НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Рекомендации

Инженерные сети
зданий и сооружений внутренние

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Р НОСТРОЙ 2.23.5-2012

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2014

gost.e-ecolog.ru

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Рекомендации

Инженерные сети
зданий и сооружений внутренние

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Р НОСТРОЙ 2.23.5-2012

Издание официальное

Закрытое акционерное общество «ИСЗС-Консалт»

Общество с ограниченной ответственностью Издательство «БСТ»

Москва 2014

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ	Закрытым акционерным обществом «ИСЗС-Консалт»
2 ПРЕДСТАВЛЕНЫ НА УТВЕРЖДЕНИЕ	Комитетом по системам инженерно-технического обеспечения зданий и сооружений Национального объединения строителей, протокол от 16 мая 2012 г. № 13
3 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ	Решением Совета Национального объединения строителей, протокол от 22 июня 2012 г. № 30
4 ВВЕДЕНЫ	ВПЕРВЫЕ

© Национальное объединение строителей, 2012

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей

Содержание

Введение IV
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 4
4 Обозначения и сокращения 7
5 Общие положения 8
6 Рекомендации по монтажу элементов систем локального управления 10
6.1 Общие положения 10
6.2 Монтаж модулей управления 10
6.3 Монтаж проводок внутри электроконструкций 25
6.4 Маркировка кабелей, проводов и жил контрольных кабелей 32
6.5 Присоединение проводов и жил контрольных кабелей 36
6.6 Монтаж регулирующих органов и исполнительных механизмов 40
6.7 Требования к контролю выполнения работ 41
7 Рекомендации по настройке модулей управления 42
7.1 Общие положения 42
7.2 Настройка регуляторов по динамическим характеристикам объекта 43
7.3 Настройка регуляторов без снятия динамических характеристик объекта 47
7.4 Рекомендации по регулированию температуры и влажности воздуха в автоматизированных системах вентиляции 49
7.5 Рекомендации по компенсации уставки температуры в канале в зависимости от температуры в помещении 53
Приложение А (рекомендуемое) Перечень контрольно-измерительных приборов, инструмента, инвентаря и приспособлений для монтажных и пусконаладочных работ 55
Приложение Б (справочное) Основные способы маркировки 60
Библиография 62

Введение

Настоящие рекомендации разработаны в рамках Программы стандартизации Национального объединения строителей и направлены на реализацию Градостроительного кодекса Российской Федерации, Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Федерального закона 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства».

В рекомендациях изложены общие правила монтажа и пусконаладки систем локального и (или) распределенного управления внутренними инженерными системами зданий и сооружений.

Настоящие рекомендации разработаны в развитие положений стандартов СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011 и СТО НОСТРОЙ 2.15.9-2011 в части монтажа и пусконаладки систем управления внутренними инженерными сетями зданий и сооружений.

Настоящие рекомендации дополняют СП 73.13330.2012 и Р НОСТРОЙ 2.15.3-2011 положениями по автоматизации систем вентиляции и кондиционирования, использованными в качестве примеров объектов автоматизации.

Авторский коллектив: канд. техн. наук *А.В. Бусахин* (ООО «Третье Монтажное Управление «Промвентиляция»), *А.Л. Сорокин* (ООО «КНП-Инжиниринг»), *А.А. Фомин* (ЗАО «ФОДД»), канд. экон. наук *Д.Л. Кузин* (НО «АПИК»),

Г.К. Осадчий (ООО «Максхол технолоджиз»), *Ф.В. Токарев* (НП «ИСЗС-Монтаж»), *А.В. Карликов* (ЗАО «ПРОМВЕНТИЛЯЦИЯ»), докт. техн. наук *А.М. Гримитлин* (НП СЗ ЦЕНТР АВОК).

РЕКОМЕНДАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Инженерные сети зданий и сооружений внутренние

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Internal buildings and structures utilities
Recommendations for constructing of control systems of buildings and structures utilities

1 Область применения

1.1 Настоящие рекомендации распространяются на автоматизированные системы локального и (или) распределенного управления инженерным оборудованием в зданиях и сооружениях (далее – системы) при строительстве новых, расширении, реконструкции и техническом перевооружении действующих предприятий, зданий и сооружений и устанавливают общие требования к системам, а также правила выполнения работ по их монтажу и пусконаладке.

1.2 Рекомендации не распространяются на монтаж:

- автоматизированных систем специальных объектов (атомные установки, шахты, предприятия по производству и хранению взрывчатых веществ, изотопов);
- систем связи и сигнализации;
- автоматики систем пожаротушения и дымоудаления;
- автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 12.4.087–84 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Каски строительные. Технические условия

ГОСТ 34.003–90 Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения

ГОСТ 166–89 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 5960–72 Пластикат поливинилхлоридный для изоляции и защитных оболочек проводов и кабелей. Технические условия

ГОСТ 7502–98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 9416–83 Уровни строительные. Технические условия

ГОСТ 22261–94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 23004–78 Механизация и автоматизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении. Основные термины, определения и обозначения

ГОСТ 27833–88 Средства отображения информации. Термины и определения

ГОСТ Р 50509–93 Маркировка изолированных проводников

ГОСТ Р 50849–96 Пояса предохранительные строительные. Общие технические условия. Методы испытаний

ГОСТ Р 51321.1–2007 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 60715–2003 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Установка и крепление на рейках электрических аппаратов в низковольтных комплектных устройствах распределения и управления

СП 49.13330.2010 «СНиП 12-03-2001. Часть 1. Безопасность труда в строительстве»

СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование»

СП 73.13330.2012 «СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы зданий»

СП 77.13330.2011 «СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации»

СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем локального управления. Монтаж, испытания и наладка. Требования, правила и методы контроля

СТО НОСТРОЙ 2.15.9-2011 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем распределенного управления. Монтаж, испытания и наладка. Требования, правила и методы контроля

СТО НОСТРОЙ 2.23.1-2011 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусконаладка испарительных и компрессорно-конденсаторных блоков бытовых систем кондиционирования в зданиях и сооружениях. Общие технические требования

СТО НОСТРОЙ 2.24.2-2011 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Вентиляция и кондиционирование. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Р НОСТРОЙ 2.15.3-2011 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Рекомендации по испытанию и наладке систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Примечание – При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и НОСТРОЙ в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены термины в соответствии с ГОСТ 23004, СП 60.13330, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автоматизированная система,** АС: Система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций.

[ГОСТ 34.003–90, пункт 1.1]

3.2 **автоматизированная система локального управления**: Автономная, трехуровневая автоматизированная система управления, обеспечивающая контроль и поддержание заданных параметров технологического процесса, состоящая из системы первичной автоматики, модуля управления и системы исполнительных механизмов.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.2]

3.3 **автоматизированная система распределенного управления**: Совокупность двух и более автоматизированных систем локального управления, имеющих общий центр мониторинга и управления.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.9-2011, пункт 3.3]

3.4 **активная авария**: Авария, зафиксированная в списке (журнале) аварий объекта мониторинга и не снятая на текущий момент.

Примечание – Снятие активной аварии происходит автоматически после устранения причины, которая привела к ее появлению.

3.5 **вспомогательная цепь низковольтного комплектного устройства (вспосомгательная цепь НКУ)**: Все токоведущие части НКУ, включенные в цепь, предназначенную для управления, измерения, сигнализации, регулирования, обработки, передачи данных и т.д. и не являющуюся главной цепью (по ГОСТ Р 51321.1–2007, термин 2.1.3).

3.6 **главная цепь низковольтного комплектного устройства (главная цепь НКУ)**: Все токоведущие части НКУ, включенные в цепь, предназначенную для передачи электрической энергии.

[ГОСТ Р 51321.1–2007, термин 2.1.2]

3.7 **закладная конструкция (закладной элемент)**: Деталь или сборочная единица, неразъемно встраиваемая в строительные конструкции (швеллер, уголок, гильза, патрубок, плита с гильзами, короба с песочным затвором, подвесные потолочные конструкции и т.п.) или в технологические аппараты и трубопроводы (бобышки, штуцеры, карманы и гильзы для прибора и т.п.).

[СП 77.13330.2011, приложение 3]

3.8 **исполнительный механизм,** ИМ: Любой механизм, осуществляющий воздействие на технологический объект управления по сигналу от автоматизированной системы.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.6]

3.9 **крепежный элемент**: Элемент, используемый для крепления оборудования к строительным конструкциям.

Примечание – В качестве крепежных элементов могут использоваться саморезы, болты, хомуты, дюбели, анкера.

[СТО НОСТРОЙ 2.23.1-2011, пункт 3.11]

3.10 **мнемосхема**: Средство отображения информации, предназначенное для наглядного представления структуры и динамики состояния объекта (по ГОСТ 27833–88, термин 48).

3.11 **модуль управления**: Программно-аппаратное устройство, преобразующее сигналы от системы первичной автоматики в управляющие воздействия на исполнительный механизм.

Примечание – В состав модулей управления входят также щиты, шкафы, посты.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.9]

3.12 **монтаж**: Комплекс производственных операций, обеспечивающих установку заранее подготовленных элементов конструкций, оборудования, машин и т.д., и их крепление соединениями и связями в соответствии с рабочей документацией.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.10]

3.13 **низковольтное комплектное устройство,** НКУ: Низковольтные коммутационные аппараты и устройства управления, измерения, сигнализации, защиты, регулирования, собранные на предприятии-изготовителе на единой конструктивной основе со всеми внутренними электрическими и механическими соединениями.

[ГОСТ Р 51321.1–2007, пункт 2.1.1]

3.14 **объект автоматизации**: Комплекс оборудования, обеспечивающий в зданиях и сооружениях функционирование инженерных систем и протекающих в них технологических процессов.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.12]

3.15 **пусконаладочные работы (пусконаладка)**: Комплекс работ, выполняемых на этапе монтажа и сдачи систем с целью проверки и обеспечения их работоспособности на соответствие параметрам рабочей документации.

[СТО НОСТРОЙ 2.24.2-2011, пункт 3.16]

3.16 **регулирующий орган,** РО: Исполнительный механизм, воздействующий на технологический процесс путем изменения пропускной способности.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.14]

3.17 **система первичной автоматики**: Совокупность устройств и средств измерения, преобразующих информационные параметры объектов управления в аналоговые или цифровые электрические сигналы, используемые в реализации процесса автоматического управления.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.15]

3.18 **средства автоматизации**: Элементы устройств и оборудование, предназначенные для построения автоматизированных систем.

[СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011, пункт 3.17]

3.19 **электроконструкция**: Общее наименование конструкции, которая:

- предназначена для приема и распределения электроэнергии, сигналов управления, наблюдения и оповещения;
- содержит низковольтные комплектные устройства, распределительные устройства, щиты, шкафы, пульты;
- обеспечивает механическую защиту находящегося в ней оборудования.

3.20 **электромагнитный вентиль (электромагнитный клапан)**: Электромеханическое устройство, обеспечивающее с помощью электромагнитного привода регулирование потоков всех типов жидкостей и газов, протекающих по трубопроводам.

Примечание – Электромагнитные вентили в системах автоматического регулирования применяются как релейные исполнительные органы дистанционного управления и регулирования.

4 Обозначения и сокращения

В настоящих рекомендациях применены следующие обозначения и сокращения:

АС – автоматизированная система;

ИМ – исполнительный механизм;

П-регулятор – пропорциональный регулятор;

ПИ-регулятор – пропорционально-интегральный регулятор;

ПИД-регулятор – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор;

РО – регулирующий орган;

РД – рабочая документация;

ТОР – торцевое подключение проводов;

IDC – International Data Corporation (Международная корпорация данных);

STP – shielded twisted pair (экранированная витая пара);

UTP – unshielded twisted pair (неэкранированная витая пара);

$k_{кр}$ – критический коэффициент усиления регулятора;

$k_{об}$ – коэффициент усиления объекта автоматизации;

$k_{р}$ – коэффициент усиления регулятора;

$T_{д}$ – время предварения (дифференциальная составляющая регулятора);

$T_{и}$ – время изодрома (интегральная составляющая регулятора);

$T_{кр}$ – критическое время (период возникновения незатухающих колебаний);

$T_{нач}$ – температура начальная;

$T_{об}$ – постоянная времени объекта автоматизации;

$T_{уст}$ – температура установившаяся;

$\tau_{з}$ – время чистого транспортного запаздывания;

$\tau_{об}$ – время запаздывания объекта автоматизации;

$\varepsilon_{об}$ – ошибка (рассогласование) регулирования.

5 Общие положения

5.1 Системы управления инженерными сетями зданий и сооружений применяют для решения задач локального или распределенного управления инженерным оборудованием в зданиях и сооружениях.

5.2 Системы локального управления применяют для выполнения следующих функций:

- прием и предварительная обработка информации систем первичной автоматики;

- автономная отработка в реальном времени алгоритмов управления регулируемыми параметрами;

- управление работой исполнительных механизмов;

- контроль состояния управляемых агрегатов в установленном оборудовании, мгновенное их отключение при возникновении аварийных ситуаций и отключение

по командам системы пожарной безопасности;

- поддержка сетевой связи с автоматизированным рабочим местом (АРМ) диспетчера;

- ввод установленных значений регулируемых параметров как дистанционно с АРМ диспетчера, так и с управляющего модуля, а также работа в автономном режиме без связи с АРМ диспетчера.

5.3 Системы распределенного управления применяют для выполнения следующих функций:

- обмен информацией по сетевому каналу связи с независимыми системами локального управления, установленными в различных помещениях зданий и сооружений;

- отображение топологии объекта с указанием места расположения систем локального управления;

- дистанционное задание параметров для систем локального управления;

- представление мнемосхемы инженерного оборудования с индикацией значений датчиков;

- отображение графиков переходных процессов для каждой системы локального управления;

- отображение списка активных аварий, в том числе по запросу журнала аварий;

- архивирование работы каждой системы локального управления;

- просмотр архивных данных и защита от несанкционированного доступа.

Рекомендации по монтажу и пусконаладке элементов систем локального управления, характерные для всех видов инженерных систем в зданиях и сооружениях, изложены в разделах 6 и 7 на примере систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

5.4 Правила определения параметров настройки и установки их значений в период пусконаладочных работ и в процессе работы АС изложены в разделе 7 в развитие положений СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011 (пункты 8.3.1, 9.7.2), а также СТО НОСТРОЙ 2.15.9-2011 (пункты 9.5, 11.7.2).

6 Рекомендации по монтажу элементов систем локального управления

6.1 Общие положения

6.1.1 Монтаж элементов систем локального управления выполняют в следующей технологической последовательности:

- монтаж систем первичной автоматики (установка датчиков по СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011 (пункт 7.4));

- монтаж модулей управления (монтаж каналов для прокладки проводов, крепежных элементов для электроаппаратуры, регулируемых крепежных элементов и пластин, крепление монтажных реек, установка монтажных пластин и пр.) согласно 6.2;

- монтаж проводок внутри электроконструкций (в том числе монтаж проводов в каналах, свободно висящими жгутами без крепления к электроконструкции и монтаж гибких соединений) согласно 6.3;

- маркировка кабелей, проводов и жил контрольных кабелей по 6.4 и подготовка проводов и жил контрольных кабелей к присоединению по 6.5;

Примечание – Маркировку выполняют одновременно с монтажом проводок.

- монтаж регулирующих органов и исполнительных механизмов в соответствии с 6.6.

6.2 Монтаж модулей управления

6.2.1 Модули управления устанавливаются на объекте после окончания всех строительных и основных отделочных работ (СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011 (пункт 7.5.1)), сооружения кабельных каналов, проемов для ввода кабелей и труб, фундаментов оборудования и закладных металлоконструкций с учетом назначения и количества комплектующих устройств, удобства монтажа и эксплуатации, безопасности обслуживания.

Монтаж модулей управления выполняется крепежными элементами в соответствии с монтажной схемой, эскизным чертежом общего вида с перечнем всех элементов, включая монтажные аксессуары.

Монтаж модулей управления должен проводиться в соответствии с рабо-

чей документацией (РД) и должен удовлетворять требованиям, изложенным в СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011 (пункт 7.5.4).

6.2.2 Монтаж каналов для прокладки проводов выполняют в соответствии с 6.2.2.1 – 6.2.2.4.

6.2.2.1 Прокладку проводов вспомогательных цепей АС рекомендуется вести с учетом положений инструкции [1].

Прокладку большого количества проводов в жгуте, а также на бескаркасных конструкциях электропроводок рекомендуется вести в каналах прямоугольного сечения (рисунок 6.1 и таблица 6.1).

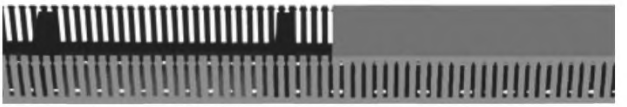
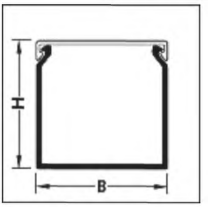
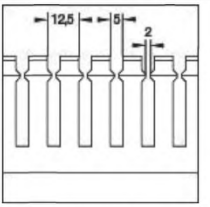
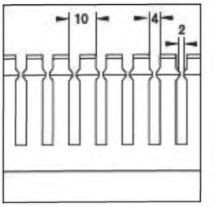
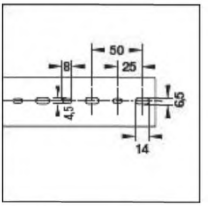
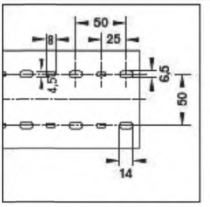
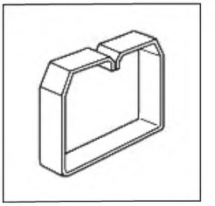


Рисунок 6.1 – Канал прямоугольного сечения

Таблица 6.1 – Основные характеристики каналов прямоугольного сечения. Габаритные размеры перфорированного кабельного канала DNG [1]

 Поперечное сечение канала	 Перфорация боковой поверхности А	 Перфорация боковой поверхности В
 Перфорация дна по EN 50085, ширина канала 20, 25, 37 и 50 мм	 Перфорация дна по EN 50085, ширина канала 75, 100 и 125 мм	 Зажим для фиксации проводов

Варианты размеров каналов прямоугольного сечения приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Размеры каналов прямоугольного сечения

Высота канала, мм	Ширина канала, мм
24	24
36	24
	37
	49
49	24
	37
	49
	74
	99
	124
73	36
	49
	74
	99
	124

6.2.2.2 Установку каналов в электроконструкции выполняют в соответствии с РД.

Примечание – Как правило, электроконструкции поставляются предприятиями-изготовителями с уже выполненным монтажом каналов.

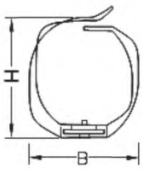
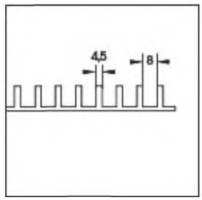
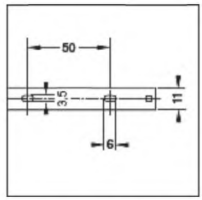
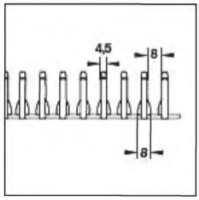
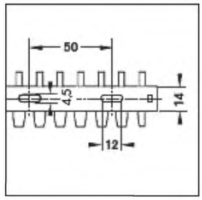
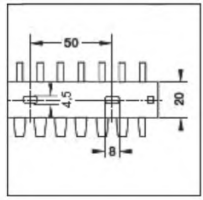
6.2.2.3 Каналы следует крепить к электроконструкциям скобами с применением насечных заклепок, входящих в принадлежности для монтажа каналов. Кроме того, каналы можно приклеивать к панелям двусторонней самоклеящейся лентой.

6.2.2.4 При небольшом количестве прокладываемых проводов, а также в местах перехода проводов на двери шкафов используют каналы круглого сечения (рисунок 6.2 и таблица 6.3), монтаж которых по стенкам электроконструкций рекомендуется вести аналогично 6.2.2.3.



Рисунок 6.2 – Канал круглого сечения

Таблица 6.3 – Основные характеристики каналов круглого сечения

		
Поперечное сечение канала	Вид сбоку VK flex 10	Крепежная планка VK flex 10
		
Вид сбоку VK flex 20, 30, 40	Крепежная планка VK flex 20, 30	Крепежная планка VK flex 20, 30

Варианты размеров каналов круглого сечения приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Размеры каналов круглого сечения

Высота канала, мм	Ширина канала, мм	Длина канала, мм
21	23	500
31	33	500
43	45	500

В таблице 6.5 представлены основные инструменты и принадлежности, применяемые при монтаже каналов.

При проведении монтажных работ, не связанных с монтажом каналов, в том числе работ по пусконаладке автоматизированных систем управления инженерным оборудованием зданий и сооружений, рекомендуется использовать инструменты и приспособления, представленные в приложении А.

Таблица 6.5 – Принадлежности для монтажа каналов [1]

 M51592 Ограничитель	 L5085 насечная заклепка	 L5262 инструмент для крепления насечной заклепки	 L5123 клещи для выкусывания элементов перфорации боковой поверхности
 M5159 Ограничитель	 L5123 насечная заклепка	 L5263 инструмент для крепления насечной заклепки	
 M5164 манжетная шайба M4-M5	 L5067 насечная заклепка	 L5264 инструмент для крепления насечной заклепки	 L5561 ножницы для резки каналов

6.2.3 Монтаж крепежных элементов для электроаппаратуры выполняют с учетом 6.3.3.1 – 6.3.3.3.

6.2.3.1 Набор и размещение крепежных элементов в электроконструкции определяется РД. Элементы электроаппаратуры внутри электроконструкций крепят к перфорированным монтажным стойкам по двум сторонам: передней и внутренней (изображение *а)*, рисунок 6.3).

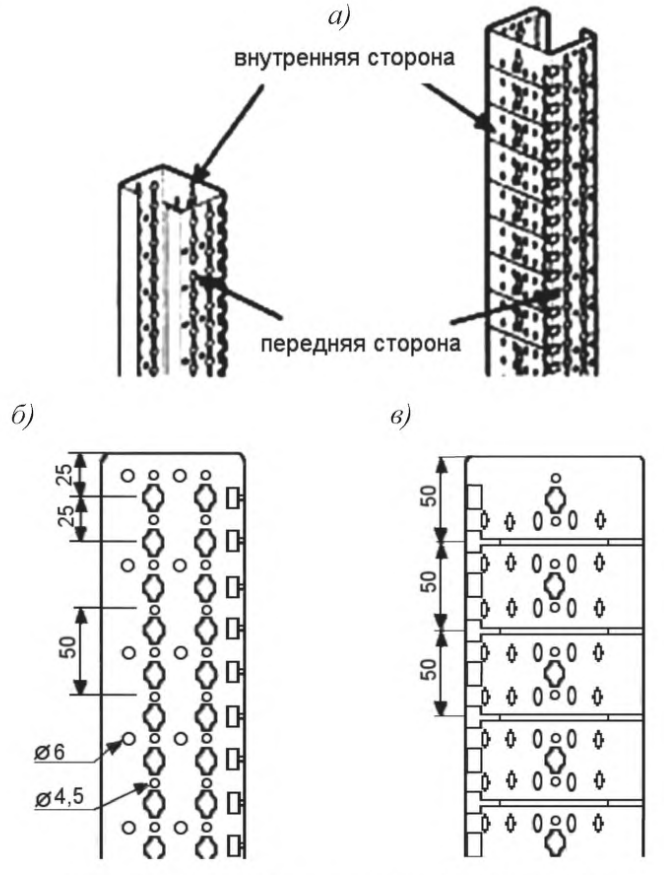
6.2.3.2 К передней стороне монтажных стоек (изображение *б)*, рисунок 6.3) крепят монтажные рейки и пластины для аппаратов стационарной установки с передним подключением. Вырезы ⧳ предназначены для установки клипс под винты. Клипсы закрепляются поворотом на 1/4 оборота. Для уголков на концах монтажных стоек используют отверстия диаметром 6 мм.

6.2.3.3 К внутренней стороне монтажных стоек (изображение *в)*, рисунок 6.3) крепят:

- монтажные рейки, регулируемые по глубине электроконструкции;

- монтажные пластины (для устройств ввода резервного питания).

Фиксация пластин по глубине осуществляется через продолговатые отверстия в стойке, расположенные через каждые 50 мм.



а) стороны; *б)* отверстия на передней стороне стойки;

в) прорези отверстия на внутренней стороне стойки

Рисунок 6.3 – Перфорированные монтажные стойки

6.2.4 При креплении монтажных реек точки крепления определяются высотой и расположением передней стороны монтажных стоек. Середина вилочного кронштейна, к которому крепится монтажная рейка, должна располагаться по оси секции передней стороны монтажных стоек. Верхняя точка монтажной стойки со-

ответствует верхней точке первой секции передней стороны монтажных стоек, и называется опорной или нулевой (рисунок 6.4).

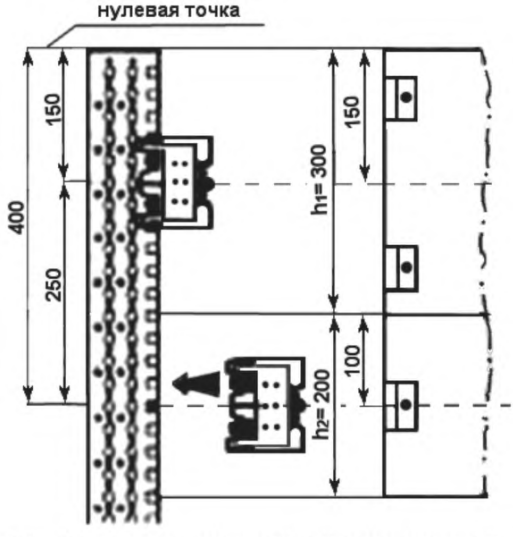


Рисунок 6.4 – Крепление монтажной рейки к монтажной стойке

6.2.5 При установке монтажных пластин точки крепления для автоматических выключателей располагаются по оси соответствующей передней стороне монтажных стоек. Клипсы вставляются в отверстия, расположенные ближе к середине электроконструкции (рисунок 6.5).

6.2.6 Монтаж регулируемых крепежных элементов и пластин выполняют в соответствии с 6.2.6.1 – 6.2.6.5.

6.2.6.1 Крепежные элементы, регулируемые по глубине электроконструкции, применяют при установке оборудования электроконструкций вертикально, в том числе автоматических выключателей любого исполнения.

6.2.6.2 Для горизонтальной установки оборудования рекомендуется применять регулируемые по глубине электроконструкции монтажные пластины.

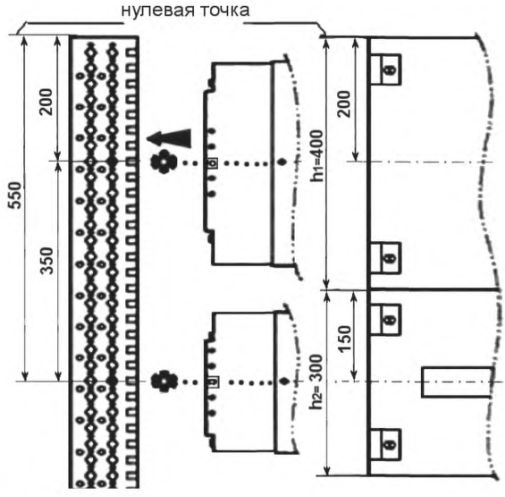


Рисунок 6.5 – Крепление монтажных пластин для автоматических выключателей к монтажным стойкам

6.2.6.3 При размещении крепежных элементов и пластин по высоте следует ориентироваться на нанесенные метки ◁ на лицевой поверхности крепежных элементов, соответствующие оси секции передней стороны монтажных стоек.

Точки крепления монтажных элементов и пластин определяют с учетом размещения оборудования в верхней части шкафа, разделенного двумя секциями передней стороны монтажных стоек высотой по 300 мм. Первая монтажная пластина имеет высоту 150 мм, вторая – 450 мм (рисунок 6.6).

6.2.6.4 В зависимости от габаритных размеров рекомендуется следующее размещение оборудования внутри электроконструкции:

- в глубине электроконструкции – размещают оборудование с большими габаритными размерами (с учетом дополнительного места для установки поворотных ручек, электродвигательных приводов и т.п.);

- в передней части электроконструкции – размещают оборудование с небольшими габаритными размерами.

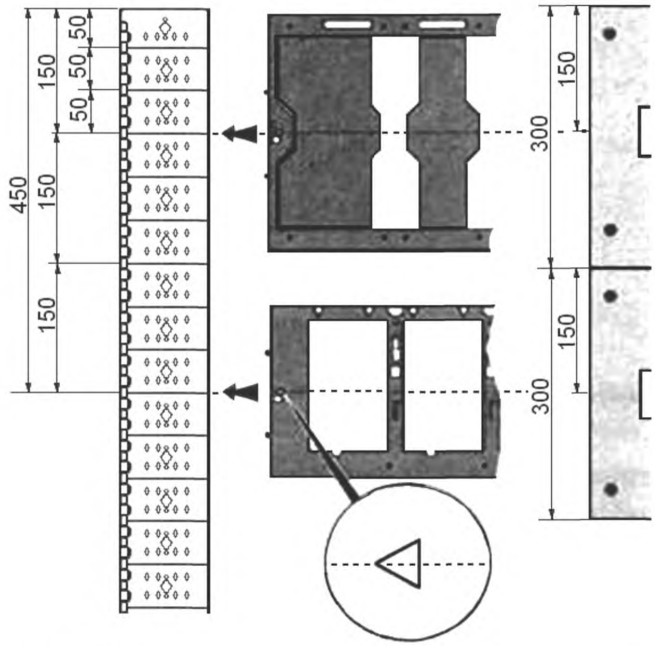
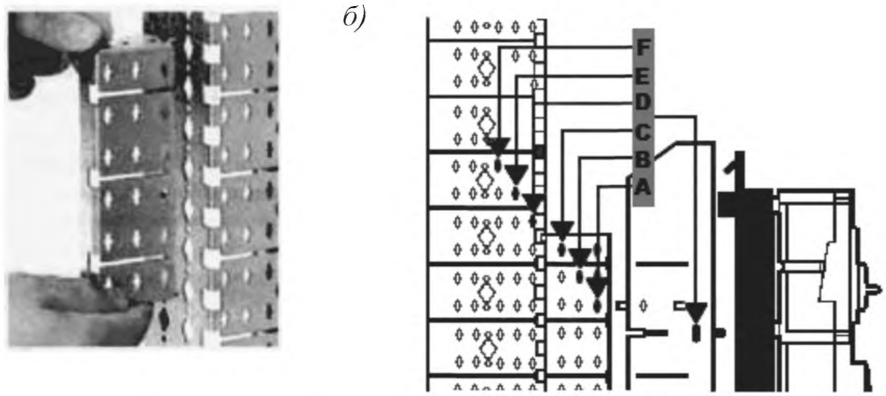


Рисунок 6.6 – Регулируемые крепежные элементы и пластины

6.2.6.5 Для монтажа оборудования при размещении по глубине рекомендуется использовать регулятор глубины, имеющий шесть положений размещения аппаратуры по глубине электроконструкции, обозначенных буквами от A до F (рисунок 6.7).

а) *б)*



а) крепление регулятора глубины на монтажной стойке;

б) шесть положений размещения аппаратуры по глубине электроконструкции, обозначаемые буквами от A до F

Рисунок 6.7 – Регулятор глубины

Рекомендуется проводить установку в следующем порядке:

- установить монтажную пластину в нужном положении (изображение *а)*, рисунок 6.8);

- установить пружину для фиксации крепежного элемента и монтажной пластины (справа или слева) (изображение *б)*, рисунок 6.8).

Замену или снятие пластины производят путем нажатия на пружину.

а) *б)*



а) установка пластины; *б)* установка пружины

Рисунок 6.8 – Установка монтажной пластины и пружины для фиксации крепежного элемента электроконструкции

6.2.7 Монтаж электрических зажимов рекомендуется выполнять в соответствии с 6.2.7.1 – 6.2.7.6 и положениями инструкции [1].

6.2.7.1 Для соединения электрических проводов рекомендуется использовать следующие виды зажимов:

- зажим на основе винтовой клеммы – для соединения одножильных, многожильных и гибких многожильных проводов, в том числе с обжимными гильзами (рисунок 6.9);

- зажим системы TOP – при монтаже проводов в тесных условиях, например, в компактных клеммных коробках (рисунок 6.10);

- пружинный зажим – для монтажа гибких и жестких проводов, в том числе проводов номинального сечения с обжимной гильзой (рисунок 6.11);

- зажим, выполненный по технологии IDC – для обеспечения контакта без снятия изоляции с провода и обжима кабельного наконечника и подсоединения провода без использования специальных инструментов (рисунок 6.12);

- штекерный зажим – для подключения одножильных изолированных проводов (рисунок 6.13).

6.2.7.2 При монтаже зажима на основе винтовой клеммы (см. рисунок 6.9) провод следует прижимать к контактной площадке с помощью винта и скобы.

Примечание – При затягивании клеммных винтов рекомендуется придерживать провод во избежание деформации монтажной шины и воздействия крутящих сил на основание клеммы. Соединение необходимо дополнительно подтянуть после монтажа всей электроконструкции.

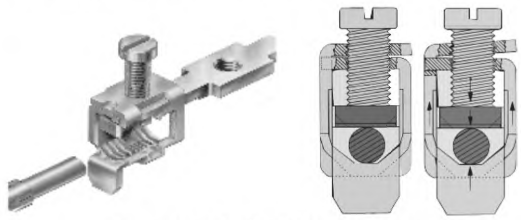


Рисунок 6.9 – Винтовая клемма

6.2.7.3 При монтаже зажима системы TOP (см. рисункок 6.10) провода следует подключать со стороны прижимного винта.

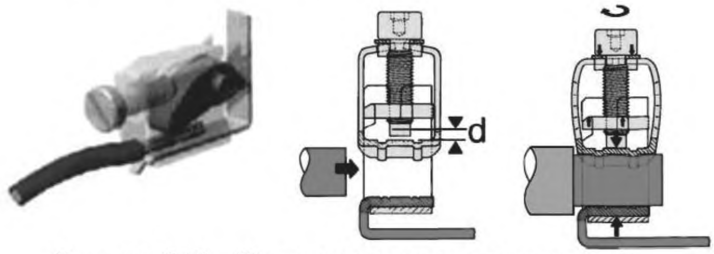


Рисунок 6.10 – Торцевое подключение проводов

6.2.7.4 При монтаже пружинного зажима (см. рисункок 6.11) пружину клеммы следует открыть с помощью отвертки и ввести проводник до упора. Один проводник рекомендуется подключать к одному зажиму. Длина снятия изоляции с провода должна соответствовать длине, указанной на клемме. Для защиты от расщепления гибких многожильных проводов рекомендуется лужение концов, допускается сварка и уплотнение проводов ультразвуком.



Рисунок 6.11 – Пружинный зажим

6.2.7.5 При монтаже зажима по технологии IDC (см. рисунок 6.12), провод вставляют в контактный элемент, при этом клеммы прорезают изоляцию провода и надежно зажимают его. Одножильные или многожильные провода следует вставлять непосредственно в зажим. Монтаж или демонтаж проводов производится отверткой, при помощи которой промежуточная колодка с вставленным проводом поворачивается до упора провода в контактную планку с прорезью.

Примечание – Контакт с планкой осуществляется автоматически, когда провод вставляется в клемму.

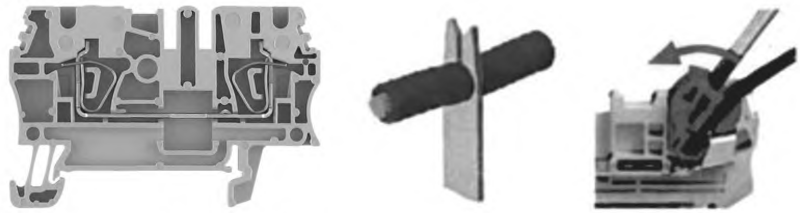


Рисунок 6.12 – Зажим в соответствии с технологией IDC

6.2.7.6 При монтаже штекерного зажима (см. рисунок 6.13) одножильный изолированный провод вставляют непосредственно в клемму через направляющую клетку. Подключение многожильного гибкого провода в штекерную клемму осуществляют с помощью гильзового кабельного наконечника.

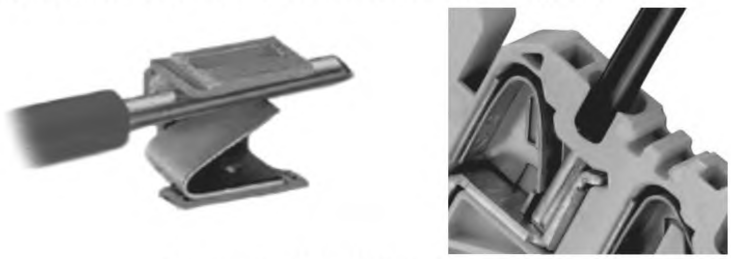


Рисунок 6.13 – Штекерный зажим

6.2.8 Для удобства монтажа в электроконструкциях рекомендуется использовать наборные зажимы, составленные из различного вида клемм.

На рисунке 6.14 представлены наборные зажимы с клеммами для различных диаметров проводов, с перемычками, с клеммами, содержащими предохранитель, с клеммами для подключения измерительной аппаратуры.

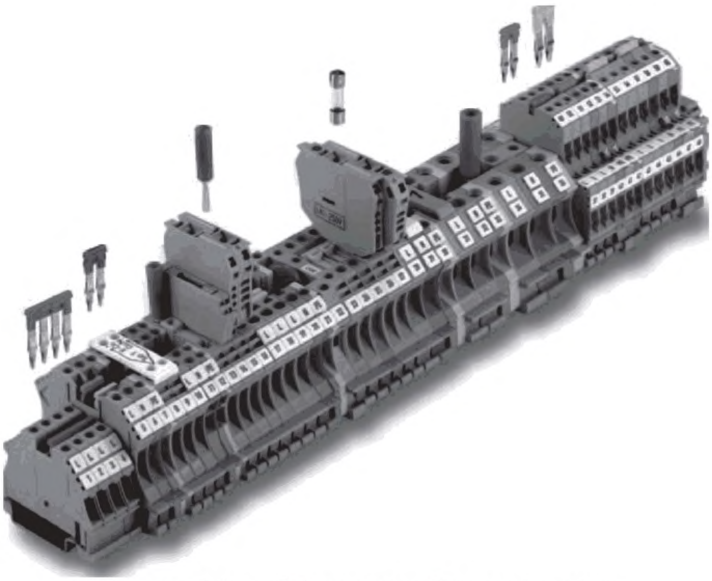
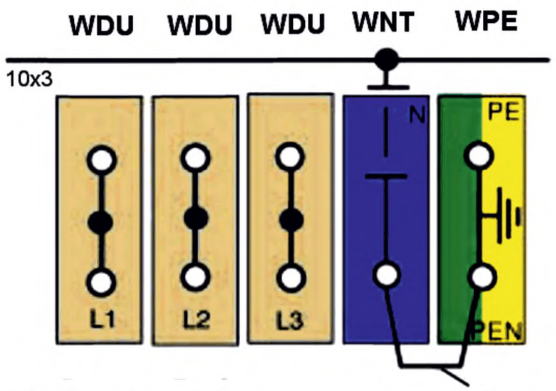


Рисунок 6.14 – Сборка из наборных зажимов

В сборках наборных зажимов наиболее часто используются:

- клеммы PE (рисунок 6.15) – для подсоединения и (или) разветвления проводников PE при помощи проводящего соединения с опорой;



WDU – проходные клеммы; WQB PEN – мостики для нейтральных клемм;
WNT – нейтральная клемма с размыкателем; WPE – винтовая заземляющая клемма

Рисунок 6.15 – Клеммы PE

- клеммы с предохранителем – для распределения напряжения и поддержания предохранительных вставок;

- многоэтажные распределительные клеммы – для подключения и (или) разветвления сигнальных, заземляющих или нейтральных проводов;

- шинные клеммы с расцепителем – для подключения проводов к нейтральной шине с возможностью разрыва этого соединения расцепителем в клемме;

- измерительные шинные клеммы с размыкателями для временного размыкания электрических цепей при выполнении измерений;

Примечание – Временное размыкание электрических цепей выполнять при отключенной нагрузке.

- шинные клеммы с размыкателями – для разрыва токовых цепей, не находящихся под нагрузкой.

6.2.9 Монтаж наборных электрических зажимов выполняют по РД с учетом 6.2.9.1 – 6.2.9.4.

6.2.9.1 Наборные электрические зажимы рекомендуется:

- собирать на DIN-рейках шириной 35 мм (согласно ГОСТ Р МЭК 60715 для TH35), размещаемых на электроконструкциях;

- размещать в горизонтальном, вертикальном или наклонном положении по отношению к поверхности панели на рамах или на изолирующих опорах;

- крепить винтами или самонарезающими винтами (саморезами) через отверстия в центре основания рейки (рисунок 6.16).



Рисунок 6.16 – DIN-рейка

6.2.9.2 При монтаже наборных электрических зажимов следует:

- отрезать рейку зажимов длиной, определяемой числом клемм наборных зажимов по РД;

Примечание – Клеммы защелкиваются на несущую рейку и защищаются от смещения концевым держателем. Между клеммами следует учитывать допуск на выравнивание рядов 0,2 мм.

- установить рейку на электроконструкции (в соответствии с РД);

- подготовить наборные зажимы в соответствии с РД, визуально проверить их состояние и очистить от пыли;

- установить и собрать зажимы на рейке;

- закрепить маркировочные колодки на собранных на рейке наборных зажимах (изображение *а)*, рисунок 6.17).

Зажимы, относящиеся к разным объектам оборудования, выделяют в отдельные группы (сборки). Комплектацию наборных зажимов в группы осуществляют на специальных профильных рейках, на которых можно разместить одновременно до 15 зажимов. Для электрического разделения групп зажимов устанавливают разделительные перегородки, выступающие над профилем клемм (изображение *б)*, рисунок 6.17).

При совместной установке зажимов на различные напряжения зажимы цепей 380/220 В и выше, относящиеся к разным объектам оборудования, также выделяют в отдельные группы (сборки). Их закрывают кожухами и снабжают предупредительной надписью с указанием напряжения.

В сборках наборных зажимов рекомендуется устанавливать резервные зажимы в количестве 10 % – 15 % от общего числа зажимов.

6.2.9.3 При монтаже сборок зажимов для обеспечения безопасности обслуживания рекомендуется выдерживать следующие расстояния:

- 30 – 50 мм от сборок зажимов до нижнего края щитка;

- 30 мм от рейки зажимов (скобы) до панели щитка;

- 150 мм между сборками зажимов при нескольких горизонтальных сборках.

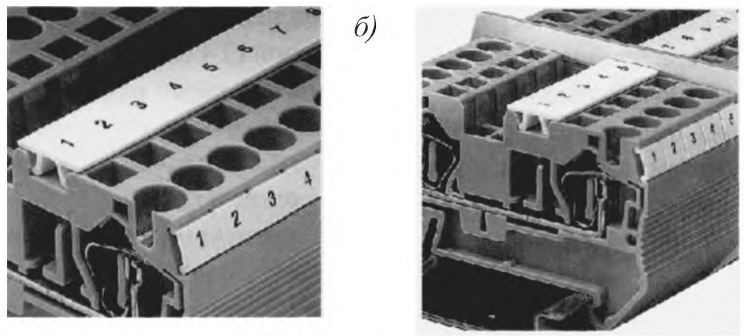
6.2.9.4 Для шунтирования двух наборных зажимов рекомендуется применять штекерные переходные перемычки, обеспечивающие соединение клемм различного номинального сечения (изображение *а)*, рисунок 6.18).

Примечания

1 Штекерные переходные перемычки позволяют объединять клеммы разных типоразмеров (например, клемму типоразмера 10 мм^2 с клеммой типоразмера 2,5 мм^2 или 4 мм^2) и за одну операцию шунтировать от 2 до 50 клемм (изображение *б)*, рисунок 6.18).

2 Шунтирование штекерными перемычками с пропусками (изображение *в)*, рисунок 6.18) осуществляется посредством изъятия отдельных контактных штырьков из стандартной перемычки. Таким образом, при помощи клеммной колодки можно параллельно поддерживать несколько потенциалов.

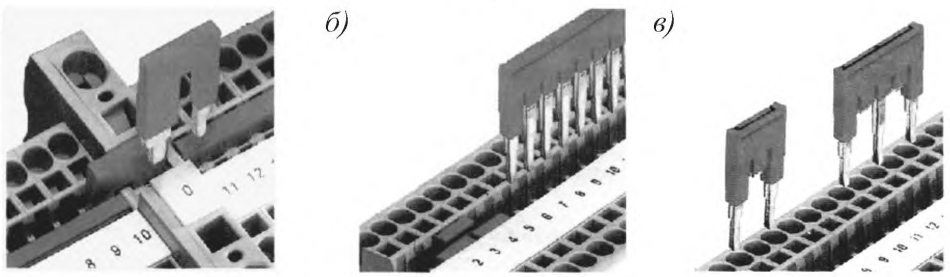
а) *б)*



а) маркировка; *б)* разделительные перегородки

Рисунок 6.17 – Наборные зажимы

а) *б)* *в)*



а) маркировка; *б)* шунтирование штекерными перемычками;

в) шунтирование перемычками с пропусками

Рисунок 6.18 – Шунтирование клемм перемычками

6.3 Монтаж проводок внутри электроконструкций

6.3.1 Общие рекомендации к монтажу электропроводок изложены в 6.3.1.1 – 6.3.1.10.

6.3.1.1 Монтаж проводок внутри электроконструкций включает прокладку, прозвонку, маркировку и подключение проводов и жил контрольных кабелей.

К началу выполнения монтажа должны быть полностью закончены работы по установке электроконструкций и оборудования, подводке к ним контрольных кабелей и монтажу концевых заделок.

6.3.1.2 На жилы многожильных кабелей в месте их выхода из-под защитных оболочек накладывают бандажи из поливинилхлоридной или хлопчатобумажной ленты или тонкого шпагата с последующим покрытием бандажа изоляционным лаком.

Жилы разделанных многожильных кабелей и проводов для защиты изоляции от старения и повреждений помещают в изоляционные трубки, или обматывают поливинилхлоридной лентой, или покрывают светостойким лаком.

Примечание – Для жил в поливинилхлоридной изоляции и изоляции из самозатухающего полиэтилена защита от старения не требуется.

6.3.1.3 Кабели рекомендуется крепить с помощью крепежных элементов: скоб, накладок, кабельных стяжек (хомутов), ленты с кнопками. Концы кабелей следует закреплять так, чтобы исключить возможность их смещения под действием собственной массы.

6.3.1.4 Место заделки контрольного кабеля должно находиться на расстоянии не более 150 мм от нижнего наборного зажима при горизонтальном расположении сборки зажимов.

Прокладку проводов и жил контрольных кабелей необходимо выполнять единообразными изгибами жил в жгуте без перекрещиваний.

Места прокладки проводов и жил контрольных кабелей должны быть легкодоступными для внешнего осмотра. При формировании жгута жил нескольких контрольных кабелей допускается скреплять одним бандажом.

6.3.1.5 При формировании потоков проводов рекомендуется следующее:

- выдерживать радиус изгиба для гибких одно- и многопроволочных проводов не менее пяти диаметров;

- избегать перекрещивания проводов при ответвлениях, а при необходимости перекрещивать их на выходе из основного потока или непосредственно у прибора;

- выполнять повороты одинаково и под прямым углом;

- производить бандажирование проводов в потоках на прямолинейных участках с шагом от 150 до 200 мм, а также во всех местах выхода проводов.

Концы жил и перемычек между зажимами на углах изгибают единообразно, а пучки длиной более 200 мм скрепляют бандажами. На концы жил проводов и кабелей надевают специальные оконцеватели из изоляционного материала или отрезки поливинилхлоридных трубок длиной около 10 мм для нанесения на них маркировочных обозначений.

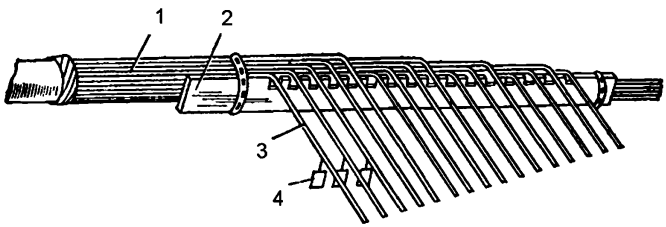
6.3.1.6 Провода необходимо выравнивать. Выравнивание провода через рукоятки пассатижей, отверток и других твердых предметов не допускается, во избежание повреждения изоляции.

Расстояние от верха зажимов до места изгиба провода должно быть не менее 50 мм.

6.3.1.7 Жгуты проводов и жил контрольных кабелей следует прокладывать в каналах в соответствии с РД свободно висящими или закрепленными вдоль сборок наборных зажимов по металлическим конструкциям панелей и шкафов, предназначенных для их крепления.

6.3.1.8 Места соприкосновения изоляции проводов и жил контрольных кабелей с металлическими конструкциями должны иметь дополнительную изоляцию из поливинилхлоридного пластиката по ГОСТ 5960.

6.3.1.9 Прокладку жгутов проводов и разводку жил контрольных кабелей к наборным зажимам следует выполнять с помощью коммутационной гребенки (рисунок 6.19).



1 – жилы кабеля; *2* – коммутационная гребенка;
3 – отогнутая жила кабеля; *4* – временная маркировочная бирка

Рисунок 6.19 – Разводка жил контрольного кабеля с применением коммутационной гребенки

Разводку жил рекомендуется проводить в следующем порядке:

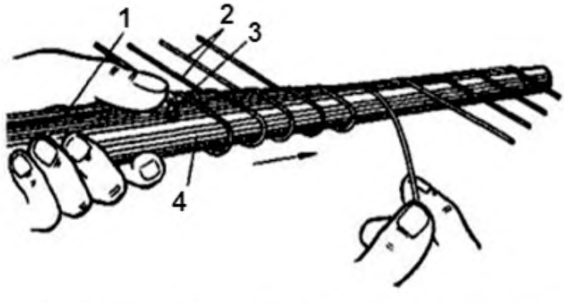
- для определения места изгибания первой отходящей жилы разделанный конец кабеля следует приложить к зажимам и временно скрепить монтажной лентой с кнопками, хомутом-пряжкой или изоляционной ПВХ лентой на расстоянии от 20 до 30 мм от места первого отвода;

- из разделанного конца кабеля или жгута проводов вывести и отогнуть жилу, присоединяемую к ближайшему зажиму;

- на разделанный конец кабеля наложить коммутационную гребенку таким образом, чтобы отогнутая от жгута первая жила попала в прорезь гребенки с номером, соответствующим порядковому номеру зажима;

- последовательно сверяя по чертежу РД номера жил и зажимов, к которым должны быть присоединены данные жилы, ввести жилы в соответствующие прорези коммутационной гребенки и изогнуть на 90° по отношению к кабелю или жгуту проводов.

6.3.1.10 Жилы, выведенные из разделанного конца кабеля или жгута проводов, изгибаются к наборным зажимам с помощью линейки-шаблона (рисунок 6.20), имеющей закругления радиусом не менее трех диаметров жилы.



1 – поток проводов; *2* – ответвляемый от потока провод;
3 – бандаж в месте ответвления провода; *4* – линейка-шаблон

Рисунок 6.20 – Применение линейки-шаблона для изгибания жил, отходящих от потока проводов к наборным зажимам

6.3.2 Монтаж проводов в каналах выполняют в соответствии с 6.3.2.1 – 6.3.2.3.

6.3.2.1 Прокладку потоков проводов в каналах рекомендуется начинать от оборудования с наибольшим количеством подключаемых проводов и жил кабелей.

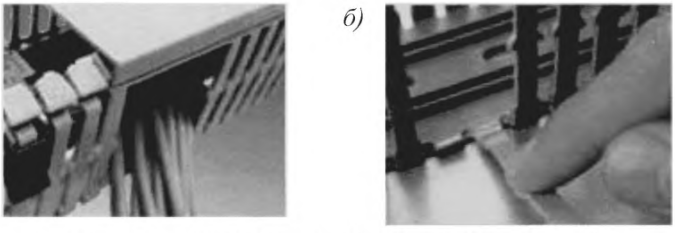
Провода в каждом слое потока следует укладывать так, чтобы исключалась возможность их перекрещивания. В местах размещения оборудования, реле и наборных зажимов ответвления проводов из потока необходимо выполнять в порядке их подключения.

6.3.2.2 Крепление проводов следует выполнять с использованием зажимов для фиксации проводов.

Концы проводов следует выводить через штампованные боковые гребенки у места подсоединения к наборным зажимам или выводам оборудования.

6.3.2.3 При необходимости вывода из канала большого количества проводов (изображение *а)*, рисунок 6.21) или при переходе в другой канал необходимо аккуратно выломить штампованные боковые гребенки клещами без образования неровных кантов (изображение *б)*, рисунок 6.21).

а) *б)*



а) вывод из канала проводов; *б)* выламывание боковых гребенок

Рисунок 6.21 – Монтаж проводов в каналах

6.3.3 Монтаж проводов свободно висящими жгутами без крепления к электроконструкции выполняют с учетом требований 6.3.3.1 – 6.3.3.2.

6.3.3.1 Монтировать провода свободно висящими жгутами без крепления к электроконструкции рекомендуется при большой насыщенности приборами. Провода должны быть собраны в жесткие жгуты круглой формы.

При монтаже свободно висящими жгутами не рекомендуется применять гибкие многопроволочные провода.

6.3.3.2 Крепить провода в жгутах необходимо стяжками (хомутами), устанав-

ливаемыми через 150 – 200 мм.

Провода свободно висящих жгутов следует прокладывать на расстоянии не менее 10 мм от поверхности электроконструкции.

6.3.4 Монтаж гибких соединений выполняют в соответствии с требованиями 6.3.4.1 – 6.3.4.6.

6.3.4.1 Переход проводов второстепенных цепей с неподвижной на подвижную (выдвигаемую, открываемую и т.п.) часть электроконструкции следует выполнять проводами с многопроволочной медной жилой, в виде петли, называемой гибким компенсатором.

Примечания

1 Допускается выполнять гибкий компенсатор проводами с однопроволочной медной жилой, если не требуется выдвигать или открывать подвижную часть электроконструкции, при этом провода должны изгибаться, а не скручиваться.

2 Провода гибкого компенсатора рекомендуется защищать металлическим рукавом или поливинилхлоридной трубкой. Место выхода провода из металлического рукава или поливинилхлоридной трубки обматывают несколькими слоями изоляционной ленты.

Применение алюминиевых проводов для гибких компенсаторов не допускается.

Гибкое соединение в виде жгута, выполняемое петлей (гибкий компенсатор), должно иметь длину не менее 550 мм.

6.3.4.2 При монтаже гибких соединений вспомогательных цепей рекомендуется следующее:

- подводить провода к месту присоединения кратчайшим путем;

- минимизировать число перекрещиваний между потоками проводов;

- следить, чтобы потоки проводов не закрывали доступ к наборным зажимам, выводам приборов и аппаратов и не мешали их замене;

- объединять по возможности в один поток провода, относящиеся к одному аппарату или группе однородных аппаратов;

- укладывать в нижний слой при многослойных потоках провода, наиболее удаленные от наборных зажимов аппаратов и приборов;

- собирать в одном ряду провода, наиболее близкие друг к другу в местах при-

соединения к аппаратам;

- соблюдать однотипность крепления и формирования потоков проводов;

- осматривать провода до укладки потока, выправлять вытяжкой и протирать ветошью, пропитанной стеарином или парафином;

- устранять при формировании и прокладке потоков волнистость проводов, образующуюся в результате сильной перетяжки бандажей;

- укладывать провода в потоке плотно и строго параллельно друг другу;

- выравнивать потоки проводов после каждого крепления;

- соблюдать горизонтальность и вертикальность потоков и отдельных проводов (отклонения допускаются не более 6 мм на 1 м длины потока);

- выполнять перекрещивания и ответвления проводов от основного потока, а также повороты одинаково и под прямым углом;

- уделять особое внимание изгибу первого провода, так как по нему формируется поворот всего потока.

6.3.4.3 Гибкие соединения допускается выполнять разъемными, присоединяемыми через дополнительные наборные зажимы, и неразъемными.

6.3.4.4 При большом количестве проводов жгут проводов в гибком соединении следует разделять на 2 – 3 жгута по 10 – 15 проводов в каждом. В этом случае жгуты проводов в гибком соединении рекомендуется выполнять в несколько рядов.

6.3.4.5 Жгут проводов в гибком соединении должен иметь круглую форму и неплотный повив. Для придания жгуту круглой формы рекомендуется добавлять «холостые» провода в качестве заполнителей.

6.3.4.6 При необходимости механической защиты жгут гибкого соединения следует заключать в металлический или полимерный рукав, который должен быть закреплен на неподвижной и подвижной частях панели крепеж-клипсами (рисунок 6.22). Срез рукава необходимо зачистить от заусенцев и завальцевать. Жгут до затяжки в металлический рукав следует обмотать поливинилхлоридной лентой в один слой, а в местах выхода из металлического рукава – в несколько слоев.



Рисунок 6.22 – Крепеж-клипса для крепления полимерных и металлических рукавов (d = 16 – 50 мм)

6.4 Маркировка кабелей, проводов и жил контрольных кабелей

6.4.1 Маркировку кабелей, проводов и жил контрольных рекомендуется выполнять по 6.4.1.1 – 6.4.1.7.

6.4.1.1 Кабели, провода и жилы контрольных кабелей в местах подключения к наборным зажимам, выводы приборов и аппаратов, а также наборные зажимы должны иметь маркировку в соответствии с РД (рисунок 6.23).



Рисунок 6.23 – Используемая маркировка проводов и кабелей

Маркировать провода внутренних соединений следует согласно электрическим схемам соединений, а внешних – согласно электрическим схемам подключений.

6.4.1.2 Маркировка должна:

- быть читаемой, различимой;

- находиться на видном месте, не закрытом приборами, аппаратурой и проложенными проводами;

- наноситься на концах проводов, а при необходимости – на видимых частях по их длине.

6.4.1.3 В случае применения зависимой маркировки проводов (ГОСТ Р 50509–93, пункт 3.4.1 а), она может включать или не включать маркировку оборудования.

Примечание – При определении соединений узлов оборудования могут быть затруднения, если в маркировке проводов используется только маркировка зажимов. Для исключения подобных ситуаций в маркировку проводов вносят маркировку оборудования.

6.4.1.4 Провода могут иметь дополнительную маркировку. В дополнительной маркировке рекомендуется использовать буквы и цифры. Допускается также использовать цветовую маркировку или соответствующие обозначения. Дополнительную маркировку следует отделять от основной маркировки знаками препинания (или, например, наклонной чертой). В некоторых случаях, когда дополнительная маркировка достаточна, нет необходимости в основной маркировке.

6.4.1.5 Для обозначения знака фазы рекомендуется использовать прописные буквы, цифры или сочетания букв и цифр для обозначения фазных проводов в порядке фазовой последовательности.

Нейтраль проводов цепей переменного тока должна быть обозначена буквой N.

Примечание – Для удобства считывания информации цифровые, буквенные обозначения или сочетания букв и цифр, применяемые для обозначения фаз, должны быть помещены между наклонными чертами (например, /8/).

6.4.1.6 Для обозначения полярности провода цепи постоянного тока следует использовать следующую маркировку:

- (+) – для положительного полюса;

- (-) – для отрицательного полюса;

- (М) – для среднего провода цепи постоянного тока.

Примечание – Если в обозначении может возникнуть неясность между тире и знаком отрицательного полюса, то отрицательный полюс должен быть обозначен: (-).

6.4.1.7 В маркировках, включающих в себя различные элементы, каждый элемент должен отличаться от других:

- интервалом или соответствующим знаком (например, тире);

- применением различных типографских шрифтов;

- расположением в колонку.

Для облегчения считывания различные элементы, составляющие маркировку, должны быть записаны в колонку или в строку и считываться сверху вниз и слева направо:

- либо вдоль оси провода (продольная маркировка);

- либо перпендикулярно оси провода (поперечная маркировка).

Если обозначение состоит только из цифр «6» или «9», то после них нужно ставить точку.

6.4.2 Способы маркировки и методы нанесения надписей при маркировке на кабели, провода и жилы контрольных кабелей, выводы приборов и аппаратов и наборных электрических зажимов указаны в 6.4.2.1 – 6.4.2.3.

6.4.2.1 Способы маркировки различаются:

- возможностью замены (постоянная, легкоснимающаяся, временная);

- материалом (бумага, пластик, фольга);

- свойствами (цвет, стойкость к воздействиям среды, изолирующая способность, пожарная безопасность и т.п.);

- методами нанесения надписи;

- способами крепления (бирка, клипса, трубка, вставка, клей);

- используемыми инструментами и оборудованием;

- стоимостью;

- по сроку эксплуатации.

6.4.2.2 Выбор способов маркировки определяется РД. Основные используемые способы маркировки представлены в приложении Б.

6.4.2.3 Для маркировки на кабели, провода и жилы контрольных кабелей, выводы приборов и аппаратов, наборных электрических зажимов используются следующие методы нанесения надписей:

- применение маркировочных элементов заводского изготовления;

- нанесение надписей вручную с помощью несмываемых маркеров;

- применение машинок для холодного тиснения;

- применение машинок для горячего тиснения;

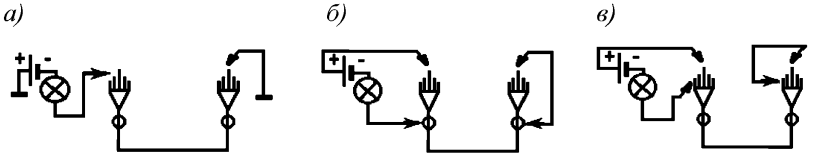
- применение специализированных автономных портативных термотрансферных принтеров;

- применение универсальных матричных или лазерных принтеров;

- применение обычных лазерных принтеров (при использовании сменных клипс для маркировки).

6.4.3 Методы прозвонки проводов и жил контрольных кабелей указаны в 6.4.3.1 – 6.4.3.2.

6.4.3.1 Прозвонку проводов и жил кабелей небольшой длины рекомендуется производить пробником (рисунок 6.24).



а) поочередное заземление жил на удаленном конце;

б) использование металлической оболочки кабеля в качестве обратного провода;

в) использование одной из жил кабеля в качестве обратного провода

Рисунок 6.24 – Схема прозвонки кабеля пробником

6.4.3.2 Прозвонку проводов или кабелей, находящихся на большом расстоянии друг от друга или в разных помещениях, рекомендуется проводить с помощью переговорного устройства или двух телефонных трубок, соединенных по схеме, приведенной на рисунке 6.25.

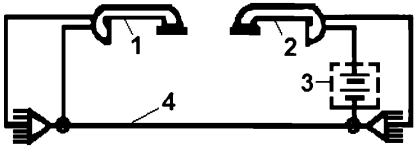


Рисунок 6.25 – Схема прозвонки кабеля с помощью телефонных трубок

6.5 Присоединение проводов и жил контрольных кабелей

6.5.1 Рекомендации по присоединению проводов и жил контрольных кабелей изложены в 6.5.1.1 – 6.5.1.6.

6.5.1.1 Кабели, как правило, следует присоединять к наборным зажимам.

Присоединение двух медных жил кабеля под один винт не рекомендуется, а двух алюминиевых жил не допускается.

6.5.1.2 Допускается присоединять кабели непосредственно к выводам измерительных трансформаторов или отдельным элементам аппаратуры (согласно ПУЭ [2] (раздел 3.4)).

6.5.1.3 По условиям механической прочности:

а) жилы контрольных кабелей для присоединения под винт к зажимам панелей и аппаратов должны иметь сечения не менее:

1) 1,5 мм^2 (а при использовании специальных зажимов – не менее 1,0 мм^2) для меди и 2,5 мм^2 для алюминия;

2) для токовых цепей – 2,5 мм^2 для меди и 4 мм^2 для алюминия;

б) для неответственных второстепенных цепей, для цепей контроля и сигнализации допускается присоединение под винт кабелей с медными жилами сечением 1 мм^2;

в) в цепях с рабочим напряжением 100 В и выше сечение медных жил кабелей, присоединяемых пайкой, должно быть не менее 0,5 мм^2;

г) в цепях с рабочим напряжением 60 В и ниже диаметр медных жил кабелей, присоединяемых пайкой, должен быть не менее 0,5 мм. В устройствах связи телемеханики линейные цепи следует присоединять к зажимам под винт.

6.5.1.4 Присоединение однопроволочных жил (под винт или пайкой) допускается осуществлять только к неподвижным элементам аппаратуры. Присоединение жил к подвижным или выемным элементам аппаратуры (втычным соединителям, выемным блокам и др.), а также к панелям и оборудованию, подверженным вибрации, следует выполнять гибкими (многопроволочными) жилами.

Жилы проводов и контрольных кабелей при присоединении к зажимам долж-

ны иметь достаточный запас по длине для возможности повторного присоединения к зажимам в случае обрыва.

6.5.1.5 Провода и жилы кабелей у сборок зажимов и перемычки между зажимами должны иметь одинаковые углы изгиба. Жгуты проводов длиной более 200 мм должны быть скреплены бандажами.

Изгибать провода при прокладке необходимо с применением шаблона.

Изгибать однопроволочные жилы медных и алюминиевых проводов и жилы контрольных кабелей в кольцо необходимо с помощью круглогубцев или специальных механизмов и приспособлений.

Примечание – Применение пассатижей (плоскогубцев) для изгибания проводов и жил кабелей не допускается.

6.5.1.6 Заземление во вспомогательных цепях трансформаторов тока следует предусматривать в одной точке на ближайшей от трансформаторов тока сборке зажимов или на зажимах трансформаторов тока.

Вторичные обмотки промежуточных разделительных трансформаторов тока допускается не заземлять.

Вторичные обмотки трансформатора напряжения должны быть заземлены соединением нейтральной точки или одного из концов обмотки с заземляющим устройством.

Заземление вторичных обмоток трансформатора напряжения должно быть выполнено, как правило, на ближайшей от трансформатора напряжения сборке зажимов или на зажимах трансформатора напряжения.

Допускается объединение заземляемых вспомогательных цепей нескольких трансформаторов напряжения одного распределительного устройства общей заземляющей шиной.

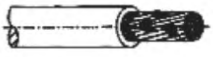
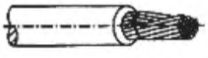
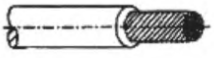
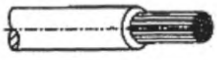
6.5.2 Подготовка проводов и жил контрольных кабелей к присоединению выполняется согласно 6.5.2.1 – 6.5.2.5.

6.5.2.1 При снятии изоляции металлическая жила и остающаяся изоляция не должны быть повреждены (рисунок 6.26, таблица 6.5).



Рисунок 6.26 – Правильно снятая изоляция

Таблица 6.5 – Возможные ошибки при снятии изоляции

 неровный разрез изоляции	 остатки изоляции на проводе	 повреждение изоляции провода
 отдельные жилы повреждены или разрезаны	 отдельные жилы слишком сильно скручены	 отдельные жилы слишком сильно выпрямлены

6.5.2.2 Для снятия изоляции необходимо применять инструмент, рассчитанный на используемые сечения и толщины изоляции провода.

Рекомендуется применять ручной инструмент, который автоматически настраивается на сечение провода и толщину изоляции. Применение обычных ножей не допускается.

6.5.2.3 При обжиме многожильных проводов и жил контрольных кабелей трубчатая заготовка наконечника должна полностью заполняться жилами кабеля и выступать из трубки не более чем на 0,5 мм.

6.5.2.4 Наконечники и инструмент для их обжима должны подбираться в зависимости от сечения и формы жил проводов и жил контрольных кабелей (рисунок 6.27). Следует использовать сертифицированные инструменты и наконечники высокого качества.

6.5.2.5 При обжиме кабельных наконечников не допускаются следующие дефекты монтажа:

- трещины на трубках наконечника;
- разрывы гильзы наконечника;
- несимметричный обжим;

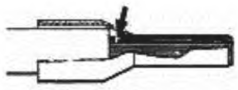
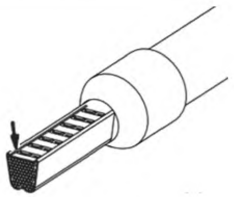
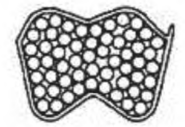
- сильные наплывы по граням после обжима;
- гильза не заполнена проводом полностью;
- отдельные жилки выбиваются из наконечника;
- отдельные жилки раздавлены и порваны;
- повреждена пластиковая втулка наконечника;
- неизолированный провод торчит из пластиковой втулки;
- трубка изогнута после обжима.

В таблице 6.6 показаны наиболее типичные ошибки.



Рисунок 6.27 – Правильно надетый наконечник

Таблица 6.6 – Типичные ошибки при обжиме кабельных наконечников

 раздавленные или порванные жилки внутри наконечника	 вытащенные жилки из наконечника	 образование трещин на боковых ребрах, ребра трубки наконечника разорваны
 образование трещин в местах контакта с обжимным инструментом	 несимметричная форма обжима с образованием наплыва	 несимметричная форма обжима с образованием наплыва

6.6 Монтаж регулирующих органов и исполнительных механизмов

6.6.1 Регулирующие органы (РО) и исполнительные механизмы (ИМ) необходимо монтировать в строгом соответствии с РД, ПУЭ [2], с соблюдением требований СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011 (пункты 7.6.2 – 7.6.4) и правил охраны труда (СП 49.13330).

Примечание – Примером основных типов РО в системах кондиционирования и вентиляции являются: воздушные заслонки, регулирующие клапаны, вентиляторы и насосы, а в качестве ИМ, как правило, используются сервоприводы.

6.6.2 При производстве монтажных работ необходимо выполнять следующие правила:

- регулирующие клапаны следует устанавливать вертикально или горизонтально;
- не рекомендуется установка регулирующих клапанов штоком вниз;
- монтаж клапанов необходимо выполнять таким образом, чтобы направление потока совпадало с направлением, указанным стрелкой на корпусе клапана;
- сочленение штока клапана и вала воздушной заслонки с сервоприводами осуществляется с помощью креплений, поставляемых в комплекте.

6.7 Требования к контролю выполнения работ

6.7.1 Контроль выполняемых работ по устройству систем управления инженерным оборудованием зданий и сооружений рекомендуется проводить в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.15.8-2011 (раздел 9).

6.7.2 Проверку в процессе и по окончании монтажа должны выполнять специалисты монтажной организации, а проверку при пусконаладочных работах – персонал пусконаладочной организации или лица, получившие право проверки по договору с техническим заказчиком.

6.7.3 В процессе выполнения работы контролируют правильность установки и монтажа аппаратуры, приборов, наборных зажимов и проводок в соответствии с РД и технической документацией (инструкций) предприятий-изготовителей.

6.7.4 По окончании электромонтажных работ необходимо проверить:

- правильность и надежность крепления аппаратов, приборов, наборных зажимов и проводок;

- надежность пайки или опрессовки наконечников – выборочно проверяется механическая прочность;

- надежность подключения проводников к наборным зажимам и выводам электроаппаратов;

- правильность маркировки на оконцевателях (по 6.4.1.2);

- визуально качество окраски металлоконструкций, шин;

- правильность расцветки проводов (по ПУЭ [2] (пункт 2.1.31));

- читаемость и правильность надписей (по 6.4.1.7);

- наличие на реле и приборах пломб и уплотнений.

6.7.5 Правильность монтажа вспомогательных цепей в пределах электроконструкции следует определять с помощью пробника по уточненным схемам. Во избежание ошибок проверяемый участок должен быть подготовлен без обходных цепей.

6.7.6 Внутренние соединения станций и щитов управления следует проверять путем внешнего осмотра проложенных по панелям проводов с последующей прозвонкой по 6.4.3.

6.7.7 Контактные соединения следует проверять контрольной затяжкой винтов и гаек, через которые осуществляется электрический контакт проводов и жил контрольных кабелей со сборками наборных зажимов, приборами и другими аппаратами вспомогательных цепей.

6.7.8 Испытывать изоляцию всех элементов вторичного устройства необходимо при всех рабочих положениях ключей управления и переключателей (как фиксированных, так и не фиксированных).

6.7.9 Электрические испытания вспомогательных цепей следует выполнять в соответствии с ПУЭ [2] (пункт 1.8.37) и ПТЭ [3] (приложение 3).

7 Рекомендации по настройке модулей управления

7.1 Общие положения

7.1.1 Модуль управления (регулятор) автоматизированной системы обеспечивает функционирование объекта управления, анализирует его состояние и вырабатывает управляющее воздействие. Регулятор может быть выполнен как отдельное устройство, так и в виде совокупности нескольких устройств с контроллером, реализующим прикладную программу регулирования.

7.1.2 Настройка замкнутых систем автоматического регулирования в процессе пусконаладки сводится к выбору оптимальных параметров регуляторов по типовым критериям качества регулирования. Для наиболее распространенных регуляторов такими параметрами являются:

- $k_р$ – для пропорционального регулятора (П-регулятора);
- $k_р$, $T_и$ – для пропорционально-интегрального регулятора (ПИ-регулятора);
- $k_р$, $T_и$, $T_д$ – для пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора (ПИД-регулятора).

Выбор параметров может быть произведен как при наличии экспериментально снятых динамических характеристик объекта управления, так и при их отсутствии.

7.2 Настройка регуляторов по динамическим характеристикам объекта

7.2.1 При настройке регуляторов по динамическим характеристикам объекта регулирования рекомендуется применять способ настройки по временным характеристикам объекта с выполнением следующих операций:

- снятие кривой разгона (кривая отклика регулируемого параметра на ступенчатое изменение регулирующего воздействия);

- построение переходной характеристики;

- сравнение полученных характеристик с типовыми и определение типа регулятора;

- определение параметров объекта $\tau_{об}$, $T_{об}$, $\varepsilon_{об}$, $k_{об}$;

- расчет и установка значений настроек регулятора.

7.2.2 Снятие кривой разгона требует выполнения ряда условий:

- место и способ нанесения скачкообразного изменения регулирующего воздействия должны соответствовать возможным реальным изменениям в настраиваемом контуре регулирования;

- для систем стабилизации кривая разгона должна сниматься в окрестности рабочей точки процесса;

- для выявления асимметрии объекта необходимо наносить как положительные, так и отрицательные скачки управляющего воздействия с последующим усреднением характеристик;

- при наличии шумов и помех рекомендуется снимать несколько кривых разгона с последующим их наложением друг на друга и усреднением;

- снятие кривых разгона рекомендуется производить при стабильных режимах технологического оборудования, когда воздействие случайных процессов маловероятно (например, в ночные смены);

- амплитуда скачкообразного возмущения не должна превышать допустимых значений.

Для удобства обработки кривой разгона ее следует привести к виду переход-

ной характеристики h(t), нормировать (начальное значение регулируемого параметра в момент нанесения скачка управляющего воздействия принимается за «0», установившееся – за «1») и провести прямую через точку перегиба А (рисунок 7.1). Полученная ломаная кривая, аппроксимирующая переходную характеристику h(t), используется при определении параметров регулятора.

7.2.3 По переходной характеристике h(t) и ломаной кривой (рисунок 7.1) определяют параметры, характеризующие объект регулирования: значение h_A в точке перегиба А; значение h_B принимается равным 0,80 – 0,85 (точка В); моменты времени t_A, t_B в точках А и В; $\tau_э$, $T_{об.}$ – времена задержки переходной характеристики и аппроксимирующей кривой соответственно, $\tau_д$ – длительность переходной задержки.

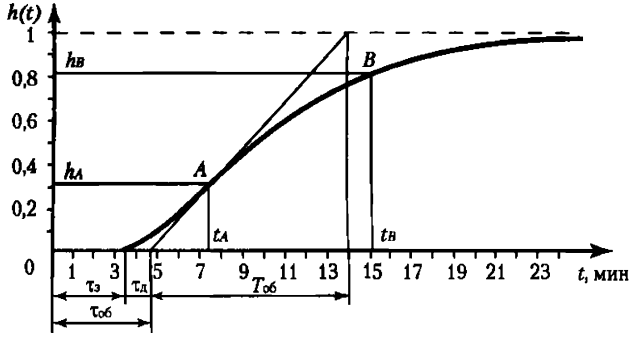


Рисунок 7.1 – Кривая разгона

Передаточная функция определяется по формуле:

$$W_п(p) = \tau_д \frac{t_в \ln(1-h_A) - t_A \ln(1-h_B)}{\ln(1-h_A) - \ln(1-h_B)} \quad (1)$$

Полное время запаздывания $\tau_{об}$ равно:

$$\tau_{об} = \tau_з + \tau_д \quad (2)$$

Коэффициент усиления объекта $k_{об}$ определяется как отношение приращения выходного сигнала к приращению управляющего воздействия в окрестности рабочей точки.

7.2.4 Для быстрой приближенной оценки значения параметров настройки рекомендуется использовать расчетный метод определения уставок регуляторов по характеристикам объекта $k_{об}$, $T_{об}$, $\tau_{об}$.

Расчет параметров для объектов регулирования с самовыравниванием следует проводить по формулам таблицы 7.1, для объектов регулирования без самовыравнивания – по формулам таблицы 7.2.

В формулах таблиц 7.1 и 7.2 предполагается, что регулятор настраивается с зависимыми настройками, передаточная функция которого имеет вид:

$$W_{\text{р}}(p) = k_{\text{р}} \cdot \left(1 + \frac{1}{T_{\text{и}} p} + T_{\text{д}} p\right) \qquad (3)$$

Таблица 7.1 – Формулы для расчета параметров настройки регуляторов объектов с самовыравниванием

Регулятор	Типовой процесс регулирования		
	апериодический	с 20 % перерегулированием	I_{min}
П	$k_p = \frac{0{,}3}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$	$k_p = \frac{0{,}7}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$	$k_p = \frac{0{,}9}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$
ПИ	$k_p = \frac{0{,}6}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$ $T_{\text{и}} = 0{,}6 \cdot T_{об}$	$k_p = \frac{0{,}7}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$ $T_{\text{и}} = 0{,}7 \cdot T_{об}$ $(T_{\text{и}} = \tau_{об} + 0{,}3 \cdot T_{об})$	$k_p = \frac{1}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$ $T_{\text{и}} = T_{об}$
ПИД	$k_p = \frac{0{,}95}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$ $T_{\text{и}} = 2{,}4 \cdot \tau_{об}$ $T_{\text{д}} = 0{,}4 \cdot \tau_{об}$	$k_p = \frac{1{,}2}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$ $T_{\text{и}} = 2 \cdot \tau_{об}$ $T_{\text{д}} = 0{,}4 \cdot \tau_{об}$	$k_p = \frac{1{,}4}{k_{об} \cdot \tau_{об} / T_{об}}$ $T_{\text{и}} = 1{,}3 \cdot \tau_{об}$ $T_{\text{д}} = 0{,}5 \cdot \tau_{об}$

I_{min} – процесс регулирования с минимальным интегральным показателем

7.2.5 Динамические характеристики рекомендуется снимать после испытаний отдельных аппаратов и устройств автоматизированной системы.

Таблица 7.2 – Формулы для расчета параметров настройки регуляторов объектов без самовыравнивания

Регулятор	Типовой процесс регулирования		
	апериодический	с 20 % перерегулированием	I_{min}
П	$k_р = \frac{0,4}{\tau_{об} / T_{об}}$	$k_р = \frac{0,7}{\tau_{об} / T_{об}}$	–
ПИ	$k_р = \frac{0,4}{\tau_{об} / T_{об}}$ $T_и = 0,6 \cdot T_{об}$	$k_р = \frac{0,7}{\tau_{об} / T_{об}}$ $T_и = 3 \cdot T_{об}$	$k_р = \frac{1}{\tau_{об} / T_{об}}$ $T_и = 4 \cdot T_{об}$
ПИД	$k_р = \frac{0,6}{\tau_{об} / T_{об}}$ $T_и = 5 \cdot \tau_{об}$ $T_д = 0,2 \cdot \tau_{об}$	$k_р = \frac{1,1}{\tau_{об} / T_{об}}$ $T_и = 2 \cdot \tau_{об}$ $T_д = 0,4 \cdot \tau_{об}$	$k_р = \frac{1,4}{\tau_{об} / T_{об}}$ $T_и = 1,6 \cdot \tau_{об}$ $T_д = 0,5 \cdot \tau_{об}$

Пример

Настройка регулируемого параметра – температуры Т.

1 Подключить приборы для регистрации регулируемого параметра Т и провести измерения:

показаний измерителя-регулятора в определенные моменты времени, отсчитываемые по секундомеру (для инерционного объекта);

показаний измерителя-регулятора с помощью компьютера, оснащенного блоком последовательного интерфейса (для всех объектов);

2 Отключить выход регулятора и с помощью ручного управления установить регулирующий орган в среднее положение;

3 Включить автоматизированную систему и после выхода на установившийся режим, определить начальное значение регулируемого параметра - температуры Т;

4 Подать на ИМ напряжение $U_р$ = 0 В и зафиксировать начало нанесения возмущений температуры $T_{нач}$ = 0;

5 Регистрировать изменение температуры в помещении во времени до момента, при котором в помещении установится новое значение температуры $T_{уст}$ и построить график;

6 Построить графики изменения температуры при подаче на вход ИМ напряжений $U_р$ = 5 В (среднее положение регулирующего органа), 10 В (максимальное отклонение регулирующего органа) и снова 5 В (возврат в среднее положение);

7 На основании снятых кривых определить усредненную кривую разгона (рисунок 7.2);

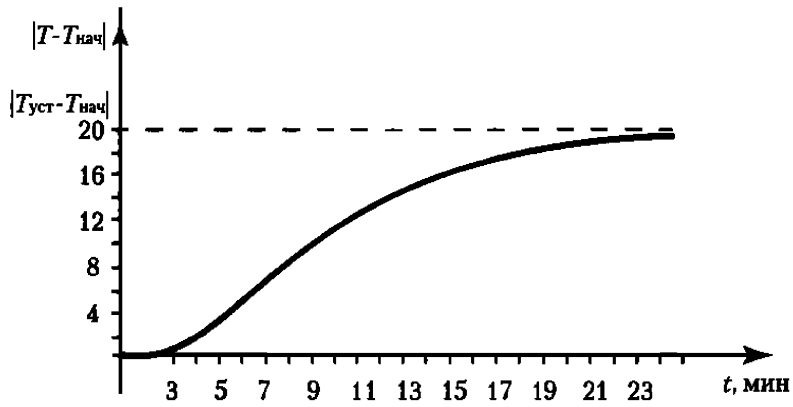


Рисунок 7.2 – Усредненная кривая разгона

8 Пронормировать кривую по разности температур $|T_{уст} - T_{нач}|$ и построить переходную характеристику h(t), подобную характеристике на рисунке 7.1;

9 Определить параметры объекта регулирования:

$$k_{об} = \frac{T_{уст} - T_{нач}}{\Delta U_{р}} \quad (4)$$

$$\tau_{об} = \tau_{д} + \tau_{з} \quad (5)$$

10 По полученным характеристикам объекта и формулам таблицы 7.1 определить параметры настройки регулятора;

11 Установить выбранные параметры в соответствии с инструкцией по эксплуатации регулятора, снять переходную характеристику замкнутой системы и по ее виду при необходимости провести корректировку параметров;

12 Произвести выбор способа регулирования, руководствуясь результатами анализа объекта управления.

7.3 Настройка регуляторов без снятия динамических характеристик объекта

7.3.1 Настройку регуляторов без снятия динамических характеристик в смонтированных и работоспособных автоматизированных системах осуществляют экспериментально.

7.3.2 Одним из методов настройки без снятия динамических характеристик

является последовательное изменение настроек при фиксации формы характеристики переходного процесса.

Для настройки ПИ-регулятора при максимальном значении времени $T_и$ (см. таблицу 7.1) следует в несколько приемов увеличить $k_р$, и при каждом новом значении $k_р$ анализировать кривую переходного процесса по выбранному критерию качества. Необходимо зафиксировать $k_р$, соответствующий оптимальному критерию в этой серии опытов, и изменять $T_и$, определяя его значение, соответствующее наилучшей форме переходного процесса по выбранному критерию. Процедуру следует повторять до тех пор, пока любое изменение (увеличение или уменьшение) $k_р$ и $T_и$ не будет приводить к ухудшению формы характеристики переходного процесса.

Из-за большого числа подобных процедур данный метод настройки является трудоемким и малоэффективным.

7.3.3 Более приемлемым является метод незатухающих колебаний. Для регулировки данным методом необходимо выключить интегральную и дифференциальную составляющие регулятора ($T_и = \infty$, $T_р = 0$), в результате чего система переведется в пропорциональный закон регулирования (П-регулятором), регулируемую величину можно будет определить одним из способов по 7.1.

Путем последовательного увеличения $k_р$, с одновременной подачей небольшого скачкообразного изменения коэффициента усиления, необходимо добиться возникновения в системе незатухающих колебаний с периодом $T_{кр}$ (рисунок 7.3), фиксируя при этом значение $k_{кр}$, соответствующее значению $T_{кр}$, и по полученным $k_{кр}$ и $T_{кр}$ рассчитать параметры настройки регулятора из соотношений:

- для П-регулятора $k_р = 0{,}55k_{кр}$;
- для ПИ-регулятора $k_р = 0{,}45T_{кр}$; $T_и = T_{кр}/1{,}2$;
- для ПИД-регулятора $k_р = 0{,}6k_{кр}$; $T_и = T_{кр}/2$; $T_Д = T_{кр}/8$.

7.3.4 Во избежание аварийных ситуаций, возникающих на некоторых объектах при выходе за критический режим, применяют метод затухающих колебаний, используя пропорциональную составляющую (П-регулятор).

Увеличивая $k_р$, добиваются затухающего переходного процесса отработки не-

большого изменения сигнала задания с декрементом затухания $D=\ln(A_1/A_3)=1/4$ (рисунок 7.4). Далее следует определить $T_{кр}$, по которому $T_и$ и $T_Д$ находятся из соотношений:

- для ПИ-регулятора $T_и = T_{кр}/6$;

- для ПИД-регулятора $T_и = T_{кр}/6$; $T_Д = T_{кр}/1{,}5$.

Полученные значения $T_и$ и $T_Д$ следует установить на регуляторе и экспериментально уточнить $k_р$ (обычно $k_р$ составляет 70 % – 80 % $k_{кр}$), при котором декремент затухания D равен 1/4 или 1/5.

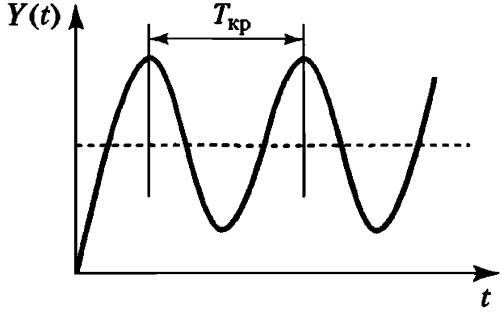


Рисунок 7.3 – Форма сигнала в методе незатухающих колебаний

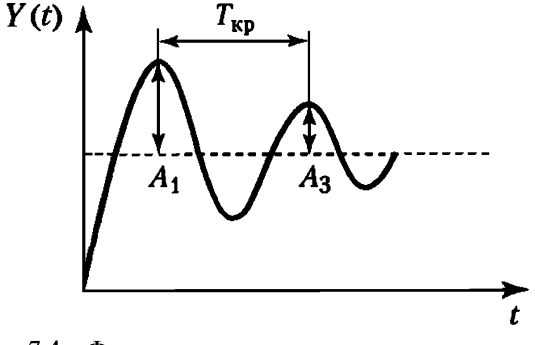


Рисунок 7.4 – Форма сигнала в методе затухающих колебаний

7.4 Рекомендации по регулированию температуры и влажности воздуха в автоматизированных системах вентиляции

7.4.1 Регулирование температуры и влажности воздуха в АС вентиляции осуществляют с применением адиабатных увлажнителей, позволяющих оптимизиро-

вать требуемые режимы температуры и влажности, одним из нижеперечисленных способов:

- регулирование по точке росы по 7.4.2;

- двухпозиционное регулирование по 7.4.3;

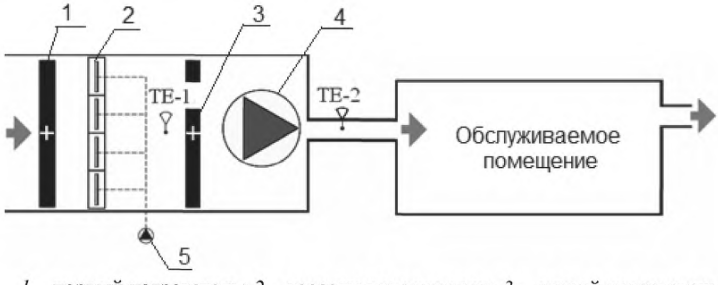
- ступенчатое регулирование по 7.4.4.

7.4.2 В схеме регулирования температурно-влажностного режима по точке росы (рисунок 7.5) процесс регулирования должен осуществляться по показаниям датчиков ТЕ-1 и ТЕ-2 и включать в себя следующие операции:

- датчиком точки росы ТЕ-1 измеряется абсолютная влажность воздуха, поступающего из увлажнителя, и осуществляется управление нагревателем 1 для достижения заданного режима;

- управление вторым нагревателем 3 осуществляется по показаниям канального датчика температуры ТЕ-2;

- в момент, когда требуется увлажнение, запускается насос 5 и вода подается на все кассеты 2 увлажнителя.



1 – первый нагреватель; *2* – кассеты увлажнителя; *3* – второй нагреватель; *4* – вентилятор; *5* – насос; ТЕ-1 – датчик точки росы; ТЕ-2 – датчик температуры

Рисунок 7.5 – Схема регулирования температурно-влажностного режима по точке росы

Система регулирования по точке росы обеспечивает точность регулирования температурно-влажностного режима от 1 % до 2 %.

7.4.3 Для двухпозиционного регулирования должны быть выполнены следующие операции (рисунок 7.6):

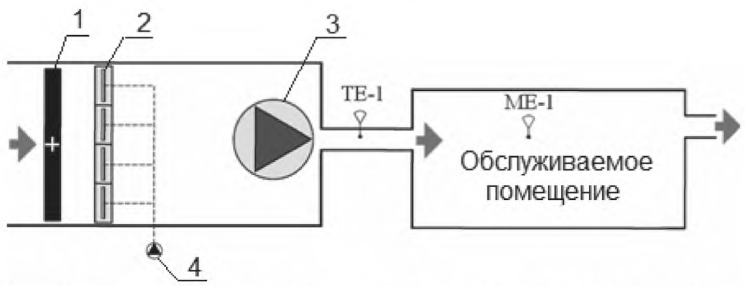
- датчиком влажности МЕ-1 измеряется относительная влажность в обслуживаемом помещении, после чего включаются или отключаются кассеты 2 для обеспечения установленных верхнего и нижнего значений влажности;

- датчиком температуры ТЕ-1 измеряется температура воздуха, поступающего от приточного вентилятора, после чего подается управление на нагреватель 1 для достижения установленного значения температуры;

- если требуется увлажнение, запускается насос увлажнителя 4 и подается вода на все кассеты 2;

- при достижении верхнего значения влажности воздуха насос 4 останавливается, и все кассеты 2 прекращают работу;

- при падении относительной влажности в помещении до нижнего значения, насос 4 включается вновь до достижения верхнего значения влажности.



1 – нагреватель; *2* – кассеты увлажнителя; *3* – вентилятор; *4* – насос;
ТЕ-1 – датчик температуры; МЕ-1 – датчик влажности

Рисунок 7.6 – Схема двухпозиционного регулирования температурно-влажностного режима

Точность регулирования температурно-влажностного режима составляет от ± 5 до ± 10 %.

7.4.4 При ступенчатом регулировании должны проводиться следующие операции:

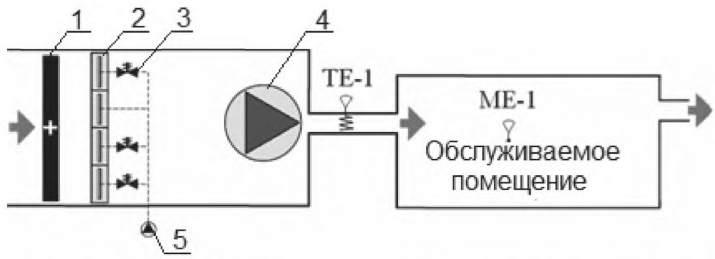
- датчиком влажности МЕ-1 (рисунок 7.7) измеряется относительная влажность в помещении (или вытяжном канале) и открываются необходимые электромагнитные вентили 3, обеспечивающие верхнее и нижнее значение влажности;

- датчиком температуры ТЕ-1 измеряется температура воздуха, поступающего от приточного вентилятора, и осуществляется управление нагревателем 1, поддерживающим заданную температуру;

- для увлажнения воздуха в помещении, запускается насос 5 увлажнителя и подается вода на кассеты 2 через трубопроводы подачи воды без электромагнитных вентилей;

- если относительная влажность в помещении, измеряемая датчиком относительной влажности МЕ-1, падает до нижнего значения влажности, открывается электромагнитный вентиль 3 (один или несколько).

Кассеты для электромагнитных вентилей выбираются так, чтобы объем воды в них был достаточным для повышения относительной влажности до значения, близкого к верхнему установленному пределу.



1 – нагреватель; *2* – кассеты увлажнителя; *3* – электромагнитные вентили;
4 – вентилятор; *5* – насос; ТЕ-1 – датчик температуры; МЕ-1 – датчик влажности

Рисунок 7.7 – Схема ступенчатого регулирования температурно-влажностного режима

Примечания

1 Система ступенчатого регулирования поддерживает относительную влажность в помещении между установленными максимальным и минимальным значениями, допуски на которые определяют число ступеней регулирования. Четыре ступени, как правило, обеспечивают точность регулирования температурно-влажностного режима от ±3 % до ± 5 %.

2 Данный тип регулирования влажности воздуха сводит к минимуму запуски и остановы насоса, увеличивая срок службы кассет. Время работы кассет в этом случае составляет половину от времени их работы в системе регулирования по точке росы.

7.5 Рекомендации по компенсации уставки температуры в канале в зависимости от температуры в помещении

7.5.1 Управление температурой в помещении осуществляют по датчику температуры в приточном воздуховоде, которая отличается от температуры воздуха в месте нахождения человека.

Примечание – Регулирование напрямую от термодатчика, установленного в помещении, резко увеличивает время пусконаладочных работ, при этом падает качество регулирования.

7.5.2 Компенсацию уставки следует вычислять по пропорциональному закону, задаваемому в виде отношений температур в канале и в помещении.

Для этого используют специальную программу вычислений – макрос компенсации уставки температуры воздуха в канале в зависимости от температуры воздуха в помещении.

7.5.3 Макрос обрабатывает задаваемые параметры (уставка температуры, температура в помещении, настройки передаточной функции) и вычисляет температуру, устанавливаемую в приточном канале, при которой обеспечивается заданная температура в помещении. Реализуется, так называемое, каскадное регулирование.

7.5.4 Температура в помещении всегда будет больше уставки температуры для режима охлаждения или меньше для режима нагрева. Величина отклонения должна определяться выбранной передаточной функцией. На рисунке 7.8 в координатах «Т(помещения), °С, Уставка (t), °С» представлен график передаточной функции, на котором рабочий участок заключен в пределах «Delta in» = 6, «Delta out» = 10.

Из графика следует, что при изменении температуры в помещении на ±3 °С от заданной пользователем температуры (20 °С), уставка температуры для регулятора смещается на ±5 °С от заданной пользователем (20 °С) с противоположным знаком.

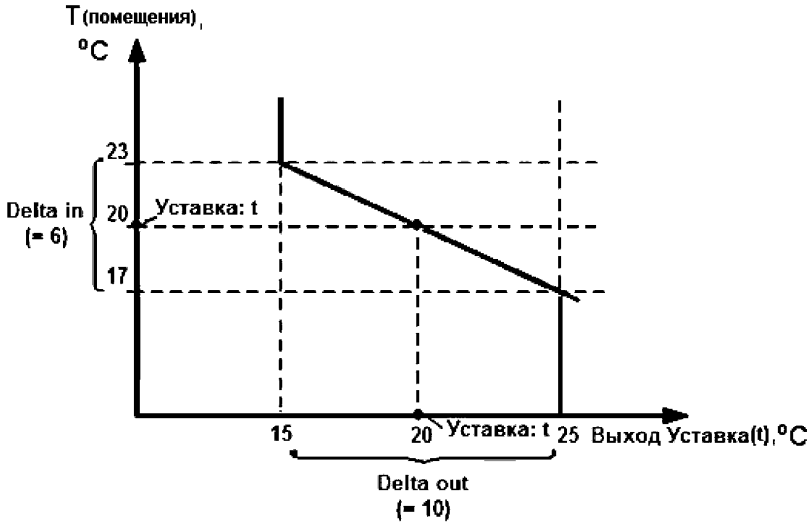


Рисунок 7.8 – График передаточной функции

Приложение А

(рекомендуемое)

Перечень контрольно-измерительных приборов, инструмента, инвентаря и приспособлений для монтажных и пусконаладочных работ

А.1 Инструмент и оборудование для строительно-монтажных работ:

- перфоратор;
- буры диаметром 5, 6, 10, 12, 14, 16 мм;
- буры диаметром 20 и 40 мм, длиной 570 – 920 мм;
- зенковки;
- оборудование для пайки труб;
- пистолет для силикона; тип закрытый, для туб с пластмассовым корпусом, 310 мл;
- углошлифовальная машина;
- аккумуляторная дрель-шуруповерт

А.2 Средства измерений:

- динамометрический ключ со шкалой регулирования момента затяжки, Нм;
- клещи токовые с пределами измерения тока 400 А с погрешностью ±1,7 %;
- комплект для измерения параметров воздуха;
- мегомметр, соответствующий требованиям группы 3 (ГОСТ 22261);
- рулетка измерительная (ГОСТ 7502);
- универсальный измерительный прибор (тестер) с пределами измерения тока от 0 до 10 А, напряжения до 1000 В, сопротивления до 50 МОм;
- универсальный прибор для измерения температуры с пределами измерения от минус 50 °С до плюс 250 °С, с точностью 0,1 °С – 0,5 °С;
- уровень измерительный с погрешностью не больше 0,6 мм/м (ГОСТ 9416);
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 1кл. (ГОСТ 166).

А.3 Слесарный инструмент:

- головки метрические и дюймовые;
- дрель электрическая с набором сверл, насадка-шуруповерт;
- набор ключей метрических от 6 до 36 мм;
- молотки 500 г и 100 г;
- напильники, набор надфильных напильников;
- ножовка по металлу, нож монтажный, шило, зубило;
- отвертки плоские и крестообразные;
- плоскогубцы, круглогубцы, кусачки;
- пинцет монтажный.

А.4 Принадлежности для страховки и такелажных работ:

- индивидуальные предохранительные пояса (ГОСТ Р 50849), обувь с нескользящей подошвой и защитные каски (ГОСТ 12.4.087) для выполнения работ без подмостей на высоте 2 м и выше;

- приставная лестница и (или) стремянка длиной до 5 м.

А.5 Прочее оборудование, инструмент и вспомогательные материалы:

- паяльник;

- удлинитель;

- фонарь электрический (переноска).

А.6 Специальное оборудование и инструменты

А.6.1 На рисунке А.1 представлен портативный термотрансферный принтер, предназначенный для маркировки, идентификации, а также для печати штрих-кодов и различных надписей.



Рисунок А.1 – Портативный термотрансферный принтер

А.6.2 Прибор монтажника (рисунок А.2) предназначен для проверки целостности цепей вторичной коммутации сопротивлением до 100 кОм при полном снятии с них напряжения, а также для индикации наличия напряжения переменного и постоянного тока от 6 до 380 В. Индикация цепи и наличия напряжения осуществляется с помощью светодиодов повышенной яркости и пьезокерамического излучателя звука. Прибор не предназначен для работы в качестве указателя напряжения в электрических цепях, заведомо находящихся под напряжением.



Рисунок А.2 – Прибор монтажника

А.6.3 Двухполюсный указатель (рисунок А.3) предназначен для определения наличия или отсутствия напряжения в электроустановках постоянного и переменного тока напряжением от 40 до 1000 В.



Рисунок А.3 – Указатели низкого напряжения

А.7 Инструменты для электромонтажных работ

А.7.1 Клещи (рисунок А.4) предназначены для снятия резиновой и пластмассовой изоляции без нарушения целостности токоведущих жил с круглых проводов и без их перерезания.



Рисунок А.4 – Клещи для снятия изоляции

А.7.2 Ножницы (рисунок А.5) предназначены для перерезания проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами, в том числе и бронированных.



Рисунок А.5 – Ножницы секторные

А.7.3 Пресс-клещи (рисунок А.6) применяются для опрессовки кабельных наконечников всех типов от 0,5 до 25,0 мм^2. Встроенный в пресс механический усилитель рычажного типа значительно уменьшает усилие на рукоятках, что делает работу с инструментом высокопроизводительной. Некоторые пресс-клещи снабжены принудительной системой зажима, не позволяющей обжимать наконечники с усилием, слабее установленного.



Рисунок А.6 – Пресс-клещи для опрессовки кабельных наконечников

А.7.4 Инструмент для снятия изоляции (рисунок А.7) рассчитан на общепромышленный провод в ПВХ-изоляции стандартной толщины. При применении нестандартных проводов с нестандартной толщиной ПВХ-изоляции возможна ручная подстройка инструмента для обеспечения высокого качества работы.

Предназначается для многожильного и одножильного кабеля с ПВХ-изоляцией.

Подходит для обработки многожильных и плоских кабелей, способен обрабатывать несколько кабелей за один цикл.



Рисунок А.7 – Инструмент для снятия изоляции

А.7.5 Для особых материалов изоляции, таких как тефлон, силикон и капрон, требуются специальные инструменты, снимающие изоляцию ножом особой формы.

Инструмент, представленный на рисунке А.8, предназначен для снятия ПВХ-изоляции с кабеля круглого сечения.



Рисунок А.8 – Инструмент для снятия ПВХ-изоляции с кабеля круглого сечения

Снятие изоляции возможно в любом нужном месте кабеля.

А.7.6 На рисунке А.9 представлен инструмент, позволяющий осуществлять нарезку сигнальных кабелей типа неэкранированной (UTP) и экранированной (STP) витой пары, а также

прочих гибких медных кабелей с сечением до 4 мм^2, снятие наружной изоляции с сигнальных кабелей UTP и STP, а также прочих круглых кабелей диаметром 0,5 – 12,5 мм. Кроме того, не повреждает экран и провода, благодаря применению регулируемого ножа.



Рисунок А.9 – Инструмент для нарезки сигнальных кабелей и снятия изоляции

А.7.7 На рисунке А.10 представлен инструмент для нарезки кабеля, снятия изоляции и обжима соединенных кабельных наконечников с сечением 0,5 – 2,5 мм2. Инструмент обеспечивает:

- нарезку кабеля;
- снятие изоляции;
- автоматическую подачу наконечников;
- обжим наконечников (наличие храповика гарантирует качественный обжим).



Рисунок А.10 – Инструмент для обжима кабельных наконечников

А.8 Данный перечень контрольно-измерительных приборов, инструмента, инвентаря и приспособлений неполный, носит рекомендательный характер и может быть дополнен в зависимости от потребности на объекте.

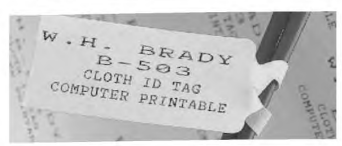
Приложение Б

(справочное)

Основные способы маркировки

Б.1 Простым способом маркировки проводов и жил контрольных кабелей являются клипсы и кольца (позиция ж, таблица Б.1).

Таблица Б.1 – Способы маркировки кабелей, проводов и жил контрольных кабелей

Этикетки для маркировки провода и кабеля		
 *а)* самоклеющиеся этикетки для кабеля и провода	 *б)* флажки для тонких кабелей и проводов	 *в)* ламинирующиеся этикетки для кабеля и провода
 *г)* карты для маркировки кабеля и провода	 *д)* диспенсеры с рулонами для маркировки кабеля и провода	 *е)* флажки Р и Т формы для кабеля и провода
Неклеевые способы маркировки провода и кабеля		
 *ж)* клипсы и кольца для маркировки кабеля	 *и)* сменные клипсы для кабеля и провода	 *к)* бирки для кабеля
 л) трубки для кабеля и провода	 м) термоусадочные трубки для кабеля и провода	 н) маркировка кабеля и провода термотиснением

Клипсы – разрезные пластиковые кольца с внутренним диаметром от 1,0 до 17,5 мм, надеваемые на провод или кабель после его подключения.

Кольца – часть трубки с нанесенными символами, надеваемые на провод или кабель до его подключения.

Клипсы и кольца могут быть цветными без символов или с заранее нанесенными на них знаками (цифрами от 0 до 99, буквами или другими символами). Для получения требуемого обо-

значения несколько клипс или колец с нужными знаками крепятся на кабель последовательно. Рекомендуется использование колец при количестве идентификаторов не более 3-х, так как при большем количестве элементов маркировки они проигрывают по трудозатратам другим способам маркировки.

Б.2 При использовании самоклеющихся этикеток для кабелей и проводов (позиция *а*, таблица Б.1) полоски с нужным цветом и (или) знаками наматываются на кабель. Клейкие свойства обеспечивают надежную фиксацию на кабеле или проводе и позволяют наносить маркировку до его прокладки. Обычно маркерная лента поставляется в наборах по 10 катушек.

Б.3 В случаях, когда маркировочная надпись состоит из многих символов, она наносится с помощью клипс с бумажными вставками (позиция *и*, таблица Б.1) или бирок (позиция *к*, таблица Б.1).

Маркировка тонких кабелей и отдельных жил производится с помощью флажков, которые поставляются в лентах или листах (позиция *б*, таблица Б.1).

Штрих-код и другую информацию на проводе малого диаметра размещают на флажках Р и Т формы. Флажки Т-формы предназначены для горизонтальной маркировки провода, а флажки Р-формы – для вертикальной маркировки (позиция *е*, таблица Б.1).

Б.4 Удобным средством маркировки являются обычные (позиция *л*, таблица Б.1) или термоусаживаемые (позиция *м*, таблица Б.1) трубки, причем надписи на них могут наноситься с помощью автономных принтеров. Такие трубки выполняют функции не только маркировки, но и изоляционной оконцовки.

Для маркировки кембриков, кабеля и провода из полихлорвинила чаще всего применяют термотиснение (позиция *н*, таблица Б.1).

Б.5 Наибольшей универсальностью обладают ламинирующиеся этикетки (позиция *в*, таблица Б.1). Они позволяют маркировать кабели и провода любого профиля с диаметром от 3 до 60 мм. Этикетки охватывают кабель с перехлестом, поэтому маркировка оказывается между двумя слоями пленки и хорошо защищена от внешних воздействий. Кроме того, такая маркировка надежно крепится даже на сильно загрязненных кабелях.

Б.6 Для ручного нанесения надписей на месте работы применяются маркеры на картах (позиция *г*, таблица Б.1) или рулонах, установленных в диспенсер (позиция *д*, таблица Б.1). Маркеры в рулонах применяются при нанесении надписей на автономном принтере, а маркеры в листах – для изготовления заготовок на универсальных принтерах.

Библиография

[1] № И 1.06-08 Инструкция по монтажу вспомогательных цепей

[2] ПУЭ Правила устройства электроустановок. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08 июля 2002 г. № 204

[3] ПТЭ Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены Приказом Минэнерго России от 13 января 2003 г. № 6

ОКС 91.140.99

Вид работ 23.6 по приказу Минрегиона России от 30 декабря 2009 г. № 624.

Ключевые слова: стандарт организации, Национальное объединение строителей, инженерные сети зданий и сооружений внутренние, устройство систем управления

Издание официальное

Рекомендации

Инженерные сети

зданий и сооружений внутренние

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Р НОСТРОЙ 2.23.5-2012

Тираж 400 экз. Заказ № 046/04/2014

Подготовлено к изданию в ООО Издательство «БСТ»

*107996, Москва, ул. Кузнецкий мост, к. 688; тел./факс: (495) 626-04-76; e-mail:*gost.e-ecolog.ru

Отпечатано в ООО «Типография Богенпринт»

gost.e-ecolog.ru