

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. А. Жур, В. А. Павловский

МОНТАЖ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по образованию в области автоматизации
технологических процессов, производств и управления
в качестве пособия для студентов учреждений
высшего образования по направлению специальности
1-53 01 01-09 «Автоматизация технологических процессов
и производств (сельское хозяйство)»*

Минск
БГАТУ
2022

УДК 681.5(07)
ББК 32.965я7
Ж91

Рецензенты:
кафедра проектирования информационно-компьютерных систем
УО «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»
(кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой *В. В. Хорошко*);
кандидат технических наук, заведующий сектором
информатизации ЖКХ отдела жилищного хозяйства
Института жилищно-коммунального
хозяйства НАН Беларуси *Е. В. Тернов*

Жур, А. А.
Ж91 Монтаж средств автоматизации : пособие / А. А. Жур,
В. А. Павловский. – Минск : БГАТУ, 2022. – 152 с.
ISBN 978-985-25-0189-7.

Содержит материалы по монтажу электрооборудования и средств автоматизации. Рассмотрены вопросы организации электромонтажных работ, монтажа электропроводок, оборудования щитов и пультов, датчиков и исполнительных механизмов и использования документации при проведении электромонтажных работ.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования по направлению специальности 1-53 01 01-09 «Автоматизация технологических процессов и производств (сельское хозяйство)», студентов других специальностей в области электрификации сельского хозяйства.

УДК 681.5(07)
ББК 32.965я7

ISBN 978-985-25-0189-7

© БГАТУ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1	
1.1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ	
1.1.1. Основные понятия и определения	7
1.1.2. Принципы и организационная форма монтажа, наладки и эксплуатации систем автоматизации на предприятиях агропромышленного комплекса	9
1.1.3. Квалификационные требования к электромонтажным работам	13
1.1.4. Техника безопасности при выполнении электромонтажных работ.....	14
1.1.5. Состав и содержание технической документации при выполнении монтажных работ.....	16
1.1.6. Нормативно-техническая документация.....	22
1.1.7. Ведомственная нормативная документация	24
1.1.8. Электрические схемы.....	27
1.1.9. Классификация электроустановок, помещений и электрооборудования	31
1.1.10. Общие требования при монтаже средств автоматики	34
1.1.11. Сетевые графики производства электромонтажных работ.....	36
1.1.12. Методы организации монтажных работ.....	42
1.1.13. Этапы монтажа средств автоматики.....	43
1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОПРОВОДКАМ. ЭЛЕКТРОМОНТАЖ	
1.2.1. Классификация электропроводок и технические требования к ним.....	47
1.2.2. Методика рационального выбора электропроводки применительно к условиям ее эксплуатации	48
1.2.3. Установочные провода и кабельные изделия: назначение, классификация и маркировка	51
1.2.4. Выбор типов проводов и кабелей для выполнения электрических проводок	52
1.2.5. Способы маркировки проводов и кабелей	55

1.2.6. Монтаж контактных соединений жил проводов и кабелей.....	56
1.2.7. Выбор и монтаж наконечников.....	61
1.2.8. Монтаж открытых электропроводок	63
1.2.9. Монтаж скрытых электропроводок	65
1.2.10. Прокладка проводов и кабелей	66
1.2.11. Особенности при прокладке электропроводок во взрывоопасных помещениях	68
1.2.12. Особенности при прокладке электропроводок при низкой температуре.....	69
1.2.13. Монтаж трубных проводок.....	70
1.2.14. Монтаж электропроводок в стальных трубах и коробах ...	73
1.2.15. Прозвонка и маркировка жил проводов и кабелей.....	76
1.2.16. Контроль и испытание электропроводок	78
1.2.17. Монтаж устройств заземления и зануления.....	80

РАЗДЕЛ 2

2.1. МОНТАЖ ЩИТОВ И ПУЛЬТОВ КИП И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ

2.1.1. Назначение и классификация щитов и пультов.....	83
2.1.2. Структура монтажных шкафов	85
2.1.3. Установка щитов и пультов.....	86
2.1.4. Электропроводка и трубная проводка в щитах и пультах....	88
2.1.5. Заземление щитов и пультов	89
2.1.6. Размещение и монтаж средств автоматики в щитах и пультах	90
2.1.7. Выбор и монтаж электромагнитных промежуточных реле...	91
2.1.8. Выбор и монтаж устройств автоматической защиты электрооборудования и средств автоматики	95
2.1.9. Выбор и монтаж блоков питания.....	96
2.1.10. Монтаж микропроцессорных контроллеров в шкафах управления	98
2.1.11. Монтаж частотно-регулируемого привода	102

2.2. МОНТАЖ ПРИБОРОВ, РЕГУЛЯТОРОВ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

2.2.1. Монтаж термометров расширения, манометрических термометров и термопреобразователей	107
2.2.2. Монтаж термоэлектрических термометров и вторичных приборов для измерения температуры	107

2.2.3. Монтаж приборов для измерения давления и разрежения...	112
2.2.4. Монтаж приборов для измерения уровня.....	114
2.2.5. Монтаж электромагнитных расходомеров.....	117
2.2.6. Монтаж ультразвукового уровнемера	122
2.2.7. Монтаж приборов для измерения расходов	124
2.2.8. Установка объемных и скоростных счетчиков жидкости и газа.....	127
2.2.9. Монтаж автоматических регуляторов	128
2.2.10. Монтаж регулирующих органов и исполнительных механизмов	131
2.2.11. Монтаж электродвигателей	132
2.2.12. Монтаж средств диспетчеризации	137
2.2.13. Монтаж линий связи	139
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	145
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	148

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация производства является одним из основных направлений технического прогресса. Внедрение систем автоматизации позволяет освободить человека от непосредственного участия в производственном процессе. В обществе автоматизация улучшает условия труда рабочих, повышает производительность труда и безопасность работы, увеличивает производительность оборудования, улучшает качество выпускаемой продукции, снижает себестоимость, сокращает брак, ведет к повышению материального благосостояния трудящихся.

Электромонтажные работы представляют собой сложный комплекс разнообразных трудовых операций. Внедряя сложные системы автоматизации, базирующиеся на микропроцессорной технике, постоянно совершенствуют электротехническое оборудование, применяемое в сельском хозяйстве. Поэтому персонал, осуществляющий электромонтажные работы, должен обладать высокой квалификацией.

Повышение качества электромонтажных работ связано с систематическим углублением профессиональных знаний электротехнического персонала, совершенствованием деловых качеств руководящих работников и специалистов монтажных организаций.

Существенное значение при этом имеет расширение промышленных методов монтажа укрупненными блоками, внедрение высокопроизводительных инструментов и монтажных механизмов, совершенствование системы управления монтажным производством на основе современных средств вычислительной техники.

Учебная дисциплина «Монтаж средств автоматики» является специальной дисциплиной и относится к числу наиболее важных учебных дисциплин для подготовки современных инженеров-электриков, инженеров по автоматизации, энергоэнергетиков и инженеров других электротехнических специальностей, как для промышленности, так и для сельского хозяйства.

РАЗДЕЛ 1

1.1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

1.1.1. Основные понятия и определения

Внедрение автоматизированной системы управления позволяет выполнять множественные функции, способствующие безопасной эксплуатации промышленных и сельскохозяйственных объектов. На объектах переработки и хранения продуктов сельского хозяйства автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) обеспечивают:

- измерение различных параметров (уровень жидкости, уровень разделения сред, давление, температура, расход) в резервуарах и емкостях;
- контроль и регулирование измеряемых параметров;
- подачу сигнала о недопустимых изменениях в системе (утечка, повышение давления и температуры);
- автоматический запуск и остановку технологических процессов в случае превышения предельных значений системы.

Входящие в состав автоматизированных систем программные и аппаратные средства направлены на выполнение заданных функций в автоматическом режиме без постоянного присутствия оператора на объекте. Программно-технические комплексы систем автоматизации осуществляют:

- автоматический сбор информации о техническом состоянии контролируемого оборудования посредством контрольно-измерительных и регистрирующих приборов (датчиков, манометров, контроллеров, преобразователей, термометров, счетчиков, расходомеров и т. д.);
- передачу данных от контроллеров и измерительных приборов на устройства управления посредством различных каналов связи;
- сбор и анализ полученных данных;
- хранение полученных технических параметров;
- формирование, выработку и передачу управляющих решений в соответствии с заданным алгоритмом работы системы.

Функционирование системы автоматического управления заключается в измерении параметров приборов, передаче данных

на управляющее устройство (шкаф управления, пульт), автоматическом анализе полученной информации, выработке управленческого решения и передаче его обратно на первичные приборы для изменения режима эксплуатации (рис. 1).



Рис. 1. Монтаж систем управления

Непосредственно монтаж технических средств автоматики и программирование системы автоматизированных систем (АС) на самом объекте производится на основании разработанной рабочей документации и проекта производства работ (ППР), в которых на этапе согласования работ отражаются общие технические и программные решения, техническое и программное обеспечение, состав и стадии работ, их аппаратная и программная реализация, расписываются действующие алгоритмы регулирования и управления, предоставляются чертежи, схемы, планы и т. д.

В состав монтажных работ систем автоматизации входят как подготовительные строительные работы, так и непосредственно работы по прокладке разветвленной сети инженерных коммуникаций:

- подготовка и устройство помещений автоматики и конструкций для размещения приборов;
- монтаж закладных и защитных конструкций для прокладки проводки и оптоволоконных кабелей различного назначения (импульсные линии, каналы связи, питание и др.);
- предварительная сборка технических средств автоматизации в укрупненные узлы и детали;

- установка технических приборов и микропроцессорных средств на контролируемое оборудование;
- подсоединение установленных приборов;
- автономная и комплексная наладка оборудования.

1.1.2. Принципы и организационная форма монтажа, наладки и эксплуатации систем автоматизации на предприятиях агропромышленного комплекса

Монтаж технических средств АСУ ТП производится в соответствии с рабочим проектом, а также отраслевыми и межведомственными нормативами. При выполнении монтажных работ автоматизированных систем управления обязательно выполнение требований ТУ на монтаж средств автоматизации, правил и инструкций Госстандарта, правил техники безопасности и охраны труда, правил противопожарной безопасности.

До начала монтажа технических средств автоматизированных систем управления должны быть подготовлены все необходимые помещения с установкой фундаментов для оборудования, двойных полов для прокладки кабельных каналов, закладкой коробов, труб в полах и стенах, устройством траншей и т. п. Все перечисленные работы должны быть согласованы.

Помещения для установки технических средств автоматизированных систем управления должны быть не запыленными, искро- и взрывобезопасными (за исключением применения специальной аппаратуры, что оговаривается ТУ), температура и влажность воздуха должны соответствовать условиям эксплуатации технических средств, оговоренных в ТУ.

Технические средства АСУ ТП перед установкой должны пройти стендовые испытания, которые определяют:

- целостность конструкции и электрических цепей автоматизированных систем управления; сопротивление изоляции;
- электрическое напряжение на выходных зажимах трансформаторов, выпрямителей автоматизированных систем управления;
- погрешность систем управления технологическими процессами;
- срабатывание регулирующих и сигнализирующих устройств систем управления технологическими процессами. Окончательную наладку технических средств производят после их монтажа при проведении пусконаладочных работ систем управления.

Монтаж электрических соединений систем управления технологическими процессами выполняется в строгом соответствии с монтажными схемами, таблицами соединений и кабельными журналами.

Для внешних соединений используются провода или кабели с медными жилами диаметром не менее $0,5 \text{ мм}^2$, для цепей питания, соединений «датчик–прибор» – провода диаметром не менее $1,5 \text{ мм}^2$.

Измерительные цепи систем управления технологическими процессами можно объединить в общий экранированный, бронированный или проложенный в трубе кабель. Силовые цепи должны выделяться в отдельные кабели.

Соединения технических средств между собой на одной панели должны выполняться без вывода соединяющих проводов на промежуточные зажимы. Все кабели и провода систем управления, а также клеммники и разъемы должны иметь маркировку в соответствии с монтажной схемой.

Средства вычислительной техники (ВТ) соединяются между собой с помощью поставляемого заводом-изготовителем монтажного комплекта, состоящего из стандартных кабелей мерной длины и кабельных соединительных коробок, позволяющих удлинять и разветвлять соединительные линии. Внутри коробок соединения выполняются пайкой.

Шкафы, стойки, входящие в состав одного функционального устройства промышленных систем управления, а также щиты и панели управления должны быть соединены с контуром защитного заземления, выполняемого многожильным медным проводом площадью сечения до 20 мм^2 .

Технические средства АСУ ТП устанавливаются в соответствии с рабочей и эксплуатационной документацией на систему в предварительно подготовленных помещениях. Средства ВТ размещают в отдельном зале, оборудованном кондиционерами, щиты и панели управления – в помещениях операторных пунктов, аппаратуру связи – в аппаратном зале.

Технологическая последовательность монтажа, способы и правила его выполнения и проверки устанавливаются эксплуатационной документацией на систему и включают:

- порядок транспортирования технических средств к месту монтажа промышленных систем управления;
- правила распаковки технических средств автоматизированных систем управления;

- правила осмотра и проверки комплектности промышленных систем управления;
- правила расконсервации автоматизированных систем управления;
- правила размещения монтажного оборудования систем автоматизации;
- очередность монтажа систем автоматизации;
- способы монтажа промышленных систем управления;
- методику проверки выполнения монтажа в соответствии с требованиями документации автоматизированных систем управления.

Все монтажные работы систем автоматизации должны выполняться индустриальными методами с использованием унифицированных узлов монтажного оборудования.

Техническое обслуживание и эксплуатацию АСУ ТП выполняют в соответствии с инструкциями по техническому обслуживанию и эксплуатации, которые определяют порядок, правила, виды и периодичность обслуживания и технического освидетельствования АСУ ТП. Правила технического обслуживания должны включать исчерпывающие данные и указания по обеспечению постоянной исправности и эффективного функционирования АСУ ТП.

Виды и периодичность технического обслуживания систем автоматизации определяет разработчик АСУ ТП. Для каждого вида технического обслуживания указываются состав специалистов, выполняющих работы, специальные требования к помещениям и рабочим местам, характеристики общего и специального оборудования, приводятся перечни стендов, контрольно-измерительных приборов, принадлежностей, инструмента и материалов, необходимых для выполнения работ по техническому обслуживанию.

Порядок технического обслуживания программируемых логических контроллеров (ПЛК) регламентируется указаниями по техническому осмотру и проверке работоспособности комплекса технических средств, а также перечнями основных работ и проверок технического состояния после выполнения работ по техническому обслуживанию с указанием необходимого специального оборудования, контрольно-измерительных приборов, инструмента, принадлежностей.

Техническое освидетельствование определяет порядок и периодичность освидетельствования АСУ ТП органами инспекции и надзора с указанием контрольно-измерительных приборов и аппаратуры КТС, подлежащих периодической проверке, и методики поверки, включающей:

- назначение измерительного прибора, принцип его действия и сроки поверки;
- перечень проверяемых характеристик ПЛК;
- указания о подготовке прибора к поверке и методике поверки; указания о порядке пломбирования.

Техническое обслуживание входящих в АСУ ТП средств ВТ предполагает, помимо выполнения основных правил и указаний инструкций, широкое использование системы встроенного контроля обработки информации и исправности оборудования, а также проведение плановых профилактических работ. Это позволяет не только улучшить показатели надежности АСУ ТП, но и сократить эксплуатационные расходы. Система встроенного контроля основана на введении избыточности с применением программных и аппаратных методов. Основные виды программного контроля: поверочные и диагностические тесты и программно-логический контроль (двойной счет, контрольные соотношения, алгоритмический контроль).

Поверочные тесты промышленных компьютеров систем автоматизации – специальные программы для обнаружения неисправностей в ЭВМ. При комплектации АСУ ТП поверочные тесты для ЭВМ входят в состав общего программного обеспечения.

Диагностические тесты промышленных компьютеров систем автоматического управления – специальные программы моделей возможных неисправностей. Двойной счет основан на повторении рабочей программы или ее части и сравнении полученных решений, что позволяет обнаружить случайные сбои в программе и отказы ПЛК.

Контрольные соотношения, представляющие собой известный результат решения основной программы или ее части при подстановке заданных коэффициентов, используются при разработке рабочих программ для обнаружения отказов ЭВМ или ошибок в программе.

Алгоритмический контроль промышленных компьютеров систем автоматизации основан на использовании упрощенных контрольных алгоритмов.

Аппаратный контроль промышленных компьютерных систем автоматического управления предусматривает введение избыточности кодирования чисел и слов специальными кодовыми комбинациями за счет дополнительных контрольных разрядов. Аппаратный контроль позволяет контролировать каждую операцию в машине, обеспечивает мгновенное обнаружение неисправности и не снижает производительности ПЛК.

1.1.3. Квалификационные требования к электромонтажным работам

Повышенные требования к электромонтажным работам распространяются на все виды монтажа и наладки электрооборудования и систем автоматизации.

Электромонтажные работы должны выполняться специалистами, предприятиями и организациями, проектирующими и осуществляющими самые различные виды электромонтажных работ, в соответствии со строительными нормами и правилами, установленными ПУЭ и СНиП.

К базовым требованиям, которые предъявляются к электромонтажным работам, относятся:

- 1) обязательное проведение инструктажа по технике безопасности (ТБ) перед началом всех мероприятий;
- 2) наличие в проектной, нормативной, технологической и технической документации отдельных пунктов с разъяснением требований по ТБ при работе с электросетями и оборудованием под напряжением;
- 3) обеспечение работающего персонала, осуществляющего электромонтаж, средствами индивидуальной защиты;
- 4) регулярное прохождение инструктажа по охране труда (ОТ) и ТБ и медицинского осмотра электромонтажниками, наличие удостоверения, подтверждающего соответствующую квалификационную группу;
- 5) точное соблюдение требований проектной документацией и рабочих чертежей.

Перед началом электромонтажных работ согласовываются сроки и объемы работ, условия доставки материалов и количество изделий (в соответствии с проектом), а также места складирования инструмента, материалов и размещения работников, их соответствие требованиям ТБ, требованиям промышленной безопасности (ПБ) и ОТ.

Все электромонтажные работы проходят в несколько этапов:

1. Работы внутри помещения, сооружения или здания. Они включают монтаж:

- конструкций, на которые впоследствии установятся шинопроводы, провода и кабели;

- пластмассовых или стальных труб или коробов для электропроводки;

- заземления и скрытой электропроводки под штукатурку. Работы проводятся в соответствии с разработанным графиком и с обязательными мерами защиты кабелей и проводов от загрязнений и поломок.

2. Прокладка проводов и кабелей и подключение их выводов к счетчикам учета, коммутирующей и защитной аппаратуре, осветительным приборам и электрооборудованию.

3. Окончание всех работ завершается проведением испытаний смонтированных сетей и подключенного электрооборудования и подписанием уполномоченными лицами акта сдачи-приемки.

1.1.4. Техника безопасности при выполнении электромонтажных работ

Одним из основных условий, необходимых для успешного выполнения электромонтажа, является строгое соблюдение правил техники безопасности при электромонтажных работах.

Техника безопасности включает в себя следующие требования:

1) включение аппаратуры производится только после внешнего осмотра;

2) не допускается монтаж схемы, находящейся под напряжением;

3) не разрешается оставлять приборы под напряжением без надзора;

4) проверка наличия напряжения может производиться только соответствующими приборами;

5) после окончания работ вся аппаратура выключается и приводится в состояние соответствующее первоначальному.

Высокое напряжение в цепи постоянного тока может сохраняться, даже если светодиоды погасли. Прежде чем прикасаться к потенциально опасным токоведущим частям приводов мощностью до 7,5 кВт включительно, подождите не менее 4 минут. Подождите не менее 15 мин, прежде чем начать работу с приводами мощностью выше 7,5 кВт.

При проведении электромонтажа для избежания поражения током и снижения риска получения электротравм следует соблюдать элементарные правила безопасности при электромонтажных работах:

1) использовать диэлектрические защитные перчатки, изготовленные из специального резинового материала по бесшовной технологии;

2) внимательно изучать инструкцию того электрического прибора, с которым идет работа;

3) проверять отсутствие подключения тока к устройству, которое требует ремонта;

4) для фиксации проводников желательно использовать металлические клипсы;

5) необходимо использовать специальную (изоляционную) ленту и хомуты (пластиковые) при работе с кабелем.

Обычно правила техники безопасности при электромонтажных работах учитывают общие условия в помещении:

1. Запрещено работать при низком уровне освещения.

2. Запрещено работать во влажных помещениях или когда вы или ваша одежда мокрые. Влажность уменьшает сопротивление кожи и способствует циркуляции электрического тока. Если пол мокрый, используйте сухую доску для изоляции.

3. Недопустимо попадание воды или влаги на электроприборы.

4. Если возгорание провода уже произошло, нельзя тушить его водой или трогать руками.

5. Для тушения пожаров электрического происхождения необходимо использовать только подходящие огнетушители (преимущественно углекислотные).

Всегда необходимо знать, где находятся устройства отключения электрических приборов и установок, таких как рубильники, вилки, предохранители и общие выключатели. При необходимости их можно пометить наклейкой какого-либо типа.

Необходимо проверить состояние заземления электрических установок и приборов. Заземление защищает людей от поражения электрическим током.

Зелено-желтый защитный проводник нельзя отсоединять, снимать или использовать для других целей.

Необходимо избегать использования колец, цепей, браслетов и других металлических аксессуаров при выполнении электромонтажных работ.

Перед началом электромонтажных работ необходимо найти и постоянно держать во внимании потенциально опасные точки.

Никогда не предполагайте, что цепь обесточена. Всегда проверяйте наличие напряжения пробником-индикатором, мультиметром, контрольной лампой или любым другим устройством или инструментом в исправном состоянии.

Если у вас возникают какие-либо вопросы и сомнения о предстоящей работе, то обязательно обратитесь за помощью к профессиональному электрику (обученному и аттестованному).

Лица, не обладающие знаниями по электротехнике, электроснабжению, устройству различного электрооборудования, навыками использования основных инструментов и выполнения электромонтажных и ремонтных работ, не должны пытаться выполнять монтаж и ремонт электрических установок.

1.1.5. Состав и содержание технической документации при выполнении монтажных работ

На основе созданного в проектно-институте проекта организации работ строительная или монтажная организация составляет *проект производства электромонтажных работ* (ППЭР), который является основным документом и должен содержать решение всех основных технических, технологических и организационных вопросов подготовки и выполнения этих работ.

Материалы ППЭР позволяют электромонтажникам, ознакомившись с проектной документацией, своевременно заказать материалы, приспособления и инструменты, а также осуществлять контроль за поставками оборудования, организацией и выполнением работ.

ППЭР бывают типовые, индивидуальные, а по составу – полные и сокращенные. Типовые ППЭР составляют для объектов, строительство которых ведется по привязываемым типовым проектам или документам повторного применения.

Сокращенные ППЭР разрабатывают для объектов при технически несложном и небольшом объеме работ.

Полный ППЭР разрабатывают для крупных комплексов строительства, возводимых по индивидуальным проектам с применением новых технических решений. ППЭР должен быть минимальным по объему и конкретным по содержанию, в нем не должны повторяться материалы проектной документации.

Исходными материалами для составления ППЭР служат:

- рабочие чертежи, сметная документация и проект организации строительства;
- данные о заказе и сроках поставки основного оборудования и материалов заказчиком и генеральным подрядчиком;

- сведения о наличии необходимых машин, механизмов и возможности их использования;
- действующие нормативные документы – ПУЭ, СНиП, строительные нормы, технологические инструкции и документы, а также руководящие материалы по технике безопасности.

Как правило, ППЭР состоит из пяти частей.

Первая часть содержит пояснительную записку, в которой приводятся общие сведения по объекту и его характеристика; краткое описание и принципиальную схему электроснабжения объекта с учетом требований технологического процесса строящегося предприятия; таблицы технико-экономических и электротехнических показателей – физических объемов, сметной стоимости, выработки, трудоемкости.

В уменьшенном масштабе здесь помещают генплан с указанием объектов титульного списка и выделением электротехнических помещений и трасс канализации электроэнергии, а также приводят перечень изменений, внесенных в рабочие чертежи при разработке ППЭР.

Вторая часть охватывает вопросы организации и технологии выполнения электромонтажных работ на строительной площадке и содержит исходные данные для составления графика производства этих работ; рекомендации по технологии монтажа; схему грузопотоков; ведомость необходимых механизмов, приспособлений, специальных инструментов и приборов; специальные указания по технике безопасности и промсанитарии, а также сведения о приемо-сдаточной документации. Объект при этом разбивают на отдельные монтажные зоны (например, общее освещение, магистральные шинопроводы напряжением до 1 кВ и др.).

Третья часть состоит из лимитно-комплектовочных ведомостей на оборудование и материалы, электроконструкции, монтажные изделия, укрупненные узлы и блоки. При этом сводные спецификации проекта на электрооборудование уточняются по рабочим чертежам проекта и разбиваются по поставщикам (заказчик, генподрядчик, субподрядчик), если это не выполнено в проектной документации.

Четвертая часть содержит задания мастерским электромонтажных заготовок. В ней приводится ведомость необходимых изделий с указанием их количества, стоимости и сроков изготовления, а также калькуляции трудовых затрат на отдельные изделия и работы, составляемые по чертежам и эскизам.

Пятая часть состоит из калькуляций затрат труда и заработной платы для монтажной зоны.

При наличии утвержденного ППЭР приступают к подготовке электромонтажных работ, которые начинают, как правило, с приема задания или сооружения под монтаж представителем электромонтажной организации или будущим руководителем производства работ при участии представителя организации, выполнившей строительные работы на данном объекте.

Работы по монтажу электроустановок и средств автоматики могут производиться только при наличии согласованной и утвержденной проектной документации.

В объем проектных материалов, передаваемых монтажным организациям, входят: пояснительная записка, спецификация электрического оборудования и материалов, смета и рабочие чертежи.

В пояснительной записке даются краткое обоснование и пояснение принятых в проекте принципиальных решений по выбору электрического оборудования, схем питания, вида электропроводок, способа прокладки проводов и кабелей и необходимые указания по монтажу, связанные с особенностями данного производства.

Спецификация на электрооборудование, электроконструкции и материалы содержит все необходимые данные для их заказа (техническую характеристику, количество, вес).

К спецификации прикладывается ведомость промышленных заготовок, в которой указывается, какие электроконструкции и изделия поставляются заводами электропромышленности или специализированными электромонтажными организациями и какие должны быть изготовлены в мастерских монтажно-заготовительных участков монтажных управлений.

Смета служит основным документом, определяющим объем и стоимость монтажных работ; на ее основе производятся взаимные расчеты между монтажными организациями и генеральным подрядчиком (заказчиком).

Рабочие чертежи включают планы и разрезы подлежащего монтажу объекта (цеха), на которых условными обозначениями показаны все устанавливаемые электроприемники, распределительные пункты, пусковые аппараты, питающая и распределительная сеть, сеть заземления, а также схемы питающей и распределительной сети, защиты и автоматики и др.

При большом числе кабельных и трубных линий прилагается кабельный или трубный журнал, в котором перечисляются отдельные участки кабельных или трубных проводок, с указанием номера и длины участка, откуда и куда идет, марки и сечения кабеля или провода и диаметра труб.

Рабочие чертежи проектов электроустановок должны предусматривать выполнение электромонтажных работ промышленными методами в две стадии и применение современных монтажных механизмов, инструментов и приспособлений.

На чертежах должны быть указаны все узлы и блоки, собираемые и комплектуемые в мастерской монтажно-заготовительного участка. В свою очередь мастерские при укрупнительной сборке этих узлов и блоков должны применять типовые монтажные изделия заводского изготовления (стойки, кронштейны, коробки, кабельные конструкции, перфорированные полосы, монтажные профили и т. д.).

Монтаж приборов средств автоматики, как правило, выполняется по типовым чертежам, которые подразделяются на типовые монтажные (ТМ), типовых конструкций (ТК) и закладных конструкций (ЗК).

В обозначении типовых чертежей включены три группы цифр: первая группа – индекс организации, разработавшей данный чертеж, вторая группа – порядковый номер чертежа, третья группа – год разработки.

Типовые монтажные чертежи имеют сведения по способу установки, области применения и номеру типовой или закладной конструкции, а также поясняющие указания, примечания и спецификация с указанием их типа и количества.

Чертежи типовых конструкций определяют конструкцию узлов или изделий, предназначенных для установки на них средств автоматики. Они являются основанием для изготовления узлов и изделий в условиях монтажно-заготовительных мастерских.

Чертежи закладных конструкций предназначены для организаций, изготавливающих и монтирующих трубопроводы и оборудование. По ним поставщики технологических трубопроводов изготавливают и монтируют закладные конструкции для последующего монтажа на них приборов и средств автоматики.

Типовые чертежи в зависимости от назначения и способа монтажа приборов автоматики группируются по трем технологическим признакам:

- 1) установка на технологических трубопроводах и оборудовании;
- 2) установка на стене;
- 3) установка на щитах и пультах.

Производство электромонтажных работ регламентируется технической и директивной документацией.

Комплект электротехнических рабочих чертежей содержит документацию, необходимую для монтажа внешних и внутренних электрических сетей, подстанций и других устройств электроснабжения, силового и осветительного электрооборудования.

К производству электромонтажных работ на объектах строительства разрешается приступать только при наличии технической документации (проектов и смет), проекта производства работ, строительной готовности объекта, кранового оборудования, других грузоподъемных средств, обеспечивающих механизацию монтажа, а также электрооборудования, кабельной продукции и материалов, предусмотренных согласованным графиком производства работ.

Вся проектная техническая документация анализируется заказчиком, который перед передачей ее монтажной организации для производства работ обязан поставить на ней подпись или штамп «Разрешается к производству работ». В монтажном управлении техническая документация и сметы тщательно изучаются персоналом производственного отдела совместно с персоналом группы подготовки производства и линейными инженерно-техническими работниками (начальниками монтажных участков, производителями работ, мастерами).

Замечания по обнаруженным недостаткам проекта направляют в проектные организации для внесения согласованных поправок и дополнений.

После этого проект и сметы передают на монтажно-заготовительный участок или в группу проектировщиков-сметчиков при производственном отделе управления для составления проекта производства работ (ППР) и затем в группу подготовки монтажно-заготовительного участка.

Цели ППР:

- 1) повышение организационно-технического уровня монтажа;
- 2) снижение себестоимости, повышение производительности труда;

3) сокращение продолжительности и повышение качества монтажа.

ППР разрабатывается с учетом:

- 1) характерных особенностей объекта и местных условий монтажа;
- 2) улучшения условий индустриализации монтажных работ;
- 3) переноса значительной части объема работ с монтажной площадки в монтажно-заготовительные мастерские (МЗМ);
- 4) широкого использования унифицированных и типизированных монтажных узлов, блоков, конструкций и изделий;
- 5) комплектных поставок монтажных материалов с помощью контейнеров;
- 6) максимального использования фронта работ с обеспечением их непрерывности;
- 7) внедрения механизации монтажных работ;
- 8) требований условий труда, техники безопасности, строительных норм и правил;
- 9) выявленных замечаний, предложений, изменений к проекту автоматизации.

Исходными данными для разработки проекта служат:

- 1) рабочая документация (проект) по автоматизации технологических процессов;
- 2) задание на разработку проекта;
- 3) рабочие чертежи марок ТХ (технология производства) и АС (архитектурно-строительная);
- 4) проект организации строительства.

Состав проекта (плана) производства работ ППР:

1. Пояснительная записка.
2. Ведомость физических объемов работ.
3. Монтажный генеральный план.
4. Схема такелажно-транспортных работ.
5. Эскизы по разработке потока труб и электрических проводок на блоке в соответствии с рабочей документацией.
6. Сетевой и линейный график производства подготовительных и монтажных работ.
7. График потребностей в рабочих кадрах по объекту.
8. График монтажа смежными организациями накладных деталей, отборных устройств и первичных приборов на технологическом оборудовании и трубопроводах.

9. График выполнения строительной части объекта для монтажа систем автоматизации.

10. График поставки в МЗМ и на объект монтажных изделий заводов изготовителей и изделий МЗМ.

11. График поставки на объект приборов и средств автоматизации.

12. Ведомость заготовки кабелей, проводов, инструментов и защитных средств.

Составление проектно-технической документации и выполнение всех предусмотренных договором работ должно производиться в полном соответствии с нормативными документами, регламентирующими осуществление данных видов деятельности:

- СНиП – строительные нормы и правила;
- ПУЭ – правила устройства электроустановок;
- ВСН – ведомственные инструкции;
- ТБ – техника безопасности;
- правила противопожарной охраны.

1.1.6. Нормативно-техническая документация

В развитии народного хозяйства огромную роль играет капитальное строительство, то есть сооружение заводов, фабрик, электростанций, шахт, больниц, школ, дорог, жилых домов и других объектов. Все требования, правила и нормы, связанные с производством строительных работ, сведены в сборник «Строительные нормы и правила» (СНиП), выполнение которых обязательно для всех строительных, проектных и монтажных организаций, а также предприятий, выпускающих строительные материалы.

Соблюдение требований правил и норм обеспечивает технический уровень, качество, экономичность, надежность, долговечность и удобство в эксплуатации сооружений, а также позволяет осуществлять их строительство в минимально короткие сроки.

Несоблюдение норм и правил может привести к тяжелым авариям, пожарам, взрывам и поражениям электрическим током людей. Поэтому выполнение требований норм и правил при строительстве, монтаже и эксплуатации электротехнических установок является непреложным законом для электромонтажников.

СНиП – это сборник нормативных документов, которые устанавливают порядок разработки новых и пересмотра действующих

документов, представления этих документов на утверждение, введения их в действие и издания, правила регистрации и хранения информации, а также основные требования при проектировании и строительстве, правила производства и приемки работ, организации строительства и разработки сметных норм. Требования СНиП обязательны для всех ведомств.

Классификатор, разделяющий СНиП на шесть частей, каждая из которых состоит из групп, предназначен для определения состава и соответствующего обозначения (шифра) строительных норм и правил. Шифр включает в себя обозначение СНиП, номер части (одна цифра), номер группы (две цифры) и номер документа (две цифры), разделенные точками, и год утверждения документа, отделенный тире. Например, СНиП 2.03.05–82.

Номера документам присваиваются при регистрации сквозные в пределах каждой группы или в соответствии с разработанными для данной группы документами.

Разделение СНиП на части и группы:

Часть I. Организация, управление, экономика.

1. Система нормативных документов в строительстве.
2. Организация, методология и экономика проектирования и инженерных изысканий.
3. Организация строительства. Управление строительством.
4. Нормы продолжительности проектирования и строительства.
5. Экономика строительства.
6. Положения об организациях и должностных лицах.

Часть II. Нормы проектирования.

1. Общие нормы проектирования.
2. Основания и фундаменты.
3. Строительные конструкции.
4. Инженерное оборудование зданий и сооружений. Внешние сети.
5. Сооружения транспорта.
6. Гидротехнические и энергетические сооружения, мелиоративные системы и сооружения.
7. Планировка и застройка населенных пунктов.
8. Жилые и общественные здания.
9. Промышленные предприятия, производственные здания и сооружения, вспомогательные здания. Инвентарные здания.
10. Сельскохозяйственные предприятия, здания и сооружения.

11. Склады.
 12. Нормы отвода земель.
- Часть III. Организация, производство и приемка работ.
1. Общие правила строительного производства.
 2. Основания и фундаменты.
 3. Строительные конструкции.
 4. Защитные, изоляционные и отделочные покрытия.
 5. Инженерное и технологическое оборудование и сети.
 6. Сооружения транспорта.
 7. Гидротехнические и энергетические сооружения, мелиоративные системы и сооружения.
 8. Механизация строительного производства.
 9. Производство строительных конструкций, изделий и материалов.
- Часть IV. Сметные нормы.
1. Состав и обозначение сметных норм и правил.
- Часть V. Нормы затрат материальных и трудовых ресурсов.
1. Нормы расхода материалов.
 2. Нормы потребности в строительном инвентаре, инструменте и механизмах.
 3. Нормирование и оплата проектно-изыскательских работ.
 4. Нормирование и оплата труда в строительстве.
- Часть VI. Эксплуатация и ремонт зданий, сооружений и конструкций.
1. Общие нормативные документы.
 2. Здания, сооружения и конструкции.
 3. Коммуникации.

1.1.7. Ведомственная нормативная документация

Кроме сборника СНиП в строительстве действуют ведомственные нормативные документы. Они устанавливают требования к проектированию, инженерным изысканиям, строительству, производству строительных конструкций, изделий и материалов, а также к эксплуатации зданий, сооружений и конструкций с учетом специфики отрасли народного хозяйства, относящейся к данному министерству.

Ведомственные нормативные документы утверждают министерства в соответствии с предоставленными им правами и эти документы обязательны для всех организаций, учреждений и предприятий,

входящих в министерство, утвердившее эти документы. Для организаций, учреждений и предприятий других ведомств эти документы могут быть обязательными при условии их утверждения или введения в действие соответствующими министерствами. Ведомственные нормативные документы обязательны также для всех организаций, учреждений и предприятий, осуществляющих проектирование и строительство предприятий, зданий и сооружений для отрасли народного хозяйства, руководимой данным министерством.

Ведомственные нормативные документы не должны противоречить основным нормативным документам или дублировать их. К ведомственным нормативным документам относятся ведомственные (отраслевые) строительные нормы (ВСН), ведомственные нормы технологического проектирования (ВНТП), а также отдельные сметные нормативы.

Ведомственные строительные нормы устанавливают требования к проектированию, инженерным изысканиям и строительству, а также к эксплуатации зданий, сооружений и конструкций с учетом специфических условий. Эти строительные нормы утверждают соответствующие министерства в рамках предоставленных им прав.

На каждый объект строительства разрабатывают проектно-сметную документацию, в соответствии с которой выполняют строительные работы по возведению зданий и сооружений, монтажу технологического, санитарно-технического, электротехнического оборудования, автоматики, связи и др.

Рабочие чертежи при строительстве промышленных предприятий состоят из комплектов архитектурно-строительных, санитарно-технических, электротехнических и технологических чертежей.

Комплект электротехнических рабочих чертежей содержит документацию, необходимую для монтажа внешних и внутренних электрических сетей, подстанций и других устройств электроснабжения, силового и осветительного электрооборудования.

Рабочие чертежи должны согласно ПУЭ предусматривать осуществление монтажа электротехнических устройств на основе применения узлового и комплектно-блочного метода с установкой электрооборудования, поставляемого укрупненными узлами, не требующими при установке правки, резки, сверления или других подгоночных операций и регулировки. Поэтому при приемке рабочей документации к производству работ обязательно проверяется учет в ней требований индустриализации монтажа электротехнических

устройств, а также механизации работ по прокладке кабелей, таке-лажу узлов и блоков электрооборудования и их установке.

При разработке проектной документации и при комплектовании проектных материалов должны учитываться требования организации и технологии электромонтажного производства.

Непосредственно на месте установки оборудования и прокладки электросетей в цехах, зданиях (в монтажной зоне) монтажные работы должны сводиться к установке крупных блоков электротехнических устройств, сборке их узлов и прокладке сетей.

В соответствии с этим рабочие чертежи комплектуют по их назначению: для **заготовительных работ**, то есть для заказа блоков и узлов на предприятиях-изготовителях или на сборочно-комплектующих предприятиях монтажных организаций и в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ), и для **монтажа** электротехнических устройств в монтажной зоне.

В проектах предусматривается максимальное исключение дыропробивных работ на месте монтажа. Для этого проемы, ниши и отверстия указывают в рабочих архитектурно-строительных чертежах для выполнения их строительными организациями в процессе изготовления строительных конструкций и возведения зданий. В рабочих чертежах должно быть учтено, что железобетонные, гипсобетонные, керамзитобетонные панели перекрытия, внутренние стеновые панели и перегородки, железобетонные колонны и ригели заводского изготовления должны иметь каналы (трубы) для прокладки проводов, ниши, гнезда с закладными деталями для установки штепсельных розеток, выключателей, звонков и звонковых кнопок.

Трассы прокладки электрических сетей и места установки электрооборудования увязывают с трассами прокладки других технологических и инженерных сетей и с установкой другого оборудования.

В составе рабочих чертежей приводятся спецификации на оборудование, конструкции и материалы и ведомости укрупненных комплектных устройств, блоков и узлов, подлежащих изготовлению вне монтажной зоны (в МЭЗ). Для монтажа внешних (внецевых) кабельных и воздушных линий (ВЛ) разрабатывают планы их прокладки (трассы) с привязкой к координатным сеткам, зданиям и сооружениям, с указанием мест пересечения с другими подземными коммуникациями, типов опор и кабельных сооружений. Опоры ВЛ, их фундаменты, пересечения кабельных линий, кабельные сооружения, как правило, выполняют по типовым чертежам.

Для подстанций, машинных залов и распределительных устройств (РУ) разрабатывают: планы и разрезы с указанием размещения узлов и блоков электрооборудования, прокладки сетей заземления, принципиальные и монтажные схемы главных и вторичных цепей, чертежи прокладки силовых кабелей, кабелей вторичных цепей и кабельные журналы для них.

Для монтажа силового электрооборудования разрабатывают поэтажные планы зданий и цехов с указанием и координацией на них трасс прокладки питающих и распределительных силовых сетей и размещения шинопроводов, силовых питающих пунктов и шкафов, электроприемников и пускорегулирующих аппаратов. Для монтажа электрического освещения выполняют поэтажные планы зданий и цехов с указанием и координацией на них питающих и групповых сетей освещения, светильников, пунктов и щитков.

Разрабатывают принципиальные и расчетные схемы силового и осветительного оборудования. При необходимости разрабатывают чертежи разрезов и узлов силовых и осветительных сетей и оборудования, а также чертежи нетиповых конструкций и узлов.

Проектную документацию заказчик или генподрядчик передает электромонтажной организации в сроки, обеспечивающие заблаговременную подготовку к монтажу, заказ и изготовление блоков и узлов электроустановок на предприятиях-изготовителях и на сборочно-комплекточных предприятиях и базах монтажных организаций. На рабочих чертежах, передаваемых монтажной организации, ставят штамп или надпись «Разрешен к производству» за подписью ответственного представителя заказчика. Типовые проекты проектная организация привязывает к конкретным условиям данного строительства, и на них также ставят штамп или делают надпись, разрешающую их применение.

Заказчик передает монтажной организации также поступающие от предприятия-изготовителя с оборудованием установочные и сборочные чертежи, схемы и инструкции по монтажу. Техническую документацию на иностранном языке передают монтажной и наладочной организациям с переводом на русский язык.

1.1.8. Электрические схемы

Комплект электротехнических рабочих чертежей содержит документацию, необходимую для монтажа внешних и внутренних

электрических сетей, силового и осветительного электрооборудования, а также автоматизированных систем управления.

Производство электромонтажных работ регламентируется технической и директивной документацией.

Основным техническим документом служит проект электроустановки, в строгом соответствии с которым и должны производиться электромонтажные работы.

Электрическая схема представляет собой документ, в котором по правилам ГОСТ обозначаются связи между составными частями устройств, работающих за счет протекания электроэнергии.

Основное назначение электросхемы – помощь в подключении установок, а также поиске неисправности в цепи.

Общая классификация схем включает виды и типы схем.

Согласно ГОСТ 2.701–84, существуют следующие виды схем (в скобках краткое обозначение):

1. Электрические (Э).
2. Гидравлические (Г).
3. Пневматические (П).
4. Газовые (Х).
5. Кинематические (К).
6. Вакуумные (В).
7. Оптические (Л).
8. Энергетические (Р).
9. Деления (Е).
10. Комбинированные (С).

Обозначение типов электрических схем:

1. Структурные (1).
2. Функциональные (2).
3. Принципиальные (полные) (3).
4. Соединений (монтажные) (4).
5. Подключения (5).
6. Общие (6).
7. Расположения (7).
8. Объединенные (8).

Исходя из указанных обозначений, можно по наименованию электросхемы понять ее вид и тип. Как пример, документ с названием ЭЗ является принципиальной электрической схемой.

Структурная схема дает понимание о том, как работает электроустановка и из чего она состоит. Графическое изображение всех

элементов цепи позволяет изначально увидеть общую картину, чтобы переходить к более сложному процессу подключения или ремонта. Порядок чтения обозначается стрелочками и поясняющими надписями.

Функциональная схема в отличие от структурной имеет более подробное описание всех составляющих узлов цепи.

Схема принципиальная – это схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия. Она служит основанием для разработки монтажных таблиц щитов и пультов, схем внешних соединений и других документов.

Принципиальная схема разрабатывается на основании технического задания на проектирование электрооборудования и электроавтоматики.

Основные *требования*, предъявляемые к принципиальным электрическим схемам:

1. *Соответствие техническому заданию.* Схема должна обеспечить работу агрегата в заданной последовательности операций в соответствии с циклограммой работы механизмов в автоматическом, ручном и наладочном режимах.

2. *Надежность действия схемы.* Надежность действия схемы является одним из важнейших требований. Ее определяют следующие условия:

- качество выбранной аппаратуры, то есть ее прочность, долговечность, электрическая стойкость и соответствие условиям окружающей среды. Все электрические аппараты и элементы электрической схемы должны быть выбраны с учетом количества и разрывной мощности контактов, времени втягивания и отпадания магнитных систем, частоты включения, стабильной выдержки времени и т. д. Следует иметь в виду, что схема с меньшим количеством аппаратуры более надежна в работе;

- минимальное количество элементов, аппаратов с малым сроком службы, последовательно включенных контактов, подвижных проводов;

- надежность работы блокировок. Блокировки должны быть простыми и исключать аварийные последствия в случае отказа одного из блокировочных аппаратов и при исчезновении напряжения.

3. *Простота и экономичность схемы.* Простота и экономичность обеспечивается применением простой, стандартной и дешевой

аппаратуры, нормализованных узлов и блоков, сокращением до минимума элементов схемы и номенклатуры аппаратов. В некоторых случаях схемы, содержащие большое количество простой стандартной аппаратуры, являются выгоднее схем с меньшим количеством дорогой или специальной аппаратуры.

4. *Удобство управления и гибкость схемы.* Удобство управления и гибкость электрической принципиальной схемы системы автоматизации или механизма достигаются:

- уменьшением количества элементов управления, рукояток, кнопок, выключателей и переключателей;
- удобством перехода с одного режима работы на другой, например с ручного на автоматический, с отдельного управления механизмами на совместное и наоборот;
- возможностью перестройки схемы на новый технологический цикл работы оборудования, а также исключением или введением новых блокировок без нарушения основных функций схемы;
- возможностью опробования схемы при обесточенных силовых цепях в процессе наладки.

В качестве элементов управления манипуляторов, загрузочных и прочих машин должны предусматриваться рукоятки управления, перемещение которых имитирует движение механизмов.

5. *Безопасность работы.* Схема должна исключать возможность ложных пусков, нарушений последовательности работы механизмов, возникновение аварий, брак продукции и увечье обслуживающего персонала при ошибочных действиях оператора и неисправностях схемы:

- обрывах или сгорании катушек;
- приваривании контактов;
- обрывах или заземлении в коммутации;
- сгорании предохранителей;
- исчезновении и возобновлении напряжения.

К монтажным схемам относятся схемы соединений и схемы подключений.

Схема соединений – это схема, показывающая соединения составных частей изделия и определяющая провода и другие изделия, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода.

Схема подключения – это схема, показывающая внешние подключения.

Монтажная электрическая схема является основной рабочей схемой, по которой производится монтаж электрооборудования, поэтому при ее составлении должны соблюдаться следующие *требования*:

- монтажная схема должна составляться с учетом удобства выполнения монтажа как отдельных панелей, так и внешних соединений;
- все внешние соединения, выполненные проводами и кабелями, должны быть надежно защищены от механических повреждений и разрушения изоляции от воздействия температуры, масел, кислот и других факторов;
- монтажная схема в целом должна быть составлена с учетом удобства эксплуатации и безопасного обслуживания соответствующих частей, аппаратуры и оборудования, входящих в нее.

Объединенная схема может включать в себя несколько видов и типов документов. Ее используют в том случае, если можно без сильного нагромождения чертежа обозначить все важные особенности цепи. Используют объединенный проект чаще всего на предприятиях.

Существует также схема кабельных трасс, которая представляет собой упрощенный план прокладки кабельной линии к распределительным пунктам и трансформаторным подстанциям.

1.1.9. Классификация электроустановок, помещений и электрооборудования

Электроустановками называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

По напряжению различают электроустановки:

- до 1000 В;
- свыше 1000 В.

По расположению электроустановки бывают:

- открытые, или наружные (установки, защищенные сетками или навесами, рассматривают как наружные);
- закрытые, или внутренние.

В отношении опасности поражения людей и животных электрическим током помещения с электроустановками делятся на следующие категории:

1) помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- а) сырость или проводящая пыль;
- б) токопроводящие полы;
- в) высокая температура;
- г) вероятность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п. с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования с другой.

2) особо опасные помещения характеризуются наличием одного из следующих условий:

- а) особая сырость;
- б) химически активная среда;
- в) одновременное наличие двух или более условий повышенной опасности.

3) помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную и особую опасность.

По *условиям окружающей среды* помещения, в которых располагаются электроустановки, делятся на следующие категории:

1) сухие помещения (относительная влажность не превышает 60 %). Это отапливаемые помещения обслуживающего персонала, общежития, отапливаемые склады, подсобные помещения в ремонтно-механических мастерских и т. п.;

2) пыльные помещения (по условиям производства в них выделяется пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.) – помещения для дробления сухих концентрированных кормов, комбикормовые заводы, склады цемента и других сыпучих негорючих материалов;

3) влажные помещения (пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь временно, в небольших количествах, относительная влажность более 60 %, но не превышает 75 %) – залы столовых, лестничные клетки, кухни жилых помещений, неотапливаемые склады и т. п.;

4) сырые помещения (относительная влажность длительно превышает 75 %) – овощехранилища, доильные залы, молочные, кухни общественных столовых и т. п., а также, при наличии установок микроклимата, коровники, телятники, свинарники, птичники и другие животноводческие помещения;

5) особо сырые помещения (относительная влажность воздуха близка к 100 %, потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой) – моечные в мастерских, кормоцеха для приготовления влажных кормов, теплицы, парники, а также наружные установки под навесами;

6) особо сырые помещения с химически активной средой (при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %, постоянно или длительно в помещении содержатся пары аммиака, сероводорода и других газов невзрывоопасной концентрации или же образуются отложения, действующие разъедающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования). Это склады минеральных удобрений, животноводческие помещения при отсутствии в них установок по созданию микроклимата;

7) пожароопасные помещения класса П I (например, склады минеральных масел). То же, класса П II (например, деревообделочные цеха, зернохранилища). То же, класса П IIа (склады для хранения горючих материалов, животноводческие помещения при хранении на чердаках сена и соломы).

8) взрывоопасные помещения – аккумуляторные, хранилища нефтепродуктов и т. п.

В зависимости от характеристики помещений и электроустановок, которые в них располагаются, к выбору, исполнению и установке машин, аппаратов, приборов, а также к выбору и прокладке электрических проводов и кабелей предъявляются различные требования, выполнение которых обеспечивает надежность и безопасность обслуживания электроустановок.

По возгораемости строительных материалов конструкции зданий и поверхностей помещения делятся на следующие группы:

1. Несгораемые конструкции – под воздействием огня или высокой температуры они не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются.

2. Трудносгораемые конструкции – под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только при наличии источника огня.

3. Сгораемые конструкции – под воздействием высокой температуры воспламеняются и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня.

По способу хранения электрооборудование делится на следующие группы:

1. Электрооборудование, не требующее защиты от атмосферных осадков, подлежит хранению на открытых площадках и эстакадах.

2. Электрооборудование, требующее защиты от прямого попадания атмосферных осадков и нечувствительное к температурным колебаниям, подлежит хранению в полукрытых складах под общими или индивидуальными навесами.

3. Электрооборудование и электроконструкции, требующие защиты от атмосферных осадков и сырости и малочувствительные к температурным колебаниям, а также все мелкие детали подлежат хранению в закрытых неутепленных складах.

4. Приборы и ответственные механизмы, чувствительные к температурным колебаниям, подлежат хранению в закрытых утепленных складах.

1.1.10. Общие требования при монтаже средств автоматики

Общие требования при монтаже средств автоматики распространяются на все виды монтажа и наладки электрооборудования и средств автоматики. Электромонтажные работы должны выполняться специалистами, предприятиями и организациями, проектирующими и осуществляющими самые различные виды электромонтажных работ, в соответствии со строительными нормами и порядком, установленным ПУЭ и СНиП.

К электромонтажным работам допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж, первичный инструктаж, обучение и стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда, имеющие группу по электробезопасности не ниже III и соответствующую квалификацию согласно тарифно-квалификационного справочника.

Электромонтажник обязан:

- выполнять только ту работу, которая определена рабочей инструкцией;
- выполнять правила внутреннего трудового распорядка;
- правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;
- соблюдать требования охраны труда;
- проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения электромонтажных работ и оказанию первой помощи

пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, проверку знаний требований охраны труда;

- уметь оказывать первую доврачебную помощь пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях;

- уметь применять средства первичного пожаротушения.

При работе с электрооборудованием и средствами автоматики электромонтажник должен быть обеспечен основными и дополнительными защитными средствами, обеспечивающими безопасность его работы (диэлектрические перчатки, диэлектрический коврик, инструмент с изолирующими рукоятками, переносные заземления, плакаты и т. д.).

Приборы, используемые для измерения, автоматического контроля и регулирования параметров, должны соответствовать классу пожаро- и взрывоопасной зоны, группе и категории взрывоопасных смесей.

Безопасность эксплуатации приборов автоматикии электрооборудования, находящихся в пожароопасных и взрывоопасных зонах, должна обеспечиваться наличием соответствующих средств защиты.

В случае производства наладочных работ на действующем предприятии с вредным производством, а также если на вновь строящемся предприятии технологический процесс имеет вредные условия производства и подготовка к нему начинается до окончания работ по наладке приборов контроля и средств автоматизации, наладчики должны выполнять работы с соблюдением санитарных норм и правил, действующих на предприятии.

При проведении инструктажа по технике безопасности на рабочем месте должны быть четко сформулированы задание по наладке и условия производства работ, проработаны указания о безопасных методах производства электромонтажных работ и применении конкретных защитных средств.

Временные схемы, собираемые вблизи налаживаемого оборудования для снятия его параметров, опробирования приборов на месте размещения и других целей, должны выполняться на столах достаточной прочности. Площадь этих столов должна позволять удобно и свободно разместить все необходимые приборы и аппаратуру.

Запрещается для сборки схем применять столы с металлической рабочей поверхностью или металлическим обрамлением, а также пользоваться металлическими подставками и лестницами.

Временные питающие линии должны быть выполнены открыто проводом соответствующего сечения с изоляцией достаточной

механической и электрической прочности, надежно закреплены и повешены на высоту, обеспечивающую свободный проход людей и проезд заводского транспорта.

Сборку временных схем для электрических испытаний, переключение проводов в схеме, перестановку приборов и аппаратов в ней производить без снятия напряжения и видимого разрыва в питающей сети запрещается.

1.1.11. Сетевые графики производства электромонтажных работ

Все организационные и технические вопросы подготовки и выполнения электромонтажных работ разрабатываются в проектах производства электромонтажных работ ППЭР.

Составление ППЭР является неотъемлемой частью современных методов организации производства. Материалы ППЭР помогают монтажному персоналу в своевременной подготовке работ и их организации, в правильной расстановке рабочей силы, в составлении графиков, заявок и т. п.

ППЭР как составная часть проекта организации работ строительства объекта в целом увязывается со смежными монтажными и строительными работами в части готовности сооружения под монтаж, поставки оборудования и материалов, совместного использования строительных механизмов и других вопросов организации и производства работ при составлении графиков и особенно сетевых графиков.

В графиках необходимо предусматривать в соответствии с требованиями СНиП производство монтажа в две стадии и опережающее строительство электротехнических помещений и трасс канализации электроэнергии (подстанции, машзалы, помещения станций управления, кабельные туннели, каналы, траншеи, щитовые помещения и т. п.). Первоочередное строительство и монтаж электротехнических помещений обеспечивают своевременную подачу электроэнергии для обкатки механизмов.

Помимо работ по электроснабжению следует отнести в графике к первоочередным монтаж электрооборудования подъемно-транспортных устройств.

При разработке ППЭР подготавливаются исходные данные для составления сетевого графика.

На всех объектах, где строительство ведется по сетевым графикам (система СПУ), электромонтажные организации выдают планирующим

центрам при строительных комплексах локальные сетевые графики производства электромонтажных работ и карточки-определители работ и событий.

График составляют работники управления, занимающиеся вопросами разработки и внедрения сетевых графиков, и исполнители на объекте. Разработка локального сетевого графика ведется в полной увязке с техническими и организационными решениями, принятыми в ППЭР. Исходными данными для его разработки служат: нормы продолжительности строительства или директивный срок ввода объекта в эксплуатацию, проектная документация, сведения о наличии ресурсов в распоряжении монтажной организации. Продолжительность работ определяют также на основе расчета трудозатрат, пользуясь работами института ВНИИПЭМ – «Показатели для низового планирования» и «Укрупненные нормативы трудозатрат по основным видам электромонтажных работ».

Начальным событием сетевого графика считается момент предоставления фронта работ. Все электромонтажные работы фиксируются в графике в технологической последовательности и увязываются со сроками смежных работ и сроками поставки оборудования и материалов.

Работы монтажно-заготовительных участков (МЗУ) указываются в графике специальными вводами, привязанными к началу монтажа отдельных узлов. Сетевой график сопровождается графиком движения рабочей силы и расчетом рабочей силы с учетом квалификации и специальности. Весь комплекс работ по разработке локального сетевого графика состоит из подготовки исходных данных, расчета трудозатрат, составления карточки-определителя работ, карточки-определителя событий, перечня электромонтажных работ с оценкой времени, составления графика, расчета его ручными счетными средствами, проведения согласований, оптимизации графика в необходимых случаях, участия в сшивании в общий график по объекту.

Оптимизация графика производится с целью выявления оптимальной продолжительности электромонтажа, а также выявления возможностей наиболее целесообразного использования людских и материально-технических ресурсов в пределах имеющихся резервов времени.

Элементы сетевого графика приведены в табл. 1 и на рис. 2.

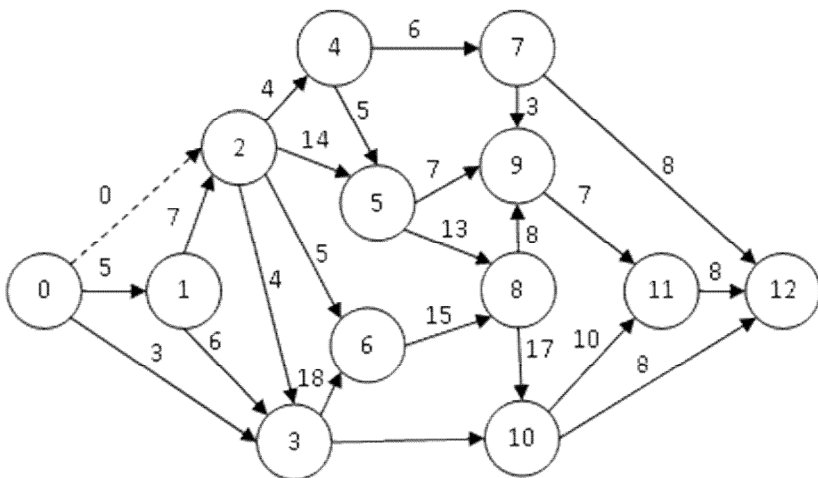


Рис. 2. Сетевой график

Таблица 1

Элементы сетевого графика

Наименование элемента графика	Значение элемента графика	Условное обозначение
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Сетевой график	Графическое изображение процесса (модель) выполнения комплекса работ и его конечной цели, в котором весь комплекс операций расчленен на отдельные, четко определенные работы, с указанием взаимосвязей между ними	Рис. 1
Работа	Элемент сетевой модели, отражающий определенный этап производственного процесса или связь между началом и окончанием отдельных процессов	Сплошная линия – стрелка (→)
а) действительная работа	Производственный процесс, требующий для своего выполнения затрат времени и ресурсов (например, прокладка кабеля в траншее)	

Наименование элемента графика	Значение элемента графика	Условное обозначение
б) ожидание	Организационный или технологический перерыв между работами, процесс, не требующий затрат труда, но занимающий время (например, процесс остывания кабельной массы или эпоксидной смолы)	Сплошная линия – стрелка (→)
в) зависимость (фиктивная работа)	Элемент, который вводится для отражения правильной связи между работами (например, прокладка кабеля может быть начата после окончания рытья траншей и доставки кабеля на трассу); не требует затрат времени и труда исполнителей	Пунктирная линия – стрелка (- ->)
Событие	Промежуточный или конечный результат выполнения одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала последующих работ. На графике всякая работа соединяет два события – предыдущее и последующее, номерами которых она и нормируется	Кружок с порядковым номером события внутри
Предшествующие работы	Работы, выполнение которых является непосредственным условием начала данной работы	
Последующие работы	Работы, для которых одним из непосредственных условий их начала является выполнение работы	
Исходные работы	Работы, для которых в данный сетевой график не вводятся условия их начала (отсутствуют предшествующие работы)	
Исходные события сетевого графика	Начальное событие исходных работ (например, готовность строительной части подстанции)	Кружок с цифрой нуль внутри
Завершающие работы	Работы, выполнением которых достигается поставленная конечная цель сетевого графика	

Наименование элемента графика	Значение элемента графика	Условное обозначение
Завершающее событие сетевого графика	Конечное событие завершающих работ (например, монтаж подстанции закончен)	На рис. 1 обозначено цифрой 12 в кружке
Продолжительность работы	Время выполнения данной работы в рабочих днях или в других единицах времени, одинаковых для всех работ данного сетевого графика	
Путь	Любая непрерывная последовательность работ и зависимость в сетевом графике (любая последовательность стрелок, в которой конец каждой предыдущей стрелки совпадает с началом последующей)	На рис. 1 последовательность стрелок 2, 3; 3, 6; 6, 8; 8, 9 – один путь
Полный путь	Путь от исходного до завершающего события сетевого графика	
Подкритический путь	Любой путь, продолжительность которого меньше продолжительности критического пути на величину, меньшую периода контроля	
Срок начала работ		
а) раннее начало работ	Самый ранний из возможных сроков начала работы, который обуславливается выполнением всех предшествующих работ	
б) позднее начало работ	Самый поздний срок начала работ, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется	
Срок окончания работ		
а) раннее окончание работы	Самый ранний из возможных сроков окончания работы	

Наименование элемента графика	Значение элемента графика	Условное обозначение
б) позднее окончание работы	Самый поздний допустимый срок окончания работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется	
Общий резерв времени	Максимальное количество времени, которое необходимо для завершения данной работы без изменения срока конечной цели	
Критический путь	Полный путь наибольшей продолжительности, определяющий срок достижения поставленной цели	На рис. 1 путь 2, 3, 6, 8 между узлами 2 и 8 (29 единиц времени)
Критическая работа	Работа, лежащая на критическом пути, имеет резервы времени, равные нулю	
Сшивание графика	Объединение частичных графиков в общий	
Топология сети	Структура сети, схематическое изображение событий и работ, показывающие их взаимосвязь	
Оптимизация сетевого графика по времени	Сокращение продолжительности работ, находящихся на критическом или близких к нему путях, за счет ресурсов по работам, расположенных на не критических путях	
Временные оценки	Цифры, показывающие продолжительность тех или иных работ, увязываемых в сетевом графике	Пишутся над стрелками, обозначающими работы
Дата начала	Календарный срок, соответствующий исходному событию сетевого графика	
Дата окончания	Календарный срок, соответствующий завершающему событию сетевого графика	

1.1.12. Методы организации монтажных работ

Обеспечение качества и современных темпов строительства не возможно без индустриализации, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Одним из главных направлений современной организации электромонтажного производства является его индустриализация – это такой способ ведения работ, при котором основные из них, наиболее массовые и трудоемкие, выполняются вне зоны монтажа на специализированных заводах и базах. Применение индустриальных методов монтажа (ИММ) позволяет в значительной мере устранить зависимость электромонтажных работ от выполнения общестроительных и специальных работ.

ИММ позволяют в процессе выполнения строительных работ прокладывать трубы в фундаментах, устраивать сквозные проходы и различные каналы для электрических коммуникаций, устанавливать закладные части и т. д. Одновременно с этим на заводах производится монтаж соответствующего электрооборудования, комплектуются укрупненные блоки шинных конструкций и электропроводок, собираются силовые шкафы и шкафы автоматизации и др.

Совмещение во времени строительных и электромонтажных работ позволяет:

- сократить продолжительность электромонтажных работ; рационально, с высокой степенью загрузки использовать монтажные механизмы, инструменты и приспособления; выполнять трудоемкие монтажные работы в более приспособленных для этого условиях на объекте монтажа;
- полнее использовать имеющиеся материальные ресурсы электромонтажной организации и ее вспомогательных подразделений; добиться существенного снижения стоимости электромонтажных работ.

Основным способом индустриализации электромонтажного производства является изготовление на заводах крупноблочных комплектных устройств, использование которых позволяет достичь большого экономического эффекта.

К месту монтажа доставляются специальным транспортом:

- комплектное устройство, которое при помощи соответствующего грузоподъемного механизма устанавливается в подготовленном месте или на готовом фундаменте;

- крупные щиты и пульта управления со снятыми приборами, которые монтируют после установки и крепления щита на месте, чем предотвращается их повреждение.

Индустриальным методом электромонтажного производства является также комплектование крупноблочных конструкций, сборочных единиц, электропроводок и изделий в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ). Высокая степень готовности продукции МЭЗ позволяет монтировать ее без дополнительных затрат труда на сборку, окраску, маркировку и т. д.

Индивидуальный метод – монтаж приборов и средств автоматизации, при котором основной базой производства разнотипных монтажных изделий, узлов, конструкций щитов практически выполняются в зоне монтажа на строительной площадке.

Полносборный метод монтажа – метод, при котором большая часть комплектных устройств, унифицированных и стандартизированных монтажных изделий и средств автоматизации изготавливаются на заводах, собираются на производственных базах монтажной организации и комплектно поставляются на монтажную площадку собранных крупных узлов и блоков.

1.1.13. Этапы монтажа средств автоматики

Весь комплекс электромонтажных работ электрооборудования и средств автоматики делят на четыре этапа.

Первый этап – организация и подготовка производства электромонтажных работ электрооборудования. На данном этапе, до начала производства работ, на объекте должны быть выполнены следующие мероприятия:

- разработан проект производства работ, получена рабочая документация к производству электромонтажных работ;
- проведено ознакомление инженерно-технических работников и бригадиров с рабочей документацией и сметами, организационными и техническими решениями проекта производства работ;
- согласованы: графики поставки оборудования, изделий и материалов с учетом технологической последовательности производства работ; перечень электрооборудования, монтируемого с привлечением шефмонтажного персонала предприятий-поставщиков; условия транспортирования к месту монтажа тяжелого и крупногабаритного электрооборудования;

- подготовлены и приняты необходимые помещения для размещения бригад рабочих, инженерно-технических работников, производственной базы, а также для складирования материалов и инструмента с обеспечением мероприятий по охране труда, противопожарной безопасности и охране окружающей среды;

- осуществлена приемка по акту строительной части объекта под монтаж электротехнических устройств и выполнены предусмотренные нормами и правилами мероприятия по охране труда, противопожарной безопасности и охране окружающей среды при производстве работ.

Второй этап – производство электромонтажных работ, как правило, выполняют в две стадии.

Во время первой стадии внутри сооружений и зданий монтируются опорные конструкции под установку электрооборудования и шинопроводов, выполняется скрытая электропроводка, монтируются сети заземления и наружные кабельные сети. Все эти процедуры должны выполняться одновременно с основными строительными работами (по совмещенному графику).

Вторая стадия характеризуется работами по непосредственному монтажу электрооборудования, прокладыванию кабелей, проводов и шинопроводов в необходимые точки. Монтаж электротехнических устройств следует осуществлять на основе применения комплектно-блочного метода строительства с установкой оборудования, поставляемого укрупненными узлами, не требующими при установке правки, резки, сверления или других подгоночных операций и регулировки.

Третий этап – выполнение пусконаладочных работ. Пусконаладочные работы – это комплекс работ, включающий проверку, настройку и испытания электрооборудования с целью обеспечения электрических параметров и режимов, заданных проектом. Пусконаладочные работы по электротехническим устройствам осуществляются в четыре стадии.

На первой (подготовительной) стадии пусконаладочная организация должна: разработать рабочую программу производства пусконаладочных работ; передать заказчику замечания по проекту производства электромонтажных работ, выявленные в процессе разработки рабочей программы производства пусконаладочных работ; подготовить парк измерительной аппаратуры, испытательного оборудования и приспособлений.

На второй стадии пусконаладочная организация выполняет проверку смонтированного электрооборудования с подачей напряжения от испытательных схем на отдельные устройства и функциональные группы. Данная стадия выполнения работ может совмещаться с выполнением электромонтажных работ на объекте. Начало пусконаладочных работ на этой стадии определяется степенью готовности строительно-монтажных работ: в электротехнических помещениях должны быть закончены все строительные работы, включая и отделочные, закрыты все проемы, колодцы и кабельные каналы, выполнено освещение, отопление и вентиляция, закончена установка электрооборудования и выполнено его заземление.

На третьей стадии пусконаладочных работ выполняются индивидуальные испытания электрооборудования. На этой стадии пусконаладочная организация производит настройку параметров, уставок защиты и характеристик электрооборудования, опробование схем управления, защиты и сигнализации, а также электрооборудования на холостом ходу для подготовки к индивидуальным испытаниям технологического оборудования.

На четвертой стадии пусконаладочных работ производится комплексное опробование электрооборудования по утвержденным программам. На этой стадии должны выполняться пусконаладочные работы по настройке взаимодействия электрических схем и систем электрооборудования в различных режимах. Пусконаладочные работы на четвертой стадии считаются законченными после получения на электрооборудовании предусмотренных проектом электрических параметров и режимов, обеспечивающих устойчивый технологический процесс выпуска первой партии продукции в объеме, установленном на начальный период освоения проектной мощности объекта.

Работа пусконаладочной организации считается выполненной при условии подписания акта приемки пусконаладочных работ.

Завершающим этапом комплекса электромонтажных работ являются: испытания и сдача объекта в эксплуатацию. Электромонтажные организации перед сдачей объекта в эксплуатацию создают *техническую комиссию* из числа своих инженерно-технических работников, опытных бригадиров. Техническую комиссию возглавляет главный инженер организации. Техническая комиссия проверяет качество выполнения электромонтажных работ

на готовых к сдаче в эксплуатацию объектах, составляет ведомость недоделок и дефектов. После устранения недоделок и дефектов электромонтажная организация, выступающая в качестве подрядчика, дает письменное извещение генеральному подрядчику о готовности электроустановок объекта для предъявления *рабочей комиссии*.

Рабочие комиссии назначаются решением организации-заказчика. В состав рабочих комиссий включаются представители заказчика (председатель комиссии), генерального подрядчика, субподрядных организаций, эксплуатационной организации, генерального проектировщика, органов государственного санитарного надзора, органов государственного пожарного надзора и т. д. После проведения рабочей комиссией необходимых проверок (в соответствии со СНиП 3.01.04–87) осуществляется окончательная приемка в эксплуатацию *государственной приемочной комиссией*.

Приемка в эксплуатацию законченных объектов государственными приемочными комиссиями оформляется актами.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОПРОВОДКАМ. ЭЛЕКТРОМОНТАЖ

1.2.1. Классификация электропроводок и технические требования к ним

Электропроводка – это все кабели и провода, по которым осуществляется подвод и распределение электроэнергии, а также детали крепления, защитные и поддерживающие конструкции.

По расположению различают наружную и внутреннюю электропроводку.

Наружная электропроводка – обеспечивает подвод электричества от воздушной линии к зданию. В зависимости от расстояния до опоры, проводка производится изолированными или неизолированными проводами. А также может быть гибкой – из проводов, или жесткой – из шин.

Внутренняя электропроводка – прокладывается внутри помещения. Для установки используются изолированные провода, шины, кабели и шнуры. Бывает открытой и скрытой.

Скрытая электропроводка – проводится в бороздах под штукатуркой или вмонтирована в строительные конструкции при их изготовлении. Применяется в современном строительстве для жилых помещений, так как является наиболее безопасной для эксплуатации.

Провода прокладываются в асбестоцементные трубы, гибкие металлические рукава, короба. Скрытая электропроводка может закладываться в стены, полы, фундамент и потолок. Последний вариант не отвечает требованиям пожарной безопасности, поэтому используется только в качестве временного.

Основной недостаток: затруднен доступ к проводам для подключения дополнительных токоприемников.

Открытая электропроводка – изолированные и неизолированные провода поддерживаются изоляторами на опорных конструкциях.

Прокладывается по стенам, потолкам, фермам потолочных перекрытий.

Удобна тем, что любой ее участок легко доступен для ремонта и подключения новых токоприемников.

Открытая электропроводка может быть стационарной, передвижной и переносной.

Комбинированная электропроводка – прокладывается в кабель-каналах. Сочетает в себе доступность открытой и безопасность скрытой, а также считается более изящной и менее трудоемкой. Применяется в коридорах, подсобных помещениях. Является традиционным способом для прокладки компьютерных сетей, пожарной и охранной сигнализации.

1.2.2. Методика рационального выбора электропроводки применительно к условиям ее эксплуатации

При выборе способа электропроводки следует руководствоваться характером помещений и противопожарными нормами.

Недопустимо устройство проводки в дымоходах или шахтах отвода газов.

В сухих отапливаемых помещениях разрешено применять любые виды электропроводки. Наиболее распространен способ скрытой проводки в слое штукатурки или под ней, под полом, прокладка в каналах.

Если используются трубы или каналы, их следует вмонтировать в стену на 1 см, при прокладке исключительно кабелей и проводов глубина залегания должна быть не менее 0,5 см.

В одной трубе запрещено размещение двух и трех электрических линий.

В сухих, неотапливаемых помещениях, а также в комнатах с влажностью не более 75 %, таких как кухня, хозяйственные помещения, применяется комбинированная проводка с устройством в кабель-каналах.

Сырыми считаются помещения, влажность которых превышает 75 %. К ним относятся туалеты, овощехранилища, погреба. Особенно сырыми являются места, покрытые конденсатом, а также теплицы и парники. В этих случаях необходимо, чтобы проводка пролегалa в трубах, вне зависимости от способа ее монтажа, изолированности или неизолированности проводов.

В пыльных помещениях разрешена открытая или скрытая проводка изолированными проводами, проложенными в трубках, которые могут быть или изоляционными с тонкой металлической оболочкой, или стальными. Эти предосторожности вызваны тем, что пыль оседает на проводах, попадает внутрь машин и оборудования, чем может вызвать короткое замыкание.

Неисправность электросети в результате неправильного монтажа электропроводки чаще всего является причиной пожаров.

Основные правила, обязательные для соблюдения при прокладке любого типа проводки

Нельзя крепить провода гвоздями по горючему основанию. В этом случае прокладку нужно проводить в металлических или винилпластовых трубах, или проводящими элементами, защищенными огнеупорной оболочкой. Если такой возможности нет, то между основанием и проводами следует проложить асбестовую ткань или гипсоволокнистую плиту. Элементы проводки следует покрывать штукатуркой или негорючим материалом.

Для крепления проводов используются жестяные скобки, представляющие собой полоски шириной около 1 см. Грани скобок следует затупить, иначе они могут повредить изоляцию. Располагать их следует на кирпичной стене на расстоянии друг от друга не более 40 см, на деревянной – 30 см. При пересечении проводов, точки крепления должны находиться не дальше 5 см от его центра.

Для крепления плоских проводов на деревянной стене используют гвозди диаметром 1,50–1,75 мм, длиной 20–25 мм, со шляпкой 3 мм. Чтобы не повредить провод, молотком забивают 3/4 длины гвоздя, а остальное – оправкой, которая имеет лунку размером чуть больше шляпки гвоздя.

Соединение и ответвление проводов должно выполняться в соединительных и ответвительных коробках, которые крепятся к стене на деревянном основании шурупами. В кирпичную стену они закрепляются при помощи дюбелей.

Чтобы избежать окисления жил, концы и соединения проводов следует тщательно обматывать изоляцией, а также укладывать в коробку таким образом, чтобы они не соприкасались между собой.

В местах вынужденных пересечений проводов, один из них обматывается 1-2 слоями изоляционной ленты на участке длиной 2,5–3,0 см.

Провода к светильникам прокладывают через потолок, а к розеткам и выключателям – через пол. Для потолочных светильников в отверстиях перекрытий укрепляют специальные металлические крюки, которые должны быть изолированы от подвесов люстр специальной пластмассовой трубкой.

Выключатели и розетки защищенного типа при открытой проводке должны устанавливаться на пластмассовые или деревянные

подкладки, крепящиеся к стене. Их диаметр должен превышать площадь основания устанавливаемого устройства не менее чем на 1 см.

Для зануления электрооборудования от силового щита прокладывается отдельный провод, по сечению равный фазному. Его необходимо подсоединить к нулевому защитному проводнику сети перед установкой счетчика.

Для надежности контакта заземляющего и нулевого защитных проводов применяют сварку или болтовые соединения. Предохранители и выключатели нельзя подсоединять в такие цепи.

Существуют определенные нормы допустимых расстояний от трубопроводов, оконных и дверных проемов. Также стоит заранее отметить места расположения электроприборов, светильников, выключателей, розеток и разветвительных коробок.

Выключатели обычно устанавливают на высоте 1,5 м в местах, не закрываемых открытой дверью.

Розетки располагают на высоте 0,8–0,9 м от пола в местах предполагаемого местоположения оборудования.

По противопожарным нормам в сухих помещениях на одну розетку приходится около 6 м³ помещения.

В помещениях с влажной средой устройство розеток запрещено.

Разветвительные коробки располагают в каждом помещении. Их нельзя клеить обоями или маскировать штукатуркой. Снимать внешние панели с коробок, выключателей розеток безопасно только после отключения напряжения.

Провода прокладываются до начала отделочных работ по прямым горизонтальным и вертикальным линиям.

В вертикальном направлении от карнизов и балок следует отступать 5–10 см, от потолка и плинтуса – по 15–20 см.

По горизонтали расстояние между проводами и углами помещения, оконными и дверными проемами не должно быть менее 10 см.

Проводка не должна касаться металлических конструкций здания.

Минимальное расстояние между параллельно расположенными проводами – 3 мм.

При прокладке вблизи трубопроводов, следует отступить не менее 10 см вдоль трубы и 5 см при ее пересечении, а от газопроводящих труб – 40 и 10 см соответственно.

При монтаже рядом с горячими устройствами рекомендуется защитить провода при помощи асбестовых прокладок, металлорубаков или распределительных коробок.

В сырых и влажных помещениях длину проводов стоит минимизировать, чтобы избежать возможности замыкания.

После разметки поводка нарезают, оставляя необходимый запас 6–7 см. Затем их выпрямляют, протягивая 2–3 раза через тряпку, зажатую в ладони.

1.2.3. Установочные провода и кабельные изделия: назначение, классификация и маркировка

Установочные провода предназначены для распределения электрической энергии в силовых и осветительных установках при неподвижной прокладке на открытом воздухе и внутри помещений, а также для питания электродвигателей и подключения промышленных и лабораторных переносных приборов и аппаратуры.

Данные провода выпускаются на напряжение 380, 660 и 3000 В круглой и плоской формы с медными и алюминиевыми жилами, которые изолируются резиной или пластмассой и располагаются параллельно либо скручиваются в сердечник.

К установочным и монтажным проводам и кабелям относятся изолированные провода (жилы) и шнуры, предназначенные для передачи электроэнергии. Их применяют при монтаже внутренних проводок и силовых токоприемников в сельскохозяйственном производстве.

Шнуры и кабели – одна или несколько скрученных между собой изолированных жил, обладающих определенной гибкостью, или же несколько таких жил, заключенных в общую герметическую оболочку из резины, пластмассы или металла.

В производстве наиболее распространены провода и шнуры следующих марок:

ПР, АПР – шнур в пропитанной оплетке, на напряжение до 500 В, сечением 0,75–400 мм² для медных и 2,5–400 мм² для алюминиевых проводов. Применяется для неподвижной прокладки в сухих, жарких и пыльных помещениях на роликах, в трубках и трубах. Изготавливается и на напряжение 3000 В (медный) сечением 1,5–185 мм². Для этих марок обычно в их обозначении указано напряжение, например, ПР-500;

ПРКС, ПРБС – то же, но с резиновой теплостойкой изоляцией сечением 0,75–2,50 мм²;

ПРГ и ПРГ-500 – то же, но гибкий, применяется на те же напряжения для соединения подвижных частей электрических машин и аппаратов в сухих и сырых помещениях в стальных трубах. Для ПРГ сечением 0,75–24,00 мм², для ПРГ-500 – 6–35 мм²;

ПРД – двухжильный неизолированный, на напряжение 380 В, сечением 0,5–6,0 мм², для неподвижной прокладки на роликах в сухих помещениях;

АР (АРД) – шнур арматурный медный, одножильный (двухжильный) в неизолированной оплетке, на напряжение 220 В, сечением 0,50–0,75 мм², для зарядки и прокладки поверх осветительной арматуры в сухих помещениях;

ПРП (ПРШП) – шнур в защитной оплетке из стальной проволоки (панцирный) до 500 В, одно-, двух- и трехжильный сечением 1–95 мм², для неподвижной прокладки;

ПРТО, АПРТО – шнур в изолированной оплетке для прокладки в трубах, до 2000 В, одножильный сечением 1–500 мм², двух-, трех- и четырехжильный сечением 1–120 мм², обычно напряжение провода указано в марке, например ПРТО-500;

ППВ, АППВ (ППВС и АППВС) – шнур с полихлорвиниловой изоляцией, плоский, с разъединяющей перемычкой (или без нее) между жилами, до 500 В, двух- и трехжильный сечением 2,5–6,0 мм², для неподвижной открытой прокладки в сухих и сырых помещениях (для скрытой прокладки под штукатуркой).

1.2.4. Выбор типов проводов и кабелей для выполнения электрических проводок

В основном для прокладки системы энергоснабжения используются провода, кабели и шнуры.

Провод – одна или несколько голых или изолированных жил, которые в быту называются проволокой.

Изоляция может представлять собой металлическую оболочку, обмотку или оплетку волокнистыми материалами.

Изолированные провода могут быть защищенные, то есть имеющие дополнительную оболочку для герметизации и предохранения от внешних воздействий, и незащищенные. К первой группе относятся АПРН, ПРВД, АПРФ, ПУНП, а ко второй – АРТО, ПРД, АППР, АПВ, АППВ, ППВ, АППВС.

Что касается металла, то алюминиевые провода используются чаще всего, хотя плотность тока в них в 1,5 раза меньше, чем в медных. Их достоинством считается повышенная пластичность. Это очень удобно в использовании, когда проводка имеет множество изгибов.

Срок службы алюминия в сухих помещениях в качестве скрытой проводки – 30 лет, а открытой – 20 лет.

Медные провода качественнее и в 2–3 раза прочнее алюминиевых. Способны выдерживать большие нагрузки, но имеют тенденцию окисляться, а при нарушении контакта – нагреваться и отгорать.

Запрещено соединять медные и алюминиевые провода, даже посредством клемм, так как эти разные металлы имеют различную плотность и выдерживают различное напряжение тока. Подобная установка может привести к оплавлению алюминиевого провода, то есть к нарушению контакта и замыканию.

По правилам электроустановки, для силовых и осветительных цепей напряжением до 1000 В должны применяться изолированные провода или небронированные кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией в металлической, резиновой или пластмассовой оболочке с сечением жил до 16 мм².

Провода с пластмассовой изоляцией, АПВ, ПВ, АППВС, изготавливаются без оболочек, так как пластмасса не нуждается в защите от влаги и устойчива к легким механическим воздействиям, их рабочая температура не должна быть выше +70 °С.

Проводам с резиновой изоляцией требуется оболочка с фальцованным швом из алюминиевого сплава АМЦ или латуни, АПРФ, ПРФ, ПРФЛ, возможна оболочка из ПВХ-пластиката, АПРВ, ПРВ, ПРВД. Рабочая температура этого типа проводов не должна превышать 65 °С.

Рабочее напряжение, на которое рассчитан провод, должно быть больше или равно напряжению питающей электросети, оно составляет 230 В, а проводящие элементы выпускаются с расчетом на напряжение 400 В.

Сечение проволоки определяется механической прочностью используемых проводников. Для алюминия оно не должно быть меньше 1 мм², а для меди – 2 мм². При устройстве открытой проводки на роликах, сечение жилы необходимо выбрать не менее 2,5 мм².

Кабель – одна или несколько скрученных изолированных жил, объединенных в общую оболочку, которая может быть резиновой,

пластмассовой или металлической. Главное, чтобы она предохраняла металл от влаги, света, химических и механических воздействий.

Кабель называется бронированным, если он имеет дополнительную защитную оболочку, состоящую из стальных лент, плоской или круглой проволоки. Если она не покрыта джутовой пропитанной пряжей, то проводящий элемент называется голым.

Для присоединения кабеля к распределяющим устройствам или различным аппаратам, осуществляется его концевая обработка. При соединении кабелей друг с другом необходимо использовать строительную муфту.

Шнур – жилы скручены между собой или соединены общей неметаллической оплеткой. Чаще всего изготавливаются с поливинилхлоридной изоляцией и неразборной вилкой. В отличие от провода, он имеет повышенную гибкость. Шнуры в основном применяются для подключения к сети большинства бытовых электроприборов.

Дополнительными компонентами при монтаже электропроводки являются струны, тросы, стальные или пластмассовые трубы, короба и лотки.

Струна – несущий элемент открытой электропроводки, представляет собой стальную проволоку, натянутую вплотную к стене, потолку, к которой крепятся провода, кабеля. Вместо этой детали можно использовать металлическую полосу.

Трос – стальная проволока или канат, которая натягивается в воздухе. Служит для тех же целей, что и струна.

Короб – закрытая полая конструкция прямоугольного или иного сечения, внутри которой располагаются провода или кабели. Стенки приспособления могут быть сплошными или перфорированными, а также иметь или не иметь открывающуюся крышку.

Короб служит для защиты проводки от механических и других повреждений. Может использоваться как внутри, так и снаружи дома.

Лоток – открытая конструкция для прокладки проводов и кабелей. Могут быть сплошными, перфорированными и решетчатыми.

Существует два вида труб для внутреннего и внешнего использования. Гибкие гофрированные трубы по своим характеристикам сходны с твердыми, но не рекомендуются для использования вне помещений. Для их соединения и прокладки существуют различные приспособления: муфты для установки одинаковых или различных диаметров труб, колонны, тройники, изгибы.

Кабель-каналы – используются для комбинирования открытого и скрытого способа прокладки.

1.2.5. Способы маркировки проводов и кабелей

Одним из важнейших элементов при монтаже является маркировка кабельных линий и проводов. Это делается в распределительных щитках, шкафах, практически во всех устройствах распределения линий электропередач – от подстанции до отдельно потребителя.

Наличие кабельной маркировки повышает безопасность и сокращает количество неполадок, связанных с неправильным подключением, облегчает ремонт, снижает стоимость обслуживания.

В зависимости от условий и возможностей, наличия оборудования и материала монтажники выбирают оптимальные варианты маркировки:

1. ДО МОНТАЖА ПРОВОДА. В большинстве случаев обозначения ставят на кабель или провод после его прокладки, но при определенных обстоятельствах приходится это делать раньше (когда в местах распределения ограниченное пространство, опасные работы на высоте и др.).

В таких случаях используют:

- ПВХ-кембрики (трубки) различных диаметров с надписями, дополнительно можно их обмотать прозрачным скотчем для надежного крепления и защиты надписей;
- термоусадочные изолирующие трубки;
- надпись на плотной бумажной бирке (наложить на кабель и обмотать прозрачным скотчем – самый доступный и дешевый способ).

Эти методы обеспечивают плотное прилегание к оболочке кабеля, исключают вероятность обрыва маркера при протягивании через трубы и других монтажных работах.

2. ПОСЛЕ МОНТАЖА ПРОВОДА. Когда провода и кабели заведены в распределительные устройства, для маркировки используют:

- ПВХ-кембрики и термоусадочные трубки до подключения проводов к контактам;
- самоламинирующиеся маркеры – это самоклеящаяся пластина с матовой поверхностью для надписей.
- бирки – иногда этот метод является самым оптимальным, они делаются из полимеров разного формата, возможны несколько способов крепления на кабельную оболочку. Бирка приклеивается к изоляции провода и оборачивается прозрачной самоклеящейся

лентой, практически как скотч. Пластик способен выносить высокие температуры, сохраняя надписи на своей поверхности. Размеры бирок и содержание надписей соответствуют требованиям ПУЭ, ПТЭ ЭП, СНиП;

- флажки из полимерной пластины с надписями стандартных обозначений, которые установлены руководящими документами по устройству электрооборудования, – применяются для проводов малого диаметра;
- самоклеящиеся нейлоновые маркеры;
- гильзы и контейнеры – состоят из двух составных элементов, пластиковый носитель крепится на провод (контейнер), в который вставляется полимерная лента (маркер), на ней специальным принтером печатается необходимая информация;
- клипсы и фиксирующиеся кольца с заранее нанесенными значениями: например, отдельные цифры или буквы короткого содержания (1–3 символа). Этот способ не требует использования печатающих устройств.

1.2.6. Монтаж контактных соединений жил проводов и кабелей

С помощью контактных соединений (КС) элементы электрической цепи соединяются между собой, с источниками и потребителями электроэнергии.

Электрическим контактом называется соприкосновение элементов, обеспечивающее непрерывность электрической цепи, то есть это конструктивный узел, образующий контакт, связь.

Между проводниками электрический контакт осуществляется при нажатии одного токоведущего элемента на другой с помощью болтов, винтов, сжимов, пружин, заклепок, совместной деформации (опрессовки, скрутки), а также сваркой, пайкой или адгезионным сцеплением – склеиванием.

Контактные соединения подразделяют на неразборные, разборные и разъёмные. Неразборные контактные соединения – такие соединения, которые не могут быть разобраны без разрушения хотя бы одной из соединяемых деталей или соединяемого материала (сварные, паяные, клепанные, спрессованные и клеевые соединения).

Разборные контактные соединения – могут быть разобраны без разрушения соединяемых деталей (болтовые, винтовые и клиновые соединения).

Разъемные контактные соединения – устройства, состоящие из вилки и розетки. Соединения по роду связи токоведущих частей можно разделить на цельнометаллические с физическим сварным контактом и сжимные с механическим (сжимным) контактом.

Сжимные соединения могут быть простыми и сложными. Первые образуются между двумя сплошными по структуре проводниками, вторые – между многопроволочным проводом и наколочником (гильзой и т. п.) или между двумя многопроволочными проводами.

По назначению контактные соединения, работающие в открытых и закрытых распределительных устройствах, разделяют на соединения, подсоединения и ответвления.

Для длительного пропускания токов нормального режима и кратковременных токов аварийных режимов служат контактные соединения токоведущих частей электроустановок, параметры и характеристики которых должны соответствовать стандартам и техническим условиям.

Сопротивление контактного соединения после его изготовления не должно быть больше сопротивления эквивалентного участка целого проводника. Если контактное соединение образовано проводниками из разных материалов, его сопротивление должно сравниваться с сопротивлением эквивалентного участка проводника, имеющего меньшую проводимость.

В процессе эксплуатации сопротивление контактного соединения не должно быть выше 1,8 значения сопротивления целой жилы.

Основные способы соединения жил проводов и кабелей это скрутка, сварка, пайка, опрессовка, использование зажимов, применение клемм и винтовых соединений.

Скрутка – наименее надежный метод. Однако она прекрасно «работает» как этап соединения проводов пайкой, сваркой или колпачками СИЗ. Способ соединения проводов скруткой, прост по исполнению но он требует последующей пропайки соединения, так как даже качественно выполненная скрутка имеет переходное контактное сопротивление в несколько раз выше, чем при других способах соединения – опрессовке, пайке, сварке, болтовом или винтовом соединении.

Способы соединения жил проводов скруткой представлены на рис. 3.

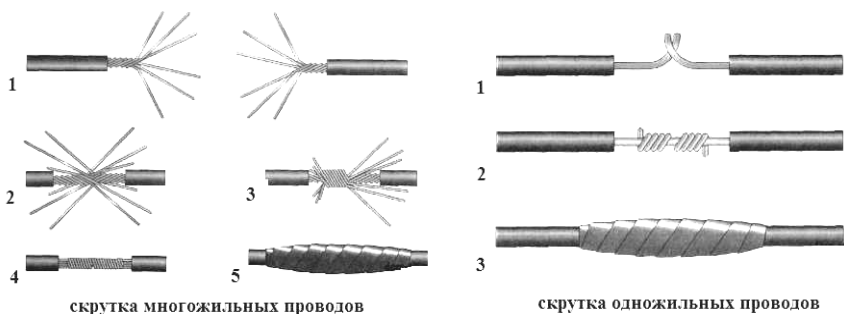


Рис. 3. Соединения жил проводов скруткой

Сварка – наиболее прочное и надежное соединение. Можно использовать контактную, газовую и термитную сварку.

Пайка – представляет собой «склежку» металлов с помощью более легкого другого металла. Этот способ доступнее и удобнее сварки. Пайка особенно хороша не только для соединения, но и для оконцевания проводов и жил кабелей.

Пайкой и сваркой соединяют и ответвляют провода в тех случаях, когда нельзя применить все остальные способы соединения. Требования к пайке: она должна обеспечивать надежность электрического контакта и необходимую прочность.

Для получения качественной пайки необходимо, во-первых, правильно выбрать припой, во-вторых, удалить пленку окиси соединяемых контактных поверхностей. При соединении медных жил пленка окиси удаляется перед пайкой, при соединении алюминиевых жил – в процессе пайки.

Пайка создает хороший электрический контакт, но это соединение непрочное, поэтому провода перед пайкой надо скручивать.

Пайку медных жил сечением 1,0–10,0 мм² производят паяльником. Для пайки применяют мягкие оловянисто-свинцовые припои марки ПОС.

При пайке медных жил окись удаляется путем зачистки поверхностей наждачной бумагой или напильником. В качестве флюса применяется канифоль или ее раствор в спирте (соотношение частей 1:1), а также паяльный жир. Не рекомендуется при пайке медных жил применять в качестве флюса травленную соляную кислоту или нашатырь, так как они разрушающе действуют не только на пленку

окиси, но и на саму медную жилу. Температура разогрева места пайки должна быть на 30 °С–50 °С выше температуры плавления припоя и флюса. Низкая температура дает так называемую холодную пайку, имеющую малую механическую прочность и создающую ненадежный электрический контакт.

Для предупреждения повреждений изоляции участок жилы длиной 2–3 мм до среза изоляции не облуживается.

В процессе пайки пленка окиси с поверхности соединяемых жил удаляется механически (под слоем расплавленного припоя) или химически (путем применения специальных флюсов). При определенной температуре они разрушают пленку окиси. В этом и состоит особенность пайки и сварки алюминиевых жил.

По окончании пайки остатки флюса должны быть тщательно удалены, так как они могут вызвать разрушение контакта.

Пятое соединение алюминиевых жил в условиях влажного воздуха не рекомендуется из-за возможной коррозии. От воздействия влаги места пайки предохраняют защитными покровами.

Пайка однопроволочных жил сечением 2,5–10,0 мм² может быть выполнена припоем А с помощью паяльника, другими припоями (ЦО-12, ЦА-15) с помощью бензиновой паяльной лампы. Припой А устойчив к коррозии, удобен при пайке и облуживании жил. Окисная пленка алюминия разрушается механическим путем, когда палочкой припоя натирают провод, поэтому флюс при пайке не нужен.

Отпрессовка делится на следующие этапы: выбор типа гильзы, инструмента для проведения работ, присоединение очищенных от изоляции жил к гильзе, сжимание и изоляция места стыка.

Использование зажимов, которые подходят для соединения жил проводов и кабелей. Преимущества: простота использования и отсутствие необходимости в специальном монтажном инструменте.

Применение клемм (клеммников): винтовых (затяжка винта или болта), соединительных (применяются в распределительных коробках и щитах), проходных (для подключения приборов и сращивания проводов) и др.

Для ответвления применяются такие же методы. Однако в качестве зажимов еще используются ответвительные (тип «орех»).

Присоединение алюминиевых проводов в зажиме обязательно выполняется с оконцеванием в виде колечка, медных – в виде колечка и стержня. Колечко алюминиевого провода перед вводом

в контакт зачищают и смазывают кварцевазелиновой или цинко-вазелиновой пастой. В штепсельных розетках до 10 А к одному контакту можно присоединить не более двух медных или алюминиевых проводов сечением до 4 мм². Соединение алюминиевых или медных проводов электропроводки с медными проводами осветительной арматуры выполняется с помощью специальной зажимной колодки. Провода зажимаются между пластинами, имеющими насечки и отверстия с резьбой для зажимных винтов. На винты должны быть надеты пружинящие разрезные шайбы.

Последовательность присоединения алюминиевых жил сечением до 10 мм²:

1) с конца жилы снимают изоляцию на длине, достаточной для выполнения кольца. Нож направляют под углом 10°–15° к поверхности провода, чтобы, срезая изоляцию, он скользил по поверхности жилы. Нельзя держать нож перпендикулярно проводу, так как в этом случае можно надрезать и надломить жилу. Для снятия изоляции с проводов сечением до 4 мм² применяют специальные клещи КСИ;

2) жилу зачищают наждачной или стеклянной бумагой до металлического блеска и смазывают тонким слоем кварцевазелиновой пасты;

3) подготовленный конец жилы загибают круглогубцами в кольцо. Загибать провода следует по часовой стрелке, то есть по направлению вращения винта. Внутренний диаметр кольца должен быть несколько больше, чем диаметр контактного винта;

4) провод зажимают винтом на пластине контактного вывода, ввертывая его в нарезанное отверстие или затягивая гайкой.

Гибкие медные жилы сечением 1,0–2,5 мм² оконцовывают в виде кольца с полудкой в следующем порядке. С провода снимают примерно 25–30 мм изоляции, зачищают жилы наждачной бумагой до металлического блеска, скручивают проволоочки в стержень, загибают в кольцо, покрывают кольцо канифолью или ее раствором в спирте, затем окунают на 1–2 с в расплавленный припой ПОС-40. После остывания провод изолируют до кольца.

Для оконцевания (обработка и формирование жилы для создания электрического контакта) жил из алюминия сечением от 2,5–10,0 подойдет такой способ, как изгибание конца однопроволочной жилы в кольцо.

1.2.7. Выбор и монтаж наконечников

Подготовка кабеля

Перед началом монтажных работ необходимо убедиться, что кабель обесточен.

Срез кабеля должен быть ровным и перпендикулярным оси кабеля.

Изоляция снимается с жилы на длину, равную глубине захода проводника в хвостовик наконечника с запасом 5 мм на возможную деформацию наконечника после опрессовки.

При работе с кабелем с бумажной изоляцией необходимо удалить загрязнения и обезжирить зачищенные жилы кабеля.

При подготовке алюминиевого кабеля необходимо произвести зачистку концов алюминиевых жил до металлического блеска при помощи кордошетки и нанести кварцевазелиновую пасту.

Размер наконечника выбирается в соответствии с сечением и классом гибкости кабельной жилы. Для обеспечения качественной опрессовки необходимо, чтобы внешний диаметр зачищенной жилы кабеля максимально соответствовал внутреннему диаметру хвостовика наконечника.

Материал наконечника должен соответствовать материалу жилы.

При работе с алюминиевыми или медными кабелями используются алюминиевые или медные наконечники соответственно.

При выводе алюминиевого кабеля на медную шину используются алюмомедные наконечники, для соединения алюминиевых и медных кабелей используйте переходные алюмомедные гильзы.

Геометрия контактной части наконечника (диаметр крепежного отверстия под винт и ширина лопатки) выбирается в соответствии с геометрией и типом клемм вводного устройства.

Климатическое исполнение наконечников выбирается в соответствии с условиями эксплуатации. В условиях влажных помещений используются луженые медные наконечники для долговременной защиты от коррозии.

Перед опрессовкой необходимо убедиться, что наконечник правильно ориентирован на кабеле относительно контактных клемм вводного устройства. Необходимо развернуть наконечник вокруг жилы таким образом, чтобы при подключении к контактной клемме избежать перегибов и скручивания кабельной жилы.

Применение специальных антикоррозионных, контактных паст, наносимых на контактные поверхности, увеличивает площадь электрического контакта.

При монтаже наконечников и соединительных гильз необходимо соблюдать количество и последовательность опрессовок. Опрессовка производится до полного смыкания матриц.

При опрессовке силовых наконечников используются:

- матрицы с WM-образным профилем;
- матрицы с профилем правильного шестигранника;
- матрицы с профилем сплюснутого шестигранника;
- матрицы с клиновидным профилем
- матрицы с круглым профилем.

Опрессовка наконечников и разъемов с изолированным фланцем производится только на многопроволочных медных жилах. Для монтажа моножилных проводов используйте неизолированные наконечники и специальные пресс-клещи для опрессовки (тип 05 «КВТ»).

Размер наконечника должен соответствовать сечению провода. Геометрия контактной части выбирается в соответствии с типом вводной клеммы и условиями эксплуатации. Нельзя использовать вилочные наконечники в подвижных составах и местах, подверженных вибрации.

Жила зачищается на длину, равную длине трубчатой части наконечника. Во избежание распада и загибов отдельных проводников жилы, перед установкой наконечника жилу рекомендуется слегка скрутить.

Для опрессовки наконечников используется профессиональный инструмент. Пресс-клещи, оснащенные храповым механизмом, обеспечивают блокировку обратного хода до прохождения полного цикла опрессовки. Это исключает риск недоопрессовки по вине монтажника. Степень опрессовки определяет механическую прочность и электрическое сопротивление контактного соединения.

При смене матриц в инструменте необходимо устанавливать их таким образом, чтобы сторона матриц с наименьшим сечением опрессовочного профиля всегда располагалась у края губок. Размер и тип матриц должен соответствовать размеру и типу выбранного наконечника.

При установке наконечника на жиле, зачищенный конец медной жилы должен быть видимым и располагаться вровень с краем

изолирующей манжеты наконечника или выступать не более чем на 1 мм, без выхода в контактную зону.

Изоляция провода должна заходить внутрь изолирующей манжеты наконечника до упора и полностью перекрываться манжетой. При обжиме провода необходимо убедиться в отсутствии загибов отдельных проводников жилы под изолирующим фланцем.

При опрессовке необходимо ориентировать наконечник таким образом, чтобы технологический шов хвостовика располагался сверху по центру.

Опрессовку необходимо производить до полного смыкания матриц. После опрессовки необходимо убедиться в целостности изолирующей манжеты и механической прочности соединения.

1.2.8. Монтаж открытых электропроводок

Монтаж открытых электропроводок с использованием плоских проводов АППВ, АППР и ППВ проводится в определенной технологической последовательности. В первую очередь проводят разметку мест установки выключателей, светильников и штепсельных розеток, крепления провода, линий электропроводки, то есть точек, где будут забиваться гвозди, устанавливаться скобы, а также мест прохода провода через перекрытия и стены. Разметку проводят начиная от группового щитка с постепенным переходом к отдельным помещениям.

Места установки на потолке светильников размечают в зависимости от их числа. Если планируется один светильник в центре помещения, то его местоположение определяется натягиванием двух шнуров крест-накрест из противоположных углов. Точка пересечения этих шнуров отмечается мелом, а затем со стремянки отвесом эту точку переносят на потолок. Если на потолке в помещении необходимо установить два светильника, то на полу отбивается средняя линия, которая делится на четыре равные части. После этого эту разметку также переносят на потолок. Светильники устанавливаются на расстоянии $\frac{1}{4}$ длины помещения от стены. После того как места установки светильников определены, с помощью шнура на потолке и стене отбивают линию, где будет проходить электропроводка. На ней отмечают точки крепления провода и точки сквозных отверстий для того, чтобы пропустить провод через перекрытия и стены.

После этого с использованием шаблона намечают места установки штепсельных розеток, ответвительных коробок и выключателей. Если в бетонных, кирпичных и железобетонных основаниях не были заранее оставлены отверстия, их делают при помощи пиротехнического, электротехнического или пневматического инструмента. Проходы проводов через несгораемые стены проводят в поливинилхлоридных или резиновых трубках, через сгораемые – в отрезках стальных трубок с надетыми на оба конца изоляционными втулками. Трубка в такой отверстии заделывается цементным раствором. Из втулки изоляционная трубка должна выходить на 5–10 мм. В монтажной зоне плоские провода поставляются в бухтах. Перед началом прокладки их разматывают, разрезают на отрезки, а затем выправляют. Начинают прокладку проводов с ближайшей к групповому щитку ответвительной коробки.

Следующими этапами электромонтажа являются процедуры соединения и ответвления плоских проводов в ответвительных коробках. Эти этапы выполняют с использованием сварки, опрессовывания или пайки с последующей изоляцией изолирующей лентой или полиэтиленовыми колпачками. Соединение проводов в цепях штепсельных розеток проводят непосредственно в контактах розеток. Прокладка незащищенными проводами на изоляторах используется в складских и производственных помещениях по стенам, нижнему поясу ферм, потолкам во влажных, сухих, сырых и особо сырых помещениях и снаружи.

Электропроводки из небронированных защищенных кабелей и проводов с сечением до 16 мм^2 с пластмассовой или резиновой изоляцией прокладывают по поверхности стен. Такую электропроводку крепят к стене при помощи пряжек, скоб или полос, лент и струн, благодаря чему уменьшается трудоемкость дыропробивных работ.

Кабели и провода прикрепляют пластмассовыми или металлическими бандажами на расстоянии от 10 до 15 мм от мест изгиба трассы и на расстоянии не менее 100 мм от их ввода в ответвительные коробки. Точки крепления располагаются на расстоянии 500 мм. Заземление несущих полос, струн и лент проводят так же, как и тросовые проводки. Заземление металлических оболочек проводов марок ПРФ, АПРФ, ПРФ проводят у питающих пунктов или щитков с помощью гибкой медной перемычки, которая припаивается к металлической оболочке провода или кабеля.

1.2.9. Монтаж скрытых электропроводок

В практике электромонтажных работ широкое распространение получили скрытые электропроводки, выполняемые проводами АППВС и АПВ с прокладкой их непосредственно в толще строительных конструкций: в гипсовых, бетонных перегородках, под штукатуркой, в пустотах и каналах перекрытий и стен.

Скрытую проводку проводов выполняют, соблюдая следующие требования: провода в тонкостенных перегородках до 80 мм или под слоем штукатурки прокладывают параллельно архитектурно-строительным линиям; между горизонтально проложенными проводами и плитами перекрытия расстояние не должно превышать 150 мм; в строительных конструкциях толщиной более 80 мм провода прокладывают по кратчайшим трассам.

В помещениях кирпичных зданий, а также в крупноблочных зданиях с перегородками из плит небольших размеров, скрытые проводки плоскими проводами выполняют так: в кирпичных и оштукатуренных стенах – непосредственно под слоем штукатурки; в стенах из крупных бетонных блоков – в швах между блоками, а отдельные участки – в штробах; в перекрытиях из многопустотных плит – в пустотах плит.

К монтажу электропроводок приступают после окончания строительных работ и работ по укладке чистого пола.

Монтаж скрытых электропроводок выполняют в определенной последовательности.

Сначала размечают трассу электропроводки, определяют места установки ответвительных коробок под выключатели и штепсельные розетки, крюки под светильники. Разметку начинают с определения мест для установки по проекту щитков, светильников, выключателей и штепсельных розеток.

Далее размечают трассы проводов. Плоские провода прокладывают на расстоянии 100–150 мм от потолка или 50–100 мм от балки или карниза. Провода можно укладывать в щели между перегородкой и перекрытием или балкой. Линии к штепсельным розеткам прокладывают на высоте их установки (800 или 300 мм от пола) или в углу между перегородкой и верхом плиты перекрытий. Спуски и подъемы к выключателям, светильникам выполняют вертикально.

При прокладке проводов и кабелей в каналах сборных строительных конструкций разметку трасс и мест установки приборов производить не требуется.

Перед затягиванием проводов калибром проверяют пригодность каналов. Диаметр калибра должен быть не менее 0,9 проектного диаметра канала. Особое внимание обращают на наличие отеков и острых граней в местах сопряжения строительных элементов зданий.

Затем проверяют состояние соединительных ниш соседних соединительных панелей. Нишу выполняют полукруглой формы радиусом 70 мм. Затягивание проводов в каналы производят от прибора к коробкам и нишам. Усилие затягивания не должно превышать 20 Н на 1 кв. мм суммарного сечения жил. При диаметре канала 20 мм можно затягивать до 5 проводов, при сечении 25 мм^2 – до 8 проводов сечением 205 мм^2 .

При ограниченном числе проводов и небольшой длине каналов затягивание производят вручную, при большом числе – при помощи стальной проволоки, предварительно затянутой в канал.

1.2.10. Прокладка проводов и кабелей

Способ прокладки кабеля всегда зависит от таких факторов: тип электрической проводки (скрытая/открытая), категория помещения (бытовое, производственное и так далее) и материал, из которого построено здание, то есть его горючесть.

Способы прокладки кабеля в составе скрытой проводки по различным конструкциям:

1. Вертикальные стены. Штробы для стен из негорючих материалов. В панелях промышленных зданий штробы являются заводскими – ими и предпочтительно пользоваться. Если стена деревянная или штробить ее нельзя, то скрытую электропроводку можно устроить только под обшивкой из фанеры, листа ГКЛ, ГВЛ или СМЛ.

В этом случае кабель будет нуждаться в дополнительной защите, в качестве которой обыкновенно используется гофрированная труба из ПВХ. Но лучше все-таки затянуть кабель не в «гофру», а в пластиковую или стальную заземленную жесткую трубу. Проходы сквозь стены тоже лучше защитить обрезками труб, вставляемыми внутрь отверстий.

2. Потолки и перекрытия. В бетонных перекрытиях панельных и кирпичных домов, как правило, имеются продольные пустоты. Если вся ваша задача – это повесить лампу в патроне на потолке посередине комнаты, то этими пустотами можно пользоваться смело. При этом кабель можно ничем не защищать – в толще перекрытия ему ничто не угрожает.

Но если необходимо выполнить какую-то сложную разводку кабелей по потолку, например, к точечным светильникам, то лучше смонтировать отдельный натяжной потолок или просто зашить перекрытие гипсокартоном. За обшивкой кабель будет не лишним защитить при помощи гофротрубы, закрепляемой клипсами или монтажной полосой.

3. Полы. Самый надежный и простой способ прокладки кабеля в полу – это заливка его бетонной стяжкой. Кабель предварительно монтируется в трубе (можно и гофрированной), положение которой фиксируется любым способом.

4. Полые конструкции и перегородки. Каркас таких конструкций обычно выполняется из специального металлического профиля. Пространство между стойками и направляющими часто заполняется тепло- и звукоизоляционными материалами. В этом же пространстве удобно расположить кабель в гофротрубе, зафиксировав ее в узлах обрешетки.

По всем конструкциям кабель скрытой проводки прокладывается под прямым углом. Обязательно составляется подробная план-схема расположения кабельных линий для скрытой проводки.

Способы прокладки проводов и кабелей при открытой электропроводке. По несгораемым конструкциям кабель может быть проброшен даже непосредственно. Зафиксировать его на любой поверхности можно при помощи специальных пластиковых скобок с гвоздиками. Скобки подбираются в размер кабеля и под его форму – круглые или плоские.

Вместо скобок можно использовать и обычную тонкую металлическую полосу. Но кабели, протянутые непосредственно по стенам и потолку, выглядят не особенно эстетично. Поэтому обычно предпочтение отдается пластиковым кабель-каналам, которые крепят к стене дюбелями и саморезами.

Использовать кабель-каналы можно для монтажа кабеля по любым, даже деревянным конструкциям. Вместо кабель-канала можно

использовать и гофротрубу, но это выглядит не лучше открытого кабеля, поэтому монтаж с гофротрубой применяется только в производственных помещениях, складах и других местах, для которых эстетика играет последнюю роль.

Для установки жгутов проводки чаще всего используются специальные изоляторы (ролики), надежно фиксирующие жгут и не допускающие его соприкосновения с поверхностью стены или потолка. Таким образом, проводка на роликах может быть проложена даже по сгораемым деревянным конструкциям.

1.2.11. Особенности при прокладке электропроводок во взрывоопасных помещениях

Во взрывоопасных зонах всех классов применяют кабели с поливинилхлоридной, резиновой и бумажной изоляцией в поливинилхлоридной, резиновой и свинцовой оболочках и провода с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией в водогазопроводных трубах. Применение кабелей и проводов с полиэтиленовой изоляцией и кабелей в полиэтиленовой оболочке во взрывоопасных зонах всех классов запрещается.

Во взрывоопасных зонах классов В-1 и В-1а применяют кабели и провода только с медными жилами; в зонах классов В-1б, В-1г, В-1а и В-11 – кабели и провода с алюминиевыми жилами и кабели в алюминиевой оболочке. Во взрывоопасных зонах всех классов не применяют неизолированные (голые) проводники, в том числе токоподводы к кранам, электротаям и т. п.

Способы прокладки проводов и кабелей во взрывоопасных зонах. Способы прокладки проводов и кабелей выбирают исходя из рекомендаций ПУЭ. В силовых сетях напряжением до 1 кВ для зануления или заземляющих применяют специальную четвертую жилу кабеля или провода.

В зонах классов В-1, В-1а, В-11 и В-11а проходы открыто проложенных одиночных кабелей сквозь стены и перекрытия выполняют через заделанные в них отрезки труб, конец которых уплотняют трубным сальником. При переходе кабелей в смежное взрывоопасное помещение трубные сальники устанавливают со стороны взрывоопасного помещения более высокого класса, а при одинаковых классах помещений – со стороны помещения, содержащего

взрывоопасные смеси более высокой категории и группы. В помещениях класса В-1 трубные сальники устанавливают по обе стороны прохода. При проходе кабелей через перекрытия отрезки труб выпускают из пола на 0,15–0,20 м.

При необходимости защитить провода и кабели от механических или химических воздействий их заключают в стальные водогазопроводные трубы. Для соединений, ответвлений и протягивания проводов и кабелей в стальных трубах применяют чугунные взрывозащищенные коробки серии В (фитинги).

В сырых помещениях трубопроводы прокладывают с уклоном в сторону соединительных и протяжных коробок, а в особо сырых помещениях и снаружи – в сторону специальных водосборных трубок. В сухих и влажных помещениях уклон в сторону коробок делают только там, где может образоваться конденсат.

1.2.12. Особенности при прокладке электропроводок при низкой температуре

Прокладка кабелей при отрицательных температурах.

При отрицательных температурах изоляция, оболочки и покрытия кабелей теряют эластичность и могут быть легко повреждены. В соответствии со СНиП 3.05.06–85, в холодное время года размотка, переноска и прокладка разных типов кабеля допускаются только тогда, когда температура воздуха в течение 24 ч до начала прокладки не снижалась ниже допустимой для данной марки кабеля.

Прокладка кабелей в холодное время года без предварительного подогрева допускается только в тех случаях, когда температура воздуха в течение 24 ч до начала работ не снижалась, даже временно, ниже:

а) 0 °С – для силовых бронированных и небронированных кабелей с бумажной изоляцией (вязкой, нестекающей и обедненно пропитанной) в свинцовой или алюминиевой оболочке;

б) –5 °С – для маслонаполненных кабелей низкого и высокого давления;

в) –7 °С – для контрольных и силовых кабелей напряжением до 35 кВ с пластмассовой или резиновой изоляцией и оболочкой с волокнистыми материалами в защитном покрове, а также с броней из стальных лент или проволоки;

г) $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для контрольных и силовых кабелей напряжением до 10 кВ с поливинилхлоридной или резиновой изоляцией и оболочкой, без волокнистых материалов в защитном покрове, а также с броней из профилированной стальной оцинкованной ленты;

д) $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для небронированных контрольных и силовых кабелей с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой, без волокнистых материалов в защитном покрове, а также с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке.

Кратковременные (в течение 2–3 ч) понижения температуры (ночные заморозки) не должны приниматься во внимание при условии положительной температуры в предыдущий период времени.

При более низких температурах прокладка кабеля допускается только после предварительного его прогрева. При этом сроки прокладки ограничиваются следующими значениями времени: не более 60 мин при температуре от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$; не более 40 мин при температуре от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; не более 30 мин при температуре ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. При температуре окружающего воздуха ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ прокладка кабелей всех марок не допускается.

1.1.13. Монтаж трубных проводок

Трубной проводкой к приборам и средствам автоматизации называется совокупность труб и трубных кабелей (пневмокабелей), соединительных и присоединительных устройств, арматуры, устройств защиты от внешних воздействий, крепежных и установочных деталей и конструкций, проложенных и закрепленных на элементах зданий, сооружений, а также на технологическом оборудовании. В автоматизации водогрейного котла использованы трубные проводки: импульсные, командные, питающие и вспомогательные.

Импульсные трубные проводки – служат для соединения отборных устройств с контрольно-измерительными приборами, преобразователями или регуляторами и передачи воздействия измеряемой или регулируемой технологической среды на чувствительные органы указанных приборов непосредственно или через разделительные среды (например, проводки, подводящие к дифманометру импульсы давления, отбираемые до и после диафрагмы).

Командные трубные проводки – служат для соединения между собой функциональных блоков автоматики (преобразователей,

вторичных измерительных приборов, регуляторов, исполнительных механизмов и т. д.) и передачи командных сигналов от передающих блоков к приемным (например, от автоматического регулятора к исполнительному механизму).

Питающие трубные проводки – служат для подвода жидкости или газа, питающих приборы и средства автоматизации вспомогательной энергией (например, проводки, подводящие сжатый воздух к пневматическим регуляторам от центрального узла питания, или маслопроводы, подводящие масло к гидравлическим регуляторам от маслонасосных станций).

Вспомогательные трубные проводки – служат для подвода к импульсным проводкам инертных веществ; для предохранения отборных устройств от засорения, а приборов от действия измеряемых агрессивных сред; для параллельной подачи продукта, ускоряющей его поток из технологического трубопровода к прибору, который удален от трубопровода (например, для подачи жидких нефтепродуктов к автоматическому анализатору), а также для подвода к приборам, регуляторам и импульсным трубным проводкам жидкостей или газов для их периодической промывки или продувки во время эксплуатации.

Монтаж трубных проводок. Трубные проводки прокладывают так, чтобы пожаро- или взрывоопасные смеси не могли проникнуть по этим проводкам или вдоль них в другие помещения. Трубные проводки из одного помещения с пожаро- или взрывоопасными смесями в другое такое же помещение или в помещение с непожаро- и невзрывоопасными смесями прокладывают через уплотненные проходы в стенах и перекрытиях.

Уплотненные проходы для одиночных труб выполняют с помощью гильз и сальников. В помещениях классов П-I и В-I сальники устанавливают по обе стороны прохода, в остальных помещениях только со стороны пожаро- или взрывоопасного помещения более высокого класса, а при одинаковых классах – со стороны помещения, содержащего пожаро- или взрывоопасные смеси более высокой категории и группы. К внешней поверхности каждой гильзы приваривают планку, препятствующую проворачиванию гильзы и выдергиванию из стены при протягивании через нее трубы. Проводки из металлических труб прокладывают вдали от сильных электрических полей.

К трубным проводкам, прокладываемым снаружи производственных зданий и сооружений, предъявляют особые требования, вызванные условиями их эксплуатации.

Открытые трубные проводки в наружных установках должны обладать повышенной механической прочностью, чтобы противостоять воздействию ветра, гололеда и атмосферных осадков, характерных для данного района. Наружные проводки надежно защищают от низкой и высокой температур окружающего воздуха. Если температура окружающего воздуха может вызвать замерзание или влагу стен, для обогрева проводок прокладывают специальные обогреваемые трубы. На обогреваемые и необогреваемые трубы накладывают тепловую изоляцию, которая должна обеспечивать предусмотренную расчетом теплопроводность, быть устойчивой против разрушающего действия воды и масел, механически прочной огнестойкой, антисептической, легкой, простой в монтаже и демонтаже.

Тепловую изоляцию трубных проводок к приборам и средствам автоматизации, как правило, выполняют работники специализированных организаций, применяющие для этой цели теплоизоляционные материалы заводского изготовления (например, минераловатные скорлупы, цилиндры).

Однако такие работы непосредственно контролируют работники организации, монтирующей системы автоматизации. При этом необходимо знать основные трубные проводки систем автоматизации, которые прокладываются по кратчайшим расстояниям между соединяемыми приборами с минимальным числом поворотов и пересечений, в местах, обеспечивающих удобство их монтажа и обслуживания, а также свободный доступ к соединениям и опорным конструкциям.

Проводки систем автоматизации должны быть удалены на максимально возможное расстояние от технологического и электро-технического оборудования, от мест, где возможны сотрясения и вибрация, защищены от механических повреждений и вредного воздействия окружающей среды.

Окружающий воздух не должен иметь резких перепадов температуры, вызывающих температурные колебания труб.

Трубные проводки могут быть одиночными и групповыми.

Трубные проводки монтируют по рабочим чертежам проекта, в которых определены их направления (трассы) и даны примерные координаты, а также по материалам обмеров, выполненных на месте представителями монтажной организации с учетом конкретных условий.

Будущую трассу трубной проводки размечают с помощью шнура, натянутого вдоль нее. После этого устанавливают опорные (несущие) конструкции и размечают места крепления скоб. Трубные проводки в водогрейном котле выполнены из стальных водогазопроводных, неоцинкованных и оцинкованных труб с наружным диаметром 22 мм с толщиной стенки не менее 5 мм. Использование полиэтиленовых труб вместо металлических предпочтительно в условиях агрессивных сред (как транспортируемых по трубам, так и окружающих трубные проводки), в сырых помещениях, а также при наличии вибрации и сотрясений.

Применение полиэтиленовых труб дает возможность значительно сократить расход медных и стальных труб и, кроме того, позволяет снизить стоимость монтажных работ по прокладке трубных проводок. Значительно сокращается также потребление соединительных частей в связи с большой длиной (до 200 м и более) пластмассовых труб, поставляемых в бухтах.

Повышается качество и надежность работы пневматических приборов контроля и аппаратуры автоматического регулирования благодаря тому, что воздух, поступающий к ним, не загрязняется продуктами коррозии труб.

Сокращаются транспортные расходы, и исключается периодическая окраска труб для защиты их от коррозии и атмосферных воздействий.

Полиэтиленовые трубы можно применять при температуре окружающей среды от -60°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Для отключения импульсных, командных и других трубных проводок от технологических аппаратов и трубопроводов при ремонте, ревизии или замене приборов и средств автоматизации без остановки технологического оборудования устанавливают запорную арматуру. В трубных проводках, не имеющих протока среды, а также в схемах измерения с сильной пульсацией среды для сглаживания резких колебаний применяют игольчатые запорные вентили, при измерении расхода по методу перепада давлений во избежание возможных запаздываний и закупоривания проходного сечения – полнопроходные вентили.

1.2.14. Монтаж электропроводок в стальных трубах и коробах

Прокладка электропроводок в трубах. Применяемые для электропроводок стальные трубы должны иметь внутреннюю поверхность, исключаящую повреждение изоляции проводов при их затягивании в трубу.

Стальные трубы, прокладываемые в помещениях с химически активной средой, внутри и снаружи должны иметь антикоррозийное покрытие, стойкое в условиях данной среды. В местах выхода проводов из стальных труб следует устанавливать изоляционные втулки.

Для ответвления и соединений стальных трубных проводок, как открытых, так и скрытых, следует применять коробки, ящики и т. п.

Расстояние между протяжными коробками (ящиками) не должно превышать:

- 50 м – при наличии одного изгиба труб;
- 40 м – при наличии двух изгибов труб;
- 20 м – при наличии трех изгибов труб.

Расстояние между точками крепления открыто проложенных стальных труб, как на горизонтальных, так и на вертикальных поверхностях, не должно превышать:

- 2,5 м – для труб с условным проходом до 20 мм;
- 3 м – для труб с условным проходом до 32 мм;
- 4 м – для труб с условным проходом до 80 мм;
- 6 м – для труб с условным проходом до 100 мм.

Расстояние между точками крепления металлорукавов не должно превышать:

- 0,25 м – для металлорукавов с условным проходом до 15 мм;
- 0,35 м – для металлорукавов с условным проходом до 27 мм;
- 0,45 м – для металлорукавов с условным проходом до 42 мм.

Трубы с электропроводками должны быть закреплены на опорных конструкциях на расстоянии от ввода:

- в приборы – не далее 0,8 м;
- в соединительные и протяжные коробки – не далее 0,3 м;
- в гибкие металлические рукава – 0,50–0,75 м.

Приваривать стальные трубы к металлоконструкциям не допускается.

Прокладку проводов и кабелей в неметаллических (пластмассовых) трубах следует выполнять в помещениях при температуре воздуха не ниже -20°C и не выше $+60^{\circ}\text{C}$.

Применяемые для защиты электропроводок от механических повреждений трубопроводы должны изготавливаться из негорючих трудносгораемых материалов с нагревостойкостью не менее 105°C , согласно требованиям ГОСТ 8865–87.

Неметаллические трубы, прокладываемые открытым способом, должны крепиться так, чтобы было возможно их свободное

перемещение при линейном расширении или сжатии от изменения температуры окружающей среды. Крепление следует выполнять скобами, хомутами и накладками. Расстояние между точками крепления открыто проложенных полимерных труб не должно превышать:

- 1 м – для труб диаметром 20 мм;
- 1,1 м – для труб диаметром 25 мм;
- 1,4 м – для труб диаметром 32 мм;
- 1,6 м – для труб диаметром 40 мм;
- 1,7 м – для труб диаметром 50 мм.

Изменение направлений защитных труб осуществляется изгибом. При изгибе труб следует, как правило, применять нормализованные углы поворота – 90°, 120° и 135° и нормализованные радиусы изгиба – 400, 800 и 1000 мм.

В качестве гибких вставок в защитные трубы при наличии сложных поворотов и углов переходных труб из одной плоскости в другую и для устройства температурных компенсаторов следует применять гибкие металлические рукава.

Провода и кабели в трубах должны лежать свободно, без натяжения, суммарное сечение, рассчитанное по их наружным диаметрам, не должно превышать 20 %–30 % от сечения трубы. Не допускается совмещенная прокладка силовых кабелей и линий связи в одной трубе.

Прокладка электропроводок в коробах. С целью уменьшения стоимости, упрощения монтажа и снижения веса кабельных трасс применяют электротехнические коробки в виде перфорированных кабель-каналов. Такие каналы отличаются особым профилем вертикальных сторон – в виде гребешка.

Перфорированные кабель-каналы применяются когда требования к IP (к степени защищенности оболочки) и к внешнему виду конструкции не особенно высоки. Кабель-каналы – это П-образный двухметровый профиль нужного сечения, который может комплектоваться крышкой, перфорированной аналогично профилю или неперфорированной. Крышка очень просто защелкивается на кабель-канале, когда укладка кабеля в него завершена. Степень защиты перфорированного кабель-канала закрытого крышкой – IP20, а если крышки нет – IP00.

Использование кабель-каналов в вводно-распределительных устройствах, щитах управления и автоматизации позволяет сделать монтаж качественным и быстрым.

Кабельные каналы данного типа позволят быстро и аккуратно закрепить провода в шкафу, на дверце или внутри щита: если на дверце имеются кнопки, индикаторы, переключатели, то кабель-каналы могут быть приклеены к дверце.

Особенность устройства боковой перфорации канала позволяет вывести отдельные провода через канал, ничего не сверля и не отрезая, достаточно просто продеть провод через щель, либо в крайнем случае отломить лепесток. Процесс разводки проводов становится очень простым.

Перфорированные кабельные каналы бывают прямоугольного сечения и круглого сечения. Каналы небольшого размера производятся сразу готовыми к простому монтажу внутри щита или на дверце: на основании кабель-канала закреплена лента двухстороннего скотча, чтобы канал можно было закрепить быстро и прочно, предварительно обезжирив установочную поверхность щита.

Кабельные каналы больших размеров имеют на основании специальные монтажные отверстия в один или несколько рядов, чтобы их можно было закрепить при помощи винтов, болтов или шурупов.

Размер кабель-канала, а также его форма подбираются исходя из того, сколько проводов и какого сечения будет в него уложено. Если предполагается три-четыре тонких провода, то подойдет небольшой круглый или прямоугольный кабель-канал. Сечение (габаритные размеры) кабель-канала может достигать 150 мм. Крупные кабель-каналы подходят для монтажа панелей в главных распределительных щитах и в вводно-распределительных устройствах, где их крепят к стойкам.

При монтаже сечение перфорированного кабель-канала всегда необходимо брать с запасом. При укладке проводов в кабель-канал сечение кабельного канала рекомендуется заполнять проводами максимум на половину, оставляя запас. То есть кабель канал должен на 100 % выдерживать механическую нагрузку и обеспечивать удобство монтажа.

1.2.15. Прозвонка и маркировка жил проводов и кабелей

Для правильного подключения кабелей к контактам электрических машин, приборов и аппаратов проводят их прозвонку. Схемы прозвонки кабелей представлены на рис. 4.

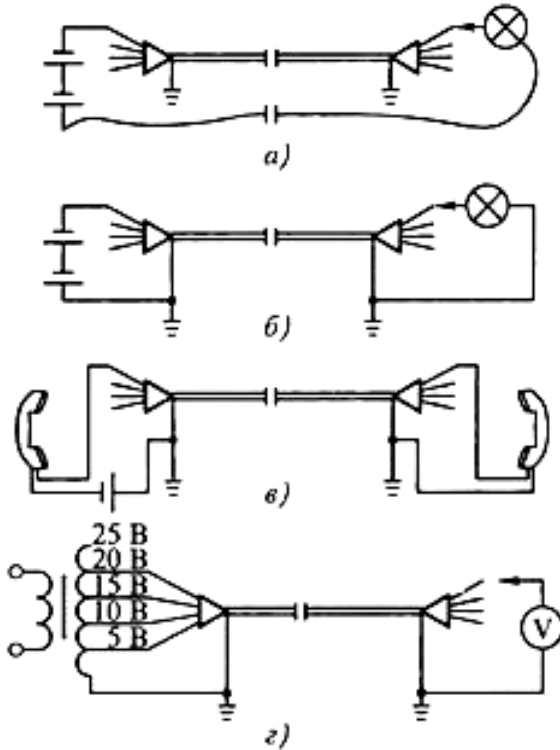


Рис. 4. Схемы прозвонки кабелей:
a, б – с помощью лампы; *в* – с помощью телефонных трубок;
г – с использованием специального трансформатора

Простейшая прозвонка кабелей выполняется с помощью лампы и батарейки, то есть жилы одного конца кабеля произвольно маркируют и к первой из них подключают провод от батарейки. Затем присоединяют к лампе проводник и им поочередно касаются жил на другом конце кабеля. Если при касании лампа загорается, значит, это жила, к которой присоединен провод от батарейки.

Также прозвонку можно выполнить без проводника, соединяющего оба конца кабеля. Таков же принцип прозвонки с применением мегаомметра. Если он оказывается присоединенным к концам, принадлежащим одной и той же жиле, его стрелка показывает нуль.

Рассмотренные способы прозвонки удобны в том случае, если оба конца кабеля расположены недалеко друг от друга и прозвонку

может выполнить один человек. Если концы длинного отрезка кабеля находятся в разных помещениях здания или в разных зданиях, применяется наиболее универсальный способ прозвонки с помощью двух телефонных трубок.

Для этого телефонные и микрофонные капсюли в трубках соединяют последовательно и в эту цепь включают сухой элемент или аккумулятор с напряжением 1–2 В. Этот способ удобен также тем, что монтеры могут согласовывать свои действия, переговариваясь по телефону.

На одном конце кабеля монтер присоединяет один проводник трубки к оболочке кабеля, а другой – к любой из его жил. На другом конце кабеля второй рабочий присоединяет один проводник трубки к оболочке кабеля, а другой – поочередно к его жилам. Если в трубке слышится щелчок и монтеры слышат друг друга, значит проводники трубки присоединены к одной жиле кабеля.

В некоторых случаях прозвонка выполняется с помощью специального трансформатора с несколькими отводами от вторичной обмотки. В этом случае начало обмотки подключают к заземленным оболочкам кабеля, а отводы – к его жилам. Далее запитывают каждую из жил. Измерив напряжение между жилами и оболочкой на противоположном конце кабеля и используя записанные значения напряжения, нетрудно определить принадлежность концов к той или иной жиле и выполнить маркировку.

Для маркировки жил силовых кабелей используют отрезки виниловых трубок или специальные оконцеватели, на которых несмываемыми чернилами делают надписи.

1.2.16. Контроль и испытание электропроводок

1. Цель проведения измерения: проверка соответствия сопротивления изоляции установленным нормам.

2. Меры безопасности:

2.1. Технические мероприятия. До начала и в процессе измерений необходимо выполнять технические мероприятия согласно «Правилам техники безопасности» (ПТБ). При работе с мегаомметром необходимо руководствоваться пунктами Б 3.7.17–Б 3.7.22 ПТБ.

2.2. Организационные мероприятия. Измерения мегаомметром разрешается выполнять в установках напряжением выше 1000 В

двум лицам, одно из которых должно иметь группу по электробезопасности не ниже IV. Работы выполняются по наряду. В установках напряжением до 1000 В измерения выполняют два лица, одно из которых должно иметь группу не ниже III. Работы выполняются в порядке текущей эксплуатации с последующей записью в оперативный журнал.

3. Нормируемые величины. Периодичность испытаний и минимальная допустимая величина сопротивления изоляции должны соответствовать указанным в нормах испытаний электрооборудования и аппаратов «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей». Как правило, сопротивление изоляции должно быть:

– для систем БСН и ФСН, измеренное мегаомметром на 250 В, – не менее 0,25 МОм;

– силовых цепей до 500 В (кроме систем БСН и ФСН), измеренное мегаомметром на 500 В – не менее 0,5 МОм, а вторичных цепей – не менее 1 МОм;

– силовых цепей выше 500 В, измеренное мегаомметром на 1000 В, – не менее 1,0 МОм (ГОСТ Р50571.16–99);

– электропроводок, в том числе и осветительных сетей, измеренное мегаомметром на 1000 В, – не менее 0,5 МОм (ПТЭЭП п. 28.1).

4. Применяемые приборы. Для измерения сопротивления изоляции применяются мегаомметры типов: МІ 3102Н (на напряжение 100 В, 250 В, 500 В, 1000 В и 2500 В) и Е6-24 (на напряжение 500 В, 1000 В и 2500 В). Эти приборы имеют собственный источник питания – генератор постоянного тока и позволяют производить непосредственный отсчет показаний в мегаомах и гигаомах.

Проверка электрических схем под напряжением проводится только после проверки:

- правильности их монтажа;
- работы аппаратов этих схем без напряжения и проверки сопротивления изоляции цепей;
- надежности всех зажимов в схемах шатанием руками и отверткой.

Проверка схем производится при снятом напряжении силовой цепи, чтобы не включались электроприемники.

При первой подаче напряжения в электросхему может сгореть предохранитель в цепи питания схемы или сработать автомат из-за короткого замыкания на корпус. В этом случае необходимо найти

место короткого замыкания при отключении схемы от сети. Это можно сделать повторным измерением сопротивления изоляции схемы относительно корпуса в разных точках схемы, с рассоединением частей схемы, если это необходимо.

После подачи напряжения в электрическую схему проверяется работа всех ее аппаратов при всех режимах работы, предусмотренных схемой.

При проверке электрических схем под напряжением возможны отказы в работе отдельных элементов схем. Все эти отказы можно свести к нескольким видам:

1. Отсутствие контакта, где он должен быть. Причины: нарушение в работе контактов в аппаратах, слабые контакты в зажимах, повреждения проводов.

2. Наличие контакта там, где его не должно быть. Причины: нарушение в работе контактов в аппарате, замыкание между токоведущими частями, замыкание на корпус токоведущих частей оборудования.

3. Наличие обходной цепи для тока (шунтирование). Причина: например, пробой на корпус кнопочного поста мимо кнопки. Это вызывает самовключение аппарата, что может быть при сырости и токопроводящей пыли.

4. Несоответствие схеме некоторых аппаратов и ее частей. Причина: например, напряжение катушки не соответствует, указанной в схеме управления.

Все эти неисправности могут проявляться периодически, что затрудняет их поиск. Методы наладки в таких случаях зависят от особенностей схемы.

1.2.17. Монтаж устройств заземления и зануления

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Цель защитного заземления – снизить до безопасной величины напряжение относительно земли на металлических частях оборудования, которые не находятся под напряжением, но могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции электроустановок. В результате замыкания на корпус заземленного оборудования

снижается напряжение прикосновения и, как следствие, ток, проходящий через тело человека, при его прикосновении к корпусам.

Применяется также заземление электрооборудования, зданий и сооружений для защиты от действия атмосферного электричества.

Защитное заземление применяется в трехфазных трехпроводных сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью, а в сетях напряжением 1000 В и выше – с любым режимом нейтрали.

Заземляющий контур электрической цепи – система проводов, соединяющая каждого потребителя, в обслуживаемой цепи, со специальным заземляющим контуром здания. При пробое на корпус прибора или утечке тока с поврежденной проводки, ток проходит по проводам к заземлителю.

При монтаже контура, в сети трехфазного тока не более 1000 В, применяют изолированную нейтраль. При больших уровнях напряжения сети монтируется система с разными режимами нейтрали.

Контур заземления – это целая система, включающая в себя:

- заземлитель;
- заземляющие горизонтальные проводники;
- подводящие провода.

Зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Нулевой защитный проводник – проводник, соединяющий зануляемые части с нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Зануление применяется в сетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью. В случае пробоя фазы на металлический корпус электрооборудования возникает однофазное короткое замыкание, что приводит к быстрому срабатыванию защиты и, следовательно, к автоматическому отключению поврежденной установки от питающей сети. Такой защитой являются плавкие предохранители или максимальные автоматы, установленные для защиты от токов коротких замыканий; магнитные пускатели со встроенной тепловой защитой; контакторы с тепловым реле и другие приборы.

При пробое фазы на корпус ток идет по пути «корпус – нулевой провод – обмотки трансформатора – фазный провод – предохранители». Ввиду того что сопротивление при коротком замыкании мало, сила тока достигает больших величин и предохранители срабатывают.

Назначение нулевого провода в электрической сети – обеспечить необходимую для отключения электроустановки величину тока короткого замыкания путем создания для этого тока цепи с малым сопротивлением.

Нулевой провод должен быть проложен так, чтобы исключить возможность обрыва; в нулевом проводе запрещается ставить предохранители, выключатели и другие приборы, способные нарушить его целостность. Проводимость нулевого провода должна составлять не менее 50 % проводимости фазного провода. В качестве нулевых защитных проводников применяют голые или изолированные проводники, стальные полосы, алюминиевые оболочки кабелей, различные металлоконструкции зданий и др.

Контроль зануления электрооборудования производится при его приемке в эксплуатацию, а также периодически в процессе эксплуатации. Один раз в пять лет должно производиться измерение полного сопротивления петли фаза–ноль для наиболее удаленных, а также наиболее мощных электроприемников, но не менее 10 % их общего количества.

РАЗДЕЛ 2

2.1. МОНТАЖ ЩИТОВ И ПУЛЬТОВ КИП И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ

2.1.1. Назначение и классификация щитов и пультов

Щиты систем автоматизации являются связующим звеном между объектом управления и оператором.

Основное назначение щитов – централизация средств контроля и регулирования работы агрегата, технологической установки или цеха. Одновременно они служат несущей конструкцией для установки приборов, средств автоматизации, подводящих и обвязочных проводов.

По назначению щиты подразделяются на местные, агрегатные, блочные, центральные и вспомогательные.

На местных щитах монтируются приборы и средства управления частью технологической установки (индивидуальной установкой). В основном местные щиты являются шкафными и размещены вблизи контролируемого объекта, то есть в производственном помещении.

Агрегатные щиты предназначены для монтажа средств контроля и управления одним технологическим агрегатом, а также однотипными агрегатами или технологическими установками, расположенным в одном помещении. Такие щиты обычно поставляются заводом-изготовителем агрегата в комплекте с ним.

Блочные щиты служат для размещения приборов и средств управления работой связанных между собой агрегатов, представляющих комплексную установку.

Центральные щиты (диспетчерские) – это щиты, на которых сосредоточены средства контроля и регулирования технологических процессов цеха, завода или комплекса технологически связанных производств. Центральные щиты устанавливаются в специальных помещениях КИПиА.

Вспомогательные щиты – это щиты неоперативного назначения. Они подразделяются на:

– релейные щиты, на которых размещают всевозможную электроаппаратуру, элементы систем электрической сигнализации, блокировки и управления;

– щиты питания (служат для подвода электроэнергии к системе КИПиА);

– щиты с обогревом (малогабаритные), которые применяются при монтаже приборов на открытых площадках и в неотапливаемых помещениях.

По конструкции различают щиты шкафные нормальных габаритных размеров (полногабаритные), шкафные малогабаритные, панельные с каркасом, стивы и вспомогательные устройства к щитам.

Щит управления – металлическая конструкция в виде шкафа или панели, предназначенная для размещения на ней технических средств автоматики, позволяющих осуществлять дистанционный контроль и управление технологическим процессом.

Шкафные щиты (шкафы) – это закрытые устройства, устанавливаемые как в специальных диспетчерских или аналогичных помещениях, так и непосредственно в производственном помещении.

Панельные щиты – открытые устройства – устанавливаются в специализированных помещениях (в распределительных пунктах, так называемых РП, защищенных от пыли, с ограниченным доступом обслуживающего персонала без соответствующей квалификации).

Пульт управления – закрытая металлическая конструкция в виде стола специальной формы, на котором размещены технические средства дистанционного контроля и управления.

При наличии большого количества аппаратуры к пульту добавляется щит сигнализации с мнемосхемой управляемого процесса. Этот щит может быть непосредственно пристыкован к лицевой части пульта либо установлен на некотором удалении от него.

Мнемосхема представляет собой упрощенную графическую схему технологического процесса в формализованном виде. В эту схему встраивается светосигнальная арматура.

Щиты и пульта управления могут быть однопанельными, одношкафными, а также многопанельными и многошкафными. Их пространственная компоновка зависит от конкретных условий производственного процесса, количества и вида средств автоматизации, удобства и безопасности их обслуживания.

На лицевой стороне щитов, не имеющих пульта, размещают измерительные приборы, регуляторы, сигнальную светоаппаратуру, переключатели и т. д. Аппаратура на щитах и пультах располагается в порядке прохождения всех операций технологического процесса.

2.1.2. Структура монтажных шкафов

Термины щитовой продукции

Каркас – жесткий несущий объемный или плоский металлический остов, предназначенный для установки на нем панелей, стенок, дверей, крышек и монтажа приборов, аппаратов, электрических и трубных проводок и др.

Шкаф – объемный каркас на опорной раме с установленными на ней панелью, стенками, дверью, крышкой.

Стойка – объемный или плоский каркас на опорной раме.

Панель с каркасом – объемный каркас на опорной раме с установленной на ней панелью.

Корпус пульта – объемный каркас с установленными наклонной столешницей, стенками, дверьми.

Щит шкафной – шкаф с установленными на унифицированных монтажных конструкциях, поворотной или стационарной раме аппаратурой, арматурой, установочными изделиями и с электрической и трубной проводками, подготовленными к подключению внешних цепей и приборов, устанавливаемых на объекте.

Щит панельный с каркасом – панель с каркасом с установленными на унифицированных монтажных конструкциях, поворотной или стационарной раме аппаратурой, арматурой, установочными изделиями и с электрической и трубной проводками, подготовленными к подключению внешних цепей и приборов, устанавливаемых на объекте.

Статив – стойка с объемным каркасом и установленными на унифицированных монтажных конструкциях аппаратурой, арматурой, установочными изделиями и с электрической и трубной проводками, подготовленными к подключению внешних цепей и приборов, устанавливаемых на объекте.

Статив плоский – стойка с плоским каркасом и установленными на унифицированных монтажных конструкциях аппаратурой, арматурой, установочными изделиями и с электрической и трубной проводками, подготовленными к подключению внешних цепей и приборов, устанавливаемых на объекте.

Панель вспомогательная и панель вспомогательная с дверью – панели, предназначенные для оформления многопанельных каркасных щитов.

Панель декоративная – панель, предназначенная для декоративного оформления верхней части щитов панельных с каркасом, а также для монтажа элементов мнемосхем.

Вставка угловая – элемент, предназначенный для соединения двух смежных щитов или пультов, устанавливаемых под углом друг к другу.

Примеры условных обозначений монтажных шкафов:

- щит шкафной с задней дверью, открытый с правой стороны, – ЩШ-3Д-ОП;
- щит шкафной с задней дверью, открытый с левой стороны, – ЩШ-3Д-ОЛ;
- щит шкафной двухсекционный – ЩШ-2;
- щит шкафной двухсекционный, открытый с двух сторон, – ЩШ-2-02;
- щит шкафной двухсекционный, открытый с правой стороны, – ЩШ-2-ОП;
- щит шкафной двухсекционный, открытый с левой стороны, – ЩШ-2-ОЛ;
- щит шкафной трехсекционный – ЩШ-3;
- щит шкафной трехсекционный, открытый с двух сторон, – ЩШ-3-02;
- щит шкафной трехсекционный, открытый с левой стороны, – ЩШ-3-ОП;
- щит шкафной малогабаритный – ЩШМ.

2.1.3. Установка щитов и пультов

Щитовые конструкции устанавливают либо непосредственно в технологических помещениях (местные, агрегатные щиты и пульты), либо в специальных помещениях (центральные, аппаратные и блочные щиты и пульты).

Места установки щитовых конструкций как в технологических, так и в специальных помещениях должны отвечать требованиям, обусловленным нормами условий монтажа и эксплуатации приборов и средств автоматизации. В соответствии с требованиями СНиП 3.05.07–85 до начала монтажа щитовых конструкций в указанных помещениях работы по установке технологического оборудования и трубопроводов должны быть доведены до состояния,

обеспечивающего безопасное ведение монтажных работ в условиях, соответствующих действующим санитарным нормам. В специальных помещениях должны быть выполнены все строительные и отделочные работы (питание сети, электрические и трубные проводки, закладные части, проемы).

При монтаже щитов и пультов в технологических помещениях должна поддерживаться температура окружающей среды не ниже +5 °С (если не оговорено иное). Места установки щитовых конструкций должны удовлетворять требованиям эксплуатации приборов (вибрация, влияние окружающей среды и др.).

В соответствии с требованием СНиП 3.05.07–85 местные и агрегатные щитовые конструкции располагают в чистых сухих помещениях, не подвергаемых воздействию агрессивных сред, в местах, удобных для наблюдения. Проходы между обслуживаемыми сторонами щитов, пультов и стативов или стенами должны быть не менее 0,8 м; высота прохода в свету – не менее 1,9 м. При установке малогабаритных щитов на стене расстояние между щитом и стеной должно быть минимальным, но не менее 100 мм.

Высота (от пола) расположения приборов:

800–2100 мм – показывающие приборы и сигнальная арматура;

1000–1600 мм – самопишущие приборы;

700–1600 мм – органы управления.

При наличии вибрации, которая может нарушить нормальную работу приборов, щиты оборудуют амортизаторами или устанавливают на отдельные основания. Местные щиты нормального исполнения, установленные во взрывоопасных зонах, необходимо продувать воздухом ($P > 250$ Па).

В специальных помещениях имеются особенности монтажа. Щиты прямоугольной формы применяются, когда они обозреваются с рабочего места оператора под допустимым углом обзора. Оптимальный угол обзора – 30°; допускается угол обзора в горизонтальной плоскости 90° при расположении оператора напротив середины фронта. Рекомендуемая дистанция обзора приборов с мелкой стрелкой 1–2 м, с хорошо видимыми шкалами 2–4 м, мнемосхем 4–5 м. При обслуживании щита одним оператором радиус окружности, в которую вписывается щит, должен быть не более 5 м. Рекомендуемый угол обзора – до 120°, максимальный – 180°. Для установки щитов в специальных помещениях, предусматриваются двойные полы (позволяют прокладывать линии связи в любых необходимых направлениях).

2.1.4. Электропроводка и трубная проводка в щитах и пультах

Коммутацией щитов называется система внутрищитовых соединений всех линий связи к установленным на щите приборам и аппаратуре, идущих от первичных приборов и датчиков.

Для внутренней коммутации применяются медные провода, проложенные открытым способом или в пластиковых коробах, следующих марок ПВ $S = 2 \text{ мм}^2$, ПТВ с $S = 0,5-1,5 \text{ мм}^2$, ММУВ $S = 0,5-1,5 \text{ мм}^2$.

Порядок монтажа электропроводки:

- а) измерение и отрезка провода необходимой длины;
- б) плавка провода;
- в) разделение проводов по потокам и временное крепление;
- г) выравнивание пучков проводов и изгиб углов при укладке в жгуты;
- д) разводка провода и ряда зажимов;
- е) зачистка концов проводов, нанесение маркировки и прозвонка;
- ж) подключение проводов.

Пакеты проводов маркируются по принадлежности к системам контроля, регулирования, управления, сигнализации и по напряжению до 36 В.

Требования к прокладке проводов открытыми жгутами:

- а) провода не должны перегреваться;
- б) жгуты проводов скрепляются бандажами на расстоянии до 200 мм;
- в) прокладывать вертикальные и горизонтальные жгуты с минимальным изгибом и скрещиванием. Они прокладываются по металлическим защищенным поверхностям: стальные полосы, перфорированные металлоконструкции щитов;
- г) провода не должны касаться огибаемых углов и ребер металлоконструкций. Крепление проводов производится унифицированными, перфорированными лентами, полиэтиленовыми стяжками и другими крепежными элементами;
- д) переход электропроводки на подвижную часть щита (дверь) производится с помощью U-образного компенсатора;
- е) концы проводов подключаются с запасом для двукратного возобновления концевой заделки;

ж) маркировка провода должна соответствовать монтажной схеме и выполняется с помощью отрезков ПВХ-труб длиной 20–25 мм или других оконцевателей.

Виды разводов проводов:

- а) однослойная разводка проводов;
- б) многослойная разводка проводов;
- в) пакетная.

Все внешние цепи для соединения с внутренней проводкой подсоединяются к коммутационным зажимам.

Группы зажимов разделяются маркировочной колодкой и должны иметь следующий резерв зажимов:

- а) сборка из 6 зажимов – резерв 1;
- б) если зажимов от 7 до 16 – резерв 2;
- в) от 17 до 32 – резерв 3.

Полиэтиленовые трубы прокладываются пакетами в один ряд, крепятся к унифицированным конструкциям с шагом 300 мм на прямых участках и 80 мм на поворотах.

Соединение трубных проводок должно производиться разъемно, не допускается сварка или пайка.

Ввод кабелей и труб в щиты осуществляется по каналам, проходкам или закладным трубам через двойные съемные полы.

Ввод кабелей и труб в щиты защищается от механических воздействий защитными гильзами, коробами и при необходимости герметизируется.

Компенсационные провода термоэлектрических преобразователей подключаются к приборам, минуя сборку зажимов.

2.1.5. Заземление щитов и пультов

Все щиты, пульты и вспомогательные металлические конструкции, имеющие напряжение переменное 36 В, постоянное 110 В, должны заземляться.

Заземление производится подключением к внешнему заземляющему контуру проводником, соединяющим опорную раму щита, имеющим знак заземления с внешним контуром.

Подвижные части щитов соединяются гибкими заземляющими проводниками с каркасом щита.

Выводы приборов заземления соединяются заземляющей рейкой в щите гибким проводом с сечением не менее 1,5 мм².

По окончании монтажа щитов проводится внешний осмотр, испытание сопротивления изоляции электропроводки, испытание на прочность и плотность трубной проводки.

2.1.6. Размещение и монтаж средств автоматики в щитах и пультах

Для современных систем автоматизации, учитывая применение микроконтроллеров, вся аппаратура управления может быть размещена в навесных односторонних малогабаритных шкафах, а неоперативная аппаратура – в пластмассовых модульных щитах.

Для монтажа щитов и пультов управления необходимо иметь монтажную схему, эскизный чертеж общего вида с перечнем всех элементов, включая монтажные аксессуары.

При компоновке средств автоматизации на щитах и пультах необходимо учитывать:

- назначение и количество приборов и устройств;
- удобство монтажа и эксплуатации;
- эстетические аспекты внешнего вида;
- безопасность обслуживания.

Практически все современные аппараты и устройства (автоматические выключатели, пускатели, промежуточные реле) предназначены для установки на DIN-рейку, которая крепится на заднюю стенку шкафа, специальную монтажную панель или за стойки на боковых стенках шкафа. Такое крепление достаточно надежное и позволяет быстро и легко произвести установку или демонтаж аппарата.

Обычно в шкафу на DIN-рейки устанавливают также соединительные клеммы, объединенные по типоразмерам в зависимости от сечения подключаемых проводов. Они предназначены как для подключения внешних проводов, так и для соединения аппаратов, расположенных на разных панелях шкафа (например, на двери).

Соединение аппаратов и приборов между собой производится в соответствии со схемой соединений. Согласно СНиП 3.05.07–85 присоединение однопроволочных медных жил проводов и кабелей сечением 0,50 и 0,75 мм² и многопроволочных медных жил сечением 0,35, 0,50 и 0,75 мм² к приборам и аппаратам, сборкам зажимов должно, как правило, выполняться пайкой, если конструкция их выводов позволяет это осуществить. Если медные жилы указанных

сечений крепятся к аппаратам, имеющим выводы для подсоединения под винт или болт, то жилы этих проводов и кабелей должны оконцовываться наконечником.

Каждый конец провода или жилы кабеля на месте присоединения к аппарату или устройству должен быть пронумерован номером электрической цепи в соответствии с монтажной схемой.

Самым простым методом маркировки является нанесение номера маркером (специальным фломастером) на отрезок ПВХ-трубки, которая надевается на конец провода перед его присоединением к аппарату.

Раньше соединительные провода группировались в жгуты с помощью суровых ниток и других ленточных изоляционных материалов. Такая технология была очень трудоемкой, неэстетичной и вызывала неудобства при наладке и ремонте (чтобы заменить провод, необходимо было разделить весь жгут).

Перечисленные недостатки полностью исключаются при использовании перфорированных коробов, устанавливаемых по периметру монтажной плоскости и между рядами приборов. В этом случае монтаж производится без выкладки проводов, а после его завершения короба закрываются крышками, что делает вид внутри шкафа более эстетичным.

Для объединения проводов межпанельного гибкого соединения (например, между внутренней панелью шкафа и аппаратурой на двери) используется спиральная трубка.

В зависимости от места установки и соответствующей ему степени защиты (IP) шкафы и щиты автоматики должны быть укомплектованы вводными устройствами соответствующих типов.

2.1.7. Выбор и монтаж электромагнитных промежуточных реле

Промежуточное реле электромагнитное достаточно часто используется в электрических сетях. Оно замыкает, размыкает цепь, может производить управление довольно мощными устройствами.

Реле промежуточные на DIN-рейку применяются для гальванической развязки между силовыми цепями и цепями управления, дистанционного подключения нагрузки при подаче управляющего напряжения на обмотку реле, в качестве промежуточного.

Электромагнитные промежуточные реле, они же вспомогательные, предназначены:

1) для гальванической развязки между силовыми цепями и цепями управления;

2) дистанционного включения нагрузки путем подачи управляющего напряжения на обмотку реле;

3) использования в случаях, когда основное реле не справляется с имеющейся мощностью, усиления управляющих сигналов;

4) использования, когда выходных цепей в основном реле меньше, чем управляемых цепей (увеличивает количество контактных наборов основного реле).

Выбор промежуточного реле основывается на технических характеристиках, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики для выбора промежуточных реле

Номинальное напряжение включающей катушки, В	постоянный ток
	переменный ток частоты 50 Гц
Номинальное напряжение цепей и контактов, В	постоянный ток
	переменный ток
Номинальный ток контактов, А	
Минимальный ток контактов, А	
Количество переключающих контактов	
Степень защиты	механизма
	выводов
Время срабатывания реле, мс, не более	
Время возврата, мс, не более	
Механическая износостойкость, млн циклов	
Коммутационная износостойкость, млн циклов	
Потребляемая мощность, не более	на постоянном токе, Вт
	на переменном токе, В·А
Масса реле, кг	

Также важным пунктом при выборе промежуточного реле является тип нагрузки:

1. Индуктивная – при нагрузке такого рода (соленоиды, электромагниты и т. п.) рекомендуется выбирать твердотельное реле с большим запасом по току (в 2–4 раза), для безопасной работы реле рекомендуется использовать диодную защиту.

2. Емкостная – при включении в фазе, близкой к 90° , ток в 20–40 раз больше номинального в течение времени от десятков микросекунд до десятков миллисекунд.

Выбор номинального тока реле для конкретной нагрузки заключается в подборе запаса по номинальному току реле путем введения дополнительных мер по уменьшению пусковых токов (токоограничивающие резисторы).

Само *промежуточное* реле представляет собой миниатюрный электромагнитный пускатель, но полноценно не может заменить его в виду небольших коммутируемых токов. То есть длительно допустимый ток контактных групп обычно не превышает 10 А, что достаточно для цепей управления. Поэтому реле выпускаются со значениями коммутируемых токов 5(7) А и 10 А, в зависимости от серии и производителя.

Маркировка промежуточных реле

Для удобного определения функционального назначения, количества контактов и других параметров реле имеют буквенные и цифровые обозначения:

П – промежуточное;

Э – электромагнитное;

XX – серия изделия, например 46;

1 – сигналы управления импульсные.

Дальнейшие обозначения могут определять, для каких климатических условий адаптировано изделие и количество контактных групп.

Пример выбора промежуточного реле РП:

реле РП-54, РП-53 и реле РП-64, РП-63,

где РП – реле промежуточное;

5X – обозначение серии:

– Серия 5X предназначена для нагрузки до 5 А;

– Серия 6X предназначена для нагрузки до 10 А.

Большая часть моделей промежуточных реле адаптированы к стандартным условиям монтажа, на плоскую поверхность или на DIN-рейку в распределительном шкафу.

После установки реле, можно подключать в электрическую схему системы. В первую очередь проверяется работоспособность реле, для этого подключают контакты катушки (13 и 14) к источнику питания, при этом слышен характерный щелчок переключения контактов.

На рис. 5 показано положение контактов реле при отсутствии питания на катушке.

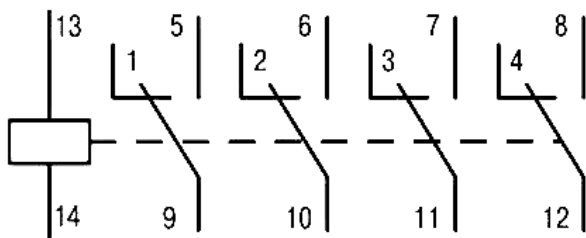


Рис. 5. Положение контактов при отсутствии питания на катушке

При подаче на катушку номинального напряжения (230, 24 или 12 В) контакты 9–10–11–12 замкнутся на соответствующие пары 5–6–7–8.

В качестве нагрузки могут быть самые разные электромеханические элементы, для подключения нагрузки большой мощности промежуточные реле управляют работой магнитного пускателя с контактами способными пропускать большие токи. Промежуточное реле может управляться датчиком освещенности, терморегулятором или датчиком движения, в зависимости от функционального назначения схемы.

Ошибки при монтаже промежуточных реле:

1) неправильный выбор технических параметров промежуточных реле. Необходимо проверить, в каких сетях (постоянного или переменного тока) используется реле, какое напряжение или ток необходимо подать на управляющую катушку;

2) необходимо учитывать допустимые токовые нагрузки на коммутационные контакты, особенно когда реле включается напрямую для питания приборов большой мощности;

3) желательно использовать реле с необходимым количеством контактов, модели с большим количеством потребляют больше электроэнергии на электромагнитной катушке;

4) при установке различных моделей реле необходимо прозвонить контакты мультиметром или другими приборами, в исходном состоянии и после срабатывания реле (см. рис. 5). Бывает так, что контакты залипают, не замыкаются или не размыкаются.

2.1.8. Выбор и монтаж устройств автоматической защиты электрооборудования и средств автоматики

При монтаже аппаратов защиты электрооборудования следует учитывать ток расцепителя срабатывания защиты, а также номинальные токи плавких вставок предохранителей. Следует выбирать аппараты защиты исходя из следующих условий:

Условие 1. Номинальный ток расцепителя или плавкой вставки не должен быть менее номинального тока электроприемника.

Условие 2. Аппарат защиты не должен отключать электроприемник при нормальных эксплуатационных перегрузках. Для обеспечения этого необходимо следующее:

а) номинальный ток плавкой вставки предохранителя должен быть не менее $I_{вст. пик} / K$, где K – коэффициент.

При небольшой частоте пусков и малой длительности разгона (до 5 с) $K = 2,5$. При большой частоте пусков и длительном времени разгона (например, для электродвигателей кранов) $K = 1,6–2,5$;

б) у автоматических выключателей установка теплового расцепителя должна быть проверена по время-токовой характеристике на время срабатывания в зоне перегрузки, а электромагнитного расцепителя – по условиям отстройки от пусковых токов.

Условие 3. Перед монтажом защитных аппаратов установки должны быть проверены на избирательность отключения (селективность): при каждом нарушении нормального режима должен отключаться только поврежденный участок и не должны срабатывать защитные аппараты в высших звеньях сети. Проверка производится по время-токовым характеристикам приборов защиты.

При токах, превышающих пусковые, должен отключаться сначала предохранитель или автомат и только после этого магнитный пускатель (или контактор), для чего должно быть соблюдено условие:

$$t_{пред(авт)} < (t_{свз} \cdot K) / K_{зап},$$

где $t_{пред(авт)}$ – время срабатывания предохранителя (автоматического выключателя) по время-токовой характеристике, с;

K – коэффициент, равный 1,15 и учитывающий отклонение от собственного времени пускателя;

$t_{свз}$ – собственное время магнитного пускателя (контактора), с;

$K_{зап}$ – коэффициент запаса, равный 1,5.

Принятые установки **защитных аппаратов** должны удовлетворять требованиям ПУЭ.

При **монтаже электрооборудования** на большом расстоянии от узла распределения электроэнергии необходима проверка на срабатывание и правильность выбора защитного аппарата при однополюсном замыкании в соответствии с ПУЭ. Эта проверка осуществляется методом измерения петли фаза–ноль соответствующим прибором.

Для тепловых реле номинальный ток электроприемника должен находиться в пределах тока срабатывания нагревательного элемента реле.

При коротком замыкании электродвигатель должен быть немедленно отключен. Отключение производится мгновенной отсечкой реле. Величину тока отсечки $i_{отс}$ выбирают исходя из пускового тока электродвигателя:

$$i_{отс} = K_{зап} I_{пик} = K_{зап} K_{п} I_{ном},$$

где $I_{пик}$ – пиковый (пусковой) ток электродвигателя, А;

$K_{п}$ – кратность пускового тока электродвигателя;

$K_{зап} = 1,3$.

Устойчивость *аппаратов защиты* при коротких замыканиях указывается в каталогах и информациях заводов, поэтому проверка сводится к сравнению этих значений с токами короткого замыкания в точках установки аппаратов.

2.1.9. Выбор и монтаж блоков питания

Блок питания (БП) – относительно простое устройство с небольшим набором характеристик: входное/выходное напряжение и мощность. Современные БП отличает широкий набор параметров, определяющих область применения. От правильного выбора БП зависит стабильность работы всей системы, контроллера, модулей расширения входов-выходов, датчиков и исполнительных механизмов.

Блок питания на DIN-рейку – это оборудование, преобразующее переменный ток в постоянный. Он сегодня широко используется для подключения низковольтного, промышленного или светодиодного оборудования. Главное отличие от классических блоков питания заключается в особенности конструкции, позволяющей

осуществлять крепление к DIN-рейке, являющейся элементом электрощитков, электрических коробок. Широкий выбор источников питания на DIN-рейку представлен на рис. 6.



Рис. 6. Установка блоков питания на DIN-рейку

Существует два вида блоков питания:

- корпусные;
- бескорпусные.

Корпусные трансформаторы в большинстве случаев имеют степень защиты IP20. Это тип электрооборудования, предназначенного для эксплуатации в сухих помещениях, на него не должна попадать влага, даже в виде конденсата, воздействовать внешняя агрессивная среда.

Корпус, как правило, перфорированный, обеспечивающий естественное воздушное охлаждение работающего устройства. Кроме этого, корпус обеспечивает защиту от механических повреждений, несанкционированного доступа к оборудованию. Широкое распространение получили блоки питания на 24 и 12 В.

Использование специальных блоков питания с возможностью их крепления к DIN-рейке несет в себе ряд несомненных преимуществ. БП размещается на DIN-рейке, которая сегодня есть в любом современном электрическом щитке, так как именно к ней осуществляется крепление всего необходимого электрооборудования.

Установленный в щитке блок питания всегда доступен для осмотра, технического обслуживания и ремонта. Для его демонтажа не требуется много времени, как и для последующей установки на место.

Первичный монтаж блока питания на DIN-рейку должен осуществлять квалифицированный специалист. Связанно это не столько со сложностью самого процесса, сколько со сложностью грамотного подключения оборудования к электросети.

Непосредственно само подключение оборудования осуществляется при отключении подачи электроэнергии на щиток. Это необходимо во избежание несчастного случая. Перед установкой необходимо обязательно убедиться, что мощность и напряжение соответствуют подключаемой нагрузке.

2.1.10. Монтаж микропроцессорных контроллеров в шкафах управления

Программируемый логический контроллер (ПЛК) – это специальная разновидность компьютеров, применяемых для автоматизации технологических процессов и объектов.

Термин ПЛК (от англ. – programmable logic controller (PLC)) ввел в 1971 году Одо Жозеф Стругер – инженер фирмы Allen-Bradley, США. Он также сыграл ключевую роль в унификации языков программирования ПЛК.

При реализации алгоритма системы управления в основном требуются логические операции и особенная организация связи с датчиками, исполнительными устройствами и человеко-машинным интерфейсом.

Важной особенностью ПЛК является работа в режиме реального времени. Это обеспечивается применением специальных микропроцессоров, которые обеспечивают отклик системы на запрос за заданный интервал времени.

ПЛК обычно работают в неблагоприятных внешних условиях – температурных, влажностных, пылевых, электромагнитных, радиационных. Поэтому обычные бытовые компьютеры в качестве элементов управления не применяются.

Основой ПЛК являются микроконтроллеры – специализированные микропроцессоры однокристалльной архитектуры. Микроконтроллеры могут работать без чипсета и материнской платы, без операционной системы. Но этот режим применяется в основном в простых локальных системах автоматики. В сложных системах задействуются достаточно производительные процессоры под управлением специальных операционных систем.

Разнообразие ПЛК весьма велико. Нет ни одной фирмы в области автоматики и электроники, которая не выпускала бы собственные

ПЛК. Тем не менее, все ПЛК объединяет их общая архитектура и стандартизация интерфейсов для подключения внешних устройств.

Пример внешнего вида ПЛК в стандартном моноблочном корпусе показан на рис. 7. Это ПЛК фирмы Сименс (Германия). Разъемы для подключения питания, датчиков и исполнительных устройств расположены с двух сторон корпуса.

Существуют следующие виды входов-выходов: дискретные, аналоговые, универсальные, специальные и интерфейсные.

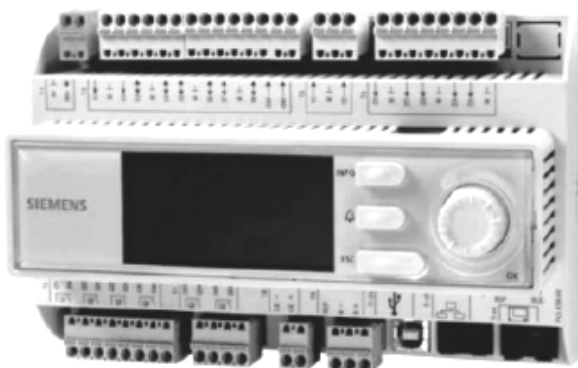


Рис. 7. Программируемый логический контроллер фирмы Сименс (Германия)

Обычно дискретные входы используются для подключения датчиков, которые могут находиться в двух состояниях: «активен–пассивен» или «включен–выключен». С помощью дискретных входов можно подключить кнопки, тумблеры, концевые выключатели, термостаты и прочее оборудование.

Дискретные входы контроллеров обычно рассчитаны на прием стандартных сигналов с уровнем +24 В постоянного тока. Типовое значение тока одного дискретного входа (при входном напряжении +24 В) составляет около 10 мА.

Дискретные выходы ПЛК используются для создания выходных сигналов с электрическими параметрами, как у дискретного входа. Обычно они применяются для управления включением или выключением исполнительных устройств.

Согласно ГОСТ ИЕС 61131-2–2012, аналоговый вход – это устройство, преобразующее непрерывный сигнал в дискретное двоичное число для работы в системе программируемых контроллеров.

Для аналоговых входов самыми распространенными являются стандартные диапазоны постоянного напряжения: $-10...+10$ и $0...+10$ В. Для токовых входов диапазоны составляют $0-20$ и $4-20$ мА.

Аналоговые входы позволяют подключать к ПЛК аналоговые датчики.

ПЛК могут быть оснащены специализированными входами-выходами, позволяющими измерять длительность, фиксировать фронты, подсчитывать импульсы, управлять двигателями.

Количество тех или других входов-выходов является основным фактором, определяющим возможности ПЛК при создании на его базе системы автоматике.

По конструктивному исполнению и способу крепления выделяют четыре исполнения корпуса ПЛК:

- корпус для установки на монтажную DIN-рейку;
- корпус для крепления на стену;
- панельное исполнение;
- бескорпусное исполнение для встраиваемых модульных систем.

Корпус для установки на монтажную DIN-рейку предназначен для установки ПЛК на панель шкафа автоматике и имеет специальную пружинную защелку для фиксации на стандартной DIN-рейке.

Корпус для крепления на стену обычно выполняется по стандартам пыле- и влагозащиты и имеет встроенные герметичные входы для подключения внешней электрической проводки, как силовой, так и сигнальной.

Панельное исполнение ПЛК применяется в случае установки ПЛК в переднюю дверь шкафа автоматике. Обычно панельные ПЛК имеют сенсорный дисплей, на котором отображается мнемосхема автоматизированной технологической линии или локальной системы автоматике и который используется для ввода параметров регулирования оператором.

Бескорпусное исполнение ПЛК применяется при создании встраиваемых (бортовых) систем автоматике. В этом случае ПЛК представляет собой печатную плату с набором разъемов для подключения внешних устройств и крепежных элементов для соединения с другими платами.

Подключение проводов к ПЛК может выполняться с помощью винтовых зажимов или разъемов. Последние имеют очевидное преимущество при обслуживании, например при замене ПЛК. При этом невозможно перепутать подключение проводов. Однако применение двойных разъемов увеличивает стоимость ПЛК, поэтому

производители чаще применяют в ПЛК не разъемные, а винтовые соединения проводов.

Контакты разъемов ПЛК предоставляют пользователю ПЛК возможности для подключения датчиков различного типа: аналоговых, дискретных, а также исполнительных устройств и устройств ввода-вывода.

Кроме этого ПЛК обладают набором стандартных приборных интерфейсов для реализации распределенных систем автоматике с использованием различных видов каналов связи: проводных, радиосвязи, интернета.

Программируемые логические контроллеры являются основой для изготовления шкафов (или щитов) автоматике различного назначения.

Монтаж элементов автоматике на панели шкафа производится по проекту принципиальной электрической схемы, который разрабатывается согласно техническому заданию отдельно для каждой системы.

Технология монтажа шкафа автоматике предусматривает раздельное проведение в распределительных коробах силовых и сигнальных проводов (например, силовые – в правых коробах, а сигнальные – в левых коробах, относительно монтажной панели), обязательную маркировку проводов, согласно проекту, и опрессовку окончаний проводов специальными наконечниками (рис. 8).

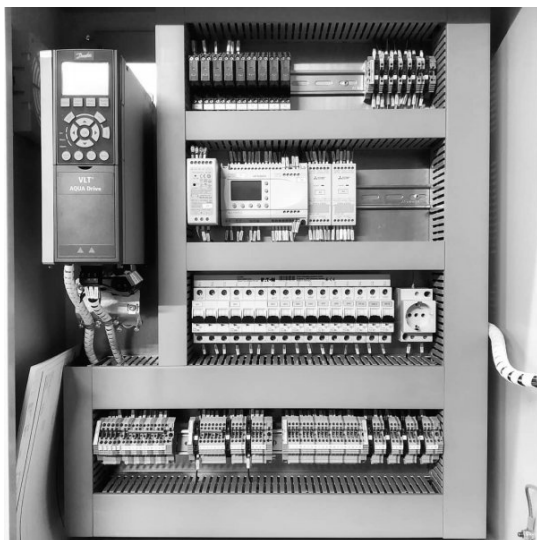


Рис. 8. Внешний вид шкафа автоматике на основе ПЛК

Шкафы автоматики могут иметь встроенные кондиционеры или подогреватели для обеспечения внутреннего термостатирования.

Практически все современные ПЛК имеют встроенный импульсный источник питания, обеспечивающий питание от внешнего источника в диапазоне переменного напряжения от 110 до 265 В (преобразователь напряжения AD-DC) или от источника питания постоянного тока (преобразователь напряжения DC-DC).

Импульсные источники питания обладают целым рядом встроенных автоматических защит: от короткого замыкания, перегрева и перегрузки.

Обычная схема подключения ПЛК к питанию требует установки предварительного фильтра от импульсных помех. Подбор импульсных источников питания производят по значению необходимой потребляемой мощности и требуемым выходным значениям номиналов питания.

Если источник основного входного напряжения отключается по причине аварии или неисправности, то работу или корректное завершение работы устройства или системы может обеспечить источник бесперебойного питания.

Степень защиты ПЛК зашифрована маркировкой IP (Ingress Protection Rating). IP дословно переводится как «степень защиты от проникновения». В настоящее время это наиболее распространенная система обозначения защиты оборудования от воздействий внешней среды. Используется для обозначения защиты от попадания внутрь оборудования различных физических частиц по геометрическим размерам, в том числе пыли и воды.

Степенями защиты могут обладать корпуса ПЛК и также шкафы или щиты, в которых они устанавливаются.

Монтаж и подключение конкретных ПЛК в шкафах и щитах автоматики должен производиться согласно инструкциям предприятий-изготовителей.

2.1.11. Монтаж частотно-регулируемого привода

Частотно-регулируемый привод (частотно-управляемый привод (ЧУП), Variable Frequency Drive (VFD)) – система управления частотой вращения ротора асинхронного (или синхронного) электродвигателя.

Состоит из собственно электродвигателя и частотного преобразователя.

Применение преобразователей частоты при управлении электроприводами позволяет напрямую подстраивать регулируемые производственные характеристики (температуру, давление, скорость движения рабочих механизмов) под различные нужды с сохранением высокого КПД, обеспечивая при этом существенное снижение энергопотребления. Поэтому внедрение частотно-регулируемого привода позволяет решать задачи не только в области автоматизации процесса производства, но и в сфере энергосбережения.

Осуществляя на практике подбор частотно-регулируемого привода, необходимо оценить требования, которые предъявляются к объекту управления: диапазон и точность регулирования, необходимость удержания определенного момента на валу двигателя (в частности, при небольших частотах вращения) и требования к работе электропривода в аварийных ситуациях.

Установка, настройка и обслуживание частотного преобразователя должна производиться только квалифицированным техническим персоналом.

Перед началом монтажа частотно-регулируемого привода необходимо проверить:

- 1) соответствие частотно-регулируемого привода проекту;
- 2) чтобы входное напряжение, указанное на преобразователе частоты, совпадало с напряжением питающей сети, к которой планируется подключение.

В случае если напряжение питающей сети ниже входного напряжения преобразователя частоты, то устройство будет работать с пониженными характеристиками или будет работать с ошибкой.

Подключение устройства к питающей сети с напряжением, превышающим входное напряжение преобразователя, указанное на информационной табличке, не допускается;

- 3) чтобы номинальное напряжение электродвигателя не превышало значение выходного напряжения преобразователя частоты.

Номинальное напряжение электродвигателя определяется схемой соединения, поэтому необходимо проверить, как подключен двигатель – «звездой» или «треугольником» и какие значения

напряжения соответствуют данной схеме подключения (указано на табличке двигателя);

4) чтобы номинальный ток двигателя не превышал номинальный выходной ток преобразователя частоты. В противном случае привод не сможет развивать номинальный момент.

Требования к установке преобразователя частоты:

1. Внешние условия должны соответствовать степени защиты корпуса. Стандартное исполнение преобразователя (IP20) не защищает от попадания пыли или капель жидкости внутрь устройства. Исполнение корпуса шкафа IP54 защищает от пыли и влаги при соблюдении требований монтажа (использовании сальников, кабель-вводов и т. д.).

2. Место установки должно быть сухим (максимальная относительная влажность воздуха 95 %, при отсутствии конденсации).

3. Рабочая температура окружающей среды 0 °С–+40 °С. При температуре от –10 °С до 0 °С и свыше +40 °С работа будет происходить с пониженными характеристиками. Не рекомендуется эксплуатировать преобразователь частоты при температурах ниже –10 °С и свыше +50 °С, так как это может привести к сокращению срока службы изделия.

5. Проверьте наличие возможности осуществлять вентиляцию преобразователя частоты. Допускается монтаж преобразователей «стенка к стенке» (корпусы IP20 и 54), однако обязательно должно быть предусмотрено воздушное пространство 100 мм сверху и снизу устройства для преобразователя частоты мощностью до 30 кВт, 200 мм – для преобразователя частоты мощностью от 30 до 90 кВт и 225 мм – для мощности 90 кВт.

При работе преобразователь нагревается, поэтому свободное пространство вокруг преобразователя должно составлять не менее 10 см и гарантировать циркуляцию воздуха и охлаждение. Поверхность, на которую устанавливается преобразователь, должна быть из невоспламеняющегося материала и иметь достаточную механическую прочность, чтобы выдержать вес преобразователя.

При установке преобразователя в шкафу необходимо обратить внимание на эффективность охлаждения. Необходимо следить, чтобы поток воздуха от вентилятора шкафа проходил как можно

ближе к преобразователю. Варианты расположения оборудования в шкафу приведены на рис. 9.

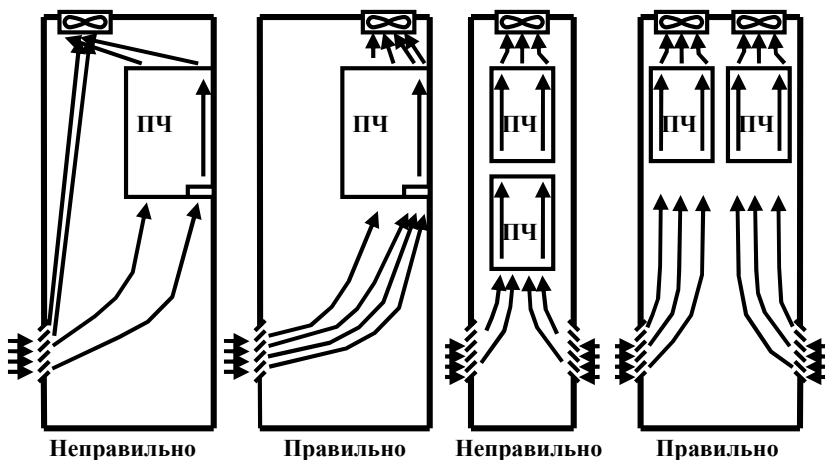


Рис. 9. Варианты компоновки оборудования в шкафу

Вентилятор принудительного охлаждения шкафа должен быть установлен так, чтобы обеспечить максимальный обдув преобразователя. Для исключения рециркуляции нагретого воздуха, снаружи и внутри шкафа рекомендуется устанавливать отражательные щитки.

Электромонтаж преобразователя частоты:

1. К преобразователю частоты можно подключать кабели сети/двигателя с максимальным сечением, указанным в таблице технических характеристик преобразователя частоты.

2. Каждый привод должен быть заземлен индивидуально, длина линии заземления должна быть кратчайшей. Рекомендуемое сечение заземляющих кабелей должно быть того же сечения что и проводники питающей сети. При монтаже прежде всего подключают провод заземления.

3. Необходимо установить входные быстродействующие предохранители (марки предохранителей уточняйте в руководствах по проектированию). Номиналы предохранителей можно уточнить в таблице технических характеристик.

4. Раздельные кабель-каналы должны использоваться для входных силовых кабелей, выходных силовых кабелей и кабелей управления.

5. Для выполнения требований по электромагнитной совместимости (ЭМС) необходимо использовать экранированные кабели.

6. Необходимо обеспечить защиту кабелей управления от электромагнитных помех.

7. Необходимо проверить правильность подсоединения входных (клеммы L, N для однофазной сети и L1, L2, L3 для трехфазной) и выходных силовых проводов (клеммы U, V, W).

8. Подключение к клемме PE преобразователя выполняется проводом заземления. Запрещается использовать нейтраль в качестве заземляющего провода. Объединение заземления и нейтрали может происходить только в месте физического заземления.

2.2. МОНТАЖ ПРИБОРОВ, РЕГУЛЯТОРОВ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

2.2.1. Монтаж термометров расширения, манометрических термометров и термопреобразователей

Последовательность монтажа приборов измерения температуры:

1. Монтаж приборов для измерения температуры осуществляется по типовым монтажным чертежам с соблюдением требований инструкции по эксплуатации.

2. Приборы устанавливаются после окончания строительных и отделочных работ монтажа технологического оборудования.

3. Приборы устанавливаются в местах с пониженной влажностью, не подвергающихся вибрациям, воздействию агрессивных сред и сильных магнитных полей.

4. Глубина погружения термометров в измеряемую среду должна обеспечивать наибольшее соприкосновение с измеряемой средой, где поток не нарушается запорной арматурой, подсосом наружного воздуха и другими сопротивлениями.

5. На приборы не должны оказывать влияние посторонние источники тепла в результате радиации и лучеиспускания.

Особенности монтажа манометрических термометров:

1. Термобаллон устанавливается в защитной гильзе при высоком давлении агрессивной среды и регулируется в сальнике.

2. Защитная гильза заполняется машинным маслом или медными опилками для улучшения теплопередачи.

3. При прокладке капилляра термометра:

а) не допускаются перегибы и повреждения;

б) радиус изгиба должен быть более 200 мм;

в) капилляры прокладываются по стене или конструкциям с креплением скобами на расстоянии не более 300 мм;

г) трасса капилляра должна вестись вдали от нагревательных устройств или высоких температур.

2.2.2. Монтаж термоэлектрических термометров и вторичных приборов для измерения температуры

Монтаж приборов для измерения и регулирования температуры в электротермических установках может осуществляться на трубопроводах, оборудовании, на стене, на щитах и пультах.

Монтаж приборов для контроля температуры, как правило, выполняется по типовым чертежам, которые подразделяются на типовые монтажные (ТМ), типовых конструкций (ТК) и закладных конструкций (ЗК).

При монтаже приборов для измерения температуры следует учитывать:

- требования, изложенные в типовых монтажных чертежах;
- требования технических условий и инструкций по эксплуатации приборов.

Общие технические требования:

а) не допускается устанавливать приборы в помещениях с незавершенными строительными и отделочными работами, а также до окончания работ по монтажу технологического оборудования и трубопроводов;

б) приборы устанавливаются строго в соответствии с техническими условиями по климатическому исполнению, категории размещения, степени защиты, уровню вибрации и ударным нагрузкам;

в) приборы, поступающие в монтаж, должны проходить внешний осмотр и предмонтажную стендовую проверку, которая определяет их пригодность к монтажу;

г) глубина погружаемых термометров и термопреобразователей в измеряемую среду должна быть такой, чтобы обеспечить восприятие средней температуры потока (обычно в центре потока) и в местах, где поток измеряемой среды не нарушается при открытии запорной и регулирующей арматуры и не возникают подсосы наружного воздуха. Обычно место установки первичного преобразователя должно быть на расстоянии 20 диаметров трубопровода от задвижек, вентилях и сужающих устройств;

д) на приборы не должны оказывать влияния посторонние источники тепла в результате радиации и лучеиспускания. В тех случаях, когда избежать этого нельзя, первичные преобразователи предохраняют защитными экранами;

е) при изменении температуры потоков запыленных сред и сыпучих веществ в местах установки первичных преобразователей следует предусматривать специальные отбойные козырьки, предотвращающие абразивный износ;

ж) не рекомендуется устанавливать первичные преобразователи температуры в углублениях и других местах, где возможны застойные зоны и затруднена циркуляция воздуха.

В случае когда невозможно установить датчик в центре потока, его направляют против движения потока и устанавливают под углом 30° или 45° к оси трубопровода или размещают в колене трубопровода с восходящим потоком.

Если длина прибора значительно больше диаметра трубопровода, то применяют специальное устройство – расширитель.

При установке прибора на технологическом трубопроводе необходимо соблюдение требуемой глубины погружения (как правило, конец погружаемой части в зависимости от типа прибора должен размещаться на 5–70 мм ниже оси трубопровода, по которому движется измеряемая среда).

Соблюдение этого условия может быть достигнуто применением различных способов установки (монтажа) приборов для измерения температуры. Приборы для измерения температуры, устанавливаемые на стене, монтируют на типовых конструкциях: рамах или кронштейнах.

Крепление рамы к кирпичной (бетонной) стене производят пристрелкой дюбелями из строительного монтажного пистолета, к металлической стене или конструкции раму за скобу крепят сваркой.

Кронштейн для установки приборов на стене имеет 10 типоразмеров в зависимости от размеров корпуса конкретного прибора, расположения и диаметра отверстий для его крепления. Крепление кронштейна производится аналогично креплению рамы.

При размещении приборов для измерения температуры на щитах и пультах учитывают удобство обслуживания, конструктивные особенности щитов, пультов и самих приборов, а также требования техники безопасности. При этом широко используют конструктивные нормы, учитывающие необходимые расстояния между приборами.

Монтаж приборов для измерения температуры на технологическом оборудовании, трубопроводах выполняется, как правило, с помощью закладных конструкций – бобышек. Бобышка представляет собой деталь, привариваемую в отверстие или на поверхности технологического трубопровода. В бобышке имеется резьба для закрепления первичного измерительного преобразователя через установочный штуцер.

Размеры и формы штуцеров приборов для измерения определяет ГОСТ 25164–82 «Приборы и устройства. Присоединительные». По типу и параметрам приварные бобышки подразделяются на прямые

(БП) и скошенные (БС). Они бывают первой величины (БП1 и БС1) на давление до 20 МПа, второй величины (БП2 и БС2) на давление от 20 до 40 МПа и на атмосферное давление для поверхностных первичных преобразователей.

Для поверхностных первичных преобразователей бобышки могут иметь следующие размеры резьбы: М12×1,5; М18×2. Высота бобышек: БП1 – 55 и 100 мм; БП2 – 50, 60 и 100 мм; БП3 – 25 мм; БС1, БС2 – 115 и 140 мм. Высоту бобышек выбирают в зависимости от толщины слоя изоляции на трубопроводе. Монтаж наиболее широко применяемых приборов для измерения различных параметров производят по типовым схемам.

Организации, монтирующие технологическое оборудование, выполняют по типовым монтажным чертежам установку предварительно изготовленных закладных конструкций. Закладные конструкции устанавливают на резервуарах путем сварки. Отдельные приборы закрепляют на элементах зданий и сооружений с помощью различных кронштейнов, лапок и т. п.

Перед тем как осуществить монтаж датчика температуры, следует проверить: правильно ли подобран тип датчика, его градуировочная характеристика, монтажная длина чувствительного элемента, а также учтены ли другие особенности его конструкции.

После этого датчик температуры проверяется на отсутствие видимых повреждений самого датчика и его защитной арматуры; на отсутствие обрывов и замыканий обмотки датчика; сопротивление изоляции.

На погрешность измерений температуры могут оказывать влияние следующие факторы:

- монтажные – неправильный выбор места установки датчика, неправильный выбор монтажной длины датчика, плохое качество уплотнения датчика (утечка среды из отбора), отсутствие теплоизоляции на оборудовании или трубопроводе;

- электрические – плохой контакт в соединениях датчика и прибора, попадание влаги и конденсата в обмотку термометра сопротивления или термопары, витковое замыкание части обмотки, неправильно выбрана схема соединения датчика и прибора (без подгонки сопротивления линии, без компенсационного провода), градуировка датчика не соответствует градуировке регистрирующего прибора.

Основные ошибки, возникающие при монтаже датчиков температуры:

- неправильно выбран отбор для измерения температуры (без теплоизоляции трубопровода, что приведет к повышенной потере теплоты);
- неправильно установлен сам датчик в рабочем потоке измеряемой среды (малая или большая монтажная длина датчика; датчик установлен не по оси потока и не навстречу потоку);
- установлен датчик несоответствующей градуировки;
- нарушены требования компенсации влияния изменения температуры окружающей среды (датчик подключен к регистрирующему прибору по двухпроводной схеме; не используется компенсационный провод и компенсационные коробки);
- неправильно выбран датчик (без учета повышенной вибрации, агрессивности и влажности среды и ее высокого давления);
- плохой контакт на блоке зажимов датчика (плохая пайка; в местах повышенной влажности не выполнена герметизация проводки от попадания влаги внутрь датчика).

При измерении сопротивления датчика температуры со стороны тепловычислителя к сопротивлению самого датчика добавляется сопротивление соединяющих проводов.

Для учета сопротивления проводов существуют различные варианты подключения термопреобразователей (рис. 10).

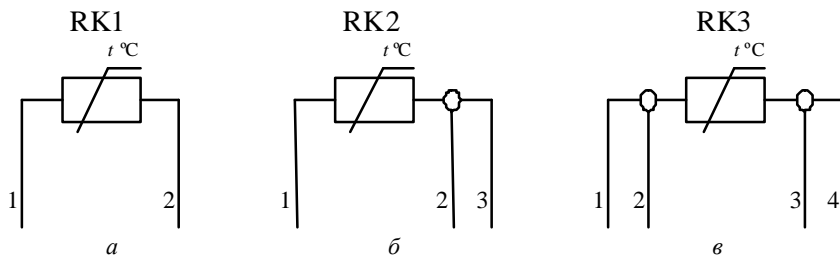


Рис. 10. Схемы подключения термопреобразователей:
а – двухпроводная; б – трехпроводная; в – четырехпроводная

Двухпроводная схема подключения не позволяет учитывать сопротивление проводов. Применяется для небольших длин проводов: до 3 м с термопреобразователями Pt500 и сечением провода не менее $0,75 \text{ мм}^2$.

Диапазон измерений не большой (например, от 0°C до $+40^{\circ}\text{C}$) и требуется невысокая точность (например, 1°C).

Трехпроводная схема подключения применяется в большинстве случаев с контроллерами с трехпроводными схемами подключения. Провода должны быть одного сечения.

Подключение термопреобразователей должно соответствовать схеме, указанной в документации на контроллер.

Для датчиков температуры с изменением сопротивления металла *трехпроводная схема подключения* наиболее распространена, применяется для измерений на удалении датчика от 3 до 100 м, позволяет в диапазоне до 300 °С иметь погрешность порядка 0,5 %, то есть 0,5 °С на 100 °С.

Четырех проводная схема подключения применяется, как правило, для прецизионных измерений с точностью 0,1 °С и выше.

Монтаж вторичных приборов измерения температуры:

а) вторичный прибор устанавливается утоплено на щитах или навесным способом, также на DIN-рейках;

б) приборы крепятся с помощью скоб или сухарей, а при настенном монтаже петлями, поставляемыми в комплекте с приборами;

в) установка вторичных приборов производится с использованием типовых конструкций в соответствии с материалами технической документации.

2.2.3. Монтаж приборов для измерения давления и разрежения

Приборы, измеряющие давление и разрежение, разделяются на следующие основные группы:

- манометры, измеряющие избыточное давление (газа, пара, жидкости) более атмосферного;

- вакуумметры, измеряющие давление менее атмосферного;

- мановакуумметры, измеряющие давление менее атмосферного и избыточное;

- тягомеры, напоромеры и тягонапоромеры, измеряющие небольшие разрежения и давления;

- дифференциальные манометры, измеряющие перепад или разность давлений.

Установка манометров:

1. При измерении давления жидкостей и паров, имеющих высокую температуру, перед манометром устанавливают предохранительную кольцевую трубку-сифон.

2. Между кольцевой трубкой и манометром устанавливается трехходовой кран для включения рабочего манометра, продувки соединительных трубок и для присоединения контрольного манометра при проверке рабочего манометра.

3. Манометры должны устанавливаться в вертикальном положении на трубопроводах, щите или стене.

4. При резких колебаниях давления перед манометром ставят суженную соединительную трубку или прикрывают трехходовой кран во избежание повреждения пружины манометра и затруднения в отчете показаний. Такие устройства называются буфером или демпфером.

5. Соединительные линии между мостом отбора и манометром прокладывают медными или стальными трубками с внутренним диаметром от 5 до 14 мм.

6. Соединительные линии испытывают на герметичность путем опрессовки их воздухом или водой под давлением.

7. Длина соединительных линий не должна превышать 50 м, а при измерении низких давлений не более 30 м с диаметром трубки не менее 35 мм.

8. У места измерения обязательно устанавливается отключающий вентиль для отключения измерительного прибора в процессе эксплуатации.

9. Соединительные линии прокладывают с уклоном так, чтобы в них не образовывались воздушные или газовые мешки при заполнении жидкостью, или гидравлические пробки при заполнении воздухом или газом. Для удаления газа или конденсата устанавливаются специальные конденсато- или воздухоотводчики.

10. Установка манометров может быть на трубопроводах технологических агрегатов, на стене или щите:

а) при настенном монтаже манометры крепятся болтами или шпильками с помощью специальных кронштейнов, имеющих типовую конструкцию;

б) на панелях щитов манометры крепятся при помощи специальных фронтальных колец или за лапки, предусмотренные конструкцией, по схемам типовым конструкций и по конструкциям завода изготовителя.

11. Место установки манометра должно быть на уровне отбора давления, если прибор установлен выше или ниже, то учитывается

давление, создаваемое собственной массой измеряемой среды в соединительных трубках.

12. При измерении давления агрессивных кристаллизующихся и горючих сред применяются мембранные разделители.

Монтаж манометра необходимо проводить так, чтобы процесс контроля давления, ремонта и обслуживания не вызывал затруднений.

Подключение манометра осуществляется с учетом соблюдения зазоров между элементами конструкции.

При установке манометра на трубопроводе номинальный диаметр манометров, устанавливаемых на высоте до 2 м от уровня площадки наблюдения за манометрами, должен быть не менее 100 мм, на высоте от 2 до 3 м – не менее 160 мм и на высоте от 3 до 5 м – не менее 250 мм.

При расположении манометра на высоте более 5 м, должен быть установлен сниженный манометр в качестве дублирующего.

При выборе манометра для эксплуатации его в условиях дополнительных физических воздействий необходимо учитывать такие параметры, как климатическое исполнение прибора, степень пылевлагозащиты, группа виброустойчивости.

Чтобы предотвратить замерзание измерительного оборудования, его дополнительно обеспечивают теплоизоляцией.

Манометр не допускается к применению, если образовались видимые повреждения (трещины, сколы или другие повреждения, которые могут отразиться на правильности его показаний). Прибор должен быть демонтирован и утилизирован.

В некоторых случаях возможен ремонт поврежденных приборов. Для этого также необходимо произвести демонтаж устройства. Далее прибор передается в аттестованную лабораторию для выполнения ремонтных работ.

2.2.4. Монтаж приборов для измерения уровня

Уровнем называют высоту заполнения технологического аппарата рабочей средой – жидкостью или сыпучим веществом.

Уровень рабочей среды является технологическим параметром, информация о котором необходима для контроля режима работы технологического аппарата или для управления производственным процессом.

Путем измерения уровня можно получать информацию о массе жидкости в резервуарах. Средства измерений уровня называют уровнемерами.

Различают уровнемеры, предназначенные для измерения уровня рабочей среды; измерения массы жидкости в технологическом аппарате; сигнализации предельных значений уровня рабочей среды – сигнализаторы уровня.

При выборе уровнемера необходимо учитывать такие физические и химические свойства контролируемой среды, как температура, абразивные свойства, вязкость, электрическая проводимость, химическая агрессивность и т. д. Современные системы автоматизации производства требуют статистических и информационных данных, позволяющих оценить затраты, предотвратить убытки, оптимизировать управление производственными процессами.

Монтаж приборов для измерения, регулирования и сигнализации уровня жидкостей необходимо начинать с осмотра. При этом обращается внимание на отсутствие механических повреждений, наличие крепежных деталей прибора, а также на комплектность прибора согласно паспорту. Маркировка на элементах прибора, входящих в комплект, должна указывать на то, что элементы являются комплектом данного прибора.

Установка большинства приборов для измерения, сигнализации и регулирования уровня вещества выполняется с помощью закладных конструкций, устанавливаемых на технологических аппаратах и резервуарах. Организации, монтирующие технологическое оборудование, выполняют по типовым монтажным чертежам установку предварительно изготовленных закладных устройств.

Закладные конструкции устанавливают на резервуарах путем сварки. Материал закладных конструкций должен соответствовать материалу резервуара. Закладные трубы, которые являются заземляющим электродом прибора, должны изготавливаться из коррозионно-стойкой стали. Монтаж закладных конструкций должен проводиться до гидравлических испытаний технологического оборудования. По окончании монтажа прибор подлежит опрессовке вместе с технологическим оборудованием, на котором он установлен.

Наибольшее распространение в промышленном использовании получили следующие виды уровнемеров: буйковые, гидростатические, поплавковые и емкостные.

Буйковый уровнемер – уровнемер, принцип действия которого основан на измерении перемещения буйка или силы гидростатического давления, действующей на буюк. Диапазон измерений буйковых уровнемеров находится в пределах от 0,025 до 16 м.

Монтаж буйковых пневматических уровнемеров типа УБ-П(Э):

1. Уровнемер предназначен для непрерывного преобразования уровня жидкости, находящегося под атмосферным или избыточным давлением, в пропорциональный пневматический или электрический сигнал. Используется для измерения агрессивных и неагрессивных сред местного или дистанционного измерения.

2. Перед установкой необходимо проверить комплектность уровнемера.

3. Уровнемеры могут крепиться на вертикальном или горизонтальном патрубке, в помещениях и на открытом воздухе.

4. Собираются несколько звеньев буйка.

5. Затем буюк опускается в емкость и крепится тросом на глубине нулевой отметки.

6. Далее подключают пневматические трубки, которые предварительно продувают сжатым воздухом и проверить герметичность трубных проводок давлением 0,2 МПа.

Монтаж **гидростатических уровнемеров**:

1. Принцип работы основан на измерении гидростатического столба рабочей жидкости, пропорционального уровню измеряемой среды, и преобразование давления в пропорциональный пневматический сигнал.

2. Измерение уровня жидкости в открытых резервуарах.

3. Измерение уровня жидкости в сосуде под давлением.

4. При прокладке соединительных трубок необходимо обеспечить уклон, средняя линия уравнильных сосудов должна соответствовать нулевой отметке и импульсной трубке (используется с диаметром больше 8 мм).

Поплавковый уровнемер – уровнемер, принцип действия которого основан на измерении перемещения поплавка, плавающего на поверхности жидкости (поплавок как бы отслеживает уровень жидкости). Поплавковые уровнемеры не пригодны для вязких жидкостей (дизельного топлива, мазута, смол) из-за залипания поплавка, обволакивания его вязкой средой. Минимальный диапазон измерений этих уровнемеров –10:0:+10 мм, максимальный – 200:0:+200 мм.

Монтаж поплавковых уровнемеров:

1. Устанавливается показывающий прибор, защитные трубные проводки.
2. Устанавливается перфорированная лента в защитной трубе и крепится к поплавку.
3. Натягивается струна для устранения перемещения поплавка.
4. Заливается гидрозатвор этилен-гиколен или дизельное топливо.

Принцип действия **кондуктометрических сигнализаторов уровня** основан на электропроводности контролируемой среды (жидкости или сыпучие материалы). Уровнемер состоит из электронного блока и датчиков уровня (от 1 до 4).

Монтаж электронных кондуктометрических сигнализаторов уровня:

1. Электронный блок устанавливается вертикально на щите или стене.
2. Датчики устанавливаются на расстоянии более 110 мм друг от друга вертикально или горизонтально на контролируемых уровнях.
3. Прокладывается кабель в защитных трубах к электронному блоку и датчикам, сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм.
4. Заземлить корпус резервуара или установить заземляющий электрод, если резервуар не электропроводный.

2.2.5. Монтаж электромагнитных расходомеров

Измерение основано на принципе закона Фарадея об электромагнитной индукции, в котором электрическое напряжение индуцируется в электропроводном теле, которое движется в магнитном поле. Жидкость течет через трубу в направлении магнитного поля. Жидкость с определенной минимальной электропроводностью вызывает напряжение, которое регистрируется двумя электродами, расположенными под углом в 90° к магнитному полю и потоку направления.

Установка и монтаж электромагнитного расходомера

Обычно электромагнитные расходомеры выполняются в двух версиях, совмещенной или отдельной (удаленной). Компактная (совмещенная) версия имеет сенсор, подключенный непосредственно к датчику. Эта версия не требует дальнейшего монтажа или установки датчика. Компактные расходомеры не рекомендуется использовать, если трубопровод подвергается сильным вибрациям (например, от насосов).

В отдельной версии датчик удален от датчика и соединяется с ним с помощью кабеля. Кабельный вход в датчик защищен распределительной коробкой, которая может быть герметизирована для IP68. На стороне датчика кабельный вход M16×1,5.

Индуктивный датчик расхода не должен подвергаться воздействию низких температур, иначе измеряемая среда может замерзнуть и испортить измерительную трубу. Следует защитить прибор и от попадания прямых солнечных лучей, чтобы избежать перегрева анализирующей электроники. Вблизи датчика расхода не должно быть интенсивных электромагнитных полей.

Значения уровня и диапазона вибраций согласно стандарту IEC 608-2-34 допускаются ниже 2,2 g в диапазоне частот 20–50 Гц.

Чтобы снизить вибрации, рекомендуем зафиксировать соединительный трубопровод с обеих сторон от измерителя.

Правильная установка датчика является чрезвычайно важным условием для правильной работы расходомера.

Место для размещения электромагнитного расходомера нужно выбирать так, чтобы исключить попадание воздуха в измерительную трубу. Следует иметь в виду, что воздух может проникнуть в датчик, расположенный в самом высоком месте трубопровода, а также в опускающемся или горизонтальном трубопроводе с открытым концом. При долговременном измерении очень малых скоростей протекания ($Q < 0,1$ м/с) может оседать грязь, что тоже снижает точность измерений.

В месте установки датчика расхода должно быть достаточное давление, чтобы предотвратить выделение из жидкости пузырьков пара или газа. Мелкие пузырьки могут скапливаться у электродов и тем самым нарушать работу расходомера. Пузырьки газа выделяются из жидкостей также при резком падении давления. Поэтому регулировочные дроссельные вентили и подобные элементы нужно помещать за датчиком расхода. По этой же причине датчик расхода нельзя устанавливать на всасывающей стороне насоса.

Чтобы при малом расходе пузырьки не скапливались в датчике, желательно размещать прибор на участке легкого подъема или в вертикальной части трубопровода. Если датчик не оснащен электродами контроля пустой трубы, необходимо обеспечить постоянное полное заполнение трубопровода жидкостью, в противном случае расходомер будет работать некорректно.

Рекомендуется устанавливать расходомер в нижней части U-образного отвода, что гарантирует полное заполнение измерительной трубки при движении жидкости самотеком.

Поток жидкости в датчике расхода должен быть устоявшимся и без завихрений. Для чего до и после расходомера необходимо обеспечить прямые участки трубопровода такого же внутреннего диаметра, что и датчик (с допустимым отклонением +5 %). Минимальная длина прямых участков перед датчиком расхода составляет $3d_v$ и за ним – $2d_v$. В предписанных прямых участках трубопровода не должно быть никаких источников нарушения устоявшегося потока, так как они могут существенно уменьшить диапазон измерений и точность расходомеров. В вертикальный трубопровод индуктивный датчик расхода устанавливается в произвольном положении.

При установке в горизонтальный трубопровод необходимо следить, чтобы измерительные электроды расходомера располагались в горизонтальной плоскости. При наличии электродов заземления и индикации пустой трубы установка всегда выполняется заземляющим электродом вниз (в случае компактной версии табло блока ориентировано вверх). Таким образом, заземляющий электрод расположится в нижнем, а тестовый электрод – в верхнем положении относительно датчика расхода.

На рис. 11 приведены минимальные требования установки датчика, которые необходимо соблюдать.

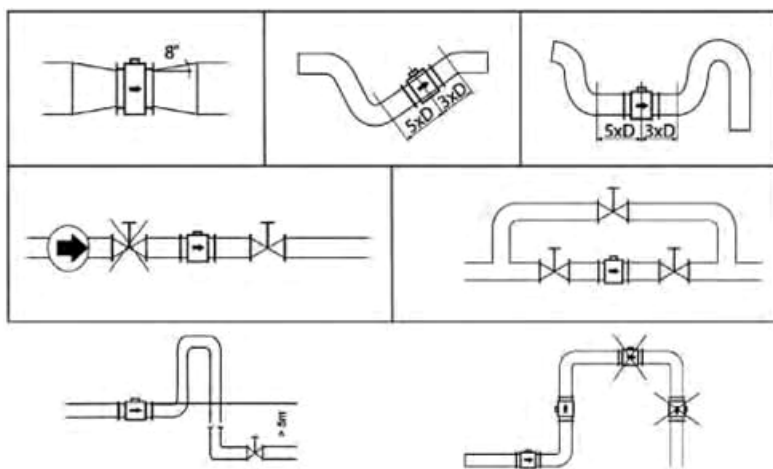


Рис. 11. Основные требования установки датчика

Монтаж датчика выполняется посредством закрепления между контрфланцами (сэндвич), которые приварены на успокаивающем участке трубопровода (то есть на промежутке с расстоянием $5d_v$ до датчика и $3d_v$ после него в направлении течения), причем жидкость должна протекать через датчик расхода в *направлении, обозначенном стрелкой*.

Болты и гайки необходимо затягивать равномерно и в порядке, указанном на рис. 12.

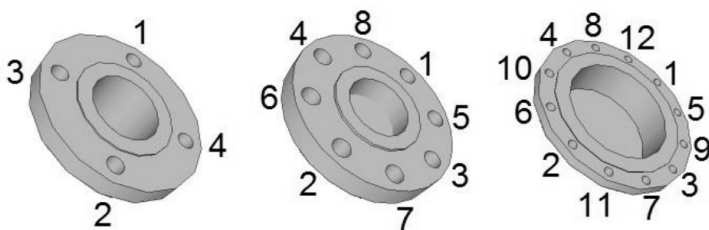


Рис. 12. Последовательность затягивания болтов при установке первичного преобразователя

Затягивание болтов осуществляется последовательно в несколько приемов, с сохранением очередности затягивания: в первый раз на 50 % от максимального значения, приведенного в таблице, второй раз – до 80 % и в третий раз – до 100 % максимального момента. Рекомендуется проверить натяжение болтов и гаек через сутки после установки расходомера. При монтаже расходомера с DN более 200 необходимо обеспечить одновременное затягивание болтов на обоих противоположных фланцах, во избежание возможного повреждения электродов или измерительной трубы (симметричное натяжение футеровки). Если фланцевое соединение не герметично, хотя все винты плотно затянуты, их не следует затягивать сильнее: необходимо ослабить винты на противоположной (от неплотной) стороне и после этого производить дальнейшее затягивание. Если негерметичность сохранится, необходимо проверить уплотнители на наличие царапин или выступов. Если царапины или любые другие повреждения превышают 15 % от толщины фланца, их нужно удалить с помощью тонкой наждачной бумаги. Если значение максимального момента затяжки больше значения, приведенного в таблице, то в процессе установки может деформироваться измерительная трубка расходомера. В случае резьбового соединения при затяжке необходимо избежать крутильного смещения.

Первичные преобразователи (датчики) поставляются со встроенными заземляющими электродами, которых достаточно для всех видов установки на металлических трубах и резервуарах. В случае если все трубы и резервуары изготовлены из пластика, необходимо установить заземляющие кольца для обеспечения максимального сопротивления датчика земле <1 Ом (рис. 13).

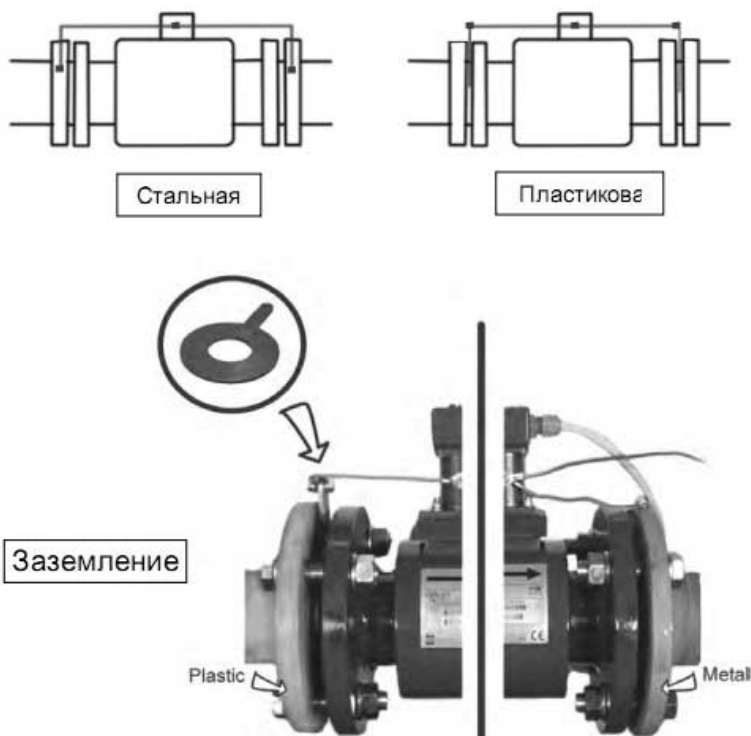


Рис. 13. Заземление первичного преобразователя электромагнитного расходомера

После установки датчика расхода в трубопровод необходимо проверить:

- соответствие параметров, указанных на шильдике расходомера, параметрам в месте установки (температура, давление и т. д.);
- соответствие направления потока направлению стрелки на корпусе прибора;

- правильность ориентации электродов при монтаже в горизонтальный трубопровод;
- момент затяжки болтов;
- заземление расходомера (при использовании заземляющих колец – правильность их установки и подключения к расходомеру);
- защиту от вибраций и механических повреждений;
- соответствие серийного номера на корпусе прибора и электронном блоке;
- длину прямых участков трубопровода до и после расходомера.

2.2.6. Монтаж ультразвукового уровнемера

Уровнемер ультразвуковой – многофункциональное устройство, предназначенное для измерения уровня жидких или сыпучих материалов, измерения объема и веса.

Приборы данного типа производят измерения при отсутствии прямого контакта с продуктом. Ультразвуковой метод избавляет устройства от многих недостатков, присущих датчикам контактного типа.

Установка ультразвукового уровнемера – это простая задача, с которой справится любой специалист КИПиА. Перед монтажом рекомендуется проверить работоспособность прибора в лабораторных условиях, направив его, например, на стену.

При установке ультразвуковых уровнемеров необходимо придерживаться правил по монтажу.

Уровнемер имеет конусный луч, размер угла которого зависит от модификации прибора. Для базовых моделей угол луча составляет 12°.

Для корректной работы уровнемера ничто не должно мешать нормальному прохождению луча на протяжении всего диапазона измерения.

Ультразвуковые уровнемеры имеют зону нечувствительности. Также, в зависимости от модификации прибора, значение этой «мертвой» зоны изменяется в большую сторону. Для базовых моделей размер зоны должен быть не менее 400 мм. То есть уровнемер должен устанавливаться на расстоянии не менее 400 мм от верхнего предела диапазона измерений.

Если для установки ультразвукового уровнемера необходимо монтировать дополнительный патрубок для увеличения или

уменьшения расстояния до верхнего предела измерения, то это должна быть труба, например, из полиэтилена или полипропилена, диаметром не менее 150 мм.

Для неподвижных жидкостей необходима вертикальная установка уровнера.

Для жидкостей, где возможно образование волн или присутствует перемешивание, необходимо использовать звуковую трубу диаметром не менее 150 мм.

Для наклонных поверхностей необходимо перпендикулярное расположение уровнера.

Перед выполнением монтажных работ по установке ультразвукового уровнера следует придерживаться следующих правил:

1. Необходимо избегать влажных и соленых сред. Устройство размещается на деревянной палетте, где оно не будет подвергаться воздействию погодных условий.

2. Перед началом монтажа следует составить план обеспечения безопасности, соответствующий действующему законодательству по безопасности на рабочем месте.

3. Технический специалист, допущенный к работе монтажной организацией или владельцем, должен на месте оценить надлежащую готовность рабочей зоны и наличие оборудования для монтажа.

4. Метод сборки выбирается в зависимости от комплектации устройства.

5. После монтажа устройства необходимо перед включением убедиться, что напряжение (значение указано в паспортной табличке, расположенной на внутренней части крышки) совпадает с напряжением источника.

6. Рядом с устройством должен быть установлен переключатель, с помощью которого можно было бы отключить подачу напряжения.

7. Устройство должно быть заземлено, особенно если оно монтировано в установки с пневматическими конвейерами и неметаллическими контейнерами.

8. Все электрические провода, подсоединенные к устройству, должны иметь изоляцию как минимум для 250 VAC и выдерживать температуру как минимум 90 °C.

Порядок подключения ультразвукового уровнера:

1. Отвинтить крышку корпуса.

2. Ослабить накидную гайку кабельного ввода и вынуть заглушку.

3. Удалить примерно 10 см обкладки соединительного кабеля токового выхода, концы проводов зачистить примерно на 1 см.
4. Вставить кабель в датчик через кабельный ввод.
5. С помощью отвертки поднять рычажки контактов.
6. Провода вставить в открытые контакты в соответствии со схемой подключения.
7. Закрыть контакты, нажав на рычажки, при этом должен быть слышен щелчок пружины контакта.
8. Слегка потянув за провода, проверить надежность их закрепления в контактах.
9. Экран подключить к внутренней клемме заземления, а внешнюю клемму заземления соединить с выравниванием потенциалов.
10. Туго затянуть гайку кабельного ввода. Уплотнительное кольцо должно полностью облегать кабель.
11. Соединительный кабель для подачи питания подключить таким же способом согласно схеме подключения, дополнительно соединить защитный провод с внутренней клеммой заземления.
12. Завинтить крышку корпуса.

Перед выполнением любой операции необходимо убедиться в том, что выполнение работ на устройстве безопасно. Перед включением устройства необходимо проверить электрические соединения.

Перед тем как включить устройство, необходимо выполнить его тщательную очистку в соответствии с инструкциями, которые содержатся в диаграмме по безопасности устройства.

Замену деталей должен выполнять авторизованный специалист, обладающий специальными навыками. Необходимо соблюдать надлежащие меры предосторожности и использовать соответствующее оборудование, чтобы предотвратить производственные травмы работников, выполняющих монтажные работы, и находящихся поблизости лиц.

2.2.7. Монтаж приборов для измерения расходов

Приемники служат для однозначного преобразования измеряемой величины (расхода) в другую, физически отличную величину (перепад давления), измеряемую прибором. Основной класс приемников переменного перепада – сужающие устройства (диафрагмы, сопла).

Основные требования к сужающим устройствам:

1. Сужающие устройства должны монтироваться в предварительно установленных фланцах, после очистки и продувки технологических трубопроводов.

2. Сужающие устройства можно устанавливать только на прямом участке трубопровода независимо от положения участка в пространстве, наименьшие длины прямых участков трубопроводов перед сужающим устройством и за ним определяют по номограммам и расчетным путем в зависимости от количества и видов местных сопротивлений (колена, тройники, вентили, регулируемые задвижки и сужение и расширение трубопровода).

3. Плоскости фланцев должны быть параллельны между собой и перпендикулярны оси трубопровода с отклонением не более 0,5 град.

4. Ось сужающего устройства должна совпадать с осью трубопровода с отклонением не более 0,6 мм с $D_u < 200$ мм, 1 мм $< D_u = 200-500$ мм.

5. Цилиндрическая расточка дроссельного отверстия диафрагмы должна противостоять направлению потока, а коническая располагаться по направлению течения измеряемой среды.

6. В трубопроводах с диаметром не более 80 мм сужающее устройство располагают между двумя патрубками, длина которых должна быть не меньше $6d_y/20$ до сужающего устройства и $3d_y/20$ за ним.

7. На внутренней поверхности участка трубопровода длиной $2d_y/20$ перед сужающим устройством и за ним не должно быть раковин сварочных швов, средний диаметр трубопровода не должен отличаться от расчетного более чем на 0,3 %.

8. Фланцы под диафрагмой могут монтироваться двумя способами: непосредственно на трубопроводе и с помощью патрубков.

Установка сужающих устройств:

1. Для измерения расхода не загрязненной среды применяются нормальные диафрагмы, а для агрессивных и загрязненных сред рекомендуется применять сопла Вентури.

2. Перед установкой сужающего устройства необходимо проверить следующее:

а) соответствие фактического места его установки месту, указанному в проекте;

б) проверить диаметр трубопровода, тип и материал сужающего устройства, состояние острой кромки диафрагмы и наличия на ней поверительного клейма;

в) проверить расчетные данные (давление, температуру, состав измеряемой среды) на их соответствие принятым в проекте при расчете устройства;

г) проверить правильность расположения на корпусе сужающего устройства знаков «+» и «-»;

д) острая кромка расточенной диафрагмы всегда располагается навстречу потоку;

е) участок трубопровода, на котором устанавливается сужающее устройство, должен быть прямым и круглого сечения;

ж) внутренний диаметр фланца должен быть равен действительному внутреннему диаметру трубопровода.

3. В трубопроводе сверлится отверстие для удаления остатков и конденсата на расстоянии не менее 0,08Д20.

4. Камерные диафрагмы поставляются с трубками и вентилями с резьбой.

5. Приступают к установке камеры с диафрагмой в трубопроводе. Выступы на уплотнительной поверхности фланцев должны входить во впадину.

6. Между фланцами и камерой устанавливается прокладка из материала, соответствующего измеряемой среде, которая не должна выступать в сечение трубопровода.

7. После размещения диафрагмы по указанным правилам можно затягивать фланцевые болты, контролируя правильность центровки диафрагмы.

8. Смонтированное сужающее устройство с арматурой опрессовывается пробным давлением, указанным в опросном заказчиком листе.

Установка дифманометров:

1. При установке расходомеров дифманометр устанавливается выше или ниже сужающего устройства в зависимости от условий работы.

2. При измерении расхода жидкости и пара манометр следует устанавливать ниже сужающего устройства.

3. При измерении расхода газа дифманометр устанавливается выше сужающего устройства и трубные проводки прокладываются с уклоном для стока конденсата в технологический трубопровод.

4. Место установки прибора определяется свойством обслуживания, хорошей освещенностью. Установка возможна:

а) на стене или другой вертикальной поверхности с использованием опорной конструкции фланцевого типа с 3 или 4 отверстиями для крепления;

б) на полу или горизонтальной плоскости с использованием опорной конструкции гнездового типа;

в) на сборной конструкции (статив), одиночно или группами с обвязкой импульсными линиями электропроводкой и установкой соединительных коробок и вспомогательных пневмоэлементов;

Кроме общих требований, необходимо выполнять специальные требования, указанные в технической документации.

5. При измерении расхода газа должен быть установлен газо-сборник и конденсатосборник.

6. При измерении расхода агрессивных жидкостей необходимо устанавливать разделительные сосуды на импульсных линиях.

7. При измерении расхода пара устанавливаются конденсационные сосуды.

Одним из важнейших факторов, влияющих на точность измерения расхода жидкостей и газов, является правильно выбранные расстояния между местными сопротивлениями и сужающим устройством (L_1 – перед, L_2 – после сужающего устройства, а также L_3 – между соседними сужающими устройствами), то есть оптимальные длины прямых участков.

2.2.8. Установка объемных и скоростных счетчиков жидкости и газа

Счетчики бывают:

а) объемные, основанные на измерении объема измеряемой жидкости или газа с помощью калиброванных объемов, отсчитываемых счетчиком;

б) скоростные, основанные на измерении скорости вертушки, находящейся в потоке жидкости или газа.

Объемные счетчики устанавливаются на горизонтальных трубопроводах, шкалой вертикально вверх в соответствии с направлением потока. Счетчики применяются для измерения вязких сред, для фильтрации которых должны быть установлены металлические фильтры и воздухоочистители. Счетчик устанавливается так, чтобы до и после него были прямые участки, в соответствии с технической документацией.

Скоростные счетчики устанавливаются:

а) на горизонтальном трубопроводе – счетчики с вертикальной крыльчатой вертушкой;

б) на вертикальном, горизонтальном и наклонном трубопроводе – счетчики с горизонтальной вертушкой;

в) прямой участок до счетчика должен составлять $8...10d_y$, а после счетчика – $5d_y$;

г) счетчик должен быть установлен на трубопроводе, который полностью заполнен жидкостью, или на участке, где не собирается конденсат (при измерении расхода газа);

д) направление стрелки на кожухе счетчика должно совпадать с направлением потока жидкости в трубопроводе.

При установке счетчиков должны быть установлены отсекающие клапаны для замены и ревизии счетчиков и предусмотрены обводные линии (байпасы) для продолжения технологического процесса при снятии или отказе счетчика.

5. При установке счетчиков или расходомеров вне помещений их необходимо защищать от действия солнечной радиации и атмосферных осадков.

Нормальная эксплуатация всех приборов возможна лишь при соблюдении следующих условий:

- отсутствие значительных пульсаций давления в трубопроводах;
- допустимые пределы температуры и давления измеряемой среды;
- отсутствие сильных вибраций и ударов;
- плавное включение потоков при пуске приборов во избежание динамических ударов потока.

Правильность показаний обеспечивается лишь при условии соответствия плотности и вязкости измеряемой среды градуировочным данным.

В процессе эксплуатации на внутренних частях приборов возможно оседание осадков, поэтому приборы периодически моют, чистят или продувают измерительные камеры.

2.2.9. Монтаж автоматических регуляторов

Автоматические регуляторы подразделяются на регуляторы прямого и непрямого действия. Регуляторами прямого действия называются регуляторы, чувствительные элементы которых непосредственно развивают усилия, необходимые для перемещения регулируемых органов, не используя для своей работы подвода энергии извне.

Регуляторы прямого действия применяются для автоматического регулирования температуры, давления, расхода и других параметров жидкостей и газов.

Регуляторы непрямого действия для перемещения своих регулирующих органов используют энергию извне и по виду этой энергии подразделяются на гидравлические, пневматические, электрические (включая электронные и комбинированные).

Регулятор давления прямого действия «До себя» RDT-S предназначен для автоматического поддержания заданного давления рабочей среды в трубопроводе до регулятора (по ходу движения рабочей среды). Клапан регулятора при отсутствии давления нормально закрыт. При повышении давления до регулятора клапан открывается.

Регулятор представляет собой «нормально закрытый» регулирующий орган, принцип действия которого основан на уравнивании силы упругой деформации пружины и силы, создаваемой разностью давлений в мембранных камерах привода (рис. 14).

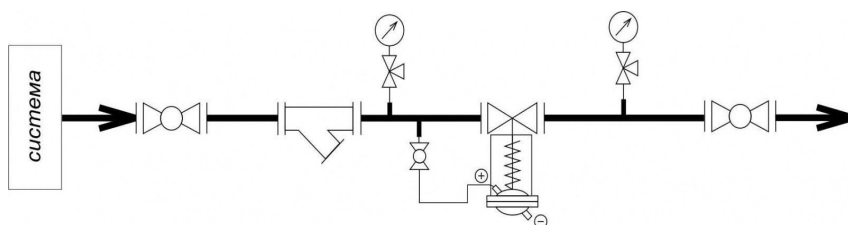


Рис. 14. Установка регулятора давления «До себя»

Монтаж регуляторов прямого действия заключается, по существу, в монтаже отдельных его составляющих элементов, то есть регулирующих клапанов, термобаллонов, капилляров. Полностью смонтированные составные части регуляторов прямого действия испытывают на прочность и плотность вместе с технологическим трубопроводом.

Регуляторы температуры прямого действия

Регулятор состоит из термобаллонов, регулирующего органа, соединенного между собой капиллярной трубкой.

Термобаллон устанавливается на фланцах или на поверхности под углом навстречу потоку и погружается полностью в измеряемую среду.

Капилляр от термобаллона прокладывается по защитным конструкциям, крепится на расстоянии не более 500 мм, изгибается радиусом не менее указанного в инструкции.

Капилляр, проложенный по конструкциям, не должен нагреваться и изменять свою температуру.

Регулирующий орган регулятора устанавливают организации, монтирующие технологические трубопроводы.

Регуляторы давления прямого действия

Регулятор состоит из регулирующего органа, на исполнительный механизм которого подается давление измеряемой среды с помощью импульсной трубки.

Регулятор устанавливается только в вертикальном положении мембраной ИМ вверх.

Импульсная трубка должна иметь уклон и устройство для слива конденсата при регулировании давления газа или устройство сброса газа при регулировании давления жидкости.

Регуляторы непрямого действия – это приборы, использующие для перемещения регулирующих органов энергию извне (гидравлические, пневматические и комбинированные). Они подразделяются на приборные и агрегатные. Приборные регуляторы состоят из унифицированных систем элементов промышленной пневмоавтоматики, объединены в систему.

Монтаж приборов системы заключается в установке их на основании и подсоединении трубных проводок к штуцерам.

Регуляторы марки ПР1.5, ПФ1.1 и т. д. монтируются на специальном кронштейне, прилагаемом в комплекте.

Регуляторы марки ПР2.5, ПР3.31 монтируются на корпусе вторичного прибора унифицированным штекерным разъемом.

Соединительные линии подключаются полиэтиленовыми или медными трубками диаметром 6 мм, толщиной стенки 1 мм.

Агрегатные регуляторы – это электронная аппаратура регулирования (МЗТА, МЗТА-РПИБ, МЗТА-РС20, 43ЭИМ-РП2, АКЭСР).

Все модули и блоки монтируются на шкафах или панелях в нормальных условиях.

Перед установкой все регулирующие устройства проходят предмонтажную проверку на работоспособность со снятием характеристик регулирующих органов регулятора, предварительной установкой параметров регулирования.

2.2.10. Монтаж регулирующих органов и исполнительных механизмов

Регулирующие органы (РО) и исполнительные механизмы (ИМ) необходимо монтировать в строгом соответствии с проектом и рабочими чертежами, учитывая важную роль этих элементов в САР и их влияние на работу системы и ее качественные показатели.

Основными типами РО являются клапаны, задвижки или заслонки. В качестве сервоприводов к ним можно применять, в зависимости от рода энергоносителя, электрические, пневматические и гидравлические исполнительные механизмы.

В зависимости от *типа* РО и его ИМ выбирают их местоположение относительно регулируемого объекта. Значительное удаление РО от объекта вызывает повышенное запаздывание в передаче регулирующего воздействия.

При монтаже РО и ИМ следует обеспечить: удобство эксплуатации и ремонта, возможность их отключения без необходимости отключения технологического трубопровода или объекта, равномерность и установившийся режим потока регулируемой среды в месте установки РО, свободное перемещение движущихся частей, соблюдение правил техники безопасности.

Перед монтажом необходимо проверить соответствие устанавливаемых РО и ИМ их проектным данным и характеристикам.

Электрические регулирующие органы монтируют в соответствии с правилами монтажа электроаппаратуры.

Монтаж гидравлических и пневматических ИМ ведется с учетом монтажно-эксплуатационных инструкций. Основное внимание уделяется герметичности трубных линий, подводящих к ИМ сигналы давления.

Монтаж электрических ИМ также ведется в соответствии с инструкциями, причем особое внимание уделяется соблюдению правил устройства электроустановок.

После установки РО и ИМ, проверяют соответствие проекту или инструкции характеристик, надежности действия, отсутствие перекосов, заеданий и других помехообразующих факторов, которые могут нарушить правильность работы. При сочленении РО с ИМ необходимо, чтобы угол был равен от 10 до 170 град.

При установке на трубопроводах, кроме рейдирующих органов, запорной арматуры и обводных (байпасных) линий, следует

соблюдать условие создания прямых участков до и после регулирующего органа, причем запорная арматура, как правило, устанавливается на основном трубопроводе.

Часто исполнительные механизмы САР снабжаются, помимо автоматического, также дистанционным управлением и указателями положения, устанавливаемыми на щите.

В системе дистанционного управления должно быть также проверено соответствие фактических положений ИМ и РО положениями ключа дистанционного управления, а также показаниям указателя положения на щите.

Подключается ИМ многожильным кабелем с сечением не менее $1,5 \text{ мм}^2$ с помощью разъемов или клеммных колодок. Кабель должен быть защищен металлорукавом. Корпус ИМ заземляется медным проводником с сечением не менее 4 мм^2 .

2.2.11. Монтаж электродвигателей

Большинство стационарно установленных машин приводится в движение с помощью трехфазных асинхронных электрических двигателей с короткозамкнутым ротором. Мощность этих электродвигателей обычно не превышает 30–40 кВт.

Пуск двигателей этого типа заключается в прямом включении статора на полное напряжение сети без каких-либо регулирующих устройств, но их пусковой ток превышает номинальный в 4–7 раз. Для двигателя это не опасно, но в сети возникают существенные колебания напряжения, и при недостаточной мощности питающего трансформатора двигатель может не заработать.

В сельском хозяйстве обычно используют брызгозащищенные и закрытые обдуваемые асинхронные двигатели, имеющие химвлагоморозостойкое исполнение, предназначенные для работы как на открытом воздухе, так и во всех сельскохозяйственных помещениях (кроме взрывоопасных) с температурой воздуха $-40 \text{ }^\circ\text{C} \dots +40 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажностью до 95 %.

Двигатели сельскохозяйственного назначения имеют повышенный пусковой момент и перегрузочную способность, могут длительно работать при снижении напряжения в сельских электроустановках на 20 % со снижением мощности на 10 %–15 %.

На монтажную площадку электродвигатели поставляются комплектными, имеющими исполнение, соответствующее условиям окружающей среды и способу крепления (монтажному исполнению). Их электрические характеристики должны соответствовать параметрам электрической сети (напряжению, роду и частоте тока), а механические характеристики – характеристикам рабочей машины или механизма. По экономическим соображениям частоту вращения электродвигателей часто принимают выше частоты вращения машины или механизма.

Монтаж электродвигателей

До начала монтажа необходимо изучить проект и получить от заказчика документацию на оборудование, затем подготовить электродвигатель и фундамент, установить электродвигатель и выполнить выверку его с рабочей машиной, провести испытания.

Изучение технической документации начинают с подробного ознакомления с паспортами каждой машины, а также с техническим описанием и инструкцией завода-изготовителя по эксплуатации машин.

Техническое описание с инструкцией по эксплуатации машины содержит: краткие сведения о ее назначении и основные технические данные; описание устройства; рекомендации по хранению; указания по консервации и расконсервации; требования к разборке и сборке; краткие указания по монтажу и подготовке к эксплуатации; чертежи и схемы.

В период подготовительных работ определяют или уточняют место установки электродвигателя и аппаратуры управления (щита, ящика, пульта), подготавливают для них опорные основания, устанавливают закладные детали для крепления к опорному основанию, прокладывают стальные трубы (если силовая электропроводка в трубах), устанавливают кронштейны (при установке на стене), закрепляют на фундаменте салазки, следят за правильным выполнением фундамента строителями.

На монтажную площадку электродвигатели поставляются комплектными, имеющими исполнение, соответствующее условиям окружающей среды и способу крепления (монтажному исполнению). Их электрические характеристики должны соответствовать параметрам электрической сети (напряжению, роду и частоте тока), а механические характеристики – характеристикам рабочей машины или механизма. По экономическим соображениям частоту

вращения электродвигателей часто принимают выше частоты вращения машины или механизма.

Электрооборудование, полученное для монтажа, очищают от пыли и консервирующих смазочных материалов, проверяют комплектность в соответствии с упаковочным листом, внешним осмотром устанавливают целостность всех наружных частей (корпуса, защитной крышки, колодки зажимов и др.), наличие всех крепежных болтов и их затяжку, состояние контактных колец, щеткодержателей, щеток и пускового реостата (для электродвигателя с фазным ротором).

Проверяют легкость вращения ротора и отсутствие задеваний вращающимися частями электродвигателя (ротором, вентилятором) его неподвижных частей. Тугое вращение ротора указывает на наличие перекоса подшипников или подшипниковых щитов; трение между подвижными и неподвижными частями электродвигателя свидетельствует о нарушении зазоров между ними и, в первую очередь, между ротором и статором. Затем проверяют подшипники качения по осевому и радиальному зазорам. У подшипников качения эти зазоры не должны наблюдаться визуально.

Целостность и сопротивление изоляции обмоток статора и ротора проверяют мегаомметром 500 или 1000 В.

Предельно допустимым сопротивлением изоляции обмоток по отношению к корпусу принято считать 1000 Ом на каждый вольт рабочего напряжения питающей сети. Для электродвигателей, включаемых в сеть напряжением 0,4 кВ, наименьшим допустимым сопротивлением изоляции его обмоток является 0,5 МОм.

При меньшем сопротивлении изоляции обмоток и отсутствии видимых повреждений электродвигатель нужно просушить для удаления влаги из обмоток.

Корпус электродвигателя обязательно должен зануляться (соединяться с нулевым проводом сети) или заземляться. В качестве защитного проводника используют четвертый провод в трубе, или стальную трубу электропроводки, или отдельно проложенный стальной проводник.

Защитный проводник присоединяют болтом к корпусу. Оборудование, подверженное вибрации, зануляют гибкой перемычкой. Каждый электродвигатель зануляют или заземляют отдельным ответвлением от магистрали. Последовательное включение в защитный проводник нескольких электроустановок запрещается.

Качество монтажа электродвигателей проверяют включением в сеть в холостую и под нагрузкой. При опробовании в холостую двигатель отсоединяют от технологической машины и включают толчком в сеть. Не допуская полного разворота (25 %–30 % от номинальной частоты вращения), отключают и прослушивают шумы в двигателе (не должно быть посторонних звуков). После пробного пуска двигатель включают на час и проверяют: отсутствие стуков и задеваний вращающихся частей, прочность крепления к основанию, степень нагрева подшипников (не более 95 °С), направление вращения ротора (при необходимости изменения направления вращения меняют местами два любых подводящих провода в коробке).

При нормальной работе в холостом режиме двигатель соединяют с механизмом и испытывают под нагрузкой в течение трех часов. При этом виброметром измеряют вибрацию двигателя. В течение испытаний через каждые 30 минут измеряют температуру нагрева обмоток (не более 105 °С для двигателей с изоляцией класса А) и подшипников.

Двигатель, прошедший испытания под нагрузкой, передают рабочей комиссии для приемо-сдаточных испытаний.

Техника безопасности при монтаже электродвигателей

К выполнению работ по подъему и перемещению электродвигателей и их частей допускаются лица, прошедшие специальное обучение и медицинское освидетельствование и имеющие удостоверение на право производства этих работ. Особо ответственные работы выполняют в присутствии лица, ответственного за безопасное перемещение грузов.

В соответствии с требованиями техники безопасности запрещается перемещать машину или ее часть над людьми или проходить под поднятым грузом; оставлять машину или ее часть в подвешенном состоянии по окончании работ; поднимать машину или ее часть неизвестной массы, либо грузы, масса которых превышает грузоподъемность крана; одновременно поднимать или опускать две части машины, находящиеся вблизи; перемещать машину или ее часть волоком по земле либо полу. Нельзя применять канаты или стропы, не имеющие свидетельства об испытании.

При расконсервации электродвигателя растворителем предусматривают вентиляцию помещения и снабжают работающих респираторами. В это время вблизи электродвигателя не разрешается

производить работы с огнем. Работы по разборке, сборке и установке на фундаменты и конструкции машин выполняют в рукавицах. Установочные приспособления для бесподкладочного монтажа монтируют так, чтобы обеспечивать устойчивое положение машины или агрегата при опоре на три точки. Установленная и выверенная машина должна опираться на все установочные приспособления.

При сушке или контрольном прогреве электрических машин для утепления применяют негорючие теплоизоляционные материалы. Электровоздуховки должны иметь приспособление, не пропускающее искр. Помещение для сушки периодически вентилируют или проветривают. До начала сушки машин электрическим током заземляют их корпус, а также электровоздуховки.

Перед пробным пуском машин проверяют: крепление фундаментных болтов; отсутствие посторонних предметов внутри оборудования; наличие защитного заземления. Руководитель должен принять меры, обеспечивающие безопасность персонала, выделить наблюдающих при испытании электродвигателей напряжением до 1000 В, прекратить работы в местах возможного появления напряжения, установить ограждения и вывесить предупреждающие плакаты.

Перед подсоединением проводов от зажимов мегаомметра к объекту измерения (обмотке или выводам машины, аппарата) и после измерения снимают электрический заряд с помощью специальной разрядной штанги.

При измерении сопротивления изоляции кабельной сети (перед подключением машины) в случае ее двустороннего питания принимают меры, исключающие возможность подачи напряжения с противоположной стороны.

При сборке испытательной схемы корпус машины надежно заземляют. По окончании испытания изоляции повышением напряжения руководитель испытаний разряжает токоведущие части на землю, убеждаясь в полном отсутствии на них заряда.

Перед началом работ на электродвигателях, соединенных с механизмами, принимают меры, препятствующие ошибочному включению выключателей и разъединителей, которыми произведено отключение. К таким мерам относят: снятие рукояток с приводов, запирающие их на замок, выкатка выключателя из ячейки комплектного устройства и т. п.

Перед подачей рабочего напряжения на электродвигатель ответственный руководитель испытаний обязан предупредить работников своего звена. Все участвующие в проверке и испытании машин и пусковой аппаратуры должны быть обучены правилам и приемам оказания первой помощи пострадавшим от несчастного случая, включая освобождение пострадавшего от соприкосновения с токоведущими частями, методам проведения искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.

2.2.12. Монтаж средств диспетчеризации

Диспетчеризация инженерных систем зданий применяется для управления оборудованием, а также для контроля работы всех устройств с целью снизить влияние человека на рабочие процессы. Также она направлена на своевременное обслуживание, согласование работы инфраструктуры зданий.

Установка системы диспетчеризации позволяет:

- оптимизировать рабочие процессы оборудования;
- управлять агрегатами с одного пульта;
- своевременно оповещать о нарушении работы оборудования, об аварийных ситуациях;
- хранить данные о функционировании систем;
- сохранять информацию о действиях персонала;
- вести архив с формированием отчетов в виде таблиц, диаграмм;
- составлять график профилактических работ;
- проводить систему доступа к управлению;
- проводить обработку информации о состоянии оборудования в режиме реального времени.

Для построения системы автоматизации и диспетчеризации используют специальную аппаратуру, размещаемую в шкафах автоматики и в диспетчерском пункте.

Функционально состав систем диспетчеризации можно разбить на четыре крупных блока:

1. Периферийное оборудование. Это различные датчики: температурные, тепловые, давления, расхода, контроля уровня и т. п. Также к этому блоку относятся исполнительные механизмы: клапаны и регуляторы, оснащенные электромагнитным приводом,

электромагнитные вентили и другая запорно-регулирующая арматура. Следует отметить, что к периферийному оборудованию относятся и слаботочные исполнительные механизмы.

2. Контроллеры. Это устройства, которые можно назвать мини-компьютерами с определенным набором функций. Каждый контроллер имеет заданное число входов и выходов для аналоговых и цифровых сигналов. Таким образом, всякая система – это сочетание четырех типов сигналов: аналоговых и цифровых, входных и выходных. Контроллеры монтируются в шкафах автоматизации, которые в некоторых случаях могут объединяться с электрошкафами силового оборудования, например, на небольших объектах или в случае технологической целесообразности. В таком случае они должны иметь достаточную защиту от помех.

3. Силовое оборудование. Коммутационная аппаратура системы (двигателей насосов, вентиляторов, мощных нагревательных элементов), а также аппаратура, предназначенная для приема и распределения электроэнергии, относится к силовому оборудованию. Монтируется в силовых электрошкафах.

4. Автоматизированное рабочее место диспетчера. Данный блок включается только в системы автоматизации очень крупных объектов, чаще сигнализация может выводиться на централизованный диспетчерский пункт или в диспетчерские службы спасения и охраны.

До начала монтажных работ на объекте должен быть проведен комплекс подготовительных мероприятий:

1) обозначена разметка мест прокладки кабеля, расположение датчиков, щитов и прочих элементов сети;

2) установлены закладные детали для монтажа шкафов и приборов;

3) выполнены работы под прокладку кабелей: каналы, штробы, трубы скрытой прокладки, отверстия в стенах и перекрытиях с закладными деталями;

4) оборудованы площадки для обслуживания приборов и средств автоматизации;

5) оборудованы монтажные проемы. Помещения должны быть освещены, в них должно быть смонтировано оборудование для поддержания температуры не менее +5 °С.

После этого приступают к монтажу закладных деталей и защитных площадок на трубопроводах и оборудовании. Это необходимо для установки первичных приборов системы автоматизации. К ним нужно подвести электропитание, а также коммуникации для подвода

сжатого воздуха, газа или масла. Прокладываются трубопроводы для отвода энергоносителей или дренажных стоков. Монтируется сеть зануления и система автоматического пожаротушения.

После монтажа импульсных и иных проводок ведутся испытания на прочность и плотность.

После этого приступают к монтажу электропроводок системы автоматизации и диспетчеризации.

Монтаж систем диспетчеризации требует детального изучения проекта.

Требования к монтажу системы диспетчеризации:

1. Монтаж оборудования должен выполняться при таких температурных режимах, которые указаны в руководстве к монтажу.

2. Линии связи необходимо прокладывать параллельно ограждающим конструкциям здания.

3. Запрещается прокладывать кабели и провода в конструкции здания.

4. Не допускается прокладывание оптоволоконного кабеля вместе с другими видами проводки.

5. Провода одного назначения собираются в кабельные пучки.

6. Кабельные линии осматриваются для исключения поврежденной изоляции.

7. Кабели подключаются и проверяются на сопротивление изоляции.

По завершении монтажа электропроводки ее подвергают внешнему осмотру на предмет соответствия требованиям нормативной документации. После чего проводят тест сопротивления изоляции.

Шкафы автоматизации обычно поставляются на монтажную площадку в собранном виде. Их устанавливают на закладные конструкции. Затем шкафы подключаются к электросетям в строгом соответствии с проектной документацией.

Потом выполняется монтаж и подключение приборов автоматизации и формируется единая сеть, после чего можно выполнять пусконаладочные работы.

Проверяется работа пульта диспетчера, управление устройствами соответственно проекту диспетчеризации.

2.2.13. Монтаж линий связи

Волоконно-оптические линии связи на сегодняшний день наиболее перспективное направление создания надежной проводной сети передачи данных.

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) – специализированная система связи, где в качестве среды передачи данных используется оптическое волокно. Монтаж и прокладка ВОЛС используются для организации международных, городских, домашних сетей связи, IP-телефонии, систем видеонаблюдения, контроля доступа и т. д.

Преимущества ВОЛС:

- дальность передачи;
- скорость потока в оптическом диапазоне в 10 раз больше, чем в медных сетях;
- отсутствие помех и наводок;
- можно использовать уплотнение сигнала;
- длительный срок эксплуатации;
- пожаро- и взрывобезопасность.

Прокладка оптического кабеля производится с использованием технологий, виды которых определяются проектом, условиями прокладки, типами используемых оптических кабелей, используемым оборудованием и др.

Во всех случаях при прокладке не должны превышать нормируемые нормативно-технической документацией на кабели механические воздействия (в первую очередь, усилия растяжения и сжатия), климатические условия (нижняя предельная температура прокладки, как правило, составляет $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), допустимые радиусы изгиба оптического кабеля (радиус изгиба не должен быть менее 20 наружных диаметров оптического кабеля) и т. д.

Наиболее ответственной операцией в процессе строительства ВОЛС, предопределяющей качество и дальность связи, является **монтаж оптических волокон**. Такое соединение волокон и монтаж кабелей производятся как в процессе производства, так и при строительстве и эксплуатации кабельных линий.

Монтаж оптического кабеля осуществляется с использованием специальных конструкций муфт и оконечных кабельных устройств, обеспечивающих герметизацию кабелей, механическую защиту и укладку запасов длин оптических волокон и их сростков.

Монтаж подразделяется на **постоянный (сварка волокна)** и **временный (разъемные соединители)**. Соединители оптических волокон, как правило, представляют собой арматуру, предназначенную для юстировки и фиксации соединяемых волокон, а также для механической защиты сростка.

Основные требования, предъявляемые к соединителям:

- простота конструкции;
- малые переходные потери;
- устойчивость к внешним механическим и климатическим воздействиям;
- надежность.

Дополнительно к разъемным соединителям предъявляется требование неизменности параметров при повторной стыковке.

Потери, вносимые соединением оптических волокон в тракт передачи кабеля, делятся на внешние и внутренние.

Внешними называются потери, связанные с особенностями метода соединения, в том числе с подготовкой концов волоконных световодов, и включающие в себя поперечное смещение сердцевины, разнесение торцов, наклон осей, угол наклона торца волокна, френелевские отражения.

Внутренними называются потери, связанные со свойствами самого оптического волокна и обусловленные, например, вариациями диаметра сердцевины, числовой апертуры, профиля показателя преломления, нециркулярностью сердцевины, неконцентричностью сердцевины и оболочки.

В процессе монтажа оптической магистрали осуществляется стационарное (неразъемное) соединение отдельных строительных длин кабеля.

При вводе кабеля в здание или регенераторные для многократного соединения-разъединения с оптоэлектронным оборудованием применяются разъемные соединители – коннекторы.

Соединение оптических волокон осуществляется в следующей последовательности: вначале осуществляется подготовка торцов оптических волокон, а потом производится сращивание.

До начала соединения двух волоконных световодов требуется некоторая подготовка торцов волокон, которая заключается в удалении первичного защитного покрытия волокон с последующей заготовкой гладкого торца путем скалывания или шлифовки. Для удаления первичного покрытия с оптического волокна, можно использовать как химические способы зачистки, так и механические.

Скалыванием называют подготовку торца оптического волокна с нанесением царапины и последующим разломом. В идеале скол оптического волокна должен быть перпендикулярен направлению кабеля. Любое отклонение не должно превышать 1° – 2° .

В одномодовом соединении с плоскими отшлифованными торцами и при наличии воздушного зазора между сопрягаемыми волокнами часть энергии отражается назад к источнику и создает **возвратные потери**. Одним из способов уменьшения возвратных потерь является закругление концов оптических волокон при шлифовке (рис. 15).

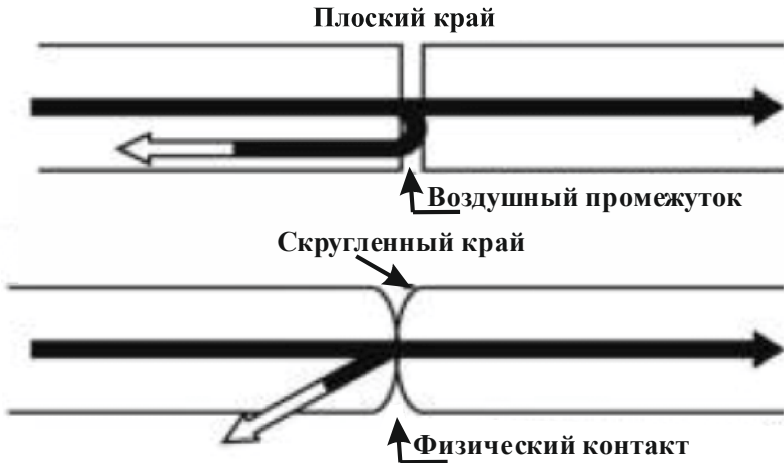


Рис. 15. Способы уменьшения возвратных потерь при соединении кабеля

Сращивание осуществляется методом **сварки** или с помощью **механического сростка**. В качестве инструмента используется **электрическая дуга**, возникающая между электродами, пламя газовой горелки или лазер.

По принципу действия **сварочные аппараты** подразделяются на аппараты с ручным управлением, полуавтоматические и автоматические.

Механическое сращивание подразделяется на активное или пассивное в зависимости от того, производится ли выравнивание оптического волокна для оптимизации потерь или нет.

При механическом сращивании отдельных волокон чаще применяют:

- четырехстержневые направляющие компании TRW (рис. 16);
- эластомерные сростки компании GTE (рис. 17);
- вращаемый сросток компании AT&T (рис. 18).



Рис. 16. Соединение оптических волокон с помощью четырехстержневых направляющих



Рис. 17. Соединение оптических волокон с помощью эластомерного сростка

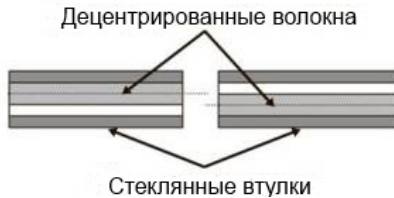


Рис. 18. Соединение оптических волокон с помощью вращаемого сростка

Основным способом соединения активного сетевого оборудования с оптоволоконной линией является применение оптических коннекторов, соединяемых посредством оптического адаптера, который устанавливается в оптическом кроссе (рис. 19). Внутри оптического кросса развариваются оптические волокна, которые оконцовываются пигтейлами с оптическими коннекторами.



Рис. 19. Соединение оптических волокон с помощью замка Fibrlock

Оптический коннектор – это механическое устройство, предназначенное для многократных соединений. Он обеспечивает быстрый способ переконфигурации оборудования, проверки волокон, подсоединения к источникам и приемникам света. Коннектор для соединения одиночных оптических волокон состоит из двух основных частей: штекера и соединителя.

При вводе оптического кабеля в объект связи осуществляется заземление металлических конструктивных элементов на щиток заземления объекта связи в соответствии с нормативно-технической документацией, с обеспечением электрического разрыва между металлическими элементами линейного и станционного участков оптического коннектора.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Внеплановое техническое обслуживание – все действия, направленные на поддержание устройства в идеальном рабочем состоянии.

Конструктивы для размещения технических средств – щиты, пульты, посты, стойки, столы.

Монтажная организация – организация, располагающая специализированными техниками и соответствующим оборудованием, позволяющим выполнять установку, не сопровождающуюся рисками, и работы по внеплановому техническому обслуживанию.

Монтажные конструкции – конструкции, предназначенные для установки приборов и прокладки проводок:

- стенды, стивы, стойки, кронштейны;
- опорные конструкции проводок (полки, стойки, кронштейны и др.).

Объекты автоматизации – сооружения, оборудование и коммуникации технологических и инженерных систем (трубопроводы технологические, воздухопроводы, дымоходы и т. п.) и происходящие в них процессы.

Оператор – лицо, соответствующим образом обученное и авторизованное производственным менеджером для настройки соответствующего устройства и выполнения работ по плановому техническому обслуживанию.

Плановое техническое обслуживание – включает в себя все действия, необходимые для поддержания устройства в хорошем рабочем состоянии, для обеспечения длительной работоспособности устройства и обеспечить безопасность работы его компонентов.

Помещения автоматики – специальные помещения в зданиях или отдельно стоящие здания, предназначенные для размещения технических средств систем автоматизации (диспетчерские, операторские, посты управления, аппаратные залы, вычислительные центры, помещения датчиков и другие вспомогательные помещения).

Программные средства систем автоматизации – совокупность программных продуктов, обеспечивающих параметрирование, конфигурирование и диагностику технических средств автоматизации, обработку и представление информации, ее передачу и хранение, выработку управляющих воздействий в соответствии

с заданными алгоритмами функционирования системы. Программируемые технические средства и программные средства систем автоматизации могут объединяться в программно-технические комплексы (ПТК).

Рабочая документация – документация, предназначенная для производства строительных и монтажных работ и выполняемая в соответствии с требованиями системы проектной документации для строительства (СПДС).

Системы автоматизации (СА) – технические средства или совокупность технических и программных средств, обеспечивающих:

- получение и представление информации о состоянии объекта автоматизации, ходе и параметрах протекающих процессов (функции контроля);

- выработку и реализацию управляющих воздействий на объект автоматизации (функции управления).

В зависимости от степени вовлеченности персонала в автоматизируемый процесс выполняемых функций и решаемых задач различают:

системы автоматизации, работающие в автоматическом режиме, то есть без участия человека, в том числе:

- а) **информационно-измерительные системы (ИИС)**, решающие задачи измерения параметров состояния объекта, обработки представления (сигнализации), хранения (регистрации) информации, сортировки, противоаварийной защиты (блокировки);

- б) **системы автоматического регулирования, управления (САР, САУ)**, решающие задачи управления состоянием и режимами работы объекта, регулирования технологических параметров (стабилизация или изменения по определенному закону);

- в) **автоматизированные системы (АС)** – организационно-технические системы, состоящие из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, обеспечивающие выработку решений на основе автоматизации информационных процессов и реализующие информационную технологию выполнения установленных функций.

Технический специалист – работник, назначенный и допущенный к работе изготовителем, владельцем или монтажной организацией для выполнения операций на устройстве, требующих специальных технических навыков в определенной области (электротехника, механика и т. п.). Технический специалист должен быть

хорошо знаком не только с соответствующим устройством, но и с работой предприятия или цеха, в котором установлено устройство.

Технические средства систем автоматизации, комплекс технических средств (КТС) – совокупность устройств (изделий), обеспечивающих получение, ввод, подготовку, преобразование, обработку, хранение, регистрацию, вывод, отображение, использование и передачу данных, выработку и реализацию управляющих воздействий.

К КТС относят:

- местные контрольно-измерительные приборы;
- первичные преобразователи (датчики);
- промежуточные, в том числе нормирующие, преобразователи информационных и управляющих (например, электропневмопреобразователи) сигналов;
- вторичные показывающие и регистрирующие приборы;
- устройства сигнализации;
- регулирующие и функциональные приборы, органы управления;
- устройства микропроцессорной и вычислительной техники (программируемые логические контроллеры, персональные компьютеры и т. д.);
- каналы (линии) связи (электрические и трубные проводки, в том числе опτικο-волоконные, концентраторы, репитеры, модемы, технические средства радиосвязи и другие средства передачи информации);
- конструктивы для размещения технических средств (щиты, шкафы, пульты, посты, стойки, стивы, столы и т. п.);
- исполнительные устройства (исполнительные механизмы – пневматические, электрические, гидравлические).

Эксплуатационная документация – документация, предназначенная для наладки и дальнейшей эксплуатации средств автоматизации (в том числе эксплуатационная документация на составные части и компоненты систем) и разрабатываемая по требованиям ГОСТ 2.601 и ГОСТ 34.201 разработчиками АС и фирмами-изготовителями.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования / Н. В. Грунтович. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФА-М, 2013. – 271 с.
2. Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов : учебное пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск : Новое знание; М. ; ИНФРА М, 2014. – 376 с.
3. Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства : лабораторный практикум / Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова, А. А. Солдатенко. – Минск, 2011 – 196 с.
4. Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов : учебное пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск : БГАТУ, 2007. – 592 с.
5. Воробьев, В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций : учебное пособие / В. А. Воробьев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2020. – 275 с.
6. Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / сост. Е. С. Якубовская. – Электронные данные (149 676 499 байт). – Минск : БГАТУ, 2020.
7. Автоматизация технологических процессов : учебное пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 525 с.

Дополнительная

8. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления : учебник / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2020. – 386 с.
9. Сердешнов, А. П. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации : пособие / А. П. Сердешнов, Г. И. Янукович, В. А. Дайнеко. – Минск : Беларусь, 2010. – 255 с.
10. Куценко, Г. Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок / Г. Ф. Куценко. – Минск : Дизайн ПРО, 2006. – 472 с.
11. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации : учебник / А. П. Коломиец [и др.]. – М. : КолосС, 2007. – 352 с.

12. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / сост.: Ю. Н. Селюк, С. М. Барайшук. – Электронные данные (332 060 909 байт). – Минск : БГАТУ, 2020.

13. Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ) : учебно-методическое пособие / В. В. Гурин, Е. С. Якубовская, И. П. Матвиенко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2014. – 144 с.

14. Якубовская, Е. С. Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства : практикум / Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск : БГАТУ, 2008. – 321 с.

Технические нормативные правовые акты

15. ГОСТ 2.702–2011. Правила выполнения электрических схем : ЕСКД. – Взамен ГОСТ 2.702–75; введ. 2013-11-01. – Минск : Госстандарт, 2013. – 30 с.

16. ГОСТ 2.710–81 (СТ СЭВ 2182–80). Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах: ЕСКД. – Взамен ГОСТ 2.710–75; введ. 01.07.1981. – М. : Издательство стандартов, 1985. – 14 с.

17. ГОСТ 2.749–91. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники: ЕСКД. – Взамен ГОСТ 2.743–82; введ. 01.01.1993. – М. : Издательство стандартов, 1992. – 58 с.

18. ГОСТ 2.759–82. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники: ЕСКД. – Введен впервые 01.07.1983. – М. : Издательство стандартов, 1982. – 14 с.

19. ГОСТ 19.701–90 (ИСО 5807–85). Схема алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения : ЕСПД. – Взамен ГОСТ 19.003–80; введ. 01.01.1992. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 26 с.

20. СНиП 3.05.07–85. Системы автоматизации / Госстрой СССР. – Взамен СНиП III-34–74. – М. : ФГУП ЦПП, 2006. – 50 с.

Интернет ресурсы

21. Монтаж, наладка и эксплуатация средств автоматизации управления (вопросы к экзаменам) [Электронный ресурс]. – Режим

доступа : http://www.pnkexams.narod.ru/montazh2.html#4_2. – Дата доступа : 01.12.2022.

22. Электрик в доме – сайт домашнего электрика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://electricvdome.ru/>. – Дата доступа : 01.12.2022.

23. Электронная библиотека БГАТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://elib.bsatu.by/>. – Дата доступа : 01.12.2022.

24. Репозиторий БГАТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rep.bsatu.by/>. – Дата доступа : 01.12.2022.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

Жур Анатолий Анатольевич,
Павловский Владимир Александрович

МОНТАЖ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ

Пособие

Ответственный за выпуск *Н. М. Матвейчук*
Редактор *Д. О. Михеева*
Корректор *Д. О. Михеева*
Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*
Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 23.12.2022. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 8,83. Уч.-изд. л. 6,91. Тираж 99 экз. Заказ 331.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–1, 220023, Минск.