

помехи, возникающие при совместной прокладке цепей разного назначения, которые увеличивается с ростом длины проложенных линии. Наиболее сильные помехи возникают в приборах ферродинамической и дифференциально-трансформаторной системы передач. Линии идущие от термопар и термометров сопротивления, практически не имеют взаимного влияния.

При прокладке проводов в защитных трубах, коробах или пучками на лотках рекомендуется предусматривать резервные провода в размере 10 % числа рабочих жил, но не менее одного. Сечения резервных жил контрольных кабелей выбирают следующим образом: для медных кабелей - одна резервная жила при числе 8-26; две - три при 27-59; три при 60-105; для алюминиевых и алюмомедных кабелей - одна при 4-10; две при 14-37; три при 52-61. При прокладке группы кабелей, относящихся к одной системе автоматизации, в одном направлении рекомендуется число резервных жил определять по суммарному числу жил этих кабелей. Для соединения и разветвления кабелем в целях увеличить число жил в многожильных кабелях используют соединительные коробки с установленными внутри них клеммными зажимами, а для разветвления и протяжки проводов и кабелей, прокладываемых в стальных трубах, электрофитинги протяжные и ответвительные коробки.

Тема 7.2 Проектирование трубных проводок

Трубная проводка системы автоматизации представляет собой совокупность труб и трубных кабелей с относящимся к ним соединительными и присоединительными устройствами, креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями, трубные проводки классифицируются в зависимости от места прокладки на наружные и внутренние. По назначению они делятся на импульсные, передающие импульсные от отборные к чувствительным элементам

приборов и средств автоматизации (например, от приборов отбора давления к манометру); командные, передающие командные импульсы от передающих к приемным элементам приборов и средств автоматизации (например пневмолиния от регулятора к исполнительному механизму); питающие подводящие жидкости или газ для питания приборов и средств автоматизации (например, коллекторы сжатого воздуха) выбросные или сливные, отводящие отработанные жидкости или газы; обогревающие и охлаждающая подводящие и отводящие теплоносителем или охлаждающие среду для обогрева или охлаждения элементов и устройств систем автоматизации; продувочные, подводящие инертные, вещества к импульсным проводкам. При проектировании трубных проводок вначале выбирают вид труб, а затем способ их прокладки.

Выбор труб.

Трубы для трубных проводок систем автоматизации выбирают в зависимости от назначения трубопровода, давления, температуры и химических свойств вещества, заполняющего трубопровод, а также условий окружающей среды. Наиболее часто в системах автоматизации используют стальные водогазопроводные и бесшовные, медные, алюминиевые, а также пневматические кабели. Трубные проводки всех назначений, за исключением командных линий пневмоавтоматики, обычно выполняют из углеродистых сталей. Причем стальные бесшовные трубы не применяют в установках где могут быть использованы водогазопроводные трубы. Последние предпочтительнее для внутренних и наружных проводок всех назначения при условном давлении до 1,6 МПа и температуре до 175 °С (для оцинкованных до 100°С). Для более высоких давлений и температур используют бесшовные трубы из углеродистых легированных систем.

Допустимое рабочее давление и температуру определяют в зависимости от марки стали и конструктивных размеров трубы. В тех случаях когда трубы из углеродистых и легированных сталей не могут быть применены ввиду агрессивных

сред или необходимости сохранения чистоты продукта, трубные проводки выполняют бесшовными трубами из цветных металлов или пластмассы.

В качестве командных линий пневмоавтоматики обычно применяют пластмассовые трубы, пневматические и пневмоэлектрические кабели.

Пластмассовые трубы и пневмокабели могут использоваться и для трубных проводок другого назначения в допускаемых интервалах температуры и давления при условии стойкости пластмассовых труб к соответствующим средам.

При температуре окружающей среды $-10...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ можно применять полихлоридные трубы, при $-40...+60$ - пневмокабели, при $2-60...+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ - полиэтиленовые трубы. Однако с повышением температуры механические характеристики пластмассовых труб резко падают. Другие ограничения в применении пластмассовых труб связаны с такими недостатками их, как невысокая механическая прочность, горючесть, особенно полиэтиленовых труб, большим коэффициент линейного расширения, подверженность порчи грызунами, нестойкость к нефти, нефтепродуктами прямому солнечному свету. Поэтому пластмассовые трубы и, пневмокабели не применяют в жарких помещениях и условиях тропического климата, системах автоматического и дистанционного управления аппаратами пожаротушения и пожарной сигнализации устройствах аварийной вентиляции и перекрывающих задвижек пожаро- и взрывоопасных помещениях и на наружных установках. В остальных случаях использование пластмассовых труб по сравнению с металлическими обеспечивает ряд преимуществ: коррозиестойкость и, следовательно, отсутствие необходимости окраски и загрязнения воздуха пневмолиний продуктами коррозии; малый коэффициент теплопроводности, стойкость к вибрациям, сотрясениям и действию агрессивных сред; малая масса; большая строительная среда; простота выполнения монтажных работ. Упрощению

технологии и снижению стоимости монтажных работ способствует также применение пневмокабелей вместо пластмассовых труб.

Для предотвращения старения под действием солнечного света полиэтиленовые трубы окрашивают газовой сажей в чёрный цвет. Поливинилхлоридные трубы могут быть окрашены в 12 цветов. Выбор защитных покрытий пневмокабелей аналогичен таковому для электрических кабелей. Трубные проводки из цветных металлов применяют только в крайнем случае, когда использование любых других труб невозможно. Медные трубы служат для импульсных и командных проводок при условном давлении до 6,4 МПа и температуре среды до 250°C (в частности их используют для командных линий пневмоавтоматики). Резиновые трубы применяют для подключения к приборам, измеряющим разрежения и малые давления. Алюминиевые трубы используют для трубных проводок при наличии сред, по отношению к которым алюминий наиболее стойкий преследующих параметрах

Выбор диаметра труб при проектировании трубных проводок осуществляют исходя из существующего сортамента труб и назначения трубных проводок. Диаметр труб для командных и импульсных проводок выбирают с учётом динамических свойств линии в передаче сигнала (о выборе диаметра командных линий пневмоавтоматики), а также возможности засорения проводок. Диаметр труб для питающих и выбросных (сливных) трубных проводок выбирают с целью получить необходимый расход среды.

Диаметр обогревающих и охлаждающих проводок может быть определён путем тепловых расчётов; из условий получения допустимых температурных режимов работы элементов и устройств средств автоматизации. В продувочных линиях, подводящих инертные газы к импульсным проводкам, при выборе диаметра добиваются того, чтобы эти линии создавали сопротивление в несколько сотен раз больше сопротивления импульсных линий на участке к которому подключаются продувочные проводки.

В системах автоматизации трубные проводки выполняют из труб с толщиной стенки не менее 1 мм. Для большинства импульсных трубных проводок в тех случаях,

когда измеряемой или транспортируемой средой являются газ, пар или жидкость, в соответствии с нормативными рекомендациями в качестве импульсных используют водогазопроводные трубы с условным диаметром 8, 15, 20, 25 мм (при измерении расхода уровня восьмью миллиметровые трубы не применяют), если давление не превышает 1,6 МПа и температура 175°C, для больших давлений и температур импульсные проводки при измерении давления выполняют из бесшовных труб размера 10 на 2 мм, 14 на 2 мм. В других случаях толщину стенки труб выбирают в зависимости от наружного диаметра и условного давления на основании расчетов на прочность.

Выбор способа прокладки труб

Трубные проводки, как правило, бывают прокладывают открыто, однако возможна и скрытая прокладка пластмассовых труб и небронированных пневмокабелей при условии, если в них не содержится токсичные взрывоопасные и легковоспламеняющиеся среды. При скрытой прокладке металлических труб дополнительно должна быть обеспечена возможность осмотра и ремонта трубных проводок без нарушения строительных частей зданий и сооружений.

Такие же требования предъявляются к трубам, содержащим перечисленные вещества даже при открытой прокладке.

Различают одиночные и групповые трубные проводки, причем последние чаще выполняются готовыми каркасными или бескаркасными блоками. Одиночные трубы проводки прокладывают открыто на стойках, опорных кронштейнах, подвесках или непосредственно по остальным, бетонным и кирпичным основаниям, за исключением труб из коррозионностойкой стали, алюминиевых сплавов и пластика. Групповые проводки (каркасные на мостах или бескаркасные) прокладывают открыто на опорных металлических конструкциях или тросах. Пластмассовые трубы прокладывают в коробах или путем подвески теми же способами, что и электрокабели, а также подвешивают на тросах.

Трубные проводки, как правило, прокладывают отдельно от электрических. Исключение составляют только металлические и пластмассовые трубные проводки, заполненные негорючими жидкостями парами, инертными газами при температуре 0...120°C и давлении до 0,6 МПа, которые можно прокладывать с электропроводками искробезопасными цепями.

Тема 7.3 Выполнение схем соединений и подключений внешних проводок.

Соединение и подключение внешних проводок в проектной документации могут быть выполнены графическим (в виде схем соединения и подключения) или табличным методами. Табличные формы документации из-за возможности перехода к автоматизированному проектированию с помощью ЭВМ предпочтительны, однако менее информативны.

Таблица соединений включает следующие колонки: кабель, жгут, труба; направление (откуда, куда); направление по чертежам расположения; кабель, провод (марка, число жил, сечение, длина); труба (марка, диаметр, длина); чертеж установки. Таблица подключения внешних проводок содержит такие колонки: кабель, жгут; проводник; вывод; адрес связи.

Схема соединений внешних проводок (рис. 2.28) представляет собой комбинированную схему, на которой показаны электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании вне щитов и на щитах, а также подключение проводок к приборам и щитам. Схему подключения внешних проводок выполняют отдельным документом только при наличии единичных многосекционных или составных щитов, большого числа соединительных коробок, групповых стоек приборов, когда подключение к ним затрудняет чтение схемы соединения. Допускается не выполнять схему подключения в

том случае, если подключения могут быть показаны на схеме соединения внешних проводов.

Схема соединения внешних проводов выполняется без масштаба и является чисто монтажной. Она содержит собственно схему, перечень монтажных материалов и изделий, примечание с перечнем относящихся чертежей.

В верхней и нижней частях схемы у поясняющих таблиц в принятом условном изображении, применяемом при выполнении СА, показывают отборные устройства, чувствительные элементы, исполнительные механизмы и другие элементы систем автоматизации, которые на СА наносят непосредственно на коммуникации или оборудование технологической схемы (см. рис. 2.7). В поясняющих таблицах, расположенных над или под изображением перечисленных элементов, указывают наименование технологического агрегата или аппарата, контролируемого или регулируемого параметра, среды, а также место установки, номер установочного чертежа и позицию по спецификации или обозначение по схемам приборов и средств автоматизации.

В средней части схемы в виде прямоугольника изображают щиты и пульты с указанием их наименования. Если щит многопанельный, то прямоугольник щита разделяют по вертикали на ряд меньших прямоугольников, каждый из которых относится к одной панели щита. В тех случаях, когда элементы систем автоматизации, встраиваемые в оборудование и трубопроводы или механически связанные с уже встроенными элементами, показывают только в верхней части схемы, прямоугольники щитов помещают в ее нижней части. Между изображениями щитов и отборных устройств, чувствительных элементов, исполнительных механизмов и т. п. помещают изображение соединительных коробок, датчиков, вторичных приборов и других элементов систем автоматизации, устанавливаемых по месту. На СА им соответствуют приборы и средства автоматизации, расположенные в прямоугольнике "Приборы по месту".

Электрические и трубные проводки между перечисленными приборами и устройствами систем автоматизации чертят на схеме сплошными линиями (толщиной 0,4-1 мм). Около каждой линии соответствующей электрической проводки указывают марку кабеля (провода), число жил, их сечение и, кроме того, длину кабеля или провода в метрах. Если кабель или провод прокладывают в защитной, то указывают тип трубопровода, его диаметр (если приводят

наружный диаметр, то дают и толщину стенки) и длину. Такие же данные проставляют у линий соответствующей трубной проводки. Перечисленные данные располагают по линии, изображающей проводку.

Короба для прокладки проводов, пластмассовых труб, пневмо- и электрокабелей показывают двумя тонкими сплошными линиями, которые наносят перпендикулярно изображению соответствующих проводов, причем линии, изображающие эти проводки, прерывают в месте изображения короба.

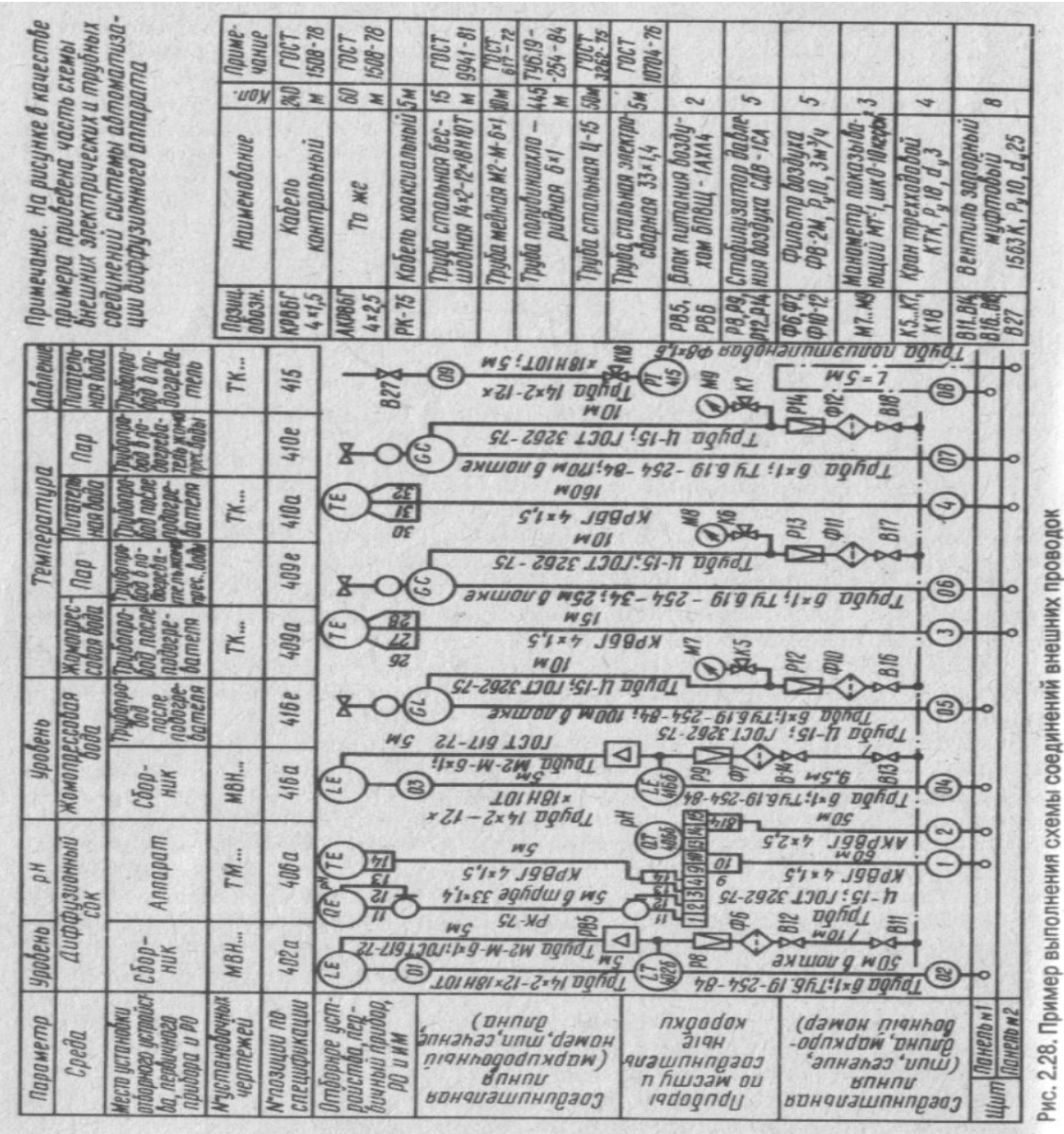
Электрическую проводку на схеме маркируют порядковыми номерами (1, 2, 3, ..., 101, 102, 103, ...) слева направо и сверху вниз. Причем кабелю или проводу, идущему от соединительной коробки или местного прибора к щиту, присваивают номер, следующий за последним номером кабеля или провода от датчика к соединительной коробке или местному прибору. Трубные проводки маркируют порядковым номером с нулем впереди (01, 02, 03, ..., 011, 012, 013,...). Защитные трубы отдельно не маркируют, а короба обозначают буквенно-цифровой маркировкой (1К, 2К, 3К,...). Номер короба, электрической или трубной проводки проставляют в кружке диаметром 8-10 мм в разрыве соответствующей линии.

Самостоятельную систему нумерации электрических и трубных проводов (начиная с 1 или 01) выполняют, как правило, в пределах цеха или системы взаимосвязанных щитов. При наличии нескольких аналогичных участков или агрегатов маркировка имеет двойное цифровое обозначение, первая часть которого соответствует номеру агрегата или участка (1-37, 3-068). В тех случаях, когда схемы соединения внешних проводов разных

панелей аналогичны, приводят схему только одной из них, о чем делают соответствующую запись в примечаниях.

Около изображений приборов средств автоматизации проставляют номер их позиции по спецификации или по принципиальной схеме, а соединительным и протяжным коробкам присваивают порядковые номера, которые указывают вместе с типом коробки. На изображении жил электрических и пневматических кабелей, проводов и пневмотруб, присоединенных к соединительным коробкам, электроприемникам и пневмоприемникам вне щитов, указывают маркировку цепей, взятую из принципиальных электрических и пневматических схем и монтажных схем щитов и пультов. Кроме того, должна быть показана заводская маркировка зажимов указанных электро- и пневмоприемников.

В перечне монтажных материалов и изделий, который располагают в верхней части чертежа над основной надписью, приводят электрические и пневматические кабели, провода, трубы, металлорукава, соединительные и протяжные коробки, краны, вентили и т. п. Короба, нитки, мосты и трубные блоки в перечень не вносят.



Раздел 8 Чертежи расположения проводок и оборудования

Монтажные чертежи внешних электрических проводок и трубных представляют собой поэтажные планы выполненные в соответствующем масштабе с необходимыми размерами и разрезами. На них указывают места монтажа электрических и трубных проводок, местных приборов и средств автоматизации, щитов и пульсов.

Особенно важное значение имеет этот чертеж при индустриальных методах ведения монтажных работ необходимым условием которых является изготовление в монтажно-заготовительной мастерской вне строительно-монтажной площадке максимально возможного числа монтажных блоков.

Наряду с электрическими и трубными проводками на этих чертежах показывают приемные и отборные устройства, исполнительные механизмы и регулирующие органы, устанавливаемые на технологическом оборудовании и трубопроводах и протяжные соединительные коробки приборы и средства автоматизации, размещаемые по месту

щиты и пульты. Все эти элементы, в том числе и потоки электрических и трубных проводок, координируют, исключение составляют только отборные устройства и первичные приборы встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы. Их координация проводится на соответствующих чертежах генерального проектировщика.

Приемные и отборные устройства, исполнительные механизмы и регулирующие органы на этом чертеже должны и иметь номер позиции по спецификации. Это же касается внешитовых приборов. У соединительных и протяжных коробок проставляют нумерацию, совпадающую с нумерацией их на схеме внешних соединений.

На свободном поле чертежа около изображений потоков электрических и трубных проводок в виде таблиц приводят номера кабелей, проводов в защитных трубах и трубных проводок по схеме внешних соединений, а также номера блоков или кабельной конструкции и чертежа крепления.

В спецификацию монтажных изделия и материалов, которая приводится на чертеже и имеет графы; обозначение, наименование количество, примечание, вносят трубные блоки, короба, мосты, лотки, кабельные конструкции, швеллеры, уголки, листы, полосы, элементы конструкций для прохода трубных и электрических проводок через проемы в стенах и перекрытиях. Чертежи расположения проводок и оборудования согласовывают с генеральным проектировщиком.

Влияние химически активных веществ на электротехнические материалы.

Материал	Кислота				Хлор	Едкий натр.	Аммиак
	солян.	азот.	серн.	уксус.			
Медь	Д	Д	Д	СД	Д	Н	Д
Алюминий	Д	ДОК	ДОК	ДНК	Н	Д	Д
Сталь	Д	Д	Д	Д	Д	Н	ДОС
Олово	СД	ДОС	СД	Н	Н	СД	Н
Свинец	СД	Д	Н	СД	СД	СД	Н
Ткани х/б	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н
Резина вулкан.	ДОС	Д	Д	ДОС	ДН	Н	Н
Полихлорвинилхлорид	СД	СД	СД	СД	СД	Н	Н
Фарфор	Н	Н	Н	Н	ДИ	Н	Н
8	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:

Д- сильно действует

СД- слабо действует

Н- не действует

ДОК - сильно действует при определенных концентрациях

ДНК - сильно действует при низкой концентрации

ДОС - сильно действует при особых условиях

ДИ - испарения действуют

Число труб, проводов и кабелей, закрепляемой одной скобой.

Наружный диаметр	БСП-46	БСП-62	БСП-78	БСП-94	БСП-113	БСП-129	БСП-145
6	6	8	8	12	16	18	22
8	4	6	8	10	12	14	16
10	-	4	6	8	10	10	12

Допустимая длина трубных проводок (вм) в зависимости от категории сложности протяжки.

Число изгибов на участке	А	Б	В
-	100	75	50
1	75	50	30
2	50	30	20
3	40	25	15

Формулы для расчета внутреннего диаметра для защитных труб.

Число прокладываемых проводников	Категория сложности протяжки		
	А	Б	В
1	$D \geq 1,64 d$	$D \geq 1,4 d$	$D \geq 1,25 d$
2	$D \geq 2,7 d$	$D \geq 2,5 d$	$D \geq 2,4 d$
3 и более	$D^2 \geq nd^2/0,32$	$D^2 \geq nd^2/0,4$	$D^2 \geq nd^2/0,45$

Зависимость рабочего давления полиэтиленовых труб от транспортируемой среды и ее температуры.

СРЕДА	Температура, С	Максимальное рабочее давление, МПа
Неопасная к которой стоек полиэтилен	20	0,6
	30	0,5
	40	0,3
	50	0,2
	60	0,1
Опасная к которой полиэтилен стоек	20	0,5
	30	0,3
	40	0,1
Неопасная к которой полиэтилен условно стоек	+20	0,3
	30	0,2
	40	0,1

Список используемых источников

1.Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие ; под ред. А.С.Клюева- М.:Энергоатом издат,1990

Интернет –ресурсы