

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МОНТАЖ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
по специальности 1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение
сельского хозяйства (по направлениям)»*

В трех частях

Часть 1

Минск
БГАТУ
2023

УДК 621.31(07)
ББК 31.264я7
М77

Составители:

ассистент *И. А. Павлович*,
старший преподаватель *М. В. Янко*,
старший преподаватель *С. С. Нефедов*,
старший преподаватель *В. В. Богданович*,
кандидат физико-математических наук, доцент,
заведующий кафедрой *С. М. Барайшук*

Рецензенты:

кафедра физики и методики преподавания физики
УО «Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка» (доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой *В. Р. Соболев*);
кандидат технических наук,
заместитель директора ООО «АТЕМ» *А. Е. Заяц*

М77 **Монтаж** и обслуживание электроустановок. Лабораторный
практикум : учебно-методическое пособие : в 3 ч. / сост.:
И. А. Павлович [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – Ч. 1. – 240 с.
ISBN 978-985-25-0228-3.

Состоит из 9 лабораторных работ по дисциплине «Монтаж и обслуживание электроустановок». Содержит краткие теоретические сведения, порядок выполнения, правила оформления и контрольные вопросы, список рекомендуемой литературы. Рассмотрены классификация, основные характеристики, устройство и принцип работы электрооборудования, применяемого в агропромышленном комплексе, основные способы измерения электрических и неэлектрических величин, инструменты и расходные материалы к ним, а также основы организации и выполнения электромонтажных работ и технического обслуживания электрооборудования.

Для студентов, осваивающих рабочую профессию «электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования», обучающихся по специальности 1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)».

УДК 621.31(07)
ББК 31.264я7

ISBN 978-985-25-0228-3 (ч. 1)
ISBN 978-985-25-0227-6

© БГАТУ, 2023

Содержание

Введение	4
Лабораторная работа № 1. Техника безопасности при выполнении лабораторных работ. Условные графические обозначения на планах электроустановок.....	5
Лабораторная работа № 2. Техническое обслуживание контактных электрических соединений	17
Лабораторная работа № 3. Техническое обслуживание электрооборудования грузоподъемных механизмов. Организация и выполнение такелажных и грузоподъемных работ	39
Лабораторная работа № 4. Монтаж открытых электропроводок....	72
Лабораторная работа № 5. Монтаж скрытых электропроводок	96
Лабораторная работа № 6. Техническое обслуживание электропроводок	131
Лабораторная работа № 7. Монтаж и техническое обслуживание электроосветительного оборудования	150
Лабораторная работа № 8. Монтаж и техническое обслуживание схем управления электроосвещением	189
Лабораторная работа № 9. Монтаж и техническое обслуживание оборудования возобновляемой энергетики	212
Список рекомендуемой литературы	224
Приложение А.....	227
Приложение Б	233
Приложение В.....	235
Приложение Г	239

Введение

Учебная дисциплина «Монтаж и обслуживание электроустановок» является основной в процессе освоения студентами рабочей профессии электромонтера по ремонту и обслуживанию электроустановок. Лабораторный практикум обеспечивает систематизацию и закрепление знаний, полученных во время лабораторных занятий. Изложенные лабораторные работы позволяют студентам изучить на практике устройство, принцип работы и классификацию основного электрооборудования, применяемого в АПК Республики Беларусь.

Кроме того, в процессе освоения указанной учебной дисциплины студенты получают навыки выполнения электромонтажных работ, которые развивают и совершенствуют в процессе прохождения ознакомительной инженерной и производственной электромонтажной практик. Дополнительно студенты изучают порядок организации и технологию обслуживания различных видов электрооборудования, используемого на предприятиях АПК, что в совокупности с изложенными навыками является важным элементом практической профессиональной подготовки инженеров-электриков.

Отчет следует выполнять в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Монтаж и обслуживание электроустановок». В отчете должны быть следующие пункты:

- номер и название лабораторной работы;
- цель и задачи работы;
- результаты выполнения упражнений;
- общий вывод по выполненной лабораторной работе.

Лабораторная работа № 1

Техника безопасности при выполнении лабораторных работ. Условные графические обозначения на планах электроустановок

Цель работы: освоить безопасные методы выполнения лабораторных работ, условные графические обозначения на планах и схемах.

Задачи работы: исследовать ТНПА для безопасного выполнения лабораторных работ, исследовать ТНПА для изучения видов проектной документации, опытным путем получить навыки в чтении и составлении простейших схем электрооборудования.

1.1. Техника безопасности при выполнении лабораторных работ

Общие требования:

1. Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.

2. К работам по эксплуатации электроустановок до 1000 В (установочных, осветительных, технических средств обучения и электрических машин) допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по охране труда. Не электротехническому персоналу, эксплуатирующему электроустановки до 1000 В, прошедшему инструктаж и проверку знаний по электробезопасности, присваивается I квалификационная группа допуска с оформлением в журнале установленной формы с обязательной росписью проверяющего и проверяемого.

3. Все лица, связанные с работой в лаборатории, должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные режимы труда и отдыха.

4. При работе в лаборатории и эксплуатации электроустановок до 1000 В возможно воздействие на работающих следующих опасных производственных факторов:

- поражение электрическим током при прикосновении к токоведущим частям;
- неисправность изоляции или заземления;
- воздействие влажности.

5. Действие факторов: вследствие неисправности кабеля, электрической вилки (розетки) или замыкания цепи работающий попадает под напряжение.

6. При эксплуатации электроустановок до 1000 В в лаборатории должны использоваться следующие средства индивидуальной защиты: указатель напряжения, инструмент с изолированными ручками.

7. Лица, эксплуатирующие электроустановки до 1000 В, обязаны строго соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения, а также отключающих устройств (рубильников) для снятия напряжения.

8. О каждом несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно сообщить администрации БГАТУ. При неисправности электроустановки прекратить работу, снять с нее напряжение и сообщить администрации учреждения.

9. В процессе эксплуатации электроустановок персонал должен соблюдать правила использования средств индивидуальной защиты, соблюдать правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

10. Оборудование, установки, приборы, инструменты должны использоваться только по прямому назначению.

11. В лаборатории должны проводиться только те виды работ, которые соответствуют плану работы лаборатории. Запрещается проводить другие виды работ.

12. Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкции по охране труда, привлекаются к дисциплинарной ответственности в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и, при необходимости, подвергаются внеочередной проверке знаний норм и правил охраны труда.

Требования безопасности перед началом работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

2. Привести в порядок свою рабочую одежду.

3. Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

4. Проверить отсутствие внешних повреждений электроустановки, наличие и исправность контрольных, измерительных и сигнальных приборов, тумблеров, переключателей и т. п.

5. Убедиться в целостности крышек электророзеток и выключателей, электровилки и подводящего электрокабеля.

6. Убедиться в наличии и целостности заземляющего проводника корпуса электроустановки.

7. Проверить наличие и исправность средств индивидуальной защиты, отсутствие их внешних повреждений.

8. Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

9. Запрещается:

- производить работу установки без разрешения руководителя;
- включать силовые и осветительные рубильники без разрешения руководителя;

- входить в силовые и моторные отделения без особого разрешения руководителя работ;

- включать схему, работающую под напряжением, без предварительной проверки и без разрешения руководителя;

- работать с незаземленным оборудованием. Отключать и обрывать провода защитного заземления;

- снимать и перевешивать предупреждающие и запрещающие плакаты.

Требования безопасности во время работы:

1. Не включать электроустановку в электрическую сеть мокрыми и влажными руками.

2. Соблюдать правила эксплуатации электроустановки, не подвергать ее механическим ударам, не допускать падений.

3. Не касаться проводов и других токоведущих частей, находящихся под напряжением, без средств индивидуальной защиты.

4. Запрещается передвижение по лаборатории без необходимости.

5. Запрещается находиться в лаборатории в верхней одежде, а также вешать ее на лабораторное оборудование.

6. Все работающие в лаборатории обязаны бережно относиться к оборудованию.

7. Следить за исправной работой электроустановки, целостностью изоляции и заземления.

8. Не разрешается работать на электроустановках в случае их неисправности, искрения, нарушения изоляции и заземления.

9. В случае пореза следует оказать первую помощь пострадавшему, воспользоваться аптечкой, остановить кровотечение, обратиться к преподавателю.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

1. При появлении неисправности в работе электроустановки, искрении, нарушении изоляции проводов или обрыве заземления, прекратить работу, отключить общий рубильник и закрыть все задвижки и краны. Сообщить преподавателю или мастеру производственного обучения о случившемся. Работу продолжать только после устранения неисправности электриком.

2. При обнаружении оборванного электрического провода, свисающего или касающегося пола (земли), не приближаться к нему, немедленно сообщить преподавателю, самому оставаться на месте и предупреждать других людей об опасности.

3. В случае загорания электроустановки, немедленно отключить ее от электрической сети, а пламя тушить только песком, углекислотным или порошковым огнетушителем.

Требования безопасности после окончания работы:

1. Отключить электроустановку от электрической сети. При отключении от электророзетки не дергать за электрический шнур (кабель).

2. Закрыть все водопроводные краны и задвижки.

3. Привести в порядок рабочее место.

1.2. Виды проектной документации

Производство электромонтажных работ регламентируется технической и директивной документацией.

Основным техническим документом служит проект электроустановки, в строгом соответствии с которым и должны производиться электромонтажные работы. Изменять принятые проектом технические решения, если они носят принципиальный характер, допускается только по согласованию с проектной организацией – автором проекта. Изменения непринципиального характера производят по согласованию с заказчиком.

На каждый объект строительства разрабатывают проектно-сметную документацию, в соответствии с которой выполняют строительные работы по возведению зданий и сооружений, монтажу технологического, санитарно-технического, электротехнического оборудования, автоматики, связи и др. Рабочие чертежи при строительстве промышленных предприятий состоят из комплектов архитектурно-строительных, санитарно-технических, электротехнических и технологических чертежей.

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

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

Непрерывно возрастающие объемы проектных работ, усложнение инженерных решений, связанное с все более широким применением автоматизации технологических процессов и систем управления на основе микроэлектронной техники, требуют автоматизации самого процесса проектирования, то есть разработки и внедрения системы автоматизированного проектирования промышленных электроустановок.

При разработке проектной документации должны учитываться требования организации и технологии электромонтажного производства. Непосредственно на объектах монтажа работы должны сводиться к установке крупных блоков электротехнических устройств, сборке их узлов и прокладке сетей.

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

В проектах предусматривается максимальное исключение дыропробивных работ на месте монтажа. Для этого проемы, ниши и отверстия указывают в рабочих архитектурно-строительных чертежах для выполнения их строительными организациями в процессе изготовления строительных конструкций и возведения зданий. В рабочих чертежах должно быть учтено, что панели перекрытия, внутренние стеновые панели и перегородки, железобетонные колонны заводского изготовления должны иметь каналы (трубы) для

прокладки проводов; ниши и гнезда с закладными деталями для установки штепсельных розеток, выключателей, звонков и т. п.

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

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

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

Замечания по обнаруженным недостаткам проекта направляют в проектные организации для внесения согласованных поправок и дополнений. После этого проект и сметы передают на монтажно-заготовительный участок или в группу проектировщиков-сметчиков при производственном отделе управления для составления проекта производства работ (ППР) и затем в группу подготовки монтажно-заготовительного участка.

В отдельных случаях проект дорабатывает монтажная организация (замена некоторого оборудования и материалов, внесение небольших

изменений, связанных с внедрением типовых электроконструкций и монтажных изделий заводов монтажной организации).

1.3. Планы зданий, сооружений и условные обозначения электрооборудования на них

В техническом проекте решаются вопросы светотехнической и электрической частей осветительной установки, выдаются задания на проектирование электроснабжения и основные строительные решения.

Рабочие чертежи электрического освещения производственных помещений разрабатываются на основании утвержденного технического проекта.

Разработку рабочего проекта или рабочих чертежей следует производить в соответствии с условиями среды в помещениях, в полном соответствии с ТКП должны быть установлены группы и категории среды, данные об источниках питания осветительной установки. При проектировании рекомендуется подробно изучить технологический процесс освещаемого предприятия и знать характер зрительной работы, выполняемой в помещениях.

На планах питающей сети упрощенно показывается строительная часть зданий, изображаются щитки, у которых указываются номер и установленная мощность, наносятся линии сети с указанием марок и сечений кабелей и проводов. На планах основных помещений фрагментарно намечаются места установки светильников и щитков. Светильники, щитки и различное оборудование подсчитываются по планам и таблице показателей.

Чертежи планов и разрезов содержат основные сведения о светотехнических решениях и об электрической части осветительных установок.

При разработке планов необходимо использовать комплекс условных обозначений и требований по выполнению надписей и цифр, указанных в ГОСТ 21-614-88.

На планы наносят светильники, магистральные пункты, групповые щитки, понижающие трансформаторы, питающие и групповые сети, выключатели, штепсельные розетки, указывают обязательно названия помещений, нормируемую освещенность от общего освещения, класс пожаро- и взрывоопасных помещений, типы, высоту установки светильников и мощность ламп, способы проводки и сечения проводов и кабелей осветительных сетей. Привязочные

размеры мест установки светильников, щитков, отметки мест прокладки осветительных сетей указываются в случаях, когда необходимо точное фиксирование этих мест.

При проектировании зданий одинаковые для ряда помещений светотехнические решения (светильники, осветительную сеть и другие одинаковые элементы) рекомендуется указывать только для одного помещения, для других делают соответствующую ссылку на него.

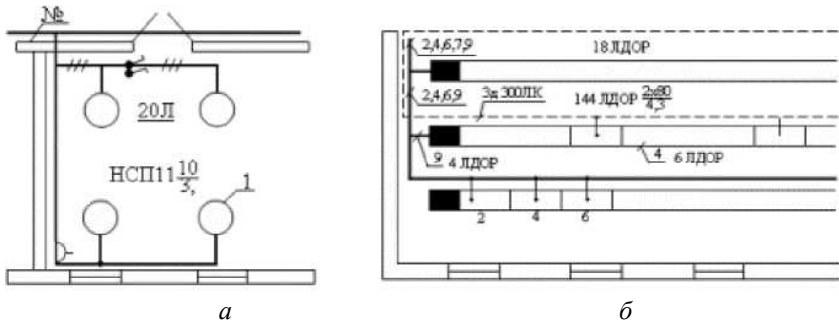


Рис. 1.1. Планы расположения силовой (а) и осветительной сети (б)

На общем плане этажа показывают только вводы в такие помещения. Чертежи поэтажных планов всех помещений выполняются в масштабе 1:100 или 1:200.

Кроме чертежей планов и разрезов освещаемых помещений с нанесенными на них схемами освещения в проектную документацию входят: заказные спецификации на электрооборудование и материалы; строительные здания; схемы дистанционного управления или другие принципиальные схемы, нетиповые установочные чертежи.

Питающие и групповые сети на планах помещений наносят более толстыми линиями, чем строительные элементы здания и оборудования, число проводов в групповых линиях обозначают числом засечек, наносимых под углом 45° к линии сети.

Повсеместное указание групп необходимо для обеспечения равномерной нагрузки фаз. На щитках без заводской нумерации групп указываются фазы присоединения. К планам указывают итоговые данные, напряжения сети, ссылки на условные обозначения, сведения о заземлении.

Электрическое освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное (аварийное освещение для эвакуации), охранное. При необходимости часть светильников того или иного вида освещения может использоваться для дежурного освещения (освещения в нерабочее время). Искусственное освещение проектируется двух систем: общее и комбинированное, когда к общему освещению добавляется местное (освещение рабочих мест). Рабочее освещение следует устраивать во всех помещениях зданий, а также для участков территорий, где производятся работы, движется транспорт.

1.4. Основные принципы чтения планов электроустановок

Основными техническими документами для электромонтера и электромонтажника являются чертежи и электрические схемы. Чертеж включает размеры, форму, материал и состав электроустановки. По нему не всегда можно понять функциональную связь между элементами. В ней помогает разобраться электрическая схема, которую необходимо иметь при пользовании чертежами электроустановок.

Схема электрическая принципиальная (ПЭС) – схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия.

Чтобы читать электрические схемы, необходимо хорошо знать и помнить: наиболее распространенные условные обозначения обмоток, контактов, трансформаторов, двигателей, выпрямителей, ламп и т. п., условные обозначения, применяющиеся в той области, с которой преимущественно приходится сталкиваться в силу профессии, схемы наиболее распространенных узлов электроустановок, например двигателей, выпрямителей, освещения лампами накаливания и газоразрядными и т. п, свойства последовательного и параллельного соединений контактов, обмоток, сопротивлений, индуктивностей и емкостей.

Любая электроустановка удовлетворяет определенным условиям действия. Поэтому при чтении схем, во-первых, нужно выявить эти условия, во-вторых – определить, отвечают ли полученные условия задачам, которые должны электроустановкой решаться,

в-третьих, следует проверить, не получились ли попутно «лишние» условия, и оценить их последствия.

Для решения этих вопросов пользуются несколькими приемами. Один из них состоит в том, что схема электроустановки мысленно расчленяется на простые цепи, которые сначала рассматривают отдельно, а затем в сочетаниях.

Простая цепь включает источник тока (батарея, вторичная обмотка трансформатора, заряженный конденсатор и т. п.), приемник тока (двигатель, резистор, лампа, обмотка реле, разряженный конденсатор и т. п.), прямой провод (от источника тока к приемнику), обратный провод (от приемника тока к источнику) и один контакт аппарата (выключателя, реле и т. п.). Понятно, что в цепях, не допускающих размыкания, например в цепях трансформаторов тока, контактов нет.

При чтении схемы нужно сначала мысленно расчленить ее на простые цепи, чтобы проверить возможности каждого элемента, а затем рассмотреть их совместное действие.

Прежде всего, необходимо ознакомиться с имеющимися чертежами (или составить оглавление, если его нет) и систематизировать чертежи по назначению (если этого не сделано в проекте).

Чертежи чередуют в таком порядке, чтобы чтение каждого последующего являлось естественным продолжением чтения предыдущего. Затем уясняют принятую систему обозначений и маркировки.

Если она не отражена на чертежах, то ее выясняют и записывают.

На выбранном чертеже читают все надписи, начиная со штампа, затем примечания, экспликации, пояснения, спецификации и т. д. При чтении экспликации обязательно находят на чертежах аппараты, в ней перечисленные. При чтении спецификации сопоставляют их с экспликациями.

Если на чертеже имеются ссылки на другие чертежи, то нужно найти эти чертежи и разобраться в содержании ссылок. Например, в одну схему входит контакт, принадлежащий аппарату, изображенному на другой схеме. Значит, нужно выяснить, что это за аппарат, для чего служит, в каких условиях работает и т. п.

При чтении чертежей, отражающих электропитание, электрическую защиту, управление, сигнализацию и т. п.:

1) определяют источники электропитания, род тока, величину напряжения и т. п. Если источников несколько или применено несколько напряжений, то выясняют, чем это вызвано;

2) расчлняют схему па простые цепи и, рассматривая их сочетание, устанавливают условия действия. Рассматривать всегда начинают с того аппарата, который нас в данном случае интересует. Например, если не работает двигатель, то нужно найти па схеме его цепь и посмотреть, контакты каких аппаратов в нее входят. Затем находят цепи аппаратов, управляющих этими контактами, и т. д.;

3) строят диаграммы взаимодействия, выясняя с их помощью: последовательность работы во времени, согласованность времени действия аппаратов в пределах данного устройства, согласованность времени действия совместно действующих устройств (например, автоматики, защиты, телемеханики, управляемых приводов и т. п.), последствия перерыва электропитания. Для этого поочередно, предполагая отключенными выключатели и автоматы электропитания (предохранители перегоревшие), оценивают возможные последствия, возможность выхода устройства в рабочее положение из любого состояния, в котором оно могло оказаться, например, после ревизии;

4) оценивают последствия вероятных неисправностей: замыкание контактов поочередно по одному, нарушения изоляции относительно земли поочередно для каждого участка;

5) выявляют нарушения изоляции между проводами воздушных линий, выходящих за пределы помещений и т. п.;

6) проверяют схему на отсутствие ложных цепей;

7) оценивают надежность электропитания и режим работы оборудования;

8) проверяют выполнение мер, обеспечивающих безопасность при условии организации работ, обусловленных действующими правилами (ТКП, СНиП и т. п.).

Порядок выполнения лабораторной работы

Упражнение 1. Исследовать ТНПА для безопасного выполнения лабораторных работ.

1.1. Получить у преподавателя перечень ТНПА.

1.2. По полученным ТНПА определить нормы, которые необходимо соблюдать для безопасного выполнения лабораторных работ.

1.3. Составить краткую инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.

1.4. Результаты представить преподавателю.

Упражнение 2. Исследовать ТНПА для изучения видов проектной документации.

2.1. Получить у преподавателя перечень ТНПА.

2.2. По полученным ТНПА определить виды проектной документации.

2.3. Составить перечень планов электроустановок.

2.4. Результаты представить преподавателю.

Упражнение 3. Опытным путем получить навыки в чтении и составлении простейших схем электрооборудования.

3.1. Изучить п 1.4 МУ.

3.2. Получить у преподавателя задание для составления электрической схемы.

3.3. Составить электрическую схему, используя данные из приложения. А.

3.4. Результаты представить преподавателю.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные правила работы с лабораторным оборудованием.

2. Перечислите ваши действия при возникновении аварийной ситуации.

3. Каким ТНПА регламентируются правила работы в действующих электроустановках?

4. Какие элементы выносятся на планы расположения электрооборудования?

5. Дайте определение ПЭС.

6. Каким образом в ПЭС обозначается катушка электромагнитного контактора?

7. Каким ТНПА регламентируются правила пожарной безопасности?

8. Какие виды проектной документации используют при монтаже электрооборудования?

9. Какими ТНПА регламентируются правила устройства электроустановок?

Лабораторная работа № 2 **Техническое обслуживание** **контактных электрических соединений**

Цель работы: освоить порядок технического обслуживания контактных соединений.

Задачи работы: исследовать основные параметры контактных соединений и способы их измерения, освоить методику определения технического состояния и методику технического обслуживания контактных соединений.

2.1 Основные параметры контактных соединений и их измерение

Контактное соединение – это конструктивное устройство, в котором осуществляется электрическое и механическое соединения двух или нескольких отдельных проводников, которые входят в электрическую цепь. В месте соприкосновения проводников образуется электрический контакт – токопроводящее соединение, через которое ток протекает из одной части в другую.

Контактные соединения в большом количестве входят во все электрические цепи и аппараты и являются их очень ответственными элементами. От состояния электрических контактов в наибольшей степени зависит безаварийная работа электрооборудования и электропроводки.

По ГОСТ 10434–82, в зависимости от области применения, контактные соединения подразделяются на 3 класса:

1 класс – контактные соединения цепей, сечения проводников которых выбраны по допустимым длительным токовым нагрузкам (силовые электрические цепи, линии электропередачи и т. п.);

2 класс – контактные соединения цепей, сечения проводников которых выбраны по стойкости к сквозным токам, потере и отклонению напряжения, механической прочности, защите от перегрузки, а также контактные соединения в цепях заземляющих и защитных проводников из стали;

3 класс – контактные соединения цепей с электротехническими устройствами, работа которых связана с выделением большого количества тепла (нагревательные элементы, резисторы и т. п.);

В зависимости от климатического исполнения и категории размещения электротехнических устройств соединения подразделяются на группы А и Б.

По конструктивному исполнению контактные соединения подразделяются:

1) на неразборные (сварные, паяные, спрессованные, клепаные, клеевые) – соединения, которые невозможно разобрать без того, чтобы не разрушить хотя бы одну из деталей, которая образует данное соединение (рис. 2.1);

2) разборные (болтовые, винтовые, клиновые) – соединения, которые можно разобрать на отдельные элементы таким образом, чтобы соединяемые детали остались в целости;

3) разъемные – соединения, которые включают в себя вилку и розетку.

В зависимости от материала соединяемых элементов разборные соединения, в свою очередь, подразделяются:

– на не требующие применения средств стабилизации электрического сопротивления в месте контакта;

– требующие применения средств стабилизации.

Соединение плоских контактных поверхностей (шин прямоугольного сечения или наконечников с плоскими выводами электротехнических устройств), выполненных из меди и ее сплавов или из твердых алюминиевых сплавов, не требуют применения средств стабилизации и выполняются при помощи стальных крепежных изделий, защищенных от коррозии. Допускается применение вороненных стальных болтов, гаек и шайб.

Соединение алюминиевых шин между собой или с плоскими выводами электротехнических устройств, а также с другими проводниками, выполненными из меди и ее сплавов или из твердых алюминиевых сплавов, должно выполняться с применением одного из средств стабилизации:

– крепежные изделия из цветных металлов с коэффициентом линейного расширения от $18 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ до $21 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ (латунь);

– тарельчатые пружины;

– металлические покрытия рабочих поверхностей алюминиевых проводников;

– переходные медно-алюминиевые пластины (медно-алюминиевые наконечники) или переходные пластины и наконечники из твердого алюминиевого сплава.

Пластины из алюминиевого сплава и алюминиевые части медно-алюминиевых пластин соединяются с алюминиевыми шипами сваркой.

При применении средств стабилизации контактные соединения также выполняются при помощи стальных крепежных изделий, защищенных от коррозии.

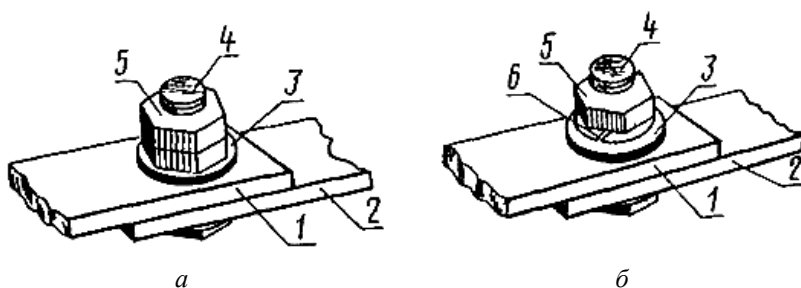


Рис. 2.1. Разборные контактные соединения проводников с плоскими выводами без средств стабилизации электрического сопротивления: а – с контргайкой; б – с пружинной шайбой; 1 – плоский вывод (шина); 2 – шина (кабельный наконечник); 3, 4, 5 – шайба, болт и гайка стальные; 6 – пружинная шайба

К штыревым выводам, выполненным из меди или латуни, присоединение проводников из меди или из твердых алюминиевых сплавов выполняется без средств стабилизации, а алюминиевых проводников – с применением средств стабилизации: при токах до 630 А – с использованием крепежных деталей из латуни, а при токах более 630 А – с использованием металлических покрытий или переходных пластин.

Отдельную группу составляют контактные соединения, применяемые в коммутационных электрических аппаратах. В них контактом также называют конструктивный элемент, с помощью которого в процессе работы аппарата осуществляется периодическое замыкание и размыкание электрической цепи.

Контактная система электрического аппарата состоит в большинстве случаев из пары или нескольких пар подвижных и неподвижных элементов, при замыкании которых образуется электрическая цепь.

Контактные соединения электрических аппаратов классифицируются по различным признакам:

1. По виду соединения:

а) взаимонеподвижные:

– разборные (болтовое соединение);

– неразборные (сварные, паяные, напыленные);

б) взаимоподвижные:

– неразмыкающиеся – предназначенные для осуществления передачи электрической энергии с неподвижных частей установки на подвижную или наоборот: щеточные скользящие (рис. 2.2, а); жидкометаллические (рис. 2.2, б); роликовые (рис. 2.2, в);

– размыкающиеся – расходящиеся в процессе работы: мостиковые контакты (рис. 2.3, а), розеточные (рис. 2.3, б), щеточные (рис. 2.3, в), пальцевые или ножевые (рис. 2.3, г), с плоскими пружинами (рис. 2.3, д).

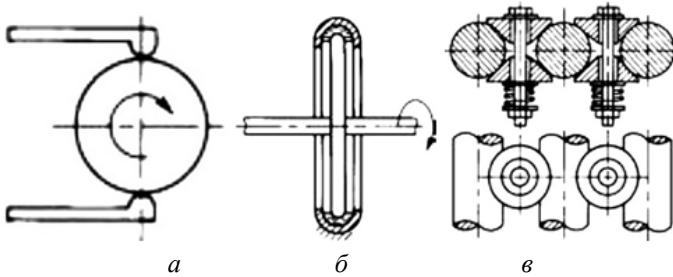


Рис. 2.2. Неразмыкающиеся взаимоподвижные контакты:
а – щеточные скользящие; б – жидкометаллические; в – роликовые

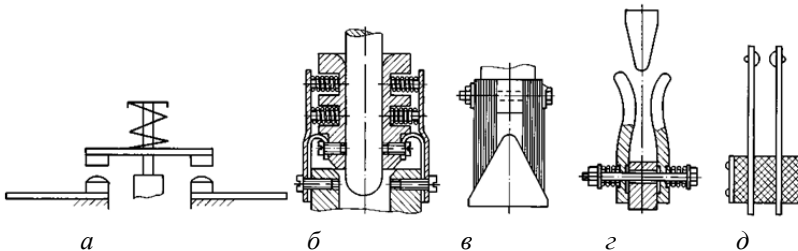


Рис. 2.3. Размыкающиеся контакты:
а – мостиковые; б – розеточные; в – щеточные; г – пальцевые;
д – с плоскими пружинами

2. По возможному перемещению контактирующих деталей:

а) разборный контакт (контактное соединение) – это конструктивный узел, предназначенный только для проведения электрического тока, но не предназначенный для коммутации (болтовое соединение «шин», присоединение проводника к зажиму);

б) коммутирующие контакты – это конструктивный узел, предназначенный для коммутации электрической сети (выключатель, контактор, рубильник);

в) скользящие контакты – разновидность коммутирующего контакта, у которого одна деталь скользит относительно другой, но электрический контакт при этом не нарушается (контакты реостата, щеточный контакт, шарнирный контакт, проскальзывающий контакт).

3. По форме контактирования:

а) поверхностный контакт – условное контактирование по поверхности;

б) линейный контакт – условное контактирование происходит по линии «ролик–плоскость»;

в) точечный контакт (контакт в одной физической площадке «сфера–сфера», «конус–плоскость» и т. п.).

В поверхностных контактах электрический контакт осуществляется по плоскости ABCD (рис. 2.4, а), в линейных – по линии АВ (рис. 2.4, б), в точечных – в точке А (рис. 2.4, в).

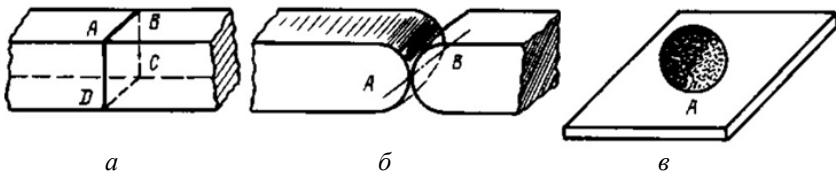


Рис. 2.4. Формы контактных поверхностей

При изготовлении всех видов контактных соединений используются различные материалы. При этом к ним предъявляется ряд требований:

1. Высокая электропроводность и теплопроводность.
2. Стойкость против коррозии.
3. Стойкость против образования пленок с высоким электрическим сопротивлением ρ .

4. Малая твердость материала для уменьшения силы нажатия.
5. Высокая твердость для уменьшения механического износа при частых включениях и отключениях.
6. Малая эрозия.
7. Высокая дугостойкость (температура плавления).
8. Высокие значения тока и напряжения, необходимые для дугообразования.
9. Простота обработки и низкая стоимость.

В природе нет материалов, полностью удовлетворяющих этим требованиям. Поэтому выбор материала производится в зависимости от вида контактного соединения и условий его эксплуатации.

Медь удовлетворяет всем пунктам, кроме второго и пятого. Контакты из меди и ее сплавов (латунь, бронза) получили широкое распространение для изготовления как подвижных, так и неподвижных контактных соединений. При длительной непрерывной работе во избежание окисления медные контакты покрывают слоем олова или выполняют с серебряными накладками.

Серебро удовлетворяет всем требованиям за исключением дугостойкости.

Платина, золото, молибден используются на малые токи при малых напряжениях, так как не образуют окисных пленок.

Вольфрам и его сплавы (с молибденом и платиной) используются на малые и большие токи для увеличения дугостойкости контактов.

Металлокерамика – механическая смесь двух практически не сплавляющихся металлов, получаемая методом спекания их порошков или пропиткой одного расплавом другого. Один из материалов имеет большую проводимость, другой обладает механической прочностью, дугостойкостью, тугоплавкостью (серебро, вольфрам, Ag–Ni, Ag–Графит, Ag–окись кадмия, Ag–молибден). Металлокерамика применяется в качестве дугогасительных контактов, в качестве основных контактов на токи до 600 А.

Алюминий для коммутирующих контактов не используется, применяется только в разборных соединениях при армировании его медью или серебром. Применяются также его сплавы. Для защиты от коррозии алюминиевые контакты иногда оцинковывают.

Простое наложение контактных поверхностей соединяемых проводников не обеспечивает хорошего контакта, так как действительное соприкосновение происходит не по всей поверхности,

а только в немногих точках. Причина этого – неровность поверхности контактирующих элементов и даже при очень тщательной шлифовке на поверхностях остаются микроскопические возвышения и впадины (рис. 2.5). Действительная площадь соприкосновения во много раз меньше общей контактной поверхности.

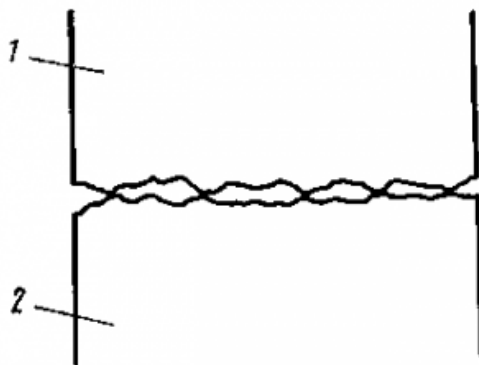


Рис. 2.5. Соприкасающиеся контактные поверхности

Из-за малой площади соприкосновения контакт представляет довольно значительное сопротивление для прохождения тока. Полное сопротивление контактного соединения включает в себя сопротивления собственного материала контактных элементов и сопротивления в месте их соприкосновения. Сопротивление в месте перехода тока из одной контактной поверхности в другую называется **переходным контактным сопротивлением**. Сопротивление контакта всегда больше, чем сплошного проводника таких же размеров и формы. Переходное сопротивление зависит от материала контактов, силы прижатия их друг к другу, площади контактной поверхности, ее состояния и температуры.

Переходное контактное сопротивление – это резкое увеличение активного сопротивления в месте перехода тока из одной детали в другую.

Его величина определяется по формуле, которая выведена опытным путем в результате многочисленных исследований:

$$R_{\Pi} = \frac{\varepsilon}{0,102F^n}, \quad (2.1)$$

где ϵ – коэффициент, который зависит от свойств материала контактов, а также от способа обработки и чистоты контактной поверхности (ϵ зависит от физических свойств материалов контактов, удельного электрического сопротивления, механической прочности, способности материалов контактов к окислению, теплопроводности);

F – сила контактного нажатия, Н;

n – коэффициент, зависящий от числа точек соприкосновения контактных поверхностей (0,5 – для точечного контакта; 0,7 – для линейного контакта; 1 – для поверхностного контакта).

Из уравнения также следует, что сопротивление контакта не зависит от размера контактных поверхностей и для контакта определяется прежде всего силой давления (контактного нажатия).

Контактное нажатие – усилие, с которым одна контактная поверхность воздействует на другую. Число соприкосновений в контакте быстро растет при нажатии. Даже при небольших давлениях в контакте происходит пластическая деформация, вершины выступов сминаются и с увеличением давления все новые точки приходят в соприкосновение.

Если два проводника соприкасаются в контакте, то число площадок и суммарная площадь соприкосновения будут зависеть от величины силы нажатия и от прочности материала контакта (его временного сопротивления на смятие).

С увеличением контактного нажатия переходное сопротивление уменьшается вследствие увеличения площади соприкосновения за счет смятия выступов (рис. 2.6). Причем, после снятия контактного нажатия за счет остаточной деформации выступов на поверхности контактов, переходное сопротивление становится меньше, чем при увеличении контактного нажатия.

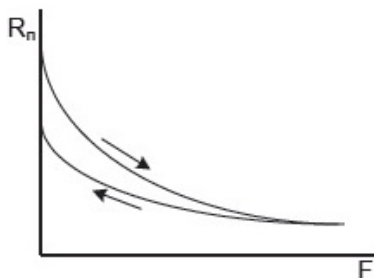


Рис. 2.6. Зависимость переходного сопротивления от силы контактного нажатия

Однако давление в контакте целесообразно увеличивать только до некоторой определенной величины, потому что при малых значениях давления переходное сопротивление уменьшается быстро, а при больших – почти не изменяется. Дальнейшее увеличение давления приведет к повреждению или разрушению контактных поверхностей.

Свойства контактного соединения могут с течением времени меняться. Только новый, тщательно обработанный и зачищенный контакт при достаточном давлении имеет наименьшее возможное переходное контактное сопротивление.

В процессе эксплуатации под действием разнообразных факторов внешнего и внутреннего характера переходное сопротивление контакта увеличивается. Контактное соединение может настолько ухудшиться, что иногда становится источником аварии.

Каждый контактный материал характеризуется некоторым предельным значением нажатия, свыше которого переходное сопротивление практически не снижается. Очень резкую зависимость переходного сопротивления от нажатия имеют угольные контакты. Это свойство угольного контакта широко используют в угольных регуляторах напряжения, осуществляющих регулирование тока возбуждения электрических машин.

В очень большей степени переходное контактное сопротивление зависит от температуры. При протекании тока контакт нагревается, и повышение температуры вызывает увеличение переходного сопротивления. Однако увеличение переходного сопротивления контакта идет медленнее, чем увеличение удельного сопротивления материала контакта, так как при нагреве снижается твердость материала и его временное сопротивление смятию, что, как известно, уменьшает переходное сопротивление.

Нагрев контакта приобретает особенное значение в связи с его влиянием на процесс окисления контактных поверхностей. Окисные пленки большинства металлов не проводят электрический ток и резко повышают переходное сопротивление. При этом окисление поверхности контакта идет тем интенсивнее, чем выше температура контакта (рис. 2.7). На участке a–b переходное сопротивление растет вследствие все более интенсивного возникновения окисной пленки. На участке b–c сопротивление падает вследствие нарушения прочности материала и его размягчения, что приводит к увеличению площади соприкосновения. На участке c–d сопротивление

вновь начинает расти вследствие резкого увеличения удельного сопротивления материала. Этот рост будет продолжаться до полного расплавления материала.

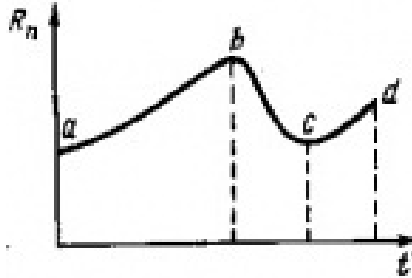


Рис. 2.7. Зависимости переходного сопротивления от температуры

Медь окисляется на воздухе при обычных температурах жилых помещений (около $20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Образующаяся при этом окисная пленка не обладает большой прочностью и легко разрушается при сжатии. Особенно интенсивное окисление меди начинается при температурах выше $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Алюминиевые контакты на воздухе окисляются более интенсивно, чем медь. Они быстро покрываются пленкой окиси алюминия, которая является очень устойчивой и тугоплавкой и обладает довольно высоким сопротивлением — порядка $10^{12}\text{ Ом}\cdot\text{см}$.

Значительные повышения температуры контактов могут иметь место при прохождении через них тока короткого замыкания. Предельно допустимая температура при токах короткого замыкания для контактов из меди составляет $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для алюминиевых — $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. В случаях превышения предельной допустимой температуры механическая прочность материала контактов резко уменьшается. Нагревание контактов проходящим током может привести к расплавлению и привариванию контактов друг к другу.

2.2. Методика определения технического состояния неразборных контактных соединений

Контролируются геометрические размеры и состояние контактных соединений проводов и грозозащитных тросов (тросов) ВЛ

и шин распределительных устройств. Геометрические размеры (длина и диаметр спрессованной части корпуса зажима) не должны отличаться от требуемых технологическими указаниями по монтажу контактных соединений. Стальной сердечник опрессованного соединительного зажима не должен быть смещен относительно симметрического положения более чем на 15 % длины прессуемой части провода. На поверхности зажима не должно быть трещин, коррозии, механических повреждений.

При контроле сварных контактных соединений, выполненных с применением термитных патронов, в сварном соединении не должно быть:

- пережогов наружного повива провода или нарушения сварки при перегибе сваренных концов провода;
- усадочных раковин в месте сварки глубиной более 1/3 диаметра провода из алюминия, сплавов или меди глубиной более 6 мм – сталеалюминиевого провода сечением 150–600 мм².

При контроле контактных соединений жестких сборных и соединительных шин РУ, выполненных сваркой, проверяется состояние сварки. В сварном соединении не должно быть трещин, прожогов, кратеров, непроваров сварного шва более 10 % его длины при глубине более 15 % толщины свариваемого металла; суммарное значение непроваров, подрезов, газовых пор и вольфрамовых включений в швах свариваемых алюминиевых шин должно быть не более 15 % толщины свариваемого металла в каждом рассматриваемом сечении.

2.3. Определение состояния разборных и разъемных электрических соединений

Оценка теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей в зависимости от условий их работы и конструкции может осуществляться: по нормированным температурам нагрева, избыточной температуре, коэффициенту дефектности, динамике изменения температуры во времени, с изменением нагрузки, путем сравнения измеренных значений температуры в пределах фазы, между фазами, с заведомо исправными участками и т. п.

Измерения не следует проводить в условиях дождя, снега, скорости ветра более 4 м/с.

Измеренные значения температур или перегрева следует корректировать с учетом нагрузки, излучательной способности объекта, атмосферных условий.

Предельные значения температуры нагрева и ее превышения приведены в ТКП 181–2009.

Для контактов и болтовых контактных соединений нормативными значениями следует пользоваться при токах нагрузки $(0,6–1,0) I_{\text{ном}}$ после соответствующего пересчета. Для контактов и болтовых контактных соединений при токах нагрузки $(0,3–0,6) I_{\text{ном}}$ оценка их состояния проводится по избыточной температуре. В качестве норматива используется значение температуры, пересчитанное на $0,5 I_{\text{ном}}$.

При оценке состояния контактов и болтовых контактных соединений по избыточной температуре и токе нагрузки $0,5 I_{\text{ном}}$ различают следующие области по степени неисправности:

а) избыточная температура $5\text{ °C}–10\text{ °C}$. Начальная степень неисправности, которую следует держать под контролем и принимать меры по ее устранению во время проведения ремонта, запланированного по графику.

б) избыточная температура $10\text{ °C}–30\text{ °C}$. Развившийся дефект. Принять меры по устранению неисправности при ближайшем выводе электрооборудования из работы.

в) избыточная температура более 30 °C . Аварийный дефект. Требуется немедленного устранения.

Оценку состояния сварных и выполненных обжатием контактных соединений рекомендуется производить по избыточной температуре или коэффициенту дефектности.

В соответствии с ТКП 181–2009 измерения рекомендуется производить тепловизорами с разрешающей способностью не хуже $0,1\text{ °C}$ при 30 °C предпочтительно со спектральным диапазоном $8–12\text{ мкм}$. Допускается применение тепловизоров со спектральным диапазоном $3–6\text{ мкм}$.

При контроле контактных соединений, выполненных с применением овальных соединительных зажимов, проверяются геометрические размеры и состояние контактных соединений проводов и грозозащитных тросов. Геометрические размеры соединительных зажимов после монтажа не должны отличаться от предусмотренных технологическими указаниями по монтажу зажимов. На поверхности

зажима не должно быть трещин, коррозии (на стальных соединительных зажимах), механических повреждений.

При контроле болтовых контактных соединений проверяется затяжка болтов контактных соединений, выполненных с применением соединительных плашечных, петлевых переходных, соединительных переходных, ответвительных, аппаратных зажимов. Проверка производится в соответствии с инструкцией по их монтажу. Проверка затяжки болтов контактных соединений сборных и соединительных шин проводится выборочно со вскрытием 2 %–3 % соединений.

Измеряется переходное сопротивление всех болтовых контактных соединений. Для распределительных устройств падение напряжения или сопротивления на участке шины (0,7–0,8 м) в месте контактного соединения не должно превышать падения напряжения или сопротивления участка шины той же длины и того же сечения более чем в 1,2 раза. Периодичность контроля – не реже одного раза в 6 лет.

2.4. Планирование технического обслуживания контактных соединений электроустановок

Согласно ТКП 181–2009 техническое обслуживание и ремонт контактных соединений, как правило, производятся при техническом обслуживании и ремонте оборудования, составной частью которого они являются.

Ко всем контактным соединениям предъявляют определенные технические требования, в том числе и к конструкции, электрическим параметрам, устойчивости и механическим факторам (ГОСТ 10434–82).

Требования к конструкции контактных соединений

При соединении (ответвлении) шин шириной до 50 мм используется один болт (диаметром 10 мм – при ширине шин 25–30 мм; 12 мм – при ширине 40 мм; 16 мм – при ширине 50 мм), два болта (диаметром 10 мм – при ширине шин 60 мм; 12 мм – при ширине 80 мм; 16 мм – при ширине 100–120 мм). Контактные участки шин шириной 60 мм и более, имеющие два отверстия в поперечном ряду, рекомендуется выполнять с продольными разрезами шириной не более 5 мм.

К каждому болту плоского вывода или к штыревым выводам рекомендуется присоединять не более двух проводников.

Длина болтов должна быть такой, чтобы после затяжки оставалось не менее двух ниток свободной резьбы.

Под головки болтов и гайки при соединении медных шин подкладываются чистые стальные нормальные шайбы согласно ГОСТ 21242–75.

При соединении алюминиевых шин под головки болтов и гайки подкладываются специальные увеличенные шайбы согласно ГОСТ 21242–75.

При соединении медных шин с алюминиевыми увеличенные шайбы подкладываются только со стороны алюминиевой шины.

При отсутствии специальных увеличенных шайб допускается установка двух нормальных шайб вместо одной увеличенной.

Разборные контактные соединения должны быть предохранены от самоотвинчивания контргайками, пружинными шайбами или тарельчатыми пружинами. Пружинные шайбы не рекомендуется применять при соединении алюминиевых шин. Затяжку болтов рекомендуется производить индикаторными ключами с крутящим моментом по ГОСТ 10434–82.

Рабочие поверхности контакт-деталей разборных контактных соединений и неразборных контактных соединений с линейной арматурой непосредственно перед сборкой должны быть подготовлены:

- медные без покрытия и алюмомедные – зачищены. При зачистке алюмомедных проводов не должна быть повреждена медная оболочка;

- алюминиевые и из алюминиевых сплавов – зачищены и смазаны нейтральной смазкой (вазелин КВЗ, ЦИАТИМ-221 и др.). Рекомендуемое время между зачисткой и смазкой не более 1 ч;

- рабочие поверхности, имеющие защитные металлические покрытия, – промыты органическим растворителем.

Рабочие поверхности медных контакт-деталей, соединяемых способом опрессовки, должны быть зачищены.

Рабочие поверхности алюминиевых контакт-деталей должны быть зачищены и смазаны кварцевазелиновой пастой или другими смазками, пастами и компаундами с аналогичными свойствами.

Поверхности контакт-деталей, соединяемых сваркой или пайкой, должны быть предварительно зачищены, обезжирены или протравлены.

Расположение и размер отверстий под болты в контакт-деталях разборных контактных соединений рекомендуется принимать в соответствии с ГОСТ 21242–75. По согласованию с потребителем допускается выполнение овальных отверстий.

Требования к электрическим параметрам

В контактных соединениях сравнивается электрическое сопротивление всей длины участка соединяемых проводов с электрическим сопротивлением участка такого же размера соединяемого проводника. При этом отношение этих сопротивлений не должно превышать:

- 1 – для класса 1;
- 2 – для класса 2;
- 6 – для класса 3.

Если соединяемые проводники имеют разное электрическое сопротивление, для расчета принимают большее. Электрическое сопротивление контактов соединений со штыревыми выводами 1 класса зависит от диаметра штыря (от 3 до 56 мм) и может изменяться от 80 до 4 мкОм по ГОСТ 10434–82. Для 2 и 3 классов значения электрического сопротивления (при необходимости) указывается в стандартах или в технических условиях. Во всех случаях (кроме сварки и спайки) электрическое сопротивление не должно превышать начального значение более чем в 1,5 раза, а при выполнении соединений пайкой и сваркой – должно быть неизменным.

Надежность электрического соединения зависит от его температуры. При прохождении номинального тока температура контактных соединений 1 и 2 классов, относительно температуры окружающего воздуха в электроустановках до 1000 В, по ГОСТ 10434–82 не должна превышать:

95 °С – для соединяемых проводников из меди, алюминия, алюминия и его сплавов без защитных покрытий рабочих поверхностей;

110 °С – для проводников из меди, алюминия, алюминия и его сплавов защитными покрытиями благородными металлами;

135 °С – для проводников из меди и ее сплавов без изоляции или с изоляцией классов В, F и H с защитным покрытием серебром.

Температура контактных соединений 3 класса зависит от применяемых материалов, покрытий, класса изоляции присоединяемых проводников и условий эксплуатации.

Требования устойчивости к механическим факторам

Контактные соединения должны выдерживать воздействие механических факторов внешней среды и статических осевых нагрузок на расстояние, вызывающее напряжения не менее 90 % временного сопротивления разрывов целого проводника для контактных соединений проводов линий электропередач, работающих на растяжение, и 30 % для неразборных контактных соединений, не работающих на растяжение, а также для соединений проводников с гнездовыми выводами.

Болты рекомендуется затягивать моментными индикаторными ключами и тарированными отвертками, которые контролируют момент затяжки винтов. Крутящие моменты подбирают в зависимости от диаметра болтов и винтов. Для проводников сечением до 1,5 мм² не допускается применять винтовой зажим, конец винта которого проворачивается по жиле.

Все разборные контактные соединения проводников с выводами, а также разборные контактные соединения, подверженные вибрации, должны быть предохранены контргайками, шайбами, тарельчатыми пружинами.

Требования к надежности контактных соединений устанавливаются ГОСТами или техническими условиями на конкретные виды электротехнических устройств.

Требования безопасности соединений должны соответствовать ГОСТам и обеспечивать условия эксплуатации, установленные «Правилами технической эксплуатации установок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Контактные соединения в соответствии с климатическим исполнением и категорией размещения электротехнических устройств, определяемыми по ГОСТ 15150–69 и ГОСТ 15543–70, должны выдерживать воздействие климатических факторов внешней среды, указанных в ГОСТ 15150–69, ГОСТ 15543–70, ГОСТ 15963–79, ГОСТ 16350–80, ГОСТ 17412–72 или в стандартах и технических условиях на конкретные виды электротехнических устройств. Контактные соединения пластин из твердого алюминиевого сплава и алюминиевой части медно-алюминиевых пластин с алюминиевыми проводниками (выводами) должны выполняться сваркой или пайкой, а соединения наконечников из твердого алюминиевого сплава

и алюминиевой части медно-алюминиевых наконечников с алюминиевыми жилами проводов и кабелей должны выполняться сваркой или опрессовкой. При контактных соединениях меди с алюминием, образующих в присутствии влаги электролитическую пару, во избежание электролитической коррозии, разрушающей контактное соединение, применяют медно-алюминиевые переходные детали. Например, для присоединения алюминиевой шины к аппаратному зажиму, изготовленному из сплава меди, к шине приваривают наконечник из меди либо конец алюминиевой шины армируют способом холодной сварки медными накладками толщиной 1,0–1,5 мм. Для защиты соединения от коррозии используются специальные защитные смазки:

Contactol-HPG – универсальная тугоплавкая смесь, содержащая щелочь, для растворения окисной пленки алюминия;

АМС-1 – нейтральная смесь для защиты поверхности контактов;

ЦИАТИМ-221 – карбонально-никелевая смесь с органическим связующим для защиты контактов от атмосферной коррозии.

2.5. Составление карты технического обслуживания контактных соединений, подбор инструментов и материалов

В соответствии с ГОСТ 17441–84 «Соединения контактные электрические. Приемка и методы испытаний» контактные соединения подвергают ряду проверок при квалификационных, приемосдаточных, периодических и типовых испытаниях электротехнических устройств, при приемосдаточных испытаниях соединений воздушных линий электропередачи, кабелей и т. п.

Виды проверок и объем выборки должны быть установлены в программах и методиках испытаний, стандартах или технических условиях на конкретные виды электротехнических устройств. При отсутствии таких указаний виды проверок и объем выборки должны приниматься в соответствии с ГОСТ 17441–84.

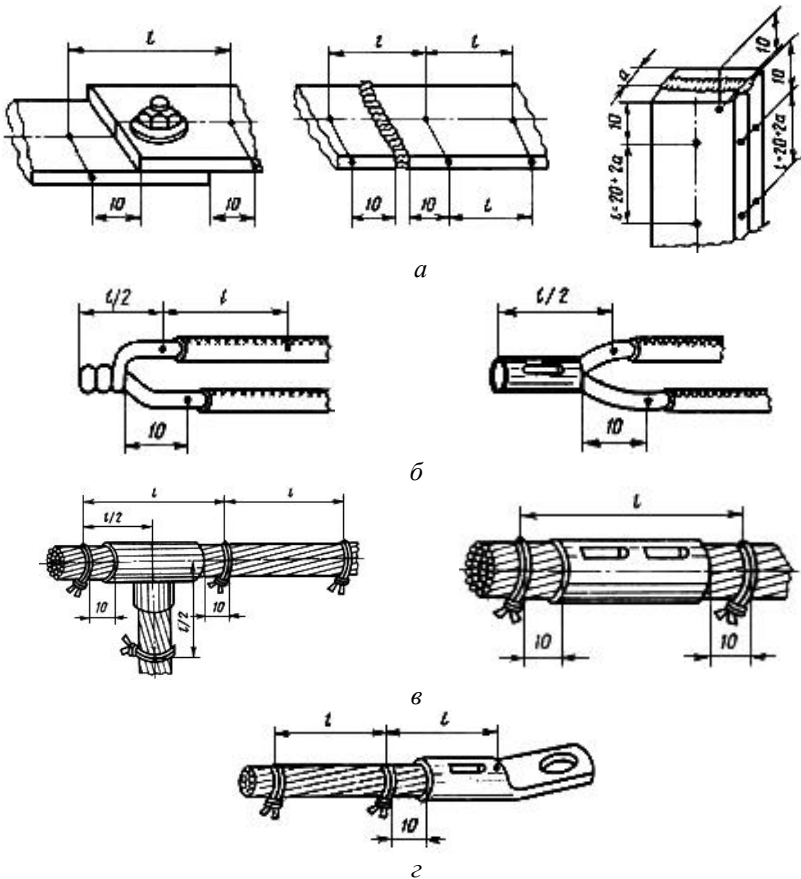
При периодических испытаниях должны выполняться проверки соответствия требованиям к конструкции, определение начального электрического сопротивления и испытание на нагревание номинальным (длительно-допустимым) током.

Периодические испытания проводят один раз в два года, если иное не установлено в стандартах или технических условиях на конкретные виды электротехнических устройств.

2.6. Выполнение работ по техническому обслуживанию разборных, неразборных, разъемных электрических соединений согласно карте

Определение электрического сопротивления

Электрическое сопротивление соединения измеряют на участке между точками, указанными на рис. 2.8.



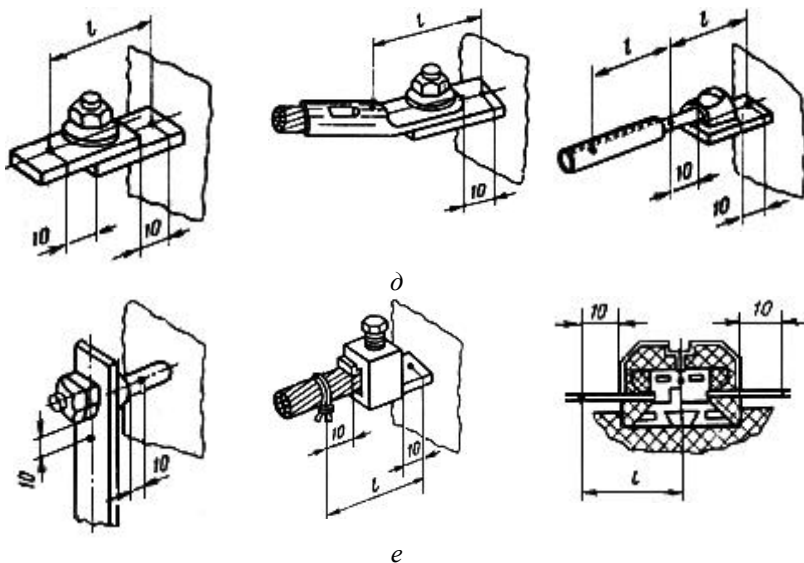


Рис. 2.8. Размеры участков для измерения электрического сопротивления различных контактных соединений (ГОСТ 17441–84):

- a* – болтовое и сварное соединения шин;
- б* – соединение однопроволочных жил опрессовкой и сваркой;
- в* – соединение и ответвление многопроволочных жил опрессовкой и сваркой;
- г* – окончание многопроволочной жилы;
- д* – присоединения к плоскому выводу шины, многопроволочной и однопроволочной жилы;
- е* – присоединения к штыревому выводу шины, к гнездовому выводу многопроволочной и однопроволочной жилы

В соответствии с ГОСТ 10434–82 полученное значение электрического сопротивления контактного соединения сравнивают с контрольным значением сопротивления проводника. Его измеряют на участке, равном условной длине контактного соединения l .

В случаях, обусловленных конструктивным исполнением изделий, допускается сопротивление не измерять. По согласованию с потребителем сопротивление проводника допускается определять расчетным путем. При присоединении к штыревому выводу (рис. 2.8, *е*) сопротивление проводника не измеряют. Сопротивление соединения в этом случае должно соответствовать значениям, установленным в ГОСТ 10434–82.

Для соединений, не указанных на рис. 2.8, точки измерения устанавливаются на расстоянии 2–10 мм от контактного стыка по ходу тока.

Сопротивление соединений пакета шин измеряют отдельно для каждой пары элементов соединения. Измерение ведут с помощью щупов с острыми иглами, разрушающими окисную пленку. На многопроволочных жилах проводов и кабелей в местах приложения измерительных (потенциальных) щупов должно быть обеспечено равномерное распределение тока и одинаковый потенциал по всем проволокам. Для этого рекомендуется пропайка или сплавление проводов, опрессовка гильз или наложение бандажа из двух-трех витков медной луженой проволоки диаметром 0,4–1,5 мм.

Измерение сопротивления соединений многопроволочных жил сечением до 6 мм² и однопроволочных жил сечением до 16 мм² допускается выполнять с проколом изоляции без обеспечения мер по выравниванию распределения тока и потенциала.

В соответствии с ГОСТ 17441–84 сопротивление соединений следует измерять методом вольтметра-амперметра на постоянном токе, микроомметром или двойным мостом. Сопротивление соединений с многопроволочными жилами следует измерять методом вольтметра-амперметра. Допускается измерение микроомметром, при этом для присоединения токовых наконечников щупов следует обеспечивать те же условия, что и для потенциальных. При определении сопротивления методом вольтметра-амперметра измерительный ток рекомендуется принимать не более 0,3 номинального тока проводника. Сопротивление измеряют при температуре окружающей среды. Соединения считают выдержавшими испытания, если среднее значение сопротивления выборки соответствует требованиям ГОСТ 10434–82.

Допустимые значения сопротивления контактов электрических аппаратов устанавливаются заводом-изготовителем В случаях, если значения сопротивления контактов не приведены в инструкциях завода-изготовителя, они принимаются из ТНПА (ТКП 181–2009).

Испытание на нагревание номинальным током

Испытанию подвергают соединения, прошедшие проверку электрического сопротивления.

Нагревание проводят постоянным или переменным током. При отсутствии в стандартах и технических условиях на конкретные

виды электротехнических устройств значений номинального тока следует проводить испытания на испытательном токе согласно ГОСТ 2933–83. Соединения считают выдержавшими испытания, если их температура с учетом верхнего рабочего значения температуры окружающего воздуха по ГОСТ 15543.1–89 (измеренное превышение температуры над температурой воздуха при испытаниях плюс верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха) не выше значений, установленных в ГОСТ 10434–82.

Порядок выполнения лабораторной работы

Упражнение 1. Выполнение контактных соединений

1.1. Изготовить следующие виды контактных соединений:

1) из медного проводника:

- скрутку;
- скрутку луженых проводов;
- винтовой зажим.

2) из алюминиевых проводников:

- скрутку;
- скрутку под СИЗом (колпачком);
- контакт на клемме «WAGO» (СКМ).

Проводники для выполнения контактных соединений необходимо выполнить в соответствии со схемой, приведенной на рис. 2.9.

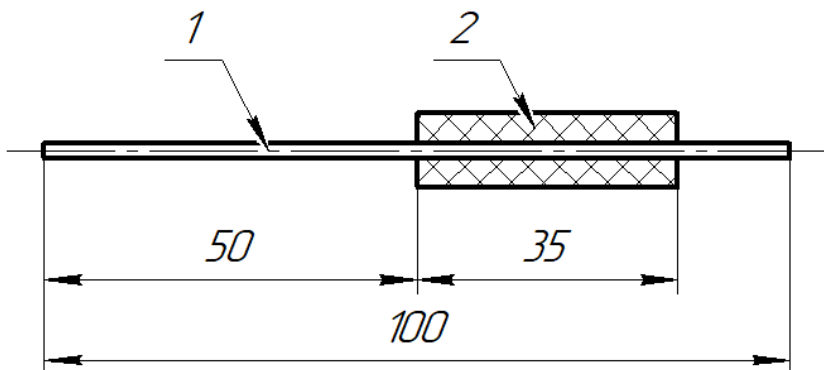


Рис. 2.9. Общий вид проводника, необходимого для выполнения контактного соединения:

1 – токоведущая жила; 2 – изоляция токоведущей жилы

- 1.2. С помощью микроомметра MMR-620:
- измерить переходное сопротивление изготовленных контактных соединений;
 - измерить или принять из ТНПА допустимое значение переходного сопротивления изготовленных контактных соединений.
- Результаты измерений занести в табл. 2.1.

Таблица 1.1

Измерение переходного сопротивления контактных соединений

Материал и вид контактного соединения	Измеренное значение, мкОм	Допустимое значение, мкОм

- 1.3. Сделать заключение о техническом состоянии контактных соединений.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятию электрический контакт.
2. Как классифицировать контактные соединения по видам?
3. Перечислите основные типы неразборных контактных соединений.
4. Какие контактные соединения относятся к 1 классу?
5. Какие контактные соединения относятся ко 2 классу?
6. Какие контактные соединения относятся к 3 классу?
7. Перечислите основные характеристики контактных соединений.
8. Какими ТНПА регламентируются правила выполнения и технического обслуживания контактных соединений?
9. От каких параметров зависит переходное контактное сопротивление?
10. В соответствии с ГОСТ 17441–84, каким способом необходимо измерять переходное сопротивление?

Лабораторная работа № 3

Техническое обслуживание электрооборудования грузоподъемных механизмов. Организация и выполнение такелажных и грузоподъемных работ

Цель работы: освоить технологию технического обслуживания электрооборудования грузоподъемных механизмов; изучить организацию и порядок выполнения такелажных и грузоподъемных работ.

Задачи работы: исследовать особенности организации обслуживания электрооборудования грузоподъемных механизмов; определить техническое состояние грузоподъемных механизмов; провести профилактические испытания электрооборудования и оформить их результаты; освоить оборудование, инструменты, приспособления для обслуживания электрооборудования грузоподъемных механизмов; освоить приемы кантования грузов, освоить способы строповки грузов, освоение приемов сигнализации и команд во время перемещения грузов, изучить механику вертикального и горизонтального перемещения грузов.

3.1 Организация обслуживания электрооборудования грузоподъемных механизмов

Повышение надежности и экономичности эксплуатации сельских электроустановок – проблема многогранная, которую нужно решать комплексно. Важнейшей составной частью решения этой проблемы является система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий (ППРЭСх). Эта система включает профилактические мероприятия, проводимые в условиях эксплуатации в плановом порядке персоналом энергетических служб для поддержания показателей надежности электрооборудования на требуемом уровне. Своевременные и целесообразные по объему и содержанию профилактические мероприятия позволяют не только улучшить показатели надежности изделий и снизить темпы изнашивания оборудования, но и сократить эксплуатационные расходы.

Система ППРЭСх охватывает практически все электрооборудование, используемое в сельском хозяйстве. В ней рассматриваются общие вопросы организации технического обслуживания и ремонта

и решение этих вопросов применительно к каждому виду электрооборудования.

Электрооборудование и электроустановки при использовании и хранении подвергаются воздействию различных эксплуатационных факторов, в результате чего изнашиваются и стареют. Из-за износа и старения увеличивается опасность появления отказов, приводящих к нарушению работоспособности изделия. Обычно возникновению отказа предшествует появление неисправностей, обусловленных изменением характеристик устройства, отклонением от нормальных режимов их использования. Своевременным устранением причин, вызывающих появление неисправностей, можно предупредить возникновение отказов.

Техническое обслуживание включает в себя регулярные осмотры электрического и электромеханического оборудования и технические мероприятия в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, проводимые по специальным графику и программе. В состав ТО также входят ремонты оборудования, различающиеся по своему объему.

Электрическое и электромеханическое оборудование по функциональному назначению подразделяются на основное и вспомогательное. К основному относится оборудование, без которого невозможно проведение нормального технологического процесса по выпуску продукции. К вспомогательному относится электрическое и электромеханическое оборудование, служащее для улучшения условий труда и повышения его производительности, а также для соблюдения экологических или других нормативов производства. Его отказ не приводит к перерывам в основном технологическом процессе.

Основная цель ТО заключается в обеспечении надежной работы, исключающей поломки и отказы электрического и электромеханического оборудования. Однако эти аварии могут происходить не только по причине плохой эксплуатации, но и вследствие нарушения стандартов качества электрической энергии. Аварии и отказы приводят к материальным и экономическим ущербам на производстве, поэтому выявление причин отказов и аварий также является задачей эксплуатации. Для этого необходимо проводить мониторинг качества электроэнергии, чтобы энергосберегающие компании несли свою долю ответственности за нарушение условий

договора энергоснабжения. В настоящее время существуют три вида ТО:

- 1) практически без обслуживания («не трогай, пока не сломается»);
- 2) плано-предупредительная система обслуживания и ремонтов (ППР);
- 3) обслуживание с ремонтами по мере необходимости.

Первый вид ТО встречается применительно к вспомогательному электрооборудованию типа освещения и электронагревательных устройств.

Второй вид ТО применяется для основного и большей части вспомогательного оборудования. ППР предусматривает плановые (по графику) осмотры и ремонты электрического и электромеханического оборудования. Функции контроля за отклонением режимных параметров от расчетных возлагаются на системы защиты оборудования.

Третий вид ТО обеспечивает необходимый уровень надежности работы оборудования при минимальной стоимости обслуживания. Применение этого вида ТО требует мониторинга режимов работы электрического и электромеханического оборудования, а также контроля условий окружающей среды. Мониторинг осуществляется с помощью системы датчиков, сигналы от которых передаются на микропроцессоры и далее, на пункт управления. Последний с помощью математических моделей надежности обрабатывает полученную информацию и выдает данные по уровню надежности и необходимости ремонта оборудования.

К достоинствам третьего вида ТО относится выведение из эксплуатации только того оборудования, ремонт которого объективно необходим. В первую очередь, этот вид ТО применяется для наиболее ответственного и дорогостоящего оборудования.

Касательно организации обслуживания электрооборудования грузоподъемных механизмов, то его обслуживание производится как единое целое с соблюдением предлагаемых норм по периодичности проведения ТО, ТР и КР. Периодичность проведения данных операций зависит от входящего в состав электрооборудования грузоподъемного механизма и условий помещения или окружающей среды, в которой происходит эксплуатация.

Рассмотрим организацию обслуживания грузоподъемного механизма на конкретном примере: мостового крана (кран балки) установленного в аудитории № 11 кафедры ППС.

Мостовой кран состоит из следующего электрооборудования: четырех электродвигателей (одного привода барабана, одного привода поперечного перемещения и двух продольного перемещения); электромагнитного тормоза; гибкой электропроводки, питающей всю таль и конкретно механизм подъема и поперечного перемещения; пускозащитной аппаратуры (ПЗА), предназначенной для управления электродвигателями и катушкой электромагнитного тормоза. Механизм непосредственного подъема грузов и привод перемещения данного механизма называется электротельфером. Часть электротельфера, на которой установлен барабан подъемного троса с его приводом, называется электроталью (подвесное грузоподъемное устройство). Общий вид электротельфера приведен на рис. 3.1.

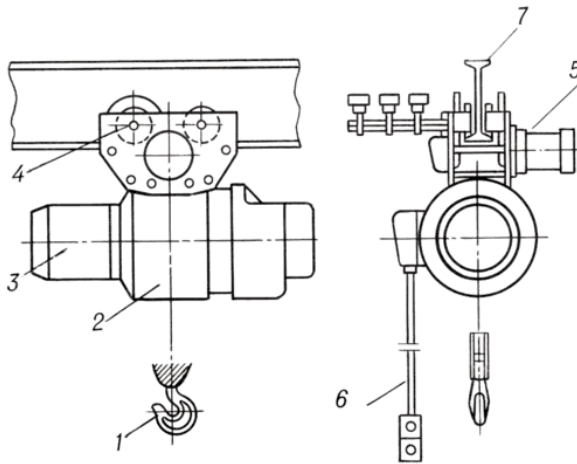


Рис. 3.1. Схема электротельфера:

- 1 – грузовая подвеска; 2 – моторная лебедка; 3 – электродвигатель лебедки;
- 4 – ходовая тележка; 5 – электродвигатель тележки; 6 – кнопочный пускатель;
- 7 – однорельсовый подвесной путь

После того как мы определились с устройством электротельфера, необходимо определить условия помещения, в котором он эксплуатируется. В нашем случае это аудитория № 11: сухое,

не пыльное помещение, поэтому условия эксплуатации электрооборудования в данном помещении условно можно назвать нормальными.

Далее оборудование разбивается на группы по периодичности проведения ТО, ТР и капитального ремонта (КР).

Периодичность – это повторяемость (цикличность) явления через определенные промежутки времени. То есть проведение ТО (ТР, КР) через определенное количество дней или месяцев.

На сегодняшний момент в Республике Беларусь закреплено следующее отношение к периодичности (выдержки из ТКП 181–2009):

4.6.1. Для обеспечения надежного функционирования электрооборудования у Потребителя должна функционировать система технического обслуживания и ремонта (СТОиР) электрооборудования, основанная на принципе планово-предупредительных ремонтов.

4.6.2. Для повышения эффективности функционирования электрооборудования должна выполняться его модернизация и реконструкция. Необходимость и объем реконструкции и модернизации обосновывается технико-экономическими расчетами.

4.6.3. Объем технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов должен определяться необходимостью поддержания работоспособности электроустановок.

4.6.4. На все виды ремонтов основного оборудования электроустановок должны быть составлены ответственным за электрохозяйство годовые и многолетние планы (графики), утверждаемые техническим руководителем Потребителя.

Конкретная периодичность не регламентируется, сроки проведения ТОиР устанавливаются потребителем (тем, кто эксплуатирует оборудование). Стоит отметить, что ранее, в СССР, периодичность регламентировалась Системой планово-предупредительных ремонтов электрооборудования (ППРЭ) и, в частности, для потребителей в сельском хозяйстве – системой ППРЭсх. Поэтому нынешние энергетики опираются на ту, старую, систему и отступают от нее по обстоятельствам.

В нашем случае в электротельфере установлено электрооборудование, для которого системой ППРЭсх устанавливается нормируемая периодичность ТО, ТР и КР (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Электрооборудование и периодичность его ТО, ТР и КР по системе ППРЭсх

Электрооборудование	Периодичность, мес.		
	ТО	ТР	КР
Электропроводка, выполненная кабелем (тросовая)	6	24	180
Электродвигатели (привода барабана и перемещения)	3	24	
Пускозащитная аппаратура (в том числе и электромагнитный тормоз)	3	24	

На предприятии периодичность осмотров и объем работ устанавливает администрация предприятия, исходя из конкретных условий работ тали. Рекомендуется внешние осмотры производить не реже одного раза в месяц.

Осмотр тали ответственным лицом должен производиться перед началом работы, а обнаруженные при этом неисправности должны немедленно устраняться.

Трудозатраты на техническое обслуживание:

- ежемесячные – 8 чел.-ч;
- ежегодные – 18 чел.-ч.

В настоящее время от периодичности по сроку отказываются и нормы проведения ТО и ремонтов устанавливаются на основании фактически отработанного времени оборудованием.

Нормы отработки времени до проведения очередного технического обслуживания:

- ежемесячные – 62 маш.-ч;
- ежегодные – 740 маш.-ч.

Нормы отработки времени до проведения очередного ремонта:

- текущего – 740 маш.-ч;
- капитального – 4500 маш.-ч.

Трудозатраты на техобслуживание и нормы отработки времени до проведения техобслуживания, текущего и капитального ремонта электроталей приведены исходя из работы в нормальных производственных

условиях с загрузкой их в среднем режиме работы с эквивалентным грузом $0,5 < 3H$ (заводской нагрузки) с коэффициентом использования по времени в год 0,5, в сутки – 0,67 и в час – 0,25.

При работе электротали в более легком или более тяжелом режимах ежемесячные трудозатраты и нормы отработки времени до проведения очередного техобслуживания и текущего ремонта, соответственно, изменяются.

Во время проведения ТО и ремонтов электрооборудования грузоподъемного механизма к обслуживанию подлежат все элементы устройства, то есть на этот день планируется обслуживание всех элементов. Если какой-то элемент требует более частого обслуживания, то необходимые дни планируются на период между обслуживаниями оставшегося оборудования.

3.2 Техническое обслуживание грузоподъемных механизмов

Внешние осмотры включают проверку:

- состояния монорельсового пути и токоподводящих шин;
- надежности заземления;
- чистоты тали, наличия и состояния смазки;
- состояния изоляции электропроводки по действующим нормам безопасной эксплуатации механизмов с электроприводом;
 - состояния и работы токосъемника, конечных выключателей, магнитных пускателей и кнопочной станции;
 - надежности крепления грузового каната и его состояния;
 - затяжки болтов, контактных и других соединений, а также наличия и состояния стопоров (пружинных шайб, шплинтов и др. деталей, обеспечивающих стопорение);
 - состояния подвески и подвижности крюка (вращение, качение);
 - состояния зубчатых передач;
 - работы тормозов;
 - состояния и работы канатоукладчика.

Результаты осмотров и отметки устранения выявленных неисправностей записываются в журнал периодических осмотров.

Вновь установленные тали или тали, установленные после того, как они были демонтированы, осмотрены и/или отремонтированы, должны проходить серию пробных испытаний без нагрузки. Проведение пробных испытаний до завершения установки запрещается.

До начала эксплуатации в нормальном режиме необходимо провести 10-минутное испытание при постоянной статической нагрузке, равной 125 % номинальной нагрузки, с высотой подъема около 100 мм и убедиться, что таль работает в нормальном режиме.

Динамическое испытание состоит в повторном подъеме и опускании номинальной нагрузки и ее перемещении в горизонтальной плоскости. После испытания необходимо проверить, работают ли блок механического привода, электрика и соединительный блок нормально и надежно.

Строго запрещается использовать таль, если нагрузка превышает номинальную нагрузку на головку, и включать таль чаще расчетного количества раз (120) в час.

При установке, сдаче в эксплуатацию и ремонте проводится тщательный осмотр с целью удостовериться в том, что работает ограничительное устройство исправно и надежно и быстро реагирует, то есть отключает питание и не допускает дальнейшего перемещения крюка вниз и вверх в момент, когда подъемный крюк достигает верхнего и нижнего предела, во избежание несчастного случая. Строго запрещается использовать ограничительное устройство в качестве выключателя хода.

Не разрешается нажимать одновременно две кнопки, т. к. в результате этого таль начнет двигаться в противоположных направлениях.

По окончании работы отключите сетевое питание.

Электрическую таль должны эксплуатировать специально назначенные лица, полностью усвоившие правила техники безопасности при ее эксплуатации.

При эксплуатации тали ее должны регулярно осматривать специально назначенные лица. При обнаружении какой-либо неисправности необходимо незамедлительно принимать меры и делать подробные записи.

Тормоз должен быть отрегулирован таким образом, чтобы он мог действовать при нахождении в подвешенном состоянии тяжелого груза и в случаях снижения максимальной нагрузки. Путь трения после тормоза не должен превышать 80 мм. При явном износе поверхности троса номинальная нагрузка на тросы с обрывами должна быть соответственно снижена.

Убедитесь, что в ходе эксплуатации тали используется достаточное количество смазки и что в ней нет грязи и примесей.

Для нанесения смазки на трос следует использовать небольшие деревянные бруски с прочными глазками: строго запрещается наносить смазку рукой непосредственно на трос на рабочем месте.

Не разрешается оставлять тяжелый груз в подвешенном положении при неработающей тали во избежание постоянной деформации деталей.

При возникновении в ходе эксплуатации каких-либо нештатных ситуаций, необходимо немедленно отключить сетевое питание.

Особое внимание следует обращать на быстроизнашивающиеся детали.

После продолжительной эксплуатации 10-тонной тали может произойти автоматическое отключение питания (в этом случае вы можете уменьшить нагрузку). Это происходит в результате срабатывания функции защиты двигателя от перегрева, и таль через некоторое время сможет продолжать работу после того, как двигатель остынет.

3.3 Профилактические испытания электрооборудования и оформление их результатов

Техническим кодексом установившейся практики ТКП 181–2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (далее – ТКП) установлена обязанность потребителей электроэнергии по надлежащей эксплуатации электрооборудования, в том числе по проведению профилактических испытаний электроустановок. Периодичность и объем испытаний определяется приложениями Б, В, требования которых носят обязательный характер.

В объем испытаний входят:

1. Измерение сопротивления изоляции силовой и осветительной сети до 1000 В постоянного и переменного тока в эксплуатации измерения должны проводиться не реже 1 в 3 года (Б 27.1).

2. Испытание цепи фаза–ноль силовых и осветительных сетей проводится при приемке в эксплуатацию, после изменения параметров электрической сети (мощности подключенного (подключаемого) оборудования, длины и сечения питающей (их) линии), но не реже 1 раза в 6 лет (Б 27.3, Б 29.8).

3. Измерение сопротивления заземляющего устройства производится при вводе в эксплуатацию, а также после реконструкции и ремонта заземляющего устройства, но не реже 1 раза в 6 лет (Б 29.4).

4. Проверка соединений заземлителей с заземляемыми элементами (измерение сопротивления переходных контактов) производится после каждой перестановки оборудования, но не реже 1 раза в 6 лет (Б 29.2).

5. Измерение напряжения прикосновения производится после монтажа, переустройства и капитального ремонта заземляющего устройства, но не реже 1 раза в 6 лет (Б 29.5).

6. Устройства защитного отключения, управляемые дифференциальным током (УЗО-Д).

В ТКП также указаны периодичность и объем испытаний для отдельных электроустановок:

– передвижные (переносные) электроприемники (электроинструмент, электрические машины, светильники, сварочные установки, насосы, печи, компрессоры и т. п.). Требования по эксплуатации данных электроприемников изложены в разделе 6.5 ТКП. В соответствии с требованиями пункта 6.5.12 необходимо проводить периодические проверки, в объем которых входят: измерение сопротивления изоляции, проверка исправности цепи заземления электроприемников (измерение сопротивления переходных контактов). Периодические проверки, согласно пункту 6.5.11, должны проводиться не реже 1 раза в 6 месяцев;

– кроме профилактических испытаний силовой и осветительной электросети производятся измерение тока по фазам и проверка правильности выбора защитных устройств (предохранителей), проверка величины напряжения в различных точках сети с периодичностью, установленной лицом, ответственным за электрохозяйство, но не реже 1 раза в год (п. 6.11.5.7 ТКП);

– замер сопротивления изоляции силовой и осветительной электропроводки должен производиться в сухих помещениях 1 раз в год, а в особо сырых (мьльных и парильных залах) – 1 раз в квартал. Замер величины сопротивления заземляющего устройства должен производиться не реже 1 раза в 6 месяцев (п. 6.11.3.19, 6.11.3.22 ТКП). Контроль за состоянием заземляющего устройства в целом производится в соответствии с указаниями раздела 5.8 и Б.29 приложения Б;

– при эксплуатации отдельных электроприемников (электрофферов, электромагнитных тормозов и т. п.) также следует учитывать рекомендации заводов-изготовителей, изложенные в руководствах по эксплуатации на данные электроприборы с указанием сроков их службы.

3.4 Оборудование, инструменты, приспособления для обслуживания электрооборудования грузоподъемных механизмов

Рассмотрим самые распространенные инструменты, приспособления и материалы, необходимые для выполнения электромонтажных работ.

Отвертки или наборы отверток (рис. 3.2). Без данного инструмента никак не обойтись при установке розеток и выключателей, винтовых клемм и электрических аппаратов в распределительном щитке. Для работы понадобятся отвертки разного размера и типа: крестовые (PH, PZ), шлицевые (плоские), шестигранные. Для монтажа и обслуживания некоторого оборудования потребуются отвертки со специализированными наконечниками.



Рис. 3.2. Набор отверток

При выполнении электромонтажных работ не лишним будет такой инструмент, как ударная отвертка. Это специальная отвертка, предназначенная для откручивания «прикипевших» винтов, шурупов, саморезов, которые не удастся открутить обычной отверткой.

Индикаторы, указатели напряжения, электрозащитные средства. При выполнении электромонтажных работ наиболее важным вопросом является вопрос электробезопасности, поэтому в перечне инструмента каждого электрика должна быть индикаторная отвертка и указатель напряжения. Индикаторная отвертка поможет определить наличие или отсутствие фазы, но отсутствие напряжения в электропроводке нужно определять именно указателем напряжения.

Существуют универсальные указатели напряжения, индицирующие величину измеряемого напряжения, которые могут использоваться в качестве тестера для проверки целостности цепей, а также в качестве индикатора наличия фазы. В качестве альтернативы указателю напряжения в электропроводках до 1000 В может использоваться мультиметр (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Мультиметры типа UTB-133

Мультиметр представляет собой многофункциональный прибор, предназначенный для измерения основных электрических величин. Это незаменимый прибор для электрика, он позволяет измерять напряжение в широком диапазоне, как постоянного, так и переменного тока, сопротивление, силу тока.

Наличие режима прозвонки позволяет определять целостность предохранителей и электропроводок, а также позволяет быстро разобраться в сложных цепях распределительных щитков.

Для удобства измерения нагрузки используются специальные токоизмерительные клещи (рис. 3.4), позволяющие измерять нагрузку без необходимости включения прибора в разрыв электрической цепи. Для электрика удобны в эксплуатации комбинированные измерительные приборы, совмещающие в себе функции токовых клещей и мультиметра.



Рис. 3.4. Токоизмерительные клещи

Для точного определения состояния изоляции замеры должны производиться мегаомметром – еще один измерительный прибор в списке электромонтажника, а переходного сопротивления – микроомметром. Данный измерительный прибор используется при монтаже и обслуживании силового оборудования, крупных распределительных щитов, распределительных устройств.

Для точного замера сечения жил кабеля, проведения точных замеров при монтаже различных элементов используется такой измерительный прибор, как штангенциркуль.

Пассатижи, бокорезы, специализированный инструмент (рис. 3.5). Плоскогубцы – незаменимый инструмент при выполнении

электромонтажных работ. Они применяются при заделке кабеля, для скручивания жил проводов, изгиба жил, скручивания болтовых соединений и других работ. Бокорезы (кусачки) предназначены для перекусывания жил кабелей и проводов в процессе прокладки электрических цепей.

Существует комбинированный ручной инструмент, заменяющий два вышеприведенных инструмента, – пассатижи.

При выполнении электромонтажных работ могут также использоваться плоскогубцы специальной формы – так называемые длинногубцы, тонкогубцы, утконосы, круглогубцы.



Рис. 3.5. Пассатижи, бокорезы, специализированный инструмент

Для частых и регулярных работ для удобства снятия изоляции используется специальный инструмент – стриппер. Для одnorазовых и нерегулярных работ приобретать данный инструмент нецелесообразно: снятие изоляции можно выполнить при помощи бокорезов или ножа.

Если в качестве способа соединения проводников выбрана опрессовка, то в данном случае необходимо иметь такой инструмент, как обжимные клещи (пресс-клещи).

Набор гаечных ключей и головок (рис. 3.6) понадобится при монтаже и подключении силового электрооборудования, сборки и подключении крупных распределительных щитов.



Рис. 3.6. Набор гаечных ключей и головок

Для контроля качества изоляции электрической цепи удобным прибором является мегаомметр (рис. 3.7).



а



б

Рис. 3.7. Мегаомметры:
а – мегаомметр ЭС0202/1Г; *б* – измеритель сопротивления MIC-3

Этот вид прибора содержит в своей конструкции встроенную динамо-машину, которая способна создать разность потенциалов до 2500 В. При этом происходит измерение тока утечки и определяется сопротивление цепи. Без мегаомметра не обойтись при проведении проверки изоляции кабелей, электромоторов, если возникло подозрение на пробой их изоляции. Измерительные приборы с динамо-машинкой вырабатывают высокое напряжение, которое опасно для человека. Поэтому пользоваться ими необходимо, применяя средства защиты.

3.5. Освоение приемов кантования, способов строповки и команд во время перемещения грузов

Кантованием называют операцию переворачивания, поворачивания груза из одного положения в другое. Кантование чаще всего вызывается технологией процессов производства. В металлургическом производстве – это разливка металла из печей в ковши, из ковшей в миксеры, печи, изложницы и т. п. На машиностроительных предприятиях кантование необходимо производить при изменении операции обработки. Прибегают к кантованию изделий при проведении ремонтов, монтаже и демонтаже оборудования. Иногда кантование груза применяют в связи с необходимостью поставить или уложить груз в требуемое положение: из транспортного в рабочее и наоборот.

В зависимости от площади цеха, его оснащенности, формы и массы деталей и от массовости производства существует следующие виды кантования:

- ручное;
- механизированное;
- грузоподъемными кранами.

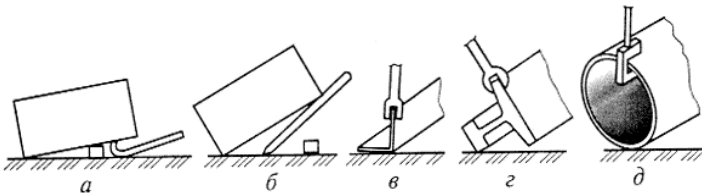


Рис. 3.8. Кантование грузов:

- a, б* – прямоугольной детали с помощью лома;
- в, г, д* – профилированного проката и труб с помощью кантовальной скобы

Ручное кантование деталей массой до 100 кг выполняют с помощью монтировки (специального лома) и подкладок. Под деталь сначала подсовывают загнутую часть лома, приподнимают ее и подкладывают брусок, затем переворачивают деталь другим концом лома (рис. 3.8, *а, б*).

Профильный металл и трубы можно кантовать специальным инструментом, напоминающим гаечный ключ (рис. 3.8, *в, г, д*).

Ручные кантователи (захватные рычаги) часто используют для разворота деталей и узлов, когда их поднимают не вручную, а кранами.

Механизированное кантование деталей массой более 100 кг осуществляют специальными механическими кантователями. Поворачивание деталей вокруг продольной горизонтальной оси выполняют цепными кантователями, которые навешивают на крановые крюки, и клещевыми кантователями – манипуляторами. Поворот деталей вокруг вертикальной оси выполняют с помощью роликов, тележек, поворотных кругов, столов станков и т. п.

Кантование груза кранами (рис. 3.9) – это ответственная и трудоемкая операция, выполнение которой доверяют только опытным стропальщикам, такелажникам и крановщикам.

Правильная организация и выбор наиболее эффективного способа кантования влияют на повышение производительности труда. Кантование деталей может выполняться как одним краном, так и двумя спаренными, работающими на одних путях или на разных, в ярус, то есть друг под другом, что часто встречается в современных высоких цехах.

В процессе переворачивания груза очень важную роль играет положение его центра тяжести. Когда он расположен в пределах площади опоры, деталь находится в положении покоя (см. рис. 3.9, *а*).

В момент подъема, когда центр тяжести выходит за пределы опорной поверхности, деталь переворачивается и падает на другую плоскость. Следовательно, кантование основано на принудительном смещении центра тяжести груза.

Кантование можно производить плавно (см. рис. 3.9, *б, в*), ударом (см. рис. 3.9, *г*), рывками.

Выбор способа кантования зависит от массы и размеров груза, его формы, наличия мест захвата и возможностей крепления к стропам.

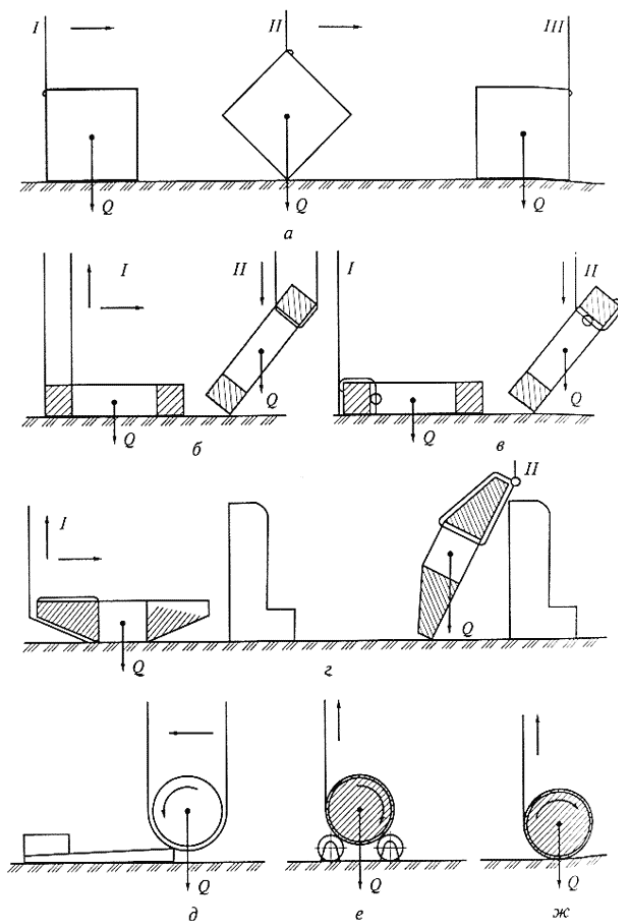


Рис. 3.9. Кантование груза кранами:

- a* – закрепленного в верхней точке; *б* – простым обхватом в верхней точке;
- в* – крюком в верхней точке;
- г* – высоких и неустойчивых деталей с помощью угольника;
- д* – деталей типа валов, барабанов по наклонной плоскости до упора;
- е* – вращением в роликовых призмах;
- ж* – на плоскости (I–III – позиции кантования); Q – вес груза, T

Наиболее распространенными способами являются:
 кантование на весу (плавное переворачивание груза);
 кантование на бросок (поворачивание со свободным падением);

кантование на упор (деталь краном опускается на край подставки (упор) так, чтобы центр тяжести оказался вне опоры. При опускании крюка крана деталь станет поворачиваться вокруг ребра подставки и кромкой встанет на поверхность площадки (см. рис. 13, а). Если центр тяжести детали окажется за точкой опоры, то при дальнейшем опускании крюка деталь сама встанет на торец.

Способы обвязки, зацепки и схемы строповки грузов. Строповка – это совокупность методов обвязки и зацепки грузов для их подъема и перемещения грузоподъемными машинами (кранами).

К строповке конструкций предъявляются следующие требования: строповые устройства, их крепление к поднимаемой конструкции и грузоподъемному крану должны быть надежными;

трудоемкость и продолжительность операции строповки и расстроповки должны быть минимальными;

использование строповых приспособлений, устройств должно быть многократным (приспособления должны быть инвентарными);

расстроповка должна производиться на расстоянии (без подъема стропальщика к месту строповки);

строповка должна исключать нарушение формы и прочности конструкции, а также ее падение и опрокидывание.

Для строповки различных строительных грузов для разового подъема вместо специальных грузозахватных устройств можно применять обычные канаты путем вязки их в узлы и петли.

Для предохранения канатов от перетирания при обвязке грузов с острыми кромками следует устанавливать предохранительные подкладки.

При свободной укладке груза на петлевые стропы его перемещение (независимо от числа петель на стропе) допускается только при наличии элементов, предотвращающих смещение в продольном направлении.

При перемещении канатными стропами грузов, имеющих острые ребра, необходимо между ребрами и канатами размещать прокладки, предохраняющие последние от повреждений. Прокладки изготавливаются из дерева, разрезанной трубы, резинотканевых шлангов, плоских ремней и т. п.

Для обеспечения безопасной работы по перемещению грузов кранами на стройке разрабатываются схемы строповки перемещаемых грузов, которые обязательно приводятся в ППР.

Строповка балок и труб показана на рис. 3.10 и 3.11.

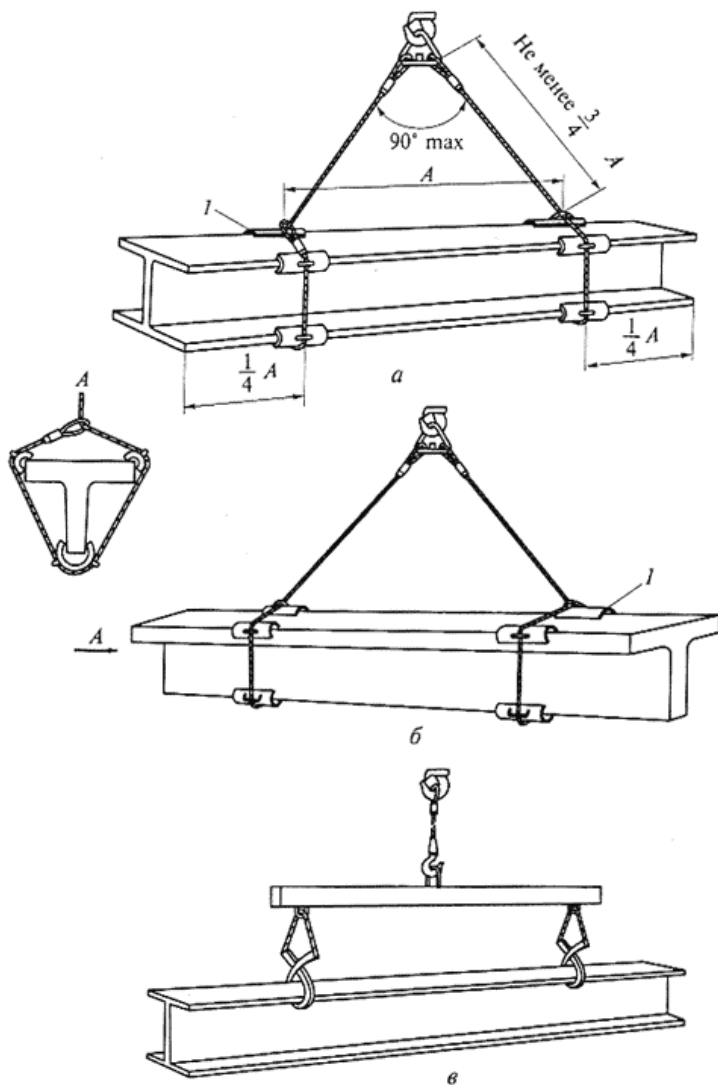


Рис. 3.10. Строповка балок:
a – металлической (в обхват); *б* – железобетонной (в обхват);
в – металлической (траверсой с клещевыми захватами); *l* – проставка

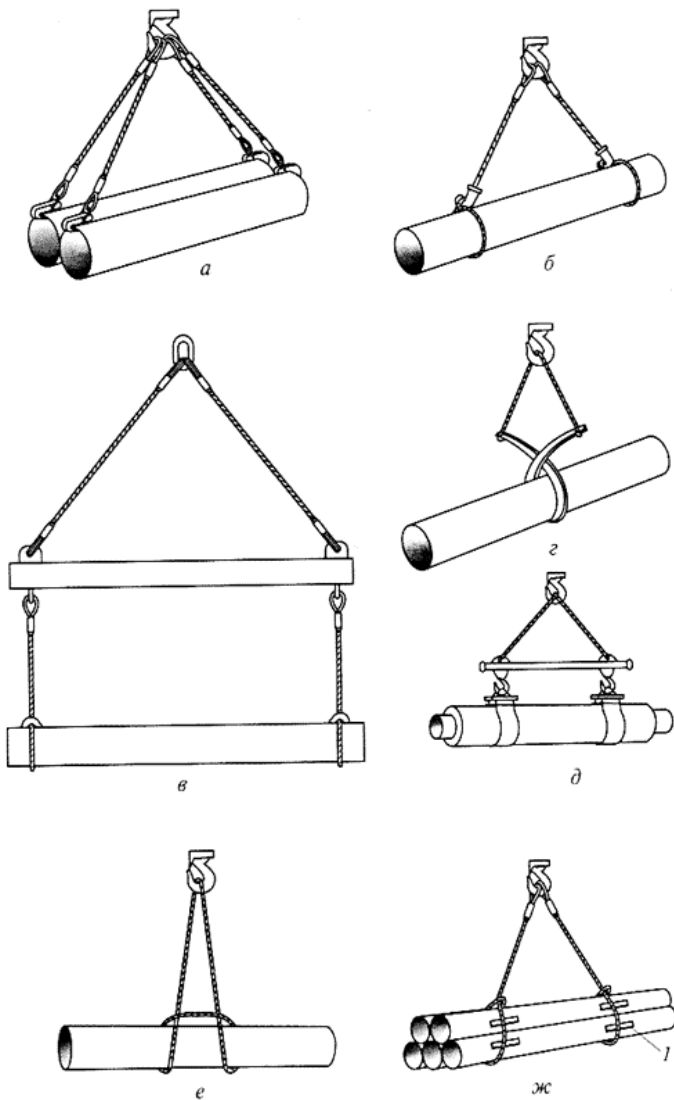


Рис. 3.11. Строповка труб:

a – торцевыми захватами; *б* – двухпетлевыми стропами со втулкой;
в – балочной траверсой; *г* – клещевым захватом; *д* – полотняными стропами;
е – кольцевым стропом на удавку; *ж* – двухпетлевыми стропами (пакет труб);
 1 – проставка

При выгрузке труб из полувагонов и погрузке их на трубовозы автотранспортное средство устанавливается параллельно рельсовому пути.

Кран располагают между трубовозом и полувагоном. Безопасность погрузочно-разгрузочных работ во многом определяется правильным выбором грузозахватных устройств.

Подъем труб может осуществляться с применением торцевых захватов, состоящих из двух и более канатов с крюками на концах.

Для подъема длинномерных труб применяются специальные траверсы, имеющие крюки, которые могут фиксироваться в различных положениях по длине в зависимости от длины труб, а также клещевые захваты.

Схемы строповки, графическое изображение способов строповки и зацепки грузов должны быть выданы на руки стропальщикам и крановщикам или вывешены в местах производства работ. Владелец крана или эксплуатирующей организацией также должны быть разработаны способы обвязки деталей машин и узлов машин, перемещаемых кранами во время их монтажа, демонтажа и ремонта, с указанием применяемых при этом приспособлений, а также способов безопасного кантования грузов, когда такая операция производится с применением крана.

Особенно необходимо разрабатывать схемы строповки грузов, если:

- груз не имеет специальных устройств (петель, цапф, рымов и т. п.) для строповки;

- груз снабжен специальным устройством для строповки, но не может быть поднят с его помощью;

- груз представляет собой детали и узлы машин, перемещаемые кранами во время монтажа, демонтажа или ремонта.

Если не имеется разработанных схем строповки, то подъем груза должен осуществляться в присутствии и под руководством лица, ответственного за грузоподъемные работы на объекте.

Схемы строповки грузов должны вывешиваться в местах производства работ либо выдаваться на руки стропальщикам или крановщикам.

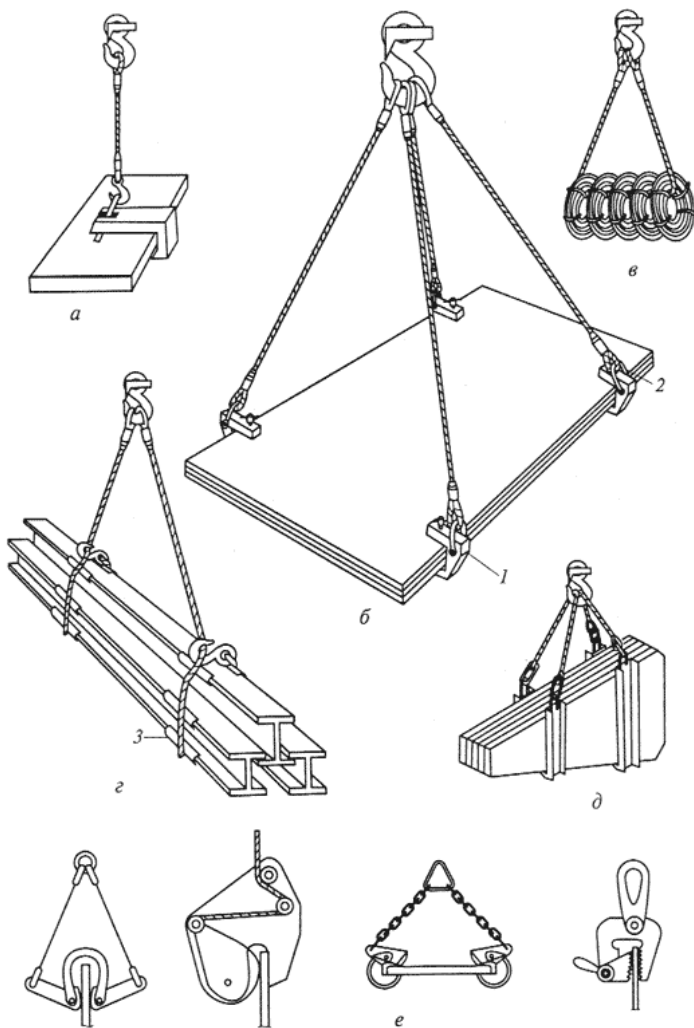


Рис. 3.12. Строповка металлопроката:

- a* – одиночный груз; *б* – пакет листовой стали; *в* – бухты проволоки;
г – пакет двутавровых балок;
д – пакет листовой стали (захваты располагают симметрично относительно центра тяжести пакета на расстоянии $1/3$ длины от края);
е – эксцентриковые зажимные устройства; *1* – струбцина;
2 – скоба монтажная; *3* – проставка

При разработке схем строповки грузов необходимо соблюдать следующие правила:

- крюки стропов должны свободно заходить в зев петли, цапфы, рымы или другого грузозахватного устройства на грузе;
- крюки необходимо заводить с внутренней стороны изделий в сторону их центра тяжести;
- изделия должны крепиться за все петли (цапфы, рымы);
- ветви стропов во время подъема должны иметь одинаковое натяжение;
- угол между ветвями стропов не должен превышать 90° ;
- неиспользованные концы стропа необходимо укреплять так, чтобы они при перемещении груза не задевали встречающиеся на пути предметы;
- заведенный в монтажную петлю (цапфу, рым) крюк стропа не должен соприкасаться с поверхностью стропуемого груза.

Строповка технологического оборудования производится за специально предусмотренные заводом изготовителем части, называемые рымом. Существует два типа рымов: рым-болт и рым-гайка. Кроме рымов на оборудовании могут применяться специальные петли, за которые производится строповка. При строповке груза за эти приспособления груз поднимается уравновешенно, не становясь на кант, чем обуславливается более равномерное движение груза при такелаже.

Блок – приспособление для подъема тяжестей, состоящее из колеса с желобом по окружности и перекинутого через него каната или другой гибкой тяги.

Полиспаст – система подвижных и неподвижных блоков, соединенных гибкой связью (канаты, цепи), используемая для увеличения силы или скорости подъема грузов. Используется полиспаст в случаях, когда необходимо, прилагая минимальные усилия, поднять или переместить тяжелый груз, обеспечить натяжение и т. п. Простейший полиспаст состоит всего из одного блока и каната, при этом позволяет в два раза снизить тяговое усилие, необходимое для подъема груза.

Примеры строповки технологического оборудования приведены на рис. 3.13.

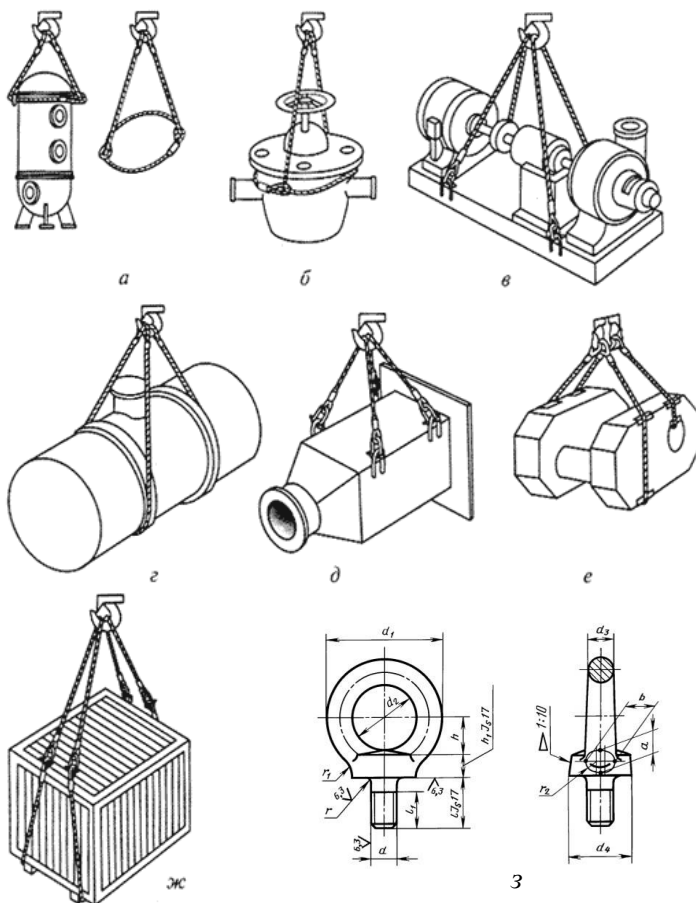


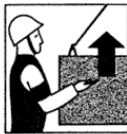
Рис. 3.13. Стropкa oбopудoвaния:

- a* – cocyдa дByмя дByxпeтлeвымя cтpoпaми;
- б* – зaдBижкИ дByxпeтлeвым cтpoпoм;
- в* – aгpeгaтa дByмя дByxпeтлeвымя cтpoпaми;
- г* – цИлИндpИчecкoгo pезepвyapa дByмя дByxпeтлeвымя cтpoпaми;
- д* – кoрoбa дByмя дByxпeтлeвымя cтpoпaми;
- е* – дeтaлИ cтaнкa дByмя дByxпeтлeвымя cтpoпaми;
- ж* – oбopудoвaнИa в дepeвяннoй тape дByмя дByxпeтлeвымя cтpoпaми;
- з* – pым-бoлт И pым-гaйкa

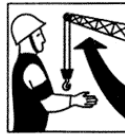
Сигнализация и связь при производстве стропальных работ.

Для согласованной работы между стропальщиком и крановщиком применяется несколько видов сигнализации и связи.

Основным видом сигнализации, применяемой в строительстве при перемещении грузов кранами, является знаковая сигнализация (рис. 3.14), которая подразделяется на сигнализацию с флажками и без них.



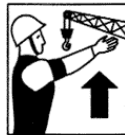
**ПОДНЯТЬ ГРУЗ
ИЛИ КРЮК**
Прерывистое движение
руки вверх на уровне
пояса ладонью вверх;
рука согнута в локте



ПОВЕРНУТЬ СТРЕЛУ
Движение рукой,
согнутой в локте,
ладонью
по направлению
требуемого движения



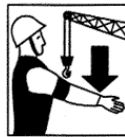
**ОПУСТИТЬ ГРУЗ
ИЛИ КРЮК**
Прерывистое движение
руки вниз перед грудью
ладонью вниз;
рука согнута в локте



ПОДНЯТЬ СТРЕЛУ
Подъем вытянутой
руки, предварительно
опущенной
до вертикального
положения, ладонь
раскрыта



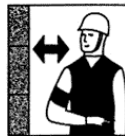
**ПЕРЕДВИНУТЬ КРАН
(МОСТ)**
Движение вытянутой
рукой, ладонью по
направлению
требуемого движения



ОПУСТИТЬ СТРЕЛУ
Опускание вытянутой
руки, предварительно
поднятой
до вертикального
положения,
ладонь раскрыта



**ПЕРЕДВИНУТЬ
ТЕЛЕЖКУ**
Движение рукой,
согнутой в локте,
ладонью по направле-
нию требуемого
движения



**СТОП (ПРЕКРАТИТЬ
ПОДЪЕМ ИЛИ
ПЕРЕДВИЖЕНИЯ)**
Резкое движение
рукой вправо и влево
на уровне пояса,
ладонь повернута вниз



**ОСТОРОЖНО (ПРИМЕНЯЕТСЯ ПЕРЕД ПОДАЧЕЙ
КАКОГО-ЛИБО СИГНАЛА ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ
НЕЗНАЧИТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ)**
Руки подняты вверх ладонями друг к другу
(на небольшом расстоянии)

Рис. 3.14. Знаковая сигнализация

При строповке грузов, которые находятся вне поля зрения машиниста крана, между ним и стропальщиком должна быть установлена

телефонная или радиотелефонная связь. В случае ее отсутствия необходимо назначить сигнальщиков из числа обученных и квалифицированных стропальщиков.

Сигнальщик назначается лицом, ответственным за безопасное выполнение работ по перемещению грузов кранами.

Рекомендуемая форма стропальщика: жилет и каска – желтого цвета; повязка – красного цвета; рубашка – голубого цвета.

Подготовка к выполнению стропальных и такелажных работ

Стропальные и такелажные работы производят в соответствии с проектом организации строительства (ПОС), проектом производства работ, технологическими картами или технологическими схемами.

Проект организации строительства служит основанием для планирования капитальных вложений, обеспечения строительства соответствующими трудовыми и материальными ресурсами.

Проект производства работ – это рабочий проект, по которому непосредственно осуществляется весь монтаж объекта или сооружения.

Проект производства работ разрабатывают в соответствии с ПОС, требованиями действующих строительных норм и правил (СНИП), ГОСТ, ОСТ, технических условий (ТУ) и других нормативных документов.

До начала производства работ и использования грузоподъемных машин лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами, обязано провести занятие с крановщиками, стропальщиками, такелажниками, монтажниками по изучению ППР, технологических карт и схем.

Лицо, руководящее производством погрузочно-разгрузочных работ, обязано:

1) перед началом работы обеспечить охранную зону в местах производства работ, проверить внешним осмотром исправность грузоподъемных механизмов, такелажного и другого погрузочно-разгрузочного инвентаря. Работа на неисправных механизмах и с неисправным инвентарем запрещается;

2) проверить у работников, осуществляющих работы, наличие соответствующих удостоверений и других документов на право производства этих работ;

3) следить за тем, чтобы выбор способов погрузки, разгрузки, перемещения грузов соответствовал требованиям безопасного производства работ;

4) при возникновении аварийных ситуаций или опасного травмирования работников немедленно прекратить работы и принять меры для устранения опасности.

3.6. Вертикальное и горизонтальное перемещение грузов

Меры безопасности при проведении такелажных и стропальных работ

Перемещение краном людей или груза с находящимися на нем людьми. В соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов не допускается перемещение грузоподъемной машиной людей или груза с находящимися на нем людьми.

Подъем людей кранами может производиться в исключительных случаях только кранами мостового типа и только в специально изготовленной кабине после разработки мероприятий, обеспечивающих безопасность людей. Такая работа должна производиться по специальной инструкции.

Перемещение краном грузов над помещениями, в которых находятся люди. Перемещение грузов над перекрытиями производственных, жилых или служебных помещений, в которых могут находиться люди, не допускается. В отдельных случаях может производиться перемещение грузов над перекрытиями производственных или служебных помещений, в которых находятся люди, но только после разработки мероприятий, обеспечивающих безопасное выполнение работ.

Строповка грузов в стесненных условиях (вблизи стен, колонн, станков и т. п.). При подъеме груза, установленного вблизи стены, колонны, штабеля, железнодорожного вагона, станка, не должно допускаться нахождение людей (в том числе и стропальщика) между поднимаемым грузом и указанными частями здания или оборудованием. Это требование должно выполняться и при опускании груза.

Минимальное расстояние между поворотной платформой крана и строениями, колоннами, штабелями груза должно составлять не менее 1 м.

Границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузов подъемными кранами, а также вблизи строящегося

здания принимаются от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габаритного размера перемещаемого груза или стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлета груза при его падении.

Строповка (расстроповка) грузов на высоте. Для обеспечения безопасности при строповке (расстроповке) грузов на высоте необходимо:

1) применять устройства для дистанционной и автоматической строповки (расстроповки) грузозахватных устройств;

2) обеспечивать рабочие места средствами коллективной и индивидуальной защиты (лесами, подмостками, ограждениями, предохранительными поясами и т. п.);

3) применять укрупнительную сборку конструкций и оборудования на земле;

4) соблюдать технологию монтажа временного закрепления конструкций;

5) поддерживать рабочее место на высоте в надлежащем виде (следить за отсутствием льда, снега, мусора, посторонних деталей и пр.).

Подъем и перемещение кирпича на поддоне. Согласно требованиям охраны труда подачу кирпича необходимо производить в контейнерах или на огражденных поддонах.

Разрешается производить перемещение поддонов с кирпичами без ограждения при погрузке (разгрузке) автомашин и укладке поддонов на землю.

В отдельных случаях возможен подъем кирпича на строящееся здание на неогражденных поддонах. При этом необходимо выполнить требования охраны труда, четко расписать в проекте производства работ порядок подъема кирпича и удалить всех людей из опасной зоны работы крана.

Для подачи груза в оконные проемы или на балконы, должны быть сделаны приемочные площадки. Площадки должны иметь ограждение и быть рассчитаны на перемещаемый груз в соответствии с проектом производства работ.

Подъем и перемещение опасных грузов. Опасные грузы – вещества, материалы и изделия, обладающие свойствами, проявление которых в транспортном процессе может привести к гибели, травмированию, отравлению, облучению, заболеванию людей, а также к взрыву, пожару, повреждениям сооружений, транспортных средств и т. п.

Работники, допущенные по результатам проведенного медицинского осмотра к выполнению работ по погрузке (разгрузке) опасных и особо опасных грузов, предусмотренных соответствующими государственными стандартами, должны проходить специальное обучение по безопасности труда с последующей аттестацией, знать и уметь применять на практике приемы оказания первой доврачебной помощи (СНиП 12-03–2001 п. 8.2.9).

Погрузочно-разгрузочные работы и перемещение опасных грузов следует производить:

- 1) в соответствии с требованиями безопасности, содержащимися в сопроводительной документации;
- 2) в специально отведенных местах при наличии данных о классе опасности и указаний отправителя груза по соблюдению мер безопасности.

Нельзя производить погрузочно-разгрузочные работы при выявлении несоответствия тары требованиям нормативных документов, ее неисправности, отсутствии маркировки и предупредительных надписей на ней.

Погрузочно-разгрузочные работы с опасными грузами производятся при выключенном двигателе автомашины. Водитель должен находиться за пределами установленной зоны погрузки-разгрузки.

Работы по погрузке и разгрузке опасных грузов должны проводиться под контролем ответственного лица – представителя грузоотправителя (грузополучателя), сопровождающего груз.

Погрузка автомобилей и прицепов

При погрузке автомобилей и прицепов следует соблюдать следующие правила:

- 1) открывать борта автотранспортного средства должны двое рабочих, находящихся сбоку от бортов;
- 2) высота груженого автотранспортного средства не должна превышать 3,8 м от уровня стоянки. Лесоматериалы, длина которых на 2 м превышает длину кузова автомашины, следует перевозить на прицепах;
- 3) перевозку опасных веществ следует осуществлять в соответствии с паспортом безопасности вещества, который должен содержать всю информацию по обеспечению безопасности при его транспортировке;

4) во время погрузки автотранспортного средства водитель должен находиться вне кабины и за пределами опасной зоны;

5) при транспортировании автотранспортом тара должна быть прикреплена к кузову, если верхний ярус тары выступает над бортом кузова больше, чем ее высота.

Погрузка (разгрузка) полувагонов.

Груз на железнодорожном подвижном составе должен крепиться в соответствии с техническими условиями погрузки и крепления грузов, разработанными железнодорожным ведомством.

Работы по погрузке (выгрузке) полувагонов должны производиться под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ кранами, и при наличии специальных эстакад. Это требование вызвано высокой опасностью проведения подобных работ.

Основные причины несчастных случаев при производстве погрузки (разгрузки) полувагонов:

1) отсутствуют средства подъема в полувагон;

2) стропальщики находятся в полувагоне в момент перемещения груза;

3) крановщик начинает перемещение грузового крюка со съемными грузозахватными устройствами, не подняв их из полувагона.

Перемещение груза несколькими кранами. Перемещение груза несколькими кранами допускается, если работа осуществляется под непосредственным руководством лица, ответственного за безопасное производство работ кранами, в соответствии с проектом производства работ (технологической картой), в котором должны быть приведены схемы строповки и перемещения груза, меры безопасности, последовательность выполнения работ. При этом нагрузка на каждый кран не должна превышать грузоподъемность крана с наименьшей грузоподъемностью.

Во время перемещения груза двумя кранами аварийные ситуации могут возникнуть из-за неправильного распределения нагрузок на краны, расцепления грузов со стропами (при несогласованных действиях крановщиков или разных скоростях подъема груза), раскачивания груза при наклонном положении канатов.

До начала подъема груза каждый крановщик должен быть проинформирован о скорости подъема и применяемых сигналах.

Порядок выполнения лабораторной работы

Подготовка к работе

Перед началом практической работы необходимо прочитать теоретическую часть данной работы, изложенной в настоящем учебно-методическом пособии и Moodle.

Упражнение 1. Освоить техническое обслуживание пульта управления электрической талью.

1.1. Получите у преподавателя пульт управления электрической талью и выясните принцип его работы. Принципиальная электрическая схема (ПЭС) пультов приведена в приложении А.

1.2. Проведите внешний осмотр пульта и найдите недостатки (сколы, трещины, вмятины и т. п.) на его корпусе.

1.3. Зарисуйте ПЭС в конспект.

1.4. С помощью мультиметра и ПЭС «вызвоните» соответствующие провода, выходящие из пульта, и определите работоспособность его кнопок. Проставьте на зарисованной в конспекте ПЭС номера жил в соответствии с произведенными измерениями.

1.5. Представьте результаты упражнения преподавателю.

Упражнение 2. Освоить методику определения технического состояния кнопок управления.

2.1. Получите у преподавателя кнопки управления и набор разрывных контактов.

2.2. Проведите внешний осмотр кнопок и найдите недостатки (сколы, трещины, вмятины и т. п.) на его корпусе.

2.3. С помощью мультиметра «вызвоните» контакты и определите принцип их работы. По результатам составьте ПЭС кнопок.

2.4. Набор контактов рассортируйте на следующие категории: 1) контакты с окислами; 2) контакты с нагаром; 3) контакты с трещинами и 1-й, 2-й неисправностью либо без них. Представьте результаты упражнения преподавателю.

Упражнение 3. В конспективной форме ответить на следующие вопросы:

3.1. Что такое кантование? Какие существуют виды кантования? От чего зависит выбор конкретного вида кантования?

3.2. Определение и виды строповки. От чего зависит выбор конкретного вида строповки?

3.3. Что такое блок и полиспаст? Определения, назначение, виды и способы крепления блоков и полиспастов.

3.4. Определение термина «лебедка» и виды работ, проводимых с ее помощью.

3.5. Определение термина «домкрат», их виды и порядок их выбора (с примерами).

Упражнение 4. Перемещение груза

Выполнить строповку, провести перемещение предложенного груза в заданную преподавателем точку, применяя условные знаки.

Упражнение 5. Определение объема и массы груза

Используя визуальный метод, определить примерный объем и массу заданного преподавателем оборудования. Определить места и вид строповки для перемещения данного оборудования.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятию «строповка груза».
2. Дайте определение понятию «кантование».
3. Дайте определение понятию «грузоподъемный механизм».
4. Причислите основные виды кантования.
5. Перечислите основные правила кантования груза.
6. Какими ТНПА регламентируются работы по техническому обслуживанию электрооборудования грузоподъемных механизмов
7. С какой периодичностью проводится обслуживание электрооборудования?
8. Какие работы входят в объем испытаний электрооборудования грузоподъемных механизмов?
9. Перечислите виды грузоподъемных механизмов.
10. Какая команда подается при возникновении аварийной или опасной ситуации при проведении грузоподъемных работ?

Лабораторная работа № 4

Монтаж открытых электропроводок

Цель работы: исследовать технологию, последовательность и особенности монтажа открытых электропроводок.

Задачи работы: освоить общую характеристику открытых электропроводок; исследовать технологию монтажа тросовой электропроводки, особенности монтажа электропроводки на лотках; освоить монтаж электропроводки в кабель-каналы; освоить монтаж розеток и выключателей открытой установки; освоить технологию монтажа открытой электропроводки непосредственно по строительным конструкциям; изучить порядок испытаний смонтированной электропроводки.

4.1. Общая характеристика открытых электропроводок

Электропроводки по способу выполнения подразделяются на открытые и скрытые. Открытой называется электропроводка, проложенная по поверхности стен, потолков, ферм, станин машин, а скрытой – электропроводка, проложенная в конструктивных элементах зданий (стенах, потолках, полах, фундаментах и т. п.). Открытая электропроводка может быть стационарной, передвижной и переносной.

Наружными являются электропроводки, проложенные по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами, а также между зданиями на опорах (не более четырех пролетов до 25 м каждый) вне улиц, дорог. Наружная электропроводка может быть открытой и скрытой, иметь различные конструктивные формы, определяющие методы ее монтажа с учетом условий окружающей среды, правил техники безопасности, пожарной безопасности и других факторов.

Открытые электропроводки выполняются на изолирующих опорах, непосредственно на строительных основаниях, лотках, тросах. Внутрицеховые осветительные сети напряжением до 1000 В могут иметь и открытые, и скрытые электропроводки, но предпочтительнее открытые беструбные проводки как менее трудоемкие, более экономичные и отвечающие требованиям индустриального монтажа (предварительная заготовка и комплектация узлов и деталей

проводок на технологических линиях в мастерских монтажных организациях). Так как промышленные здания сооружают главным образом из сборных железобетонных конструкций, к которым крепление затруднено, чаще используются электропроводки, требующие меньшего числа креплений к строительным частям, например тросовые, в лотках и др.

Предварительная стендовая заготовка открытых электропроводок, наличие большой номенклатуры монтажных изделий и деталей, позволяющей комплектовать крупноразмерные узлы и целые линии из заранее заготовленных элементов сети, а также возможность применения ряда механизмов и приспособлений на монтажной площадке обеспечивают высокую степень индустриализации монтажа открытых беструбных электросетей цехов промышленных предприятий.

Открытые беструбные электропроводки для осветительных сетей выполняются проводами с резиновой и пластмассовой изоляцией и небронированными кабелями с небольшими сечениями (до 16 мм²).

4.2. Технология монтажа тросовой электропроводки

Открытая прокладка проводников непосредственно по строительным основаниям вследствие необходимости выполнения значительного числа промежуточных креплений определяет повышенный объем трудоемких пробивных и других заготовочных работ на монтажной площадке. Поэтому прокладку проводников по строительным поверхностям стали часто осуществлять не непосредственно, а на натянутом тросе. Электропроводки такой конструкции называются тросовыми.

Разновидность тросовых проводок – струнные электропроводки. Струну изготавливают из стальной проволоки диаметром 2–4 мм, реже из полосы.

Несущие стальные полосы и проволока подлежат обязательному заземлению или занулению (кроме тех, по которым прокладываются кабели с заземленной или зануленной металлической оболочкой либо броней).

Прокладку проводов и кабелей на струнах производят по бетонным, кирпичным, керамическим и металлическим основаниям

в цехах, служебных помещениях, коридорах и подвалах производственных зданий.

В качестве несущей струны применяют стальную оцинкованную проволоку диаметром 2–3 мм. Диаметр струны, расстояния между концевыми и промежуточными креплениями и другие конструктивные размеры проводок определяются сечениями прокладываемых проводов и кабелей (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Конструктивные размеры осветительных электропроводок

Сечение провода или кабеля, мм ²	Диаметр струны, мм	Максимальное расстояние между концевыми креплениями струны, м	Расстояние между промежуточными креплениями струны, м	
			с натяжным устройством	без натяжного устройства
2,5	2	–	–	1
4–6	3	40	3	1,5

В качестве концевых натяжных креплений применяют специальные струнные анкеры или натяжные муфты. Крепление струнных проводок к строительным основаниям производится пластмассовыми распорными дюбелями с шурупами.

Примечания:

1. В пакете на одной струне не должно быть более двух кабелей.
2. Струны линии должны быть цельными и не иметь скруток и каких-либо других соединений.

Концы несущего троса или несущей жилы надежно прикрепляются к строительным элементам зданий и сооружений.

Тросовые электропроводки рекомендуется применять для устройства групповых силовых и осветительных сетей с напряжением до 380 В. Особенно целесообразно применять их в сетях освещения закрытых и открытых складов, эстакад, галерей, спортивных площадок и стоянок автотранспорта. Широко применяются тросовые электропроводки при монтаже электрических сетей в сельских производственных помещениях.

В четырехпроводных системах трехфазного тока с глухозаземленной нейтралью внутри производственных помещений с нормальной средой несущий трос разрешается использовать в качестве

нулевого провода, если его проводимость составляет не менее 50 % проводимости фазных проводов. Во всех других случаях прокладывают отдельный нулевой провод или кабель.

Простота устройства, использование небольшого числа крепежных деталей и возможность подвешивания на любой высоте значительно облегчают монтаж, демонтаж, а при необходимости и перенос тросовых проводок на новое место, обеспечивая их широкое применение.

Способы крепления проводки к тросу универсальны: использование специальных тросовых подвесок, крепление непосредственно к тросу (струнная подвеска) и на подвесных и опорных конструкциях с изоляторами, а также на рейках, коробах, лотках, трубах и других конструкциях, подвешенных к тросу, или на несущем тросе, вмонтированном в провод.

Кроме несущего троса, проводов и кабелей в состав линии тросовой электропроводки входят анкерные, натяжные и поддерживающие устройства, детали крепления провода или кабеля к несущему тросу и ответвительные коробки с деталями их крепления к тросу. Для комплектации линий электропроводок применяются следующие заводские изделия и детали, необходимые как для заготовки линий, так и для их монтажа: натяжные муфты для стальных тросов с ходом винта 50; 100 и 300 мм; анкеры для концевое крепление стальных тросов к строительным элементам зданий; зажимы для соединения подвесов, растяжек и оттяжек с несущим тросом (в том числе зажимы, скрепляющие петли на конце стального троса); серьги для крепления тросов к стальным фермам; тросовые коробки, ответвительные зажимы в пластмассовом корпусе и др.

Тросовые натяжные анкеры (рис. 4.1), служащие для концевое крепление несущего троса, регулировки его натяжения и провеса, крепятся к строительным элементам здания на распорных дюбелях.

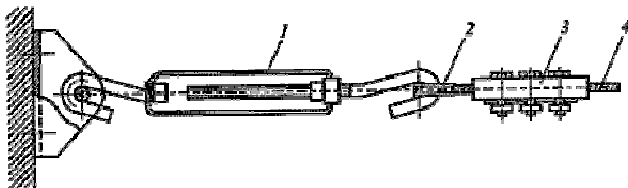


Рис. 4.1. Тросовый натяжной анкер:

1 – натяжная муфта; 2 – коуш; 3 – тросовый болтовой зажим; 4 – трос

Тросы соединяются с концевыми крепежными деталями путем устройства на конце троса петли, выполняемой различными способами, например с применением так называемого коуша и болтовых зажимов (рис. 4.2).

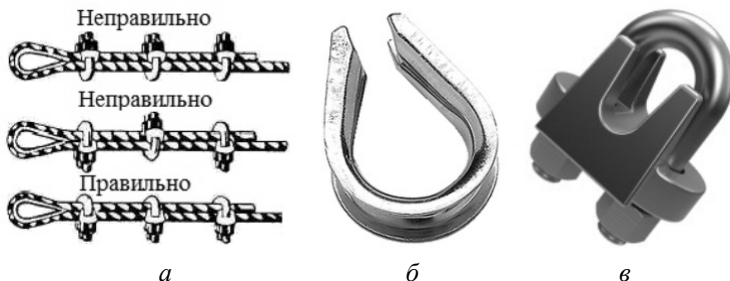


Рис. 4.2. Выполнение концевой петли троса:
а – схема заделки троса; *б* – коуш; *в* – болтовой зажим-клипса

Последовательность операций по выполнению петли приведена на рис. 4.3.

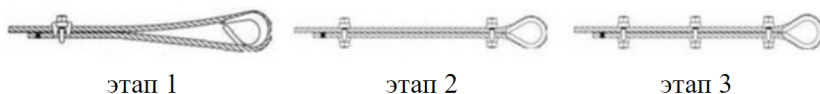


Рис. 4.3. Последовательность операций по выполнению петли троса

Трос огибают вокруг коуша и крепят зажим-клипсу на конце троса (этап 1). Второй зажим крепят как можно ближе к коушу (этап 2). Устанавливают оставшиеся зажимы между первыми двумя (этап 3), при этом гайки зажимов закручивают с усилием, но не затягивают полностью. Общее количество зажимов в петле определяется расчетным усилием тяжения троса, которое зависит от длины пролета тросовой проводки, массы и количества электротехнических изделий, прикрепляемых к несущему тросу. Если между зажимами образовалась «слабина» троса, то ее устраняют, натягивая огибаемый коуш конца троса, а затем окончательно затягивают гайки зажимов. Также для выполнения концевой петли несущего троса вместо зажима-клипсы можно применять болтовой зажим К676 (рис. 4.4).

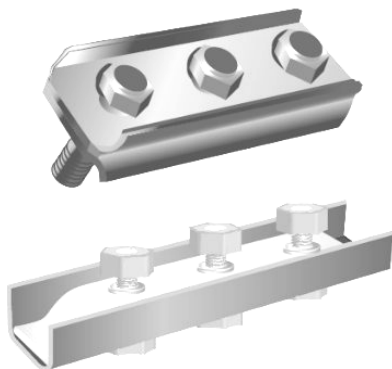


Рис. 4.4. Болтовой зажим К676 для выполнения концевой петли несущего троса

После выполнения концевой заделки несущего троса, устанавливают на тросовой электропроводке и закрепляют ответвительные, соединительные и вводные коробки. Прикрепляют

к несущему тросу заранее отмеренные провода и кабели, расстояние между точками крепления кабеля к несущему тросу не должно превышать 50–60 см.

Наиболее надежными креплениями анкерных конструкций к строительным поверхностям являются крепления в кирпичных и бетонных стенах и перекрытиях с помощью сквозных болтов и проходных анкеров или крепления анкеров с помощью сквозных шпилек с установкой с обратной стороны крепления увеличенных квадратных шайб (рис. 4.5). В анкерах с такими креплениями вырывающие усилия соответствуют фактической величине прочности самого материала, из которого изготовлен анкер, зависящей от марки стали и поперечного сечения резьбовой части крепежных стержней.

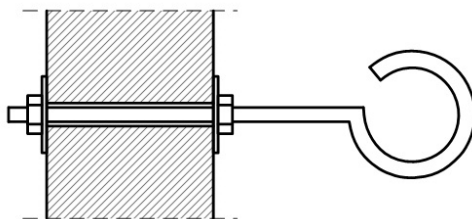


Рис. 4.5. Схема выполнения концевого крепления с помощью сквозного анкерного болта

Крепление анкерных конструкций к стенам и потолкам выполняют также с помощью вмазанных шпилек или распорных дюбелей (рис. 4.6). Такие крепления являются менее надежными, так как они в значительной степени зависят от качества выполнения и точности заготовленных отверстий по размеру и надежности заделки в них анкеров. Поэтому эти способы крепления анкеров применяют для менее ответственных промежуточных креплений несущих тросов и оттяжек.

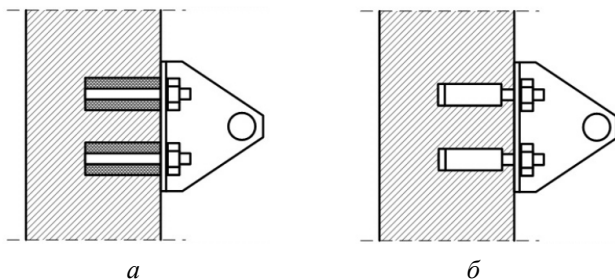


Рис. 4.6. Схема выполнения концевого крепления с помощью:
а – вмазанных шпилек; *б* – распорных дюбелей

Крепление анкерных конструкций к металлическим фермам и строительным конструкциям выполняют с применением обжимных стальных закрепов или аналогичных им деталей, а также с помощью болтовых соединений или приваркой анкера по его периметру электросваркой (рис. 4.7).

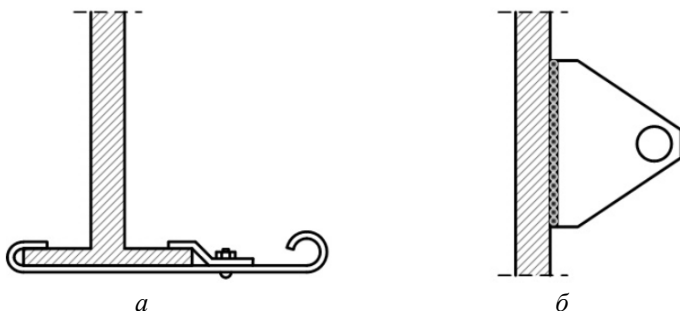


Рис. 4.7. Схема выполнения концевого крепления к металлическим элементам строительных конструкций с помощью:
а – обжимных стальных закрепов; *б* – сваркой

К деревянным основаниям натяжной трос крепят металлическими шурупами с крюком (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Металлические шурупы с крюком

Промежуточные крепления устанавливаются при больших пролетах и массе монтируемой проводки через каждые 18–24 м, уменьшая стрелу провеса и придавая линии значительные устойчивость и механическую прочность. Для подвесок и оттяжек применяется оцинкованная проволока диаметром от 2 до 5 мм.

Промежуточные крепления троса могут дополнительно выполняться непосредственно к балкам, фермам, колоннам и перекрытиям с помощью отдельных деталей (шпилек, серег и дюбелей), закрепляемых в щелях между углами ферм или плит перекрытия или обхватных конструкций.

Для удержания троса на промежуточных участках используются трехболтовые зажимы, с помощью которых концы подвесок и растяжек оконцовывают петлями с использованием гильз и обойм. В отдельных случаях, например при большом расстоянии от линии подвески троса до ферм перекрытия, применяется второй разгрузочный трос, который натягивается выше несущего и к которому присоединяются струны промежуточного крепления. Вертикальные струны закрепляются в местах установки ответвительных коробок, штепсельных разъемов, светильников с помощью трехболтовых зажимов.

Подвеску несущего троса и его натяжку выполняют следующим образом (рис. 4.9). Сначала трос вытягивают по длине проводки и одним концом закрепляют на концевой анкерной конструкции. Натяжные устройства (талреп, анкерные болты) должны быть предварительно ослаблены (что бы после был ход для регулировки степени натяжения троса). Затем производят предварительную натяжку несущего троса. В зависимости от длины пролета предварительную натяжку осуществляют: при малых пролетах – вручную,

а при больших – с применением блоков, полиспастов или лебедок. Натяжку троса производят до получения расчетной стрелы провеса, но с усилием, не превышающим допустимого для данного несущего троса. Контроль за усилием натяжения несущего троса осуществляется динамометром, включенным последовательно с тросом полиспаста или блока.

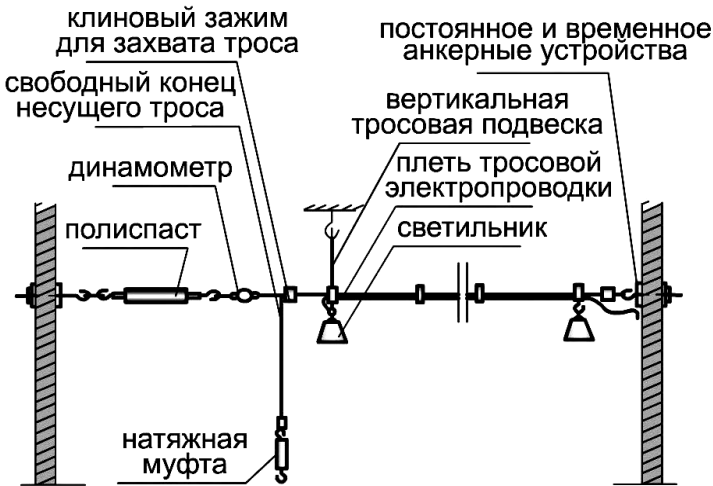


Рис. 4.9. Эскиз тросовой электропроводки

Окончательную натяжку и регулировку несущего троса производят путем затяжки предварительно ослабленных натяжных приспособлений: талрепа (натяжной муфты), анкерных болтов. Стрела провеса троса в пролетах должна быть в пределах $1/40$ – $1/60$ длины пролета. Сращивание тросов в пролете между концевыми креплениями не допускается. Для предотвращения раскачивания осветительных электропроводок на стальном канате должны быть установлены растяжки.

После натяжки несущего троса выполняют его заземление.

4.3. Технология монтажа электропроводки на лотках

Открытая прокладка проводов и кабелей с использованием лотков (рис. 4.10) значительно сокращает трудоемкие операции крепления

проводок и позволяет обойтись без дефицитных труб. Этот вид прокладки обеспечивает хорошие условия охлаждения проводов и кабелей, свободный к ним доступ, а также возможность их замены в процессе эксплуатации.

Лотки для электропроводок выпускают секциями длиной 2 м, сварные шириной 200 и 400 мм, перфорированные 50 и 100 мм.

Лотки устанавливают на высоте не менее 2 м от уровня пола или площадки обслуживания. В помещениях, обслуживаемых специально обученным персоналом, высота расположения лотков и коробов не нормируется.

Металлические лотки устанавливаются на сборных кабельных конструкциях, элементах строительных конструкций, кронштейнах и подвесках. Шаг крепления кабелей 250 мм.



Рис. 4.10. Электропроводка на лотках

Все соединения при монтаже выполняют резьбовыми деталями крепления. Электрический контакт между секциями лотков обеспечивается соединением элементов болтами.

Операции монтажа электропроводок в лотках выполняют в определенной последовательности.

Сначала разметочным шнуром размечают трассу и намечают места установки опорных конструкций к строительным элементам здания.

Затем устанавливают опорные конструкции, закрепляя их распорными или пристреливаемыми дюбелями. Далее из отдельных секций блоков собирают блоки по 6–12 м, соединяя их планками на болтах.

Затем подготавливают мерные отрезки проводов и в местах их соединений изоляцию. Прозванивают и скручивают жилы, контролируют правильность соединений, в необходимых местах устанавливают коробки. Провода собирают в пучки, бандажируют и маркируют бирками.

Число проводов в пучке должно быть не более 12, наружный диаметр пучка – 0,1 м, расстояние между бандажами на горизонтальных участках пучка – 4,5 м, а на вертикальных – не более 1 м.

При прокладке проводов и кабелей в лотках рядами, пучками и пакетами выдерживают промежуток: при однослойной прокладке – 5 мм в свету; при прокладке пучками – 20 мм между пучками; при многослойной прокладке – без просветов (рис. 4.11).

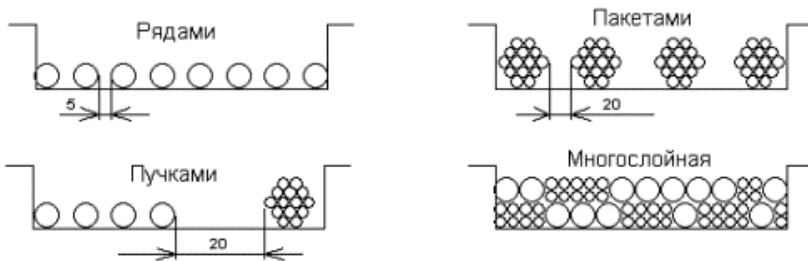


Рис. 4.11. Способы размещения кабелей в лотках

На концах лотков устанавливают маркировочные бирки.

4.4. Монтаж электропроводки в кабель-каналы

Достоинства открытой электропроводки в кабель-канале. Во-первых, монтаж такой проводки не требует грязных строительных работ по выполнению штраб, разводка электропроводки делается быстро, после работ не нужны отделочные работы. Во-вторых,

электропроводка в кабель-канале доступна для ремонта, а также легко добавлять новые линии электропроводки в случае надобности.

Состоят кабель каналы из основания и крышки. Соединяются элементы кабель канала с помощью специальных аксессуаров. Степень защиты IP кабель-каналов – IP20 (основание перфорировано) или IP40 (гладкое основание). Есть коробка с IP44 – с повышенной влагозащищенностью. Фагмент электропроводки в кабель-канале приведен на рис. 4.12.

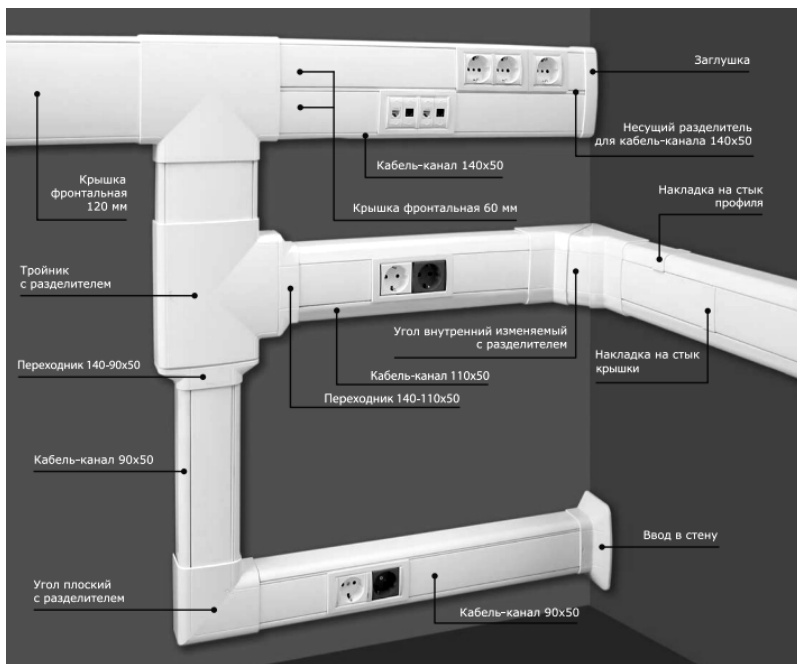


Рис. 4.12 . Фагмент электропроводки в комплексных системах кабель-каналов

Электропроводка в кабель-канале может исполняться в двух вариантах: в комплексных системах кабель-каналов (рис. 4.12), включающих короба, аксессуары и встраиваемые в короба розетки и выключатели; при непосредственной установке распределительных коробок, розеток и выключателей на опорное основание и последующей связью их с помощью проводов и кабелей, закрепленных с помощью кабель-канала.

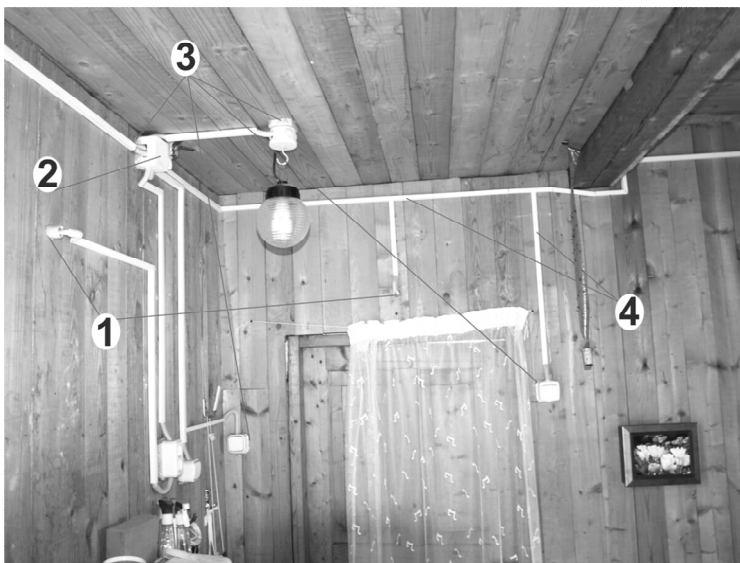


Рис. 4.13. Фрагмент электропроводки в кабель-канале:
 1 – стальные трубы для сквозного прохождения проводов сквозь стены;
 2 – асбестоцементные подкладки; 3 – распределительная коробка;
 4 – кабель-канал

Прежде чем выполнить прокладку кабеля в кабель-канале, необходимо продумать схему и технологию монтажа. В первую очередь создается рабочий чертеж, с указанием типов и количества проводников, которые планируется проложить. На основании эскиза нужно приобрести необходимое количество коробов, аксессуаров, выключателей и розеток.

Размер кабель-канала можно определить по формуле площади сечения кабель-канала, мм²:

$$S > \frac{(n \cdot d^2)}{k}, \quad (4.1)$$

где n – число проводов (кабелей), шт.;

d – диаметр провода (кабеля), мм;

k – коэффициент заполнения; $k = 0,45$ (связано с необходимостью обеспечения эффективного теплоотвода).

Прежде чем говорить о монтаже кабель-канала, остановимся на аксессуарах для него (рис. 4.14). Аксессуары – это соединительные элементы, разветвления и элементы поворотов кабель каналов.



Рис. 4.14. Аксессуары для кабель-каналов

Перед креплением кабель-канала к стенам нужно произвести разметку трассы прокладки электропроводки. В местах укладки кабельных линий не должно возникать угрозы их механического или теплового повреждения. Расположение выключателей и розеток должно соответствовать требованиям ТНПА, обеспечивать удобное и безопасное пользование ими.

В зависимости от материала, из которого изготовлены стены, для крепления кабель-канала используется несколько способов. Для того чтобы крепление обеспечивало надежную фиксацию, перед прокладкой необходимо произвести выравнивание поверхности стен.

Изделие из пластика можно прикрепить к стенам при помощи клея, в качестве которого можно использовать надежные и проверенные жидкие гвозди. Это самый простой способ, однако он сопряжен со значительными трудностями в случае, если возникнет необходимость демонтажа. Данный способ не дает мастеру права на ошибку при креплении. Короб к дереву лучше крепить используя саморезы. Величину шага крепления следует выдерживать в пределах 50 сантиметров. Саморезы следует заводить в предварительно

просверленные отверстия в профиле, величина которых должна несколько превышать диаметр крепежного изделия.

Для фиксации на бетонной или кирпичной стене понадобятся перфоратор, сверло с победитовым наконечником диаметром 6 мм и дюбель-гвозди. На каждый двухметровый участок потребуется порядка 4–5 дюбель-гвоздей. Короба, предназначенные для крепления при помощи липкой ленты, как правило, используются для обустройства временного электроснабжения.

При прокладке коробов следует тщательно производить замеры и проявлять аккуратность при резке. Золотое правило, о котором не следует забывать: во избежание брака, резку следует производить при закрытых крышках. Резку пластиковых профилей и крышек необходимо производить ножовкой по металлу или болгаркой. Во избежание образования сколов и трещин в местах резки использование для этой цели кусачек или ножниц по металлу не допустимо.

Кабель-канал монтируется по стене также при помощи клея либо на саморезах при прокладке электропроводки по деревянным основаниям.

Клей наносится на короб канала зигзагом. Если кабель-канал имеет ширину 20–25 мм, то саморезы вворачиваются по зигзагу (как доминошка 2×2), если 40 мм и более, то для крепления используют по два самореза (как доминошка 4×4). Можно комбинировать клей с шурупами. Важно понимать, что приклеенные короба, в последствии снять будет невозможно.

После окончания крепления начинается прокладка проводки в кабельном канале. Для предотвращения выпадения кабеля в период монтажа, по всей длине кабель-канала рекомендуется установить на замках короткие обрезки крышки. Если в канале требуется проложить силовые и контрольные кабели, внутренняя полость короба должна быть разделена на две секции, для того чтобы исключить пересечение и скручивание слаботочных линий. Крышка должна закрываться без усилий и надежно фиксироваться замками.

Пример некачественного монтажа электропроводки в кабель-канале приведен на рис. 4.15.

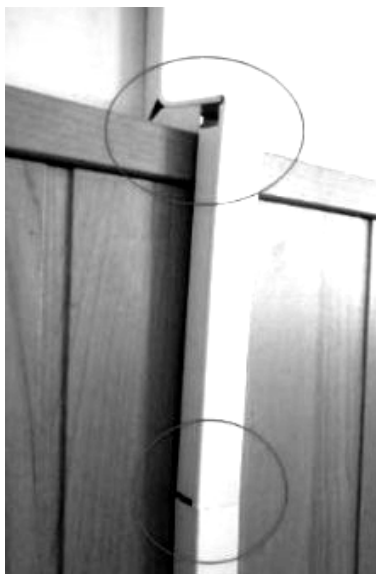


Рис. 4.15. Некачественный монтаж электропроводки в кабель-канале

4.5. Монтаж розеток и выключателей открытой установки

Наружные выключатели и розетки имеют определенные особенности монтажа. В первую очередь это связано с особенностями монтажа наружной электропроводки. Кроме того, не маловажным фактором, повлиявшим на особенности монтажа наружных установочных изделий, является необходимость их дополнительной защиты от атмосферных воздействий, что отражается в их конструкции.

Наружные розетки и наружные выключатели обычно имеют накладной или открытый способ монтажа. Изделия скрытого типа установки не обладают достаточным уровнем защищенности от внешних воздействий, поэтому при наружном способе установки не применяются.

Прежде всего рассмотрим розетки (рис. 4.16). Обычно для наружной установки они имеют номинальный ток в 10 или 16 А, но можно встретить изделия с номинальным током до 25 А. Здесь ваш выбор целиком зависит от ваших требований.

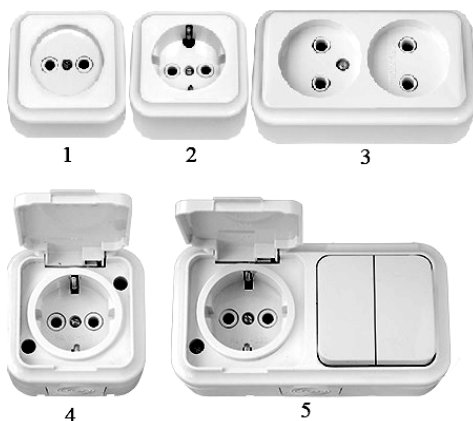


Рис. 4.16. Примеры розеток открытой установки:

- 1 – штепсельная; 2 – штепсельная с заземляющим контактом; 3 – двухместная;
- 4 – штепсельная с заземляющим контактом брызгозащищенная;
- 5 – выключатель двухклавишный и розетка с заземляющим контактом брызгозащищенная

Одним из важнейших параметров для розеток наружной установки является их уровень защиты. На розетки более высокой степени защиты цена существенно выше.

Аббревиатура IP в переводе означает степень защиты от проникновения. Первая цифра после нее означает степень защиты от пыли и других посторонних предметов. Она может колебаться в пределах от 0 до 6. Цифра 4 означает степень защиты от предметов диаметром менее 1 мм. Цифра 5 обозначает пылезащищенность изделия.

Вторая цифра после аббревиатуры IP обозначает степень защиты от влаги. Данный уровень защиты может колебаться в пределах от 0 до 8. Цифра 4 обозначает защиту от брызг, падающих в любом направлении. А цифра 5 обозначает защиту от струй воды, падающих на изделие.

Выключатели для наружной установки обычно изготавливаются с номинальным током в 6 или 10 А. Очень редко можно встретить выключатели на 16 А. При этом они могут быть одно- и двухклавишные.

Обычно выключатели имеют степень защиты IP44, 54 или 55. Более защищенные изделия встречаются значительно реже, так как необходимость в них может возникнуть только в исключительных случаях.

В связи с тем, что наружная электропроводка и коммутационные аппараты нуждаются в дополнительной защите от атмосферных воздействий, нормы ТНПА предусматривают некоторые особенности их монтажа. Это наглядно видно даже в магазине, где наружные розетки и выключатели представлены только в варианте для открытой проводки.

Если вы устанавливаете выключатель или розетку на поверхности из несгораемых материалов – бетон, кирпич, пенобетон и тому подобное, то установку можно производить непосредственно на поверхность. При этом провод должен быть защищен от механических повреждений пластиковой гофрированной трубой.

Розетки и выключатели для наружной проводки подключаются так же, как и предназначенные для внутренней установки. Особенностью является только более тщательная укладка провода и герметизация самого выключателя. Рассмотрим каждый из предложенных вариантов отдельно.

Установка выключателя также практически неотличима и осуществляется по тем же правилам, что установка обычного выключателя для открытой проводки. Если же используется скрытая наружная проводка, то для подключения выключателя или розетки наружной установки создается небольшой участок проводки, монтируемый открытым способом. Но это очень редкое явление.

Как и в случае с розеткой, прежде всего, устанавливаем крышку выключателя. После этого можно проложить провод от распределительной коробки до коммутационного аппарата и снять напряжение со всех проводов, проходящих в коробке.

Для подключения выключателя нам потребуется двухпроводный провод от выключателя до распределительной коробки и трехпроводный провод от распределительной коробки до светильника.

Для начала производим подключение светильника. Сначала подключаем нулевой и защитный провод к соответствующим контактам на светильнике. Для большинства современных люстр расположение фазного провода и нулевого имеет принципиальное значение, поэтому обычно они имеют соответствующую маркировку на выводах.

Фазный провод также подключаем к светильнику, но в распределительной коробке оставляем его пока не задействованным.

Теперь подключаем выключатель. Прежде чем выполнять подключение, следует пропустить провод через специальный уплотнитель. Для начала подключаем провод к фазной жиле в распределительной коробке. Затем этот же провод подключаем к вводу выключателя.

Провод, подключенный к выводу выключателя, соединяем с пока не задействованным фазным проводом от светильника. На этом операции по подключению можно считать законченными и после сборки выключателя и подачи напряжения можно опробовать работоспособность нашей схемы.

4.6. Технология монтажа открытой электропроводки непосредственно по строительным конструкциям

Небронированные защищенные кабели небольших сечений (до 16 мм^2) с резиновой и пластмассовой изоляцией прокладывают преимущественно в цехах промышленных предприятий, в том числе во взрывоопасных зонах некоторых классов. Трубчатые провода с оболочкой из луженой стальной или алюминиевой ленты применяются для прокладки только в помещениях с нормальной средой и имеют повышенную стойкость к механическим повреждениям.

Защищенные кабели и трубчатые провода прокладываются непосредственно по строительным основаниям. Разметку трасс

и мест расположения щитков, светильников, коробок и других элементов осветительных электроустановок выполняют по нормированным размерам: расстояния между точками крепления при горизонтальной прокладке должны быть не более 500 мм, а при вертикальной 700–1000 мм; крепление производят на расстоянии 10–15 мм от изгиба трассы и 50–100 мм от ввода в коробки, а также у приборов, проходов и др. Высота прокладки трассы от уровня пола до площадки обслуживания не нормируется. Радиусы изгибов небронированных кабелей сечением до 16 мм^2 и трубчатых проводов должны быть не менее шести их наружных диаметров.

Для одиночных кабелей и проводов, прокладываемых по горизонтальной трассе, разметку выполняют скобками с одной лапкой, размещаемой ниже провода или кабеля; по вертикальной на стене – скобками с двумя лапками (допускается и с одной); на потолках, углах и в конце трассы (у вводов) – также скобками с двумя

лапками. Скобки устанавливаются и на прямолинейных участках трассы и на поворотах, перпендикулярно осевой линии провода, отдельного кабеля или пучка.

Пересечения защищенных кабелей и проводов между собой и с другими проводами выполняются в оштукатуренных открытых бороздах и изоляционных трубках, надеваемых на один из них. При проходах через междуэтажные перекрытия должна предусматриваться защита кабеля от механических повреждений до высоты 1,5 м от уровня пола; в электротехнических помещениях такая защита не обязательна, так как в них нет доступа посторонним людям.

Перед вводом в осветительную коробку разделяют концы кабеля, подготавливая их для соединения, ответвления внутри коробок и присоединения к электроприемникам.

Заготовленные провода и кабели прокладывают по подготовленным трассам.

Крепление электропроводок из небронированных кабелей с малыми сечениями и трубчатых проводов к строительным основаниям производится следующими способами (рис. 4.17):

- ПВХ и металлическими скобами непосредственно к основанию;
- на несущей стальной полосе металлическими полосками с пружинами, приваренными точечной сваркой, или лентой с кнопками;
- на струнах бандажными хомутами;
- бандажными полосками к специальным держателям, приклеенным к основанию.

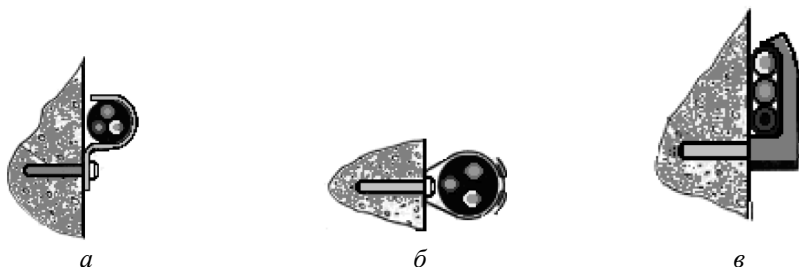


Рис. 4.17. Способы крепления кабеля непосредственно по строительному основанию:
a – крепление металлической скобой;
б – крепление металлической полоской и пружинкой;
в – крепление пластмассовой скобой

Металлические скобы для крепления к основанию с одной или двумя лапками изготавливаются штамповкой с ребром жесткости. При креплении к основанию распорными дюбелями с шурупами (винтами) скобы с двумя лапками навешивают на один из шурупов, а при горизонтальных трассах – на нижние шурупы.

При использовании для прокладки кабелей пластмассовых (из полиэтилена или капрона) пружинящих скобок, кабель закладывают отогнув скобку, предварительно прикрепленную дюбелем к основанию. Скобка прижимает кабель к основанию благодаря своим пружинящим свойствам.

Небронированные кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией лучше прокладывать при плюсовой температуре окружающего воздуха, а в холодное время только после предварительного прогрева. Предварительный прогрев не обязателен, если температура воздуха до начала монтажа (размотки, переноски, прокладки) проводов и кабелей с резиновой изоляцией или резиновой изоляцией в пластмассовой оболочке в течение двух часов не опускалась ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Заготовка небронированных кабелей малых сечений для осветительных сетей непосредственно на месте монтажа производится в следующем порядке. Замеряют по подготовленной трассе длину отдельных участков проводки и выпрямляют при раскатке кабель. Отмеряют и нарезают отрезки кабеля соответствующей длины с запасом для ввода в коробки и электроустановочные изделия. Прокладывают мерные отрезки кабеля по трассе, пропуская через проходы и закрепляя скобками или полосками с пряжками, и вводят в соединительные коробки. При необходимости под скобки и металлические плоские полоски подкладывают мягкие прокладки. Изгибают кабель вручную.

Разделка концов кабеля выполняется при заготовке мерных отрезков. Входы кабелей в коробки уплотняются имеющимися в их патрубках сальниками.

Жилы кабелей соединяют в коробках сваркой, опрессовкой, пайкой, клеммой WAGO, с помощью колпачка СИЗ или винтовыми зажимами, места соединений изолируют и закрывают коробку крышкой с уплотняющим резиновым кольцом.

4.7. Испытания смонтированной электропроводки

Перед включением электроустановок под напряжение и сдачей в постоянную эксплуатацию необходимо проверить, правильно ли выполнены монтажные работы и готова ли электропроводка к нормальной работе.

Для этого проводят наружный осмотр смонтированной установки, проверяют правильность схем соединения, после чего оценивают состояние электрической изоляции, измеряя ее сопротивление мегаомметром.

Сопротивление изоляции цепей и распределительных щитов (для каждой секции) со всеми аппаратами и приборами, присоединенными к сети, измеряют мегаомметром 500–1000 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 500 кОм.

В осветительных электропроводках сопротивление изоляции определяют мегаомметром 1000 В, до ввинчивания ламп с присоединением нулевого провода к корпусу светильника. На каждом участке сопротивление изоляции измеряют между проводами и относительно земли. Оно должно быть не ниже 0,5 МОм.

Также проверяют качество контактных соединений измерением сопротивления петли фаза–ноль. На одном из концов электропроводки фазная и нулевая жила соединяются накоротко. К этим жилам с обратной стороны электропроводки присоединяется омметр. Измеренное сопротивление не должно превышать более чем в 3 раза расчетное значение петли фаза–ноль (удельное сопротивление материала жилы умножить на длину электропроводки и разделить на сечение жилы электропроводки).

Порядок выполнения практической работы

Подготовка к работе

Перед началом практической работы необходимо прочитать теоретическую часть, изложенную в настоящем учебно-методическом пособии и Moodle.

Упражнение 1. Выполнить монтаж электропроводки на скобе, в кабель-канале, в гофре, проложенной открыто.

1.1. Изучите порядок монтажа открытой электропроводки, приведенный в пунктах 4.4–4.6. На основании полученных данных составьте краткую технологическую схему, в ней опишите последовательность работ, которые будут необходимы при выполнении монтажа.

1.2. У преподавателя получите задание на монтаж электропроводки.

1.3. На основании полученного задания составьте план будущей электропроводки.

1.4. Составьте список необходимых материалов, инструментов и оборудования в соответствии с технологической схемой и рекомендациями пунктов 4.4–4.6.

1.5. Проверьте исправность и комплектность полученного оборудования.

1.6. Выполните монтаж электропроводки в соответствии с составленной схемой.

1.7. Произведите испытания смонтированной электропроводки в соответствии с пунктом 4.7.

1.8. Предъявите результат монтажа и проведенных испытаний (см. 1.7) преподавателю и под его присмотром произведите пробное подключение электропроводки.

1.9. По заданию преподавателя произведите демонтаж стенда и в исходном состоянии сдайте преподавателю использованные материалы (кроме расходных), инструменты и оборудование.

Упражнение 2. Выполнить монтаж электропроводки на тресе (струне).

2.1. Изучите порядок монтажа открытой электропроводки на тресе, приведенный в пункте 4.2. На основании полученных данных составьте краткую технологическую схему, в ней опишите последовательность работ, которые будут необходимы при выполнении монтажа.

2.2. У преподавателя получите задание на монтаж электропроводки.

2.3. На основании полученного задания составьте план будущей электропроводки.

2.4. Составьте список необходимых материалов, инструментов и оборудования в соответствии с технологической схемой и рекомендациями пункта 4.2.

2.5. Проверьте исправность и комплектность полученного оборудования.

2.6. Выполните монтаж электропроводки в соответствии с составленной схемой.

2.7. Произведите испытания смонтированной электропроводки в соответствии с пунктом 4.7.

2.8. Предъявите результат монтажа и проведенных испытаний (см. 2.7) преподавателю и под его присмотром произведите пробное подключение электропроводки.

2.9. По заданию преподавателя произведите демонтаж стенда и в исходном состоянии сдайте преподавателю использованные материалы (кроме расходных), инструменты и оборудование.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятию «электропроводка».
2. Дайте определение понятию «открытая электропроводка».
3. Классифицируйте открытые электропроводки по типам.
4. Каким образом производятся соединения жил кабелей и проводов в ответвительных коробках?
5. В какой последовательности производится монтаж открытых электропроводок на скобе?
6. Какие требования предъявляют к тросовым электропроводкам?
7. Какие испытания проводятся после монтажа открытых электропроводок?
8. Какое расстояние между кабелями должно быть при прокладке проводки в коробе?
9. Расшифруйте обозначение IP54.
10. В какой последовательности производится монтаж открытых электропроводок на тросу?

Лабораторная работа № 5

Монтаж скрытых электропроводок

Цель работы: освоить технологию монтажа скрытых электропроводок.

Задачи работы: исследовать общую характеристику и особенности монтажа скрытых электропроводок, особенности монтажа розеток и выключателей скрытой установки; освоить технологию монтажа скрытой электропроводки непосредственно в строительных конструкциях, электропроводки в стальных трубах, прокладываемых скрыто, электропроводки в пластмассовых трубах скрытым способом; провести контроль качества монтажа скрытых электропроводок.

5.1. Общая характеристика и особенности монтажа скрытых электропроводок

Электропроводкой называется совокупность изолированных проводов и кабелей с элементами их крепления, защитными и поддерживающими конструкциями.

Внутренние электрические сети предназначены для обеспечения питания электродвигателей, электроустановок, приборов, осветительных цепей и других потребителей. Внутренняя электрическая проводка может быть скрытой или открытой.

Скрытая проводка выполняется в трубах, металлических рукавах, пустотах строительных конструкций, заштукатуренных бороздах, под штукатуркой, а также может быть замоноличено в строительные конструкции при их изготовлении. При скрытой прокладке проводов в стенах, содержащих сгораемые элементы, провода дополнительно защищают сплошным слоем негорючего материала со всех сторон. Если при этом проводка прокладывается в трубах или коробах из трудносгораемых материалов, то сплошное негорючее покрытие вокруг проводов должно иметь толщину не менее 10 мм.

Незащищенные изолированные провода при напряжении свыше 42 В в помещениях без повышенной опасности и при напряжении до 42 В в любых других помещениях прокладываются на высоте не менее 2 м, а в помещениях с повышенной опасностью и особо

опасных при напряжении свыше 42 В – на высоте 2,5 м от пола или уровня площадки обслуживания. Это требование не распространяется на спуски к выключателям, штепсельным розеткам, щиткам, пусковым аппаратам и светильникам, устанавливаемым на стене.

В производственных помещениях эта часть проводки защищается от механических повреждений на высоте не менее 1,5 м от уровня пола или площадки обслуживания.

Если незащищенные изолированные провода пересекаются с любыми другими проводами и расстояние между ними менее 10 мм, то в местах пересечения на каждый незащищенный провод накладывают дополнительную изоляцию. При пересечении трубопроводов незащищенными или защищенными проводами и кабелями провода располагают не ближе 50 мм от трубы, а если по трубопроводам перемещаются горючие или легковоспламеняющиеся жидкости и газы, то не ближе 400 мм. При расстоянии между самими проводниками менее 250 мм провода и кабели дополнительно защищают от механических повреждений на длине не менее 250 мм в каждую сторону от трубопровода. Провода и кабели должны иметь тепловую изоляцию от горячих трубопроводов.

В местах прохода проводов и кабелей через стены, межэтажные перекрытия или местах выхода их из стены наружу следует обеспечить возможность смены электропроводки. Для этого проход выполняют в трубе, коробе, проеме и т. п. Для предотвращения проникновения воды или распространения пожара отверстия с проводами заделывают легкоудаляемой массой из негорючего материала. При переходах из сухого помещения в сухое или влажное либо из влажного во влажное все провода одной линии прокладывают в одной изоляционной трубе. В случае перехода в сырое помещение или выхода проводов из помещения наружу требуется отдельная труба для каждого провода. При переходе в сырое помещение или при выводе провода наружу соединение проводов выполняют внутри сухого или влажного помещения.

Провода и кабели могут быть проложены вплотную друг к другу пучками (группами) различной формы (например, круглой, прямоугольной в несколько слоев и т. п.) на лотках, опорных поверхностях, тросах, струнах, полосах и других несущих конструкциях. Провода и кабели каждого пучка должны скрепляться между собой. В коробах провода и кабели прокладывают многослойно с упорядоченным или произвольным (россыпью) взаимным расположением.

Наиболее трудоемкими работами при монтаже скрытых проводов являются пробивка отверстий и выполнение борозд под заделку проводов. Если канальная система электропроводки не была заложена при строительстве объекта, а также в случае изменения проекта расположения электрооборудования после постройки здания, в нем приходится пробивать отверстия и борозды. Для этих целей применяются средства малой механизации; ручные электродрели, пневматические молотки, перфораторы, электромолотки, бороздофрезы, пороховые колонки, электрошлифовальные машины, штроборезы, универсальный электрифицированный или пневматический привод, различные домкраты, лебедки, тали, механизмы для обработки стальных труб и др.

Для крепления проводов и корпусов электрических аппаратов применяют пластмассовые и металлические дюбели, дюбели с волокнистым наполнением и распорной гайкой, болты, шпильки, скобы, штыри, крюки, а также специальные дюбели для строительного-монтажных пистолетов (рис. 5.1).

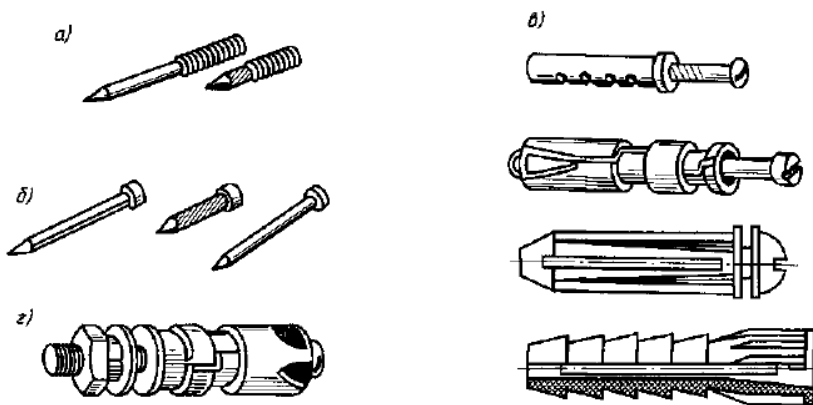


Рис. 5.1. Дюбели:

а – с наружной резьбой; *б* – гвоздеобразные; *в* – распорные; *г* – с распорной гайкой

Монтаж плоских алюминиевых проводов марок АППВ и АППВс, которые применяются для распределительных осветительных сетей и питания мелких силовых нагрузок в жилых и общественных зданиях, имеет ряд особенностей. Их нельзя прокладывать открыто в пожароопасных помещениях, на чердаках

и в санузлах и применять во взрывоопасных и особо сырых помещениях, в помещениях с активной агрессивной средой, а также в детских и лечебных учреждениях, спортивных и зрелищных сооружениях, клубах и школах.

Плоские провода удобны при разделке, где применяются обычные универсальные клещи. Проходы открыто прокладываемых проводов через стены, перегородки и перекрытия выполняют в резиновых полутвердых трубках с установкой на выходе фарфоровых или пластмассовых втулок или воронок.

Соединения и ответвления плоских проводов, прокладываемых скрыто, выполняют в ответвительных коробках и коробках выключателей, штепсельных розеток и светильников с помощью зажимов, опрессованием или сваркой. При открытой прокладке проводов применяют малогабаритные пластмассовые коробки. При скрытой проводке используют заделанные в стену заподлицо пластмассовые или металлические ответвительные коробки и коробки для установки выключателей и штепсельных розеток. Внутреннюю поверхность металлических коробок покрывают изоляционным лаком или обкладывают электрокартоном. В местах ввода и вывода проводов устанавливают втулки из изоляционного материала. При вводе проводов в металлическую коробку на концы проводов накладывают дополнительную изоляцию из липкой изоляционной ленты. В местах соединения оставляют запас провода не менее 50 мм.

5.2. Монтаж розеток и выключателей скрытой установки

Электрические розетки – это место, где скрытая от внешних глаз разветвленная система проводов и кабелей позволяет человеку подключаться к электрической сети. Без этого приспособления не обойтись ни в одной квартире, где есть хоть один мощный бытовой прибор, такой как холодильник или стиральная машина.

Для подключения электрического оборудования к силовым сетям применяются различные виды штепсельного соединения. Оно состоит из двух частей (розетка и вилка).

Розетки постоянно находятся под напряжением. Она имеет вид гнезда с закрытым расположением проводников для исключения случайного контакта с посторонними предметами.

Штепсельная вилка соединяется с источником потребления электроэнергии кабелем или образует с ним общий корпус. Окончание вилки имеет форму штырей, соответствующих расположению гнезд на розетке.

На заре широкого распространения электричества не был создан единый стандарт для применяемого оборудования. Поэтому форма и технические характеристики разъемов в разных странах оказались различными.

При стационарной установке розетки имеют корпус для накладной или утопленной установки. Существуют и переносные варианты.

Часто изделие, приобретенное за границей, не может быть подключено к вашей сети без использования необходимого переходного устройства (рис. 5.3). Бытовые приборы, производимые для продажи на экспорт, обычно адаптируют к местным условиям.

Элементы штепсельного соединения должны соответствовать характеристикам электрической сети. В России и Европе применяется напряжение 220 и 380 В, в США и Японии – 100–127 В. В большинстве стран используется частота переменного тока 50 или 60 ГЦ.

Важной характеристикой вилок и розеток является максимальная расчетная сила тока, напрямую связанная с мощностью подключаемого оборудования. Бытовые электрические розетки предназначены для тока не более 16 А. Для подключения мощной техники монтируют соответствующие промышленные разъемы. В них обязательно присутствует заземляющий электрод. В бытовых сетях допускается обходиться без него.

Стандартная электрическая розетка, это самый распространенный тип розетки, который встречается повсюду, в каждой комнате, от гостиной до спальни и чулана, куда подключаются самые популярные приборы, такие как телевизор, фен и т. п. Более мощные электроприборы требуют специальных типов розеток для своего подключения к сети. Эти розетки созданы для работы с током силой более 5 А и напряжения более 220 В, имеют на своей передней панели 2 разъема. Они могут быть с заземлением и без.

Существуют различные варианты схем разводки электросети в жилых помещениях, отличающиеся как типом разветвления, так и силой тока. Розетка должна отвечать конкретным нуждам в каждом индивидуальном случае. Именно поэтому на рынке встречаются

множество видов розеток с самой разной заявленной силой тока, которую они могут выдержать.

Заземленные розетки используются в схемах с дифференциальными автоматическими выключателями, которые должны проверяться на регулярной основе. В каждом доме существуют помещения с повышенной опасностью коротких замыканий. Это кухни и ванны, которые по всем правилам должны быть оснащены розетками с заземлением. Такие розетки легко отличить по массивному корпусу и полукруглому отверстию с железной окантовкой внизу между 2 основными разъемами.

Существуют специальные розетки, сконструированные для подключения сушильных машин. Такие электрические компоненты способны выдержать значительную мощность с напряжением от 120 до 240 В. Розетки для сушильных машин часто имеют до четырех разъемов.

Розетки для электрических плит также обладают повышенным запасом прочности и способностью работать в режиме экстремальной мощности и большого напряжения. Такие розетки обязательно должны работать совместно с электрическим предохранителем и заземлением.

Водонепроницаемые розетки с успехом находят свое применение на приусадебных участках, в открытых летних кафе и в бассейнах. Они выполнены из металла, устойчивого к коррозии и солнечным лучам, их внутренние токопроводящие детали надежно спрятаны от проникновения жидкости.

Розетки с защитой от посторонних предметов сделаны специально, чтобы дети и некоторые взрослые не могли просунуть в отверстия предметы, не предназначенные для этого. Принцип действия состоит в том, что в разъемы встроены специальные затворы, которые отодвигаются только при воздействии на них штекером определенной формы. Как только вилка вытащена, отверстия снова закрываются.

Комбинированные розетки используются в случаях, когда необходимо экономно использовать пространство. Они совмещают сразу 2 функции в одном устройстве. Например, это может быть заземленная розетка с выключателем и 15-амперный дуплекс со световой индикацией.

Для подключения сразу нескольких потребителей электрического тока выпускаются розетки со встроенным подавителем волнообразных скачков напряжения. Они отлично защитят устройства от неполадок в контактной сети.

Далеко не все электрические розетки созданы для соединения со всеми видами материалов электрических проводников. Некоторые разъемы не предназначены для работы с медными штекерами, другие не выдерживают алюминиевых. На оборотной стороне каждой розетки делается специальная маркировка, указывающая на тип проводника, в большинстве случаев оба материала будут подходящими.

В мире существует множество типов обрамления выходов электрической сети. Потому что для всего многообразия потребителей тока требуется разный набор специфических свойств и функциональных особенностей. Изобилие современных розеток позволяет осуществить оптимальный выбор для каждого случая и сделать работу приборов максимально удобной и безопасной.

Общие требования, применяемые ко всем типам штепсельных соединений:

- 1) надежная изоляция корпуса и токоведущих частей друг от друга;
- 2) обеспечение плотного контакта, соответствующего допустимой величине проходящего тока;
- 3) защита от неправильного подключения, электробезопасность при неполном контакте и в момент подключения и отключения;
- 4) пожаробезопасность.

В последнее время при проектировании системы освещения учитываются не только технологические, но и дизайнерские аспекты. Комфортное, экономичное и выигрышное освещение зависит от правильности размещения электрических выключателей соответствующего типа. Выбор в пользу того или иного варианта подключения осуществляется исходя из характеристик комнат и их назначения.

Обширный ассортимент выключателей позволяет подобрать наиболее благоприятный вариант освещения. Чаще всего современный потребитель отдает предпочтение следующим типам выключателей:

- одно-, двух- и трехклавишным;
- проходным;

- перекрестным;
- резистивным, диммерам;
- таймерным;
- с подсветкой;
- контрольным;
- автоматическим;
- антивандальным.

С помощью этих выключателей осуществляется управление освещением. Их различие заключается в способе подключения и функциональных возможностях.

Одноклавишный выключатель является самым распространенным у бытовых потребителей. Технологически используется в схемах с единственным осветительным прибором и служит для его включения и выключения. Одноклавишные электрические выключатели выполняют свои задачи за счет разрыва (замыкания) одного из парных проводов, соединяющих сеть с источником света (люстрой, фонарем, лампой и т. п.). Подходит для жилых и нежилых помещений – спален, гостиных, кухонь, ванных комнат и т. п.

Двухклавишный выключатель позволяет двум источникам освещения или цепям функционировать независимо друг от друга. Он пригодится для управления фонарями, находящимися в разных частях двора, или одним осветительным прибором с двумя лампами. Устанавливается в зональных помещениях (например, ванной и туалете) или комнатах с двухкомпонентными люстрами.

Принцип работы двух- и трехклавишных выключателей аналогичен. Последние позволяют одновременно включать и выключать три источника света. Основными недостатками этого типа являются сложности в монтаже и низкая надежность. Чтобы избежать проблем при установке и дальнейшей эксплуатации трехклавишных выключателей, следует воспользоваться услугами квалифицированного электрика.

Также необходимо отметить такой тип выключателя как переключатель, например, проходной. С помощью этих выключателей, установленных в двух разных местах, осуществляется управление одним источником света или целым блоком. Такая конфигурация отличается удобством и экономностью, поэтому подходит для организации освещения больших коридоров, лестничных площадок

и огромных комнат. Для включения и выключения осветительного прибора достаточно подойти к одному из двух выключателей.

Перекрестные выключатели представляют собой усовершенствованную модификацию проходных. Последние позволяют управлять освещением из двух мест, но для больших помещений этого недостаточно. Перекрестные выключатели устанавливаются в трех и более точках, поэтому наилучшим образом подходят для управления осветительными приборами и электрическими цепями в объемных помещениях производственного назначения (складах) или подъездах многоэтажек.

Резистивный выключатель предназначен не только для включения и выключения светового источника, но и для регулирования интенсивности освещения. Важно знать, что тот или иной светорегулятор (диммер) обычно управляет определенным количеством лампочек, мощность которых, разумеется, ограничена. Впрочем, технология некоторых осветительных устройств не поддается регулировке. Они несовместимы с энергосберегающими приборами, но эффективно работают в паре с точечными светильниками или стандартными лампами накаливания.

Среди наиболее понятных в использовании и конструктивно простых выключателей следует выделить устройства, оборудованные специальной подсветкой, и контрольные выключатели. Как одни, так и другие изделия имеют специальный световой индикатор, который загорается при выключении света и гаснет, соответственно, при его включении. С помощью такого элемента выключатель можно без труда найти в темноте. Если говорить о контрольных устройствах, то световой индикатор у них загорается при включении света. Такие электрические выключатели являются идеальными для гаражей и подвалов, поскольку дают возможность определить, нужно ли включать в помещении свет или нет.

В схеме электропроводки обязательно должны быть указаны точки, в которых планируется установить выключатели. При выборе места их размещения необходимо руководствоваться следующими принципами:

- основной источник света управляется выключателем, находящимся на минимальном расстоянии от двери. Высота размещения составляет, как правило, 80 см от уровня пола;

– перед установкой следует определиться с расположением мебели. Шкафы, диваны и столы не должны ограничивать доступ к выключателю;

– монтаж выключателей в помещениях с высокой влажностью (ванных и кухнях) требует соблюдения ГОСТ. Допускается размещение выключателя на расстоянии не менее 60 см от раковины (ванны) или в соседнем помещении.

Розетка, а также выключатель, являются распределительными электроустройствами, при их монтаже требуется соблюдение мер безопасности:

1. Рядом с установщиком во время работы должен находиться помощник, который наблюдает за работой. Он должен быть обучен методам оказания первой помощи при ударе током.

2. Проводить монтаж электроустановок в квартире разрешается только при отключенном питании электричеством. Перед началом работы проводятся подготовительные операции: стены штробят, делают отверстия и лунки, прокладывают проводку, не производя подключения.

3. Каждый провод перед подключением проверяется на наличие напряжения. По положениям ПТБ нужно знать, что при электро-монтажных работах на отключенных токоведущих деталях в любое время может возникнуть напряжение.

4. Установка розеток и выключателей должна выполняться без касания тела человека с оголенными контактами проводов.

5. В случае удара электрическим током нужно знать, что скорость реакции наблюдающего является очень важным фактором.

При действии тока величиной 10 мА 0,2 секунды вызывает у человека неприятные эмоции и ощущения. Если электроток действовал около 1 секунды, то может возникнуть дрожь, озноб, ощущения болезненного типа, которые могут увеличиться в дальнейшем, тогда потребуется стационарное лечение. При воздействии электричества 3 секунд и более, возникает обморочное состояние, остановка сердца, требующая экстренной медицинской помощи. Для этого есть 15 минут, в противном случае может наступить смерть.

Исполнение современной розетки приведено на рис. 5.4. Она имеет следующие особенности:

1) заменить розетку можно даже при неисправном подрозетнике, при этом не повреждая поверхности стены, так как крышка закрывает место ее крепления;

- 2) есть возможность поставить розетку на обшивке стены, при этом нет необходимости определять расстояние до основной стены;
- 3) при монтаже накладной розетки на гипсокартон применяется специальный подрозетник с повышенной надежностью;
- 4) с таким же подрозетником накладная розетка устанавливается на деревянные поверхности. При коротком замыкании дуга замыкается на металлической обойме и не идет дальше на провода.

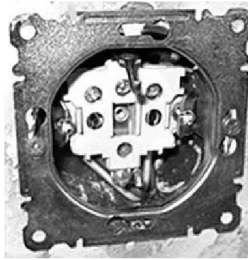


Рис. 5.2. Общий вид установленной розетки с заземляющим контактом в металлическом подрозетнике

При монтаже на бетоне необходимо знать толщину отделки поверхности стены, так как край подрозетника должен находиться на уровне поверхности стены. Подрозетник фиксируется обычно на дюбелях с саморезами. Если в подрозетнике нет отверстий для крепления, то их предварительно сверлят, располагая центры отверстий перпендикулярно оси контактов розетки.

При установке на отделанную стену коронкой выбирают лунку для подрозетника с небольшим запасом по глубине и диаметру. Лунку заполняют раствором алебаstra, протягивают провода в отверстие подрозетника и устанавливают его в лунку. Затем выравнивают подрозетник по шаблону из доски или фанеры по толщине отделки, пока раствор не затвердел (рис. 5.3).

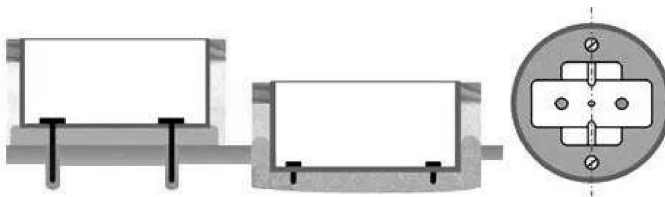


Рис. 5.3. Общий вид установки подрозетника в бетонное основание

Для монтажа розеток на основание из гипсокартона существуют специальные подрозетники со скользящими упорами.

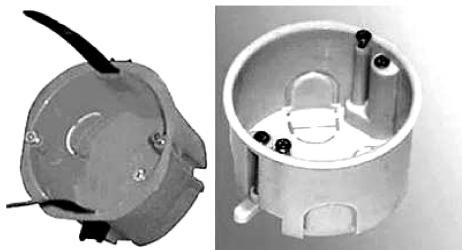


Рис. 5.4. Виды подрозетников для гипсокартона

Порядок монтажа:

1. Высверлить отверстие 70 мм коронкой.
2. Вывести кабель в подрозетник.
3. Установить подрозетник с проводом.
4. При скользящих упорах потянуть до упора за фиксирующую ленту, оставшиеся края откусить кусачками.
5. При поворотных упорах завинтить саморезы до упора.
6. Зачистить изоляцию проводов, завести в клеммы, установить колодку в подрозетник до упора, затянуть винты лапок.
7. Установить крышку, проверить ее плотное прилегание к стене.

При таком способе установка розеток и выключателей в гипсокартон позволяет облегчить заделку кабеля и его дальнейшее сращивание, так как под обоймой колодки имеется достаточное пространство.

Если соблюдать элементарные правила монтажа собственными руками, то можно легко и просто заменить или установить новые выключатели и розетки.

5.3. Технология монтажа скрытой электропроводки непосредственно в строительных конструкциях

Трассу скрытой проводки намечают параллельно линиям потолков и стен на расстояниях, показанных на рис. 5.5. В перекрытия проводку можно прокладывать по кратчайшему расстоянию между ответвительной коробкой и светильником, так как вероятность

повреждения здесь весьма мала. Горизонтальная и вертикальная прокладка по стенам предохраняет проводку от повреждения, а население – от несчастных случаев при забивке в стены гвоздей. При этом трасса проводки должна быть известна всем живущим или работающим в данном здании.

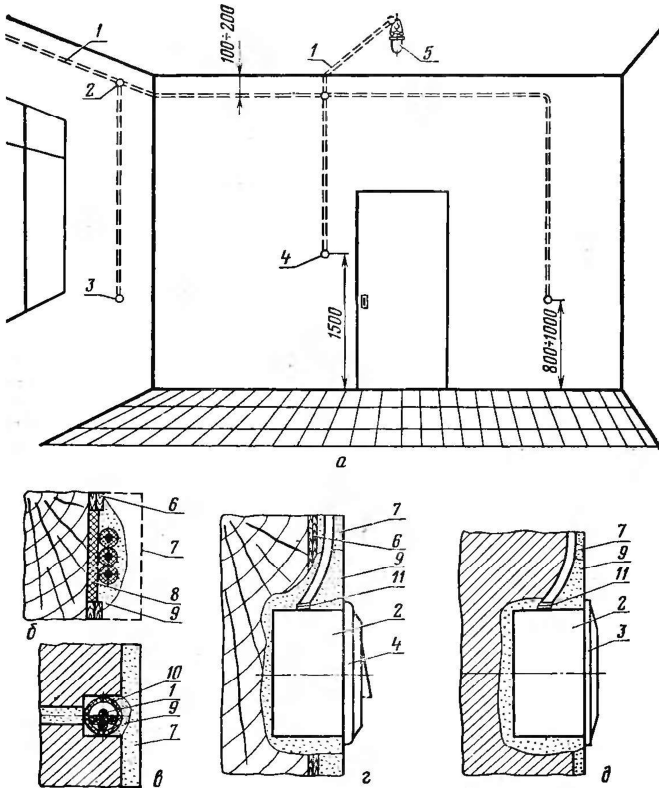


Рис. 5.5. Скрытая электропроводка:

a – общий вид;

б – прокладка проводов по дереву в слое алебастра по подкладке из асбеста;

в – прокладка проводов в пластмассовой трубе по кирпичу;

г, д – подводка к выключателю или штепсельной розетке, установленным утопленно в деревянной или кирпичной стене; *1* – провод;

2 – ответвительная коробка; *3* – штепсельная розетка; *4* – выключатель;

5 – светильник; *6* – штукатурная дрань; *7* – мокрая штукатурка;

8 – листовый асбест; *9* – алебастр; *10* – пластмассовая труба;

11 – лента изоляционная липкая ПХЛ

Провода должны проходить на достаточном расстоянии от горячих трубопроводов (при пересечениях – 100 мм, при параллельной прокладке – 250 мм). При пересечении проводов между собой их изоляция должна быть усилена 3–4 слоями липкой изоляционной ленты. В трехжильных плоских проводах жилы, разделенные широкой пленкой, используют для разных фаз, а третью жилу – в качестве нулевого провода.

Применяемые в скрытых проводках провода АППВС, АПН, АПВ прокладывают следующими способами:

- по несгораемым стенам или перегородкам – непосредственно или в трубах в заштукатуриваемых бороздах, под слоем мокрой штукатурки или в слое алебастрового намета; в зазорах кирпичной кладки;

- по деревянным (сгораемым) основаниям – под слоем штукатурки с подкладкой под провода слоя листового асбеста толщиной не менее 3 мм или по намету штукатурки толщиной не менее 5 мм.

Асбест или намет штукатурки укладывают с выпуском по 5 мм с каждой стороны провода, поверх дранки или дранку вырезают. Закреплять провода гвоздями, как при открытой проводке, нельзя, их при скрытой проводке крепят мягкими (пластмасса, резина) скобками или примораживают алебастром;

- по несгораемым перекрытиям – в пустотах железобетонных плит; в зазорах между плитами с заделкой алебастровым раствором, под слоем мокрой штукатурки. Если ширина зазора между плитами (либо в кирпичной кладке) недостаточна, бетон (или кирпич) можно подрубить, но не перерубая арматурную сталь.

Проложенные скрыто провода выводят на поверхность стены или перекрытия (для присоединения к неутепленному выключателю, подвесному светильнику и другим токоприемникам) через изоляционные трубки, втулки или воронки.

Соединяют провода только в коробках, изготовленных из изоляционного материала или металла с изолирующими прокладками. Ответвления монтируют также и во вводных коробках выключателей, штепсельных розеток, светильников. При вводе в металлические коробки провод защищают втулкой или подмоткой из ленты. Проводку по возможности выносят из всех сырых помещений, а светильники в таких помещениях ставят на ближайшей к проводке стене. Выключатели ставят вне сырых помещений.

К монтажу электропроводок приступают после окончания строительных работ и работ по укладке чистого пола. Пример технологической карты на монтаж электропроводки освещения, прокладываемой в каналах строительных конструкций здания, приведен на рис. 5.6.

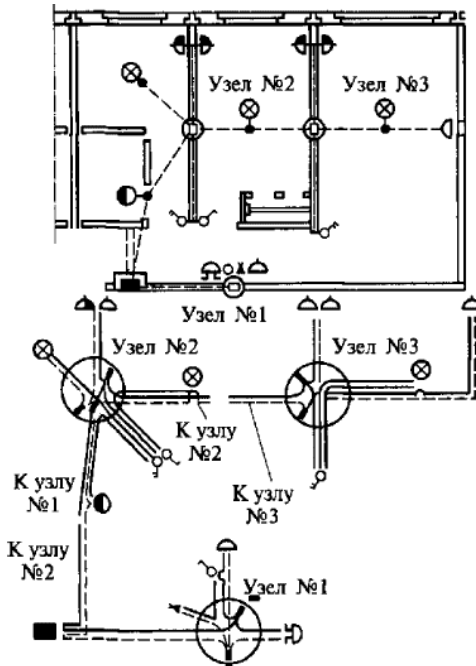


Рис. 5.6. Пример технологической карты на монтаж электропроводки освещения, прокладываемой в каналах строительных конструкций здания

Технологические операции монтажа скрытых электропроводок выполняют в определенной последовательности. Сначала размечают трассу электропроводки, места установки ответвительных коробок для выключателей и штепсельных розеток, а также крюков для светильников. Разметку начинают с мест установки щитков, светильников, выключателей и штепсельных розеток. Далее размечают трассы прокладки проводов. Плоские провода в горизонтальном направлении прокладывают на расстоянии 100–150 мм от потолка либо 50–100 мм от балки или карниза. Провода можно укладывать

в щели между перегородкой и перекрытием или балкой. Линии к штепсельным розеткам прокладывают на высоте их установки (800 или 300 мм от пола) либо в углу между перегородкой и верхом плиты перекрытия. Спуски и подъемы к выключателям, светильникам выполняют вертикальными. Разметку мест установки светильников осуществляют так же, как при монтаже открытой электропроводки с плоскими проводами.

Порядок выполнение электромонтажных работ при монтаже скрытой электропроводки:

1. Подготовка материалов и инструментов.

1.1. Схема электропроводки.

1.2. Строительный уровень и карандаш.

1.3. Как уже говорилось, провода скрытой проводки прокладываются в штробе. Прodelать эти штробы можно специально предназначенным для этого штроборезом с пылесосом либо болгаркой с алмазной насадкой или обычным перфоратором и сверлом по бетону. В народе два последних способа пользуется большей популярностью, чем первый.

1.4. Монтажный материал – провод (кабель), распределительные коробки, подрозетники, розетки, выключатели, светильники, изо-лента и т. п.

2. Разметка скрытой электропроводки.

Пример выполнения разметки приведен на рис. 5.7.

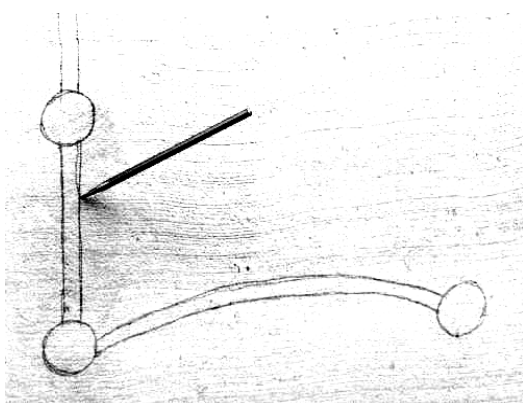


Рис. 5.7. Разметка линии электропроводки

Первым делом в комнате размечается место расположения распределительной коробки. Далее от нее размечаются линии к месту, где будут располагаться предполагаемые розетки и выключатели.

Разметку линий укладки провода нужно делать таким образом, чтобы они были перпендикулярно друг другу. На углах делается небольшое закругление, чтобы в процессе укладки провод не слишком перегибался. Маршрут разметки и прокладки кабеля нужно спланировать таким образом, чтобы не делать лишних штроб в стене (укладка в одной штробе двух и более проводов).

3. Штробление стен.

Пример выполнения штроб и ниш для подрозетников и распределительных (монтажных) коробок приведен на рис. 5.8.

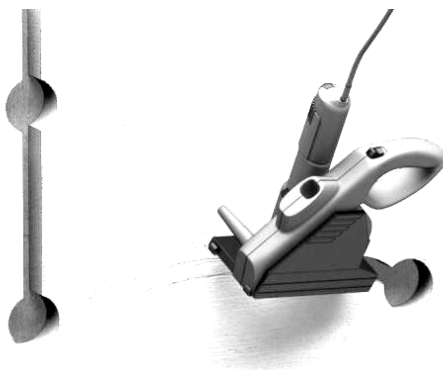


Рис. 5.8. Выполнение штроб и ниш для подрозетников и распределительных (монтажных) коробок

После того как разметка необходимых элементов произведена, можно приступать к штроблению стен. При использовании болгарки или штробореза по размеченной линии прорезаются две полосы на расстоянии примерно 30–40 мм (ширина штробы) и глубиной, равной сумме значения диаметра прокладываемого провода и запаса 10 мм. Перегородка между прорезанными полосами сбивается обычным зубилом и молотком.

Если используется перфоратор, то в этом случае на расстоянии примерно 5–10 мм друг от друга вдоль всей размеченной линии высверливаются отверстия. Затем при помощи молотка и зубила перегородки между отверстиями сбиваются и получается штроба.

При штроблении стен нужно не забывать про розетки, выключатели и распределительные коробки. Для их установки необходимо также проделать углубления в стене. Сделать это можно с помощью специальной алмазной коронки и перфоратора.

Если нет коронки, можно использовать сверло. В этом случае в пределах окружности подрозетника просверливают множество отверстий и с помощью молотка и зубила выбивается все лишнее, чтобы коробка свободно входила. Глубина штробления должна быть такой, чтобы коробка полностью скрывалась в стене.

4. Установка распределительных коробок и подрозетников.

Пример установки подрозетников и распределительных коробок приведен на рис. 5.9.

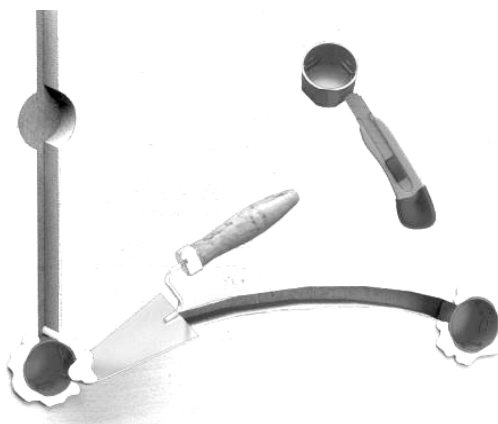


Рис. 5.9. Установка подрозетников и распределительных коробок

При монтаже скрытой проводки первыми устанавливаются распределительные коробки и подрозетники (коробочки в которых устанавливаются розетки и выключатели освещения).

Фиксируются коробка в стене с помощью шпаклевки или цементной смеси. Устанавливается таким образом, чтобы ее края не выступали и были утоплены по уровню стены. От правильности установки подрозетников зависит, ровно или нет будет установлен выключатель или розетка.

5. Укладка провода.

Пример выполнения укладки кабеля в штробу приведен на рис. 5.10.

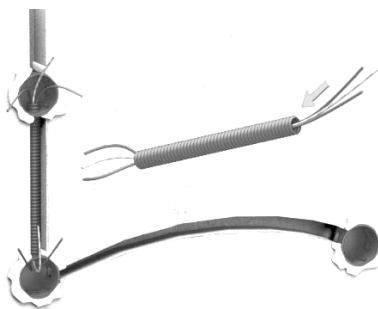


Рис. 5.10. Укладка проводов в штробу

После того как распределительные коробки будут надежно зафиксированы в стене, можно укладывать провода. Для скрытой электропроводки используются провода ВВГ, ППВ (реже АВВГ или АППВ).

Провод укладывают в штробу, предварительно надев на него гофру или пластиковую ПВХ трубку. Их можно и не использовать, но для этого монтаж электропроводки необходимо производить кабелем с двойной изоляцией, например ВВГ, ВВГнг, NYM.

Чтобы провода было удобно подключать и скручивать в местах установки розеток, выключателей и распределительных коробок, на концах оставляют запас 10–15 см.

Если часть проводки будет прокладываться не в штробах, например под потолочным каркасом или в гипсовых перегородках стен, то в таких местах провод или кабель обязательно должен прокладываться в гофре, либо пластиковой в трубке.

Пример закрытия штробы показан на рис. 5.11.

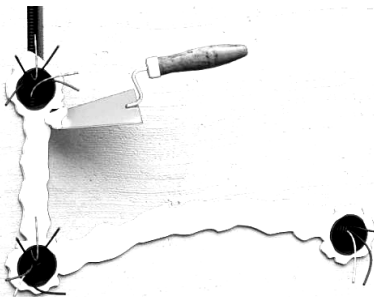


Рис. 5.11. Оштукатуривание

Когда провод будет полностью уложен, штробы можно зашпаклевать. Перед этим необходимо окончательно убедиться, что все выполнено правильно. Монтаж скрытой проводки окончен.

5.4. Монтаж электропроводки в трубах, прокладываемых скрыто

Открытые и скрытые электропроводки в трубах требуют затраты дефицитных материалов и трудоемки в монтаже. Поэтому их применяют в основном при необходимости защиты проводов от механических повреждений или защиты изоляции и жил проводов от разрушения при воздействии агрессивных сред (например, сырости, взрывоопасных смесей, химически активных газов).

Для электропроводок применяют:

- стальные обыкновенные водогазопроводные трубы;
- стальные легкие (тонкостенные) водогазопроводные трубы;
- полиэтиленовые и полипропиленовые трубы;
- винилпластовые трубы;
- металлические глухие стальные короба;
- металлические гибкие рукава.

В табл. 5.1 приведены условия применения труб.

Таблица 5.1

Условия применения труб

Трубы	Область применения и способ соединения
Обыкновенные водогазопроводные	В помещениях со взрывоопасной средой; соединение труб на резьбе с уплотнением мест соединения труб и мест вводов в коробки
Легкие водогазопроводные	Во всех электроустановках и помещениях с химически неактивной средой в обоснованных проектом случаях: при открытой прокладке в пожаро- и взрывоопасных зонах и при скрытой прокладке с уплотнением мест ввода труб в коробки и без резьбовых соединений или с выполнением накатной резьбы для соединений; во всех других случаях – без уплотнения, без резьбовых соединений и вводов

Трубы	Область применения и способ соединения
Полиэтиленовые и полипропиленовые	Во всех помещениях, в том числе с химически активной средой, скрыто непосредственно по несгораемым основаниям; в подливках полов и фундаментах оборудования только средние и тяжелые трубы, которые могут прокладываться без защиты от механических повреждений
Винипластовые	Во всех помещениях, в том числе с химически активной средой: при открытой прокладке непосредственно по несгораемым и трудносгораемым стенам, перекрытиям и конструкциям; при скрытой прокладке непосредственно по несгораемым стенам, перекрытиям и конструкциям; при скрытой прокладке по сгораемым стенам, перекрытиям и конструкциям – по слою листового асбеста толщиной не менее 3 мм или по намету штукатурки толщиной не менее 5 мм

Экономия материально-технических ресурсов и, в первую очередь, металлопроката, является важнейшей задачей проектных и строительно-монтажных организаций. Одно из основных направлений в решении этой задачи – применение полимерных труб (винипластовых, полиэтиленовых и др.) вместо стальных для прокладки электропроводок.

Стальные трубы допускается использовать для электропроводок только в специально обоснованных проектом случаях в соответствии с требованиями нормативных документов.

Применение полимерных труб для электропроводок повышает надежность работы в условиях агрессивных сред, уменьшает вероятность замыкания электрических сетей на землю, снижает трудовые затраты по сравнению с монтажом электропроводок в стальных трубах за счет исключения операций окраски, нарезания резьбы. Обеспечивается также упрощение и облегчение заготовок элементов труб МЭЗ и непосредственно в монтажной зоне.

Разрешается применение открытых и скрытых электропроводок в винипластовых трубах и скрытых электропроводок в полиэтиленовых трубах в пожароопасных зонах в пределах каждого этажа, кроме

складских помещений, а также транзитных горизонтальных и вертикальных прокладок. Необходимо иметь в виду, что в сырых, особенно сырых помещениях и в наружных установках толщина стенок стальных труб должна быть не менее 2 мм.

Диаметр труб (табл. 5.2) выбирают в зависимости от количества и диаметра прокладываемых в них проводов, а также от количества изгибов трубы на трассе между протяжными или ответвительными коробками. Для определения диаметра труб устанавливают группу сложности (I, II или III) прокладки в них проводов в зависимости от длины участка трубной трассы, числа и углов изгибов участка.

Таблица 5.2

Выбор группы сложности электропроводки

Характеристика участков прокладки	Группа сложности		
	I	II	III
Прямые участки, м	100	75	50
Участки с одним углом 90° или двумя большими, м	75	50	30
Участки с тремя углами 90° или четырьмя большими, м	40	–	–
Участки с четырьмя углами 90° или пятью большими, м	30	20	10

Определяют внутренний диаметр D трубы в зависимости от количества n проводов, их наружных диаметров и группы сложности прокладки (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Выбор диаметра труб для прокладки проводов

Количество проводов в трубах	Группы сложности прокладки		
	I	II	III
1	$D > 1,65d$	$D > 1,4d$	$D > 1,25d$
2	$D = 1,35 (d_1 + d_2)$	$D \gg 1,25 (d_1 + d_2)$	$D \gg 1,2 (d_1 + d_2)$
3 и более	$0,32D^2 \gg n_1d_1 + n_2d_2 + n_3d_3 + \dots$	$0,4D^2 \gg n_1d_1 + n_2d_2 + n_3d_3 + \dots$	$0,45D^2 \gg n_1d_1 + n_2d_2 + n_3d_3 + \dots$

При монтаже труб из пластика и стальных труб как при открытой, так и при скрытой прокладке, как правило, осуществляют предварительную заготовку труб в МЭЗ. На месте монтажа выполняют лишь сборку элементов трубной трассы.

Заготовку труб осуществляют по проектным чертежам или эскизам, выполненным монтажниками на основе проектных чертежей, планов и разрезов электропроводок или по замерам трубной трассы в натуре на месте монтажа.

В трубозаготовительной ведомости для каждой трубы указывают: номер (маркировку), диаметр, расчетную длину, точки начала и конца трубы по трассе, а также длину прямых участков трубы между концами или точками пересечения осевых линий труб в местах изгиба и величины углов изгиба в градусах. При заготовке труб учитывают нормализованные углы поворота (90, 120 и 135°) и радиусы изгиба труб (400, 800 и 1000 мм). Радиус изгиба 400 мм применяют для труб, прокладываемых в перекрытиях, для вертикальных выходов труб и в стесненных местах, а 800 и 1000 мм – при укладке труб в монолитных фундаментах и прокладке в трубах кабелей с однопроволочными жилами.

Примеры условных обозначений для составления замерочных эскизов трубных трасс представлены на рис. 5.13.

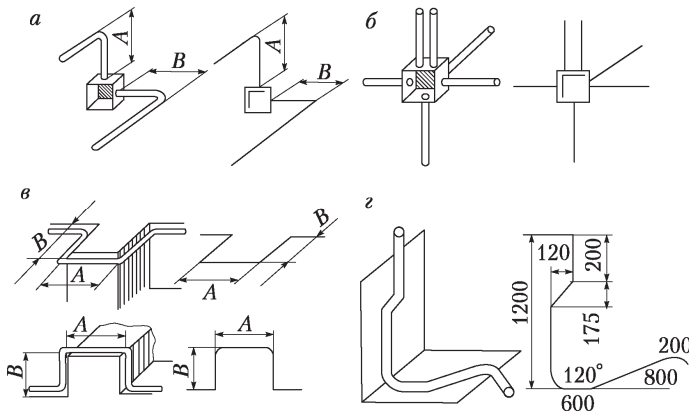


Рис. 5.13. Условные обозначения для составления замерочных эскизов трубных трасс:
a – выход труб от коробки с изгибом вперед; *б* – выход труб из всех стенок коробки;
в – обход выступов в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
z – участок трубопровода с «уткой» и изгибами под разными углами;
A, B – замеряемые участки трассы

Участки труб, прокладываемых в натуре в горизонтальной плоскости, на эскизе показывают горизонтальными линиями, параллельными строкам текста бланка.

Изгибы в горизонтальной плоскости наносят под острыми углами к горизонтальным линиям. Внутри угла указывают значение угла изгиба в градусах и радиус изгиба в миллиметрах.

Длины участков, измеренные в натуре, записывают вдоль линий на эскизе.

Участки трубной электропроводки в вертикальной плоскости изображают на эскизе линиями, перпендикулярными к строкам текста бланка.

Изгибы труб в вертикальной плоскости наносят линиями, наклонными к строкам текста под тупым углом. Переходы из горизонтальной плоскости в вертикальную показывают на эскизе в виде прямого угла.

Диаметр труб выбирают в зависимости от площади сечения и количества жил проводов (кабелей), а также от сложности трассы.

Сложные узлы трубных электропроводок с большим количеством труб, размещаемых в разных плоскостях на небольшой площади, рекомендуется заготавливать макетным способом. При этом на специальной площадке воспроизводят в натуральную величину макет монтируемой электроустановки, наносят оси строительных конструкций и размещения технологического оборудования, фиксируют места вывода труб к оборудованию и электроустановкам. После этого производят заготовку, укладку и маркировку элементов труб на макете. Затем трубы разбирают на удобные в транспортировке узлы и отдельные элементы, перевозят и вновь собирают уже на месте монтажа.

При монтаже и заготовке электропроводок используют заводские изделия – ответвительные и протяжные коробки, вводные патрубки, сальники, фитинги, втулки, цапающие гайки и др. (рис. 5.14).

Далее размечают трассу трубной электропроводки, устанавливают ответвительные и протяжные коробки, токоприемники и оборудование и уточняют места подсоединения к ним электропроводки. Если по общей трассе параллельно прокладывают несколько труб, то их обычно объединяют в однослойные пакеты или многослойные блоки, которые изготавливают по чертежам в МЭЗ и в готовом виде доставляют на место монтажа.

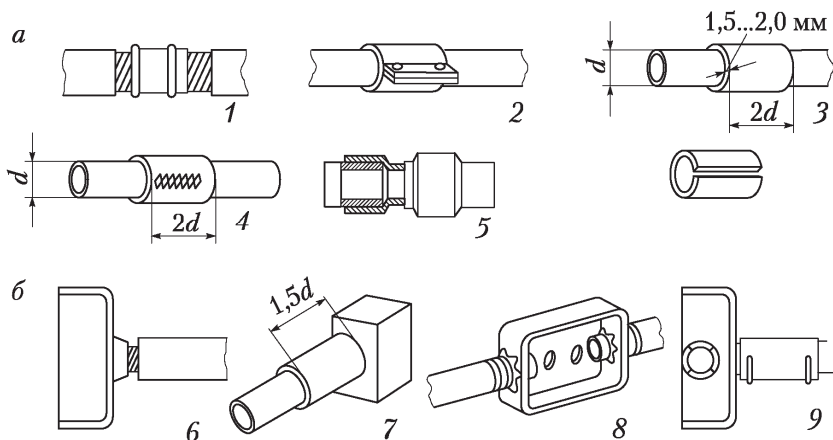


Рис. 5.14. Соединения стальных труб (а) и вводы в коробки (б):

- 1 – муфтой на резьбе; 2, 9 – гильзой на винтах;
 3 – отрезком трубы с приваркой по краям; 4, 7 – гильзой на сварке;
 5 – муфтой с раструбом; 6 – на резьбе в патрубок коробки;
 8 – установочными заземляющими гайками с обеих сторон

На горизонтальных участках трубы укладывают с уклоном, чтобы в них не скапливалась конденсирующаяся влага и не образовывались водяные мешки. В самых низких местах (например, при обходе колонн) рекомендуется устанавливать протяжные коробки. Перед засыпкой грунта, бетонированием перекрытий и фундаментам проверяют качество соединения труб, надежность их крепления и непрерывность цепей заземления и составляют акт освидетельствования скрытых работ.

В местах пересечения скрыто проложенными трубами осадочных и температурных швов, а также при переходе из фундамента во избежание разрушения на трубы надевают гильзы, футляры, а при открытой прокладке устанавливают компенсаторы (рис. 5.15).

При выводе скрыто проложенных полимерных труб из фундамента и подливок в помещение применяют отрезки или колена из стальных тонкостенных труб либо короб для защиты их от механических повреждений (рис. 5.16).

Длина участков труб между протяжными коробками (ящиками) не должна превышать: на прямых участках – 75 м, при одном изгибе трубы – 50, при двух – 40, при трех – 20 м.

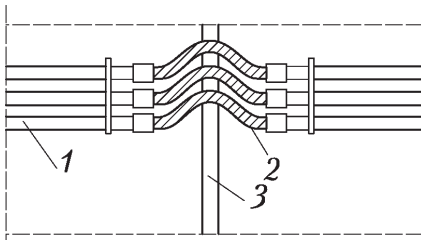


Рис. 5.15. Компенсатор из металлического рукава или гибкого ввода для открыто проложенных труб:

- 1 – труба; 2 – неметаллическая труба; 3 – стальной короб

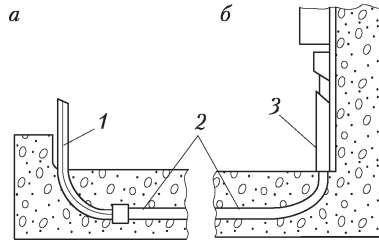


Рис. 5.16. Вывод неметаллических труб из пола:

- а – окончание стальной трубой;
 б – защита коробом;
 1 – стальная труба;
 2 – неметаллическая труба;
 3 – стальной короб

Радиус изгиба труб в зависимости от места их прокладки указан в табл. 5.4, где D_n – наружный диаметр. Для нормализованных углов 90° , 105° , 120° , 135° и 150° рекомендуемый радиус изгиба 800 мм (400 мм – только при невозможности выполнения радиуса 800 мм).

Таблица 5.4

Радиус изгиба труб в зависимости от места их прокладки

Место прокладки и конструкция кабеля	Радиус изгиба труб
В бетонных массивах и во всех случаях при протягивании кабелей с голой свинцовой, алюминиевой или поливинилхлоридной оболочкой	$3D_n$
Скрыто, если вскрытие трубопровода не представляет особых трудностей, и открыто для труб с диаметром условного прохода 75 мм и более (кроме случаев протягивания кабелей с голыми оболочками)	$6D_n$
Открыто для труб с диаметром условного прохода до 70 мм включительно (кроме случаев протягивания кабелей с голыми оболочками)	$4D_n$

Операции по прокладке трубопровода на трассе и затягиванию проводов в трубопроводы указаны в табл. 5.5, 5.6.

Операции по выполнению трубопровода на трассе

Операция	Содержание работ
Разбивка трассы	Нанесение краской на строительных элементах (технологическом оборудовании) отметок мест крепления труб, опорных конструкций, протяжных ящиков, коробок
Подготовка к прокладке труб	Пробивка проемов, отверстий, борозд для скрытой прокладки и гнезд для установки опорных конструкций, не выполненных в процессе строительства; установка силовых пунктов, осветительных щитков и т. п.
Доставка трубных заготовок на трассу	Доставка труб, пакетов, блоков и узлов в монтажную зону, заготовок по трассе к месту их прокладки
Прокладка труб	Укладка и закрепление одиночных труб, пакетов, блоков и узлов
Соединение труб	Свинчивание концов труб с помощью муфт или выполнение безрезьбовых соединений (в том числе муфтами с опрессовкой пиротехническим прессом)
Ввод труб в оболочки	Ввод труб в коробки, протяжные ящики и аппараты
Заземление	Заземление протяжных стальных коробок с пластмассовыми трубами. Проверка непрерывности металлической цепи фаза–ноль, устранение выявленных дефектов
Проверка трубопроводов перед затягиванием проводов	Установление соответствия трубопроводов проекту, установка заглушек

В местах выхода проводов из стальных труб следует устанавливать изоляционные втулки. Стальные трубы для электропроводки, укладываемые в фундаменты под технологическое оборудование,

до бетонирования фундаментов должны быть закреплены на опорных конструкциях или на арматуре. В местах пересечения трубами температурных и осадочных швов должны быть выполнены компенсирующие устройства в соответствии с указаниями в рабочих чертежах.

Расстояния между точками крепления открыто проложенных стальных труб с условным проходом 15–20; 25–32; 40–80; 100 мм не должны превышать соответственно 2,5; 3,0; 3,5–4,0 и 6,0 м. Крепление стальных труб электропроводки непосредственно к технологическим трубопроводам, а также их приварка непосредственно к различным конструкциям не допускается.

Таблица 5.6

Затягивание проводов в трубопроводы

Операция	Содержание работ
Подготовка трубной канализации к затягиванию проводов	Удаление заглушек, продувка труб сжатым воздухом с добавлением талька, затягивание стальной проволоки
Подготовка проводов к затягиванию	Доставка заготовленных проводов и кабелей к местам затяжки, выравнивание проводов, протирка их тальком
Затягивание проводов	Установка механизмов и приспособлений, соединение проводов со стальной проволокой, затягивание проводов
Прочие работы	Закрепление проводов в вертикально проложенных трубах, уплотнение места выхода проводов из труб, маркировка проводов, соединение, оконцевание и присоединение к аппаратам, проверка надежности и правильности соединения проводов, замер сопротивления изоляции

При изгибании труб необходимо применять нормализованные углы поворота 90°, 120° и 135° и нормализованные радиусы изгиба 400, 800 и 1000 мм. При заготовке пакетов и блоков труб также следует придерживаться указанных нормализованных углов и радиусов изгиба.

При прокладке проводов в вертикально проложенных трубах (стояках) необходимо предусматривать их закрепление, причем точки закрепления должны отстоять друг от друга на расстояние, не превышающее: 30 м – для проводов сечением площадью до 50 мм²; 20 м – от 70 до 150 мм²; 15 м – от 185 до 240 мм². Закрепление проводов следует выполнять с помощью клиц или зажимов в протяжных либо ответвительных коробках или на концах труб.

При скрытой прокладке в полу трубы должны быть заглублены не менее чем на 20 мм и защищены слоем цементного раствора. В полу разрешается устанавливать ответвительные и протяжные коробки (например, для модульных проводов). Расстояния между протяжными коробками (ящиками) не должны превышать: на прямых участках – 75 м, при одном изгибе трубы – 50, при двух – 40, при трех – 20 м.

Трубы, прокладываемые в помещениях с химически активной средой, внутри и снаружи должны иметь антикоррозионное покрытие, устойчивое к воздействию среды. Наружную поверхность открыто прокладываемых труб во всех помещениях окрашивают в соответствии с архитектурными требованиями или отличительным цветом в соответствии с требованиями ГОСТа. Трубы, подвергшиеся значительной коррозии, очищают механическим (вращающиеся ершики, щетки, на вибрационных станках) или химическим способом. Трубы режут на мерные длины на станках или маятниковых дисковых пилах с абразивными армированными кругами.

Гибку труб диаметром 30–60 мм производят на универсальных шинотрубогибах типа УШТМ-2У2. Для гибки труб диаметром до 50 мм применяют также гидравлический трубогиб типа ТГ-2А, а для тонкостенных труб диаметром до 24 мм с толщиной стенки до 1,5 мм – ручной трубогиб типа ТРТ-24. Гибка труб выполняется обжимом на секторах нормализованных радиусов без предварительного подогрева и заполнения песком. Соединение стальных труб, прокладываемых открыто в сухих непыльных помещениях, кроме взрыво- и пожароопасных, а также в помещениях, где возможно попадание в трубы масла, воды или эмульсии, допускается производить раструбами, манжетами или гильзами без уплотнения мест соединения. Во всех других случаях открытой прокладки труб в помещениях и снаружи, а также во всех случаях скрытой прокладки труб соединения выполняют с помощью муфт на резьбе

с уплотнением лентой ФУМ или пеньковым волокном на сурике. На одном конце соединяемых труб выполняют длинную резьбу (сгон), длина которой должна быть равна длине стандартной муфты плюс высота конгртайки. На втором конце соединяемых труб делают короткую резьбу. Длина резьбы для труб разного диаметра определяется по установленным нормам.

Тонкостенные стальные трубы соединяют между собой и присоединяют к ответвительным коробкам с помощью муфт с накатной резьбой, а также муфт с раструбом или манжетами (в сухих и влажных помещениях).

Соединения стальных тонкостенных электросварных труб с наружными диаметрами 20, 25 и 32 мм осуществляют с помощью порохового пресса ППСТ муфтой длиной 40 мм, изготавливают из трубы большего диаметра – 25, 32 и 40 мм соответственно.

Указанные соединения, выполненные ударной опрессовкой, удовлетворяют требованиям непрерывности электрической цепи нулевых защитных проводников. Перед опрессовкой концы соединяемых труб и внутренняя поверхность муфты должны быть очищены от грязи, коррозии и краски.

Для протяжки проводов и кабелей в местах их соединения и разветвления устанавливают протяжные и ответвительные коробки и ящики. Пыленепроницаемые и взрывобезопасные коробки (фитинги) изготавливают из чугуна только для резьбового подсоединения одиночных труб. Эти изделия выпускают в проходном, тройниковом и крестообразном исполнениях. Пылеводонепроницаемые коробки имеют уплотненные крышки на болтах, а взрывобезопасные – крышки на болтах или на резьбе.

Для подсоединения электропроводок в стальных трубах к электродвигателям и аппаратам, а также при обходе препятствий часто применяют гибкие металлорукава. Крепление открыто проложенных стальных труб выполняют скобами или хомутами, а пакетов труб – дополнительно накладками. Открыто проложенные трубы укрепляют как на горизонтальных, так и на вертикальных участках на расстояниях, установленных в ПУЭ.

Скрыто проложенные трубы из пола и фундаментов в цехах выводят на высоту 200 мм, при вводе в установленные на полу шкафы и щиты – на 100, а в пульты управления – на 50 мм. Обрезка труб во всех случаях выполняется перпендикулярно к оси трубы. Во избежание засорения

концы скрыто проложенных труб до затяжки проводов закрывают полиэтиленовыми заглушками. При прокладке стальных труб, используемых в качестве заземляющих и нулевых защитных проводников, обеспечивают непрерывность цепи заземления и надежный электрический контакт труб между собой, а также с металлическими коробками, корпусами аппаратов и машин. Для этой цели применяют установочные заземляющие гайки или приваривают к трубам в двух-трех точках соединительные муфты, манжеты, гильзы, корпуса коробок и т. п.

Перед затяжкой проводов в трубы удаляют заглушки на их выводных концах труб, проверяют отсутствие загрязнений в трубах, при необходимости продувают их сжатым воздухом под давлением 0,5–0,7 кПа. В случаях сильного загрязнения труб через них предварительно протаскивают цепи или ерши. Во избежание повреждения изоляции проводов при протяжке на концы труб устанавливают втулки или оконцеватели. Для облегчения затяжки проводов трубопроводы продувают тальком, а на сложных трассах при протяжке натирают тальком также и провода.

Провода протягивают с помощью стальной проволоки, предварительно введенной в трубы. Перед затяжкой провода выравнивают и прикрепляют к протяжной проволоке. Оплетка протягиваемых проводов должна быть сухой. Провода с влажной оплеткой просушивают воздуходувкой при температуре 40 °С–50 °С.

Затяжку проводов больших сечений осуществляют с помощью ручных или электрифицированных механизмов (лебедок) и приспособлений. Затяжку проводов производят в соответствии с кабельным журналом или чертежами, на которых приведены марки, сечения и количество проводов, прокладываемых в трубах.

Зануление (заземление) труб показано на рис. 5.17.

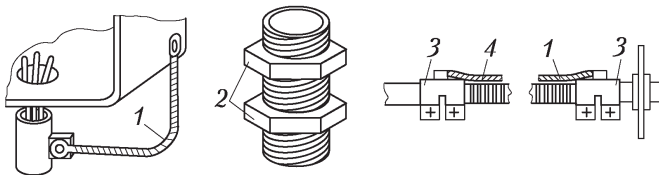


Рис. 5.17. Зануление (заземление) труб:

1 – гибкая перемычка; 2 – заземляющие гайки; 3 – муфта типа ТР;
4 – металлорукав

При выходе из труб оставляют концы проводов длиной, необходимой для их разводки и подсоединения к зажимам щитов, приборов, аппаратов и машин или соединения проводов между собой.

В вертикально проложенные трубы провода рекомендуется затягивать снизу вверх. Соединения и ответвления проводов, проложенных в трубах, выполняют в коробках и ящиках. Соединение проводов непосредственно в трубах запрещается.

По окончании работ по затяжке проводов, их соединению и проверке их маркируют в соответствии с проектом и кабельным журналом. Зануление и заземление электропроводок выполняют гибкой медной перемычкой от трубы к корпусу или через трубу заземляющими гайками. Вставки из металлорукава соединяют заземляющей перемычкой из троса с помощью муфты.

5.5. Контроль качества работ

До сдачи комплекса выполненных работ вместе с комплектом технической документации осветительные установки надлежит опробовать рабочим напряжением на зажигание и горение ламп. Также должны быть произведены испытания осветительных электроустановок согласно требованиям ТКП.

Особое внимание следует обращать: на состояние контактов; наличие соответствующих плавких вставок предохранителей; непрерывность сети заземления (присоединение светильников, отдельных аппаратов и каркасов щитков и шкафов к магистрали заземления); исправность (состояние) измерительных приборов и приборов учета электроэнергии.

После выполнения работ по монтажу скрытой электропроводки для проверки работоспособности оборудования производят следующие операции:

- 1) внешний осмотр линий, розеток, выключателей на наличие недочетов (надежность крепления, наличие сколов и трещин);
- 2) измерение сопротивления постоянному току жил проводов и кабелей для установления целостности последних и надежности выполненных контактных соединений;
- 3) измерение сопротивления изоляции жил проводов и кабелей с помощью мегаомметра на 1000 В, для проверки ее работоспособности и наличия повреждений в процессе монтажа (предельно

допустимое значение 0,5 МОм). Измерение сопротивления изоляции надлежит производить при снятых плавких вставках на участках между смежными предохранителями или за последним предохранителем между каждым проводом или жилой кабеля и заземлением (заземленными конструкциями и т. п.), а также между проводами или жилами кабелей. При измерении сопротивления изоляции лампы накаливания должны быть вывинчены, а штепсельные розетки, выключатели и групповые щитки – присоединены;

4) производят пробную подачу напряжения на линии, в процессе которой проверяют работоспособность установленного оборудования и наличие напряжения в розетках (необходимо обратить внимание, что в розетке фаза должна быть с правой стороны);

5) после отключения линии производят повторное измерение изоляции жил.

При сдаче/приемке выполненных работ по монтажу электропроводок в металлических трубах следует контролировать:

1) соответствие смонтированной электропроводки проекту и рабочей документации;

2) надежность крепления конструкций и труб к строительным основаниям;

3) уплотнение проводов и кабелей в трубах при входе в кабельное сооружение;

4) соответствие радиусов изгиба труб допустимым радиусам;

5) наличие крепления проводов и кабелей в протяжных или ответвительных коробках при вертикальной прокладке;

6) соответствие маркировки проводов и кабелей проектным данным;

7) соответствие расцветки жил проводов и кабелей требованиям ТКП и ПУЭ;

8) сопротивление изоляции жил проводов и кабелей, которое должно быть не менее 0,5 МОм;

9) наличие требуемых уклонов открыто проложенных труб в сырых, особо сырых и с резким изменением температур помещениях;

10) соединение открыто проложенных металлических труб между собой и с оболочками, коробками;

11) наличие на концах стальных труб пластмассовых втулок В17–В82;

12) выполненное заземление стальных труб;

13) расстояние между точками крепления открыто проложенных труб;

14) параллельность проложенных труб.

Порядок выполнения лабораторной работы.

Подготовка к работе

При проведении измерений сопротивления жил и изоляции, в данной лабораторной работе используется измеритель сопротивления МИС-3 и детектор скрытой электропроводки. Перед использованием прибора изучите руководство по эксплуатации, прилагаемое к данной работе.

Упражнение 1. Освоение монтажа электропроводки под слоем штукатурки.

1.1. Изучите порядок монтажа скрытой электропроводки, приведенный в пункте 5.3. На основании полученных данных составьте краткую технологическую схему и опишите в ней последовательность работ, которые необходимы при выполнении монтажа.

1.2. У преподавателя получите задание на монтаж электропроводки.

1.3. Составьте список необходимых материалов, инструментов и оборудования в соответствии с технологической схемой и рекомендациями пункта 5.3.

1.4. Проверьте исправность и комплектность полученного оборудования.

1.5. На основании полученного задания составьте план будущей электропроводки.

1.6. Выполните монтаж электропроводки в соответствии с составленной схемой.

1.7. Предъявите результат монтажа преподавателю и под его присмотром произведите пробное подключение электропроводки.

1.8. По заданию преподавателя произведите демонтаж стенда и в исходном состоянии сдайте преподавателю использованные материалы (кроме расходных), инструменты и оборудование.

Упражнение 2. Освоение монтажа электропроводки в трубе.

2.1. Изучите порядок монтажа скрытой электропроводки, приведенный в пункте 5.3. На основании полученных данных составьте

краткую технологическую схему и опишите в ней последовательность работ, необходимых при выполнении монтажа.

2.2. У преподавателя получите задание на монтаж электропроводки.

2.3. Составьте список необходимых материалов, инструментов и оборудования в соответствии с технологической схемой и рекомендациями пункта 5.3.

2.4. Проверьте исправность и комплектность полученного оборудования.

2.5. На основании полученного задания составьте план будущей электропроводки.

2.6. Выполните монтаж электропроводки в соответствии с составленной схемой.

2.7. Предъявите результат монтажа преподавателю и под его присмотром произведите пробное подключение электропроводки.

2.8. По заданию преподавателя произведите демонтаж стенда и в исходном состоянии сдайте преподавателю использованные материалы (кроме расходных), инструменты и оборудование.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятию «электропроводка».
2. Дайте определение понятию «скрытая электропроводка».
3. Классифицируйте скрытые электропроводки по типам.
4. В какой последовательности выполняется монтаж электропроводки в штробе?
5. В какой последовательности выполняется монтаж скрытой электропроводки в трубе?
6. Какие работы необходимы при проведении контроля качества монтажа скрытых электропроводок?
7. В какой последовательности производится монтаж розеток и выключателей скрытой установки?
8. Какие требования предъявляет ТКП 339–2011 к монтажу скрытых электропроводок?
9. Какие испытания проводятся после монтажа скрытых электропроводок?
10. В каком случае производится монтаж проводки в штробе, а в каком случае под слоем штукатурки?

Лабораторная работа № 6

Техническое обслуживание электропроводок

Цель работы: исследование особенностей технического обслуживания электропроводок.

Задачи работы: исследовать методику определения технического состояния электропроводок; освоить методики поиска скрытых электропроводок и дефектов в них; освоить операции профилактических испытаний электропроводок.

6.1. Методика определения технического состояния электропроводок

Электропроводки обеспечивают питание электрооборудования, поэтому их эксплуатация – важная часть эксплуатации всех без исключения электроустановок. Эксплуатация электропроводок заключается в систематическом проведении организационных и технических мероприятий по техническому обслуживанию и текущему ремонту.

Большинство контролируемых диагностических параметров физических процессов, протекающих в электроустановках, могут нести информацию о старении и деградации электропроводок и технологического электрооборудования. Регистрация этих параметров позволяет наблюдать их дрейф, то есть динамику постепенного смещения нормативных значений. Этот дрейф не может быть устранен без проведения определенных профилактических мероприятий. Развивающийся физический процесс старения электропроводки является монотонным и необратимым. Если известны предельно допустимые уровни диагностических параметров, то такие параметры могут быть использованы для оценки и прогнозирования остаточного ресурса.

Рассмотрим основные виды повреждения электропроводки, касающиеся токопроводящей и изоляционной ее части.

Оценка работоспособности электропроводки по результатам периодических обследований может осуществляться путем выявления возникших повреждений, определения их величины и сопоставления с предельно допустимыми значениями повреждений.

В табл. 6.1 приведены основные дефекты, возникающие при эксплуатации электропроводки, способы их выявления и изменения параметров.

В соответствии с требованиями критерии отказов и предельных состояний должны устанавливаться в технических условиях на электротехническую продукцию. Условимся понимать под критериями отказа электропроводки совокупность признаков, характеризующих ее неработоспособное состояние, при котором использование по назначению невозможно и должно быть прекращено. При этом изделие (электропроводка) должно быть заменено на новое. Будем считать, что предельное состояние электропроводки определяется некоторыми численными значениями диагностических параметров, характеризующих токопроводящие и изоляционные ее свойства (способность).

Из анализа табл. 6.1 в качестве диагностических параметров примем:

для проводников:

- сопротивление целостности электрической цепи ($R_{ц}$);
- активное сопротивление контактных соединений ($R_{конт}$);
- температуру переходных сопротивлений ($T_{пер}^0$);
- сопротивление цепи фаза–нуль ($R_{ф-0}$);

для изоляции:

- сопротивление изоляции ($R_{из}$);
- ток утечки на землю ($I_{ут}$);
- коэффициент абсорбции ($K_{аб}$);
- коэффициент поляризации ($K_{пол}$).

Перечисленные измеряемые диагностируемые параметры адекватно и однозначно могут характеризовать рабочее и предельное техническое состояние электропроводки.

Отметим, что критерии предельных состояний электропроводки могут быть как качественными (наличие трещин, износ, обугливание и др.), определяемыми визуально-оптическими способами, так и количественными, значения (интервал) которых устанавливаются соответствующими нормами.

Рассмотрим электропроводку как частично восстанавливаемое изделие, то есть обладающее свойством ремонтпригодности, когда после отказа существует возможность обнаружения и устранения повреждения.

Основные дефекты электропроводки и способы их контроля

Эксплуатационные дефекты		Способы контроля (измерения) и влияния повреждения	
Проводники	Изоляция	Проводники	Изоляция
<ul style="list-style-type: none"> – Окисление. – Усталость металла. – Коррозия металла. – Нагрев токопроводящих элементов. – Нагрев контактных соединений. – Образование свищей и трещин. Частичные (микро) разрывы электрических цепей 	<ul style="list-style-type: none"> – Электрическое и тепловое старение диэлектрика. – Снижение объемного и поверхностного сопротивлений. – Повышение диэлектрических потерь. – Эрозионный износ. – Образование токопроводящих мостиков. – Кавитация. – Увлажнение. – Искрообразование. – Обугливание. – Пробой: электрический, тепловой 	<ul style="list-style-type: none"> – Измерение целостности электрических цепей. – Измерение активного сопротивления контактных соединений. – Измерение температуры контактных и переходных сопротивлений. – Измерение сопротивления цепи фаза–фаза, фаза–нуль (полное, активное, реактивное). – Измерение сопротивления заземляющего устройства 	<ul style="list-style-type: none"> – Измерение сопротивления изоляции. – Измерение тока утечки на землю (под нагрузкой). – Измерение (вычисление) коэффициента абсорбции (определение степени увлажнения изоляции). – Измерение (вычисление) коэффициента поляризации (определение степени старения изоляции)

Будем считать, что электропроводка помещения или объекта (в дальнейшем изделие) характеризуется своей индивидуальной долговечностью, измеряемой некоторым числом λ . Примем также, что изделие находится в каком-то множестве X состояний, определяющих его работоспособность. Множество X назовем фазовым пространством изделия, которое со временем изменяет свое состояние под влиянием различных причин. Если через $X(t)$ обозначить состояние изделия в момент t , то последовательность

состояния изделия во времени описывает в фазовом пространстве некоторую траекторию, зависящую от случая, и изменение состояния изделия представляет собой случайный процесс. Тогда индивидуальную долговечность π на множестве $X(t)$ можно рассматривать как случайную величину. При этом условии введем следующие характеристики:

плотность $f(t)$ вероятности величины t ;

функцию распределения $F(t) = \int_0^t f(t)d(t)$;

вероятность безотказной эксплуатации изделия в промежутке времени от 0 до t , $p(t) = 1 - F(t)$;

интенсивность отказов изделия

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{p(t)}; \quad (6.1)$$

среднюю долговечность

$$t_{cp} = \int_0^{\infty} t \cdot f(t)d(t) = \int_0^{\infty} p(t)d(t). \quad (6.2)$$

При любом законе распределения $f(t)$ имеет место уравнение

$$p(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda(t)d(t) \right]. \quad (6.3)$$

Примем, что функция $\lambda(t)$ описывается зависимостью (рис. 6.1) с момента ввода в эксплуатацию электропроводки ($t = 0$). Участок 1 характеризуется повышенной интенсивностью отказов, так как проявляются скрытые дефекты, не выявленные в период производства изделия или монтажа. Далее следует почти постоянная интенсивность отказов. Затем из-за старения или износа электропроводки наступает возрастание потока отказов. Принято считать, что электроустановку следует эксплуатировать в период постоянного потока отказов. В ряде случаев (при нормальной

эксплуатации, выполнении комплекса организационно-технических мероприятий) возможно продление периода 2 (пунктирная кривая), то есть увеличение остаточного ресурса (t_2).

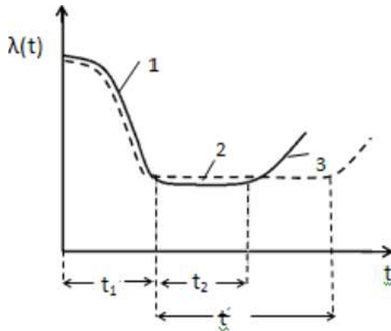


Рис. 6.1. Зависимость потока отказов λ от времени t :

1 – период приработки; 2 – период нормальной работы; 3 – период износа

В процессе эксплуатации возможны внезапные отказы электропроводки, например короткое замыкание или разрыв электрической цепи. В этом случае распределение долговечности описывается экспоненциальным законом. Тогда интенсивность отказов постоянна $\lambda(t) = \text{const} = \lambda$, а уравнения (2) и (3) принимают вид

$$t_{cp} = \frac{1}{\lambda}, \quad p(t) = \exp(-\lambda t) = \exp\left(\frac{-t}{t_{cp}}\right). \quad (6.4)$$

Для описания долговечности электропроводки возможно также распределение Вейбулла, определяемое двумя параметрами m и t_0 . В этом случае уравнения (2) и (3) принимают вид

$$\lambda(t) = \frac{m}{t_0} \cdot t^{m-1}; \quad p(t) = \exp\left(-\frac{t^m}{t_0}\right). \quad (6.5)$$

При $m = 1$ распределение Вейбулла совпадает с экспоненциальным. При $m > 1$ поток отказов возрастает с ростом t , а при $m < 1$ — убывает с ростом t .

Введем классификацию основных видов повреждений электропроводки по пятиурневой шкале (табл. 6.2). Для каждого уровня установим определенный весовой коэффициент. При проведении экспертизы технического состояния электропроводки представляется возможным количественно оценивать степень опасности повреждений, что, в свою очередь, позволяет прогнозировать моменты наступления отказа (неработоспособного состояния электропроводки).

Таблица 6.2

Классификация повреждений элементов электропроводки

Уровень повреждений	Характеристика повреждения	Весовой коэффициент
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Низкий	Отсутствуют признаки старения и износа, значения диагностических параметров соответствуют нормативным требованиям	0,2
Допустимый	Незначительные дефекты, которые не оказывают влияния на дальнейшую эксплуатацию электроустановки. Наличие повреждений проводящих и изоляционных частей изделия в пределах, регламентированных нормативно-технической документацией	0,4
Приемлемый	Появление дефектов (коррозия, нагрев токопроводящих частей, повышение диэлектрических потерь, снижение объемного и поверхностного сопротивления изоляции), не приводящих к разрушению электропроводки. Требуется проведение мониторинга динамики развития дефектов или выполнение корректирующих режимных мероприятий (снижение нагрузок и др.)	0,6

1	2	3
Опасный	Разрушение токопроводящих или изоляционных частей электропроводки. Дальнейшая эксплуатация невозможна, требуется реконструкция или ремонт	0,8
Критический	Отказ электропроводки, приводящий к перерыву электроснабжения. Возникновению опасности электротравм и пожаров	1,0

6.2. Поиск скрытых электропроводок и дефектов в них

Проводка под напряжением – это риск для жизни. При ее поиске лучше всего исключить использование метода «научного тыка», особенно при выполнении отверстий. Риск поражения током в этом случае резко возрастает.

При наличии проектной документации на помещение, следует воспользоваться планами осветительной и силовой сети, с помощью которых следует определить линии электропроводок. При отсутствии по какой-либо причине проектной документации следует воспользоваться специальными приборами для поиска скрытой электропроводки. Не стоит экономить, приборы для обнаружения проводов стоят немного.

При поиске скрытой в стенах электропроводки применяют четыре типа детекторов:

- электростатические;
- электромагнитные;
- обнаружители металла;
- универсальные (комбинированные).

Все эти приборы имеют компактные размеры и просты в применении. Замурованные в стене провода находят за счет обнаружения их электростатического или электромагнитного поля. Металлодетекторы отыскивают медь и алюминий, из которых состоят жилы электрического кабеля. В универсальных моделях используется два или несколько принципов поиска.

У устройств первых двух типов детекторов есть пара существенных недостатков:

- они не способны обнаружить обесточенную проводку;
- если стены мокрые или сделаны из металлоконструкций, то их использование не целесообразно ввиду большой погрешности измерения.

Поиск электростатическим детектором более точен, однако только при условии, что в розетку включена нагрузка 1,0–1,5 кВт. Найти им идущие к лампочке электропровода проблематично, а слаботочные линии обнаружить не получится совсем.

Металлоискателем скрытая проводка спокойно обнаруживается, даже если она не под напряжением. Но прибор реагирует и на любой металл в стенах. Различий между арматурой, жилой провода и металлической трубой он не видит. Звуковой или цветовой сигнал об обнаружении измеритель подаст во всех случаях одинаковый.

Классический пример электромагнитного детектора проводки – дистанционная отвертка-индикатор для обнаружения фазы в розетке. Необходимо использовать современный прибор с батарейкой внутри, за счет которой устройство способно улавливать самые слабые поля. Индикатор может быть стеклянным либо с ЖК-дисплеем. Главное, чтобы в отвертке-индикаторе был предусмотрен режим бесконтактной работы.

Однако на практике способом с отверткой удастся воспользоваться только при обнаружении проводов, которые заложены в стену неглубоко. Под нетолстым слоем штукатурки этот индикатор электропроводку найдет. Однако поиск в толще бетона или кирпичной кладке к положительному результату не приведет. Здесь нужен иной электроприбор.

Сигнализаторы электромагнитного и электростатического поля способны находить электропроводку только при условии работы в сухих условиях. Если стены внутри или снаружи влажные, то такие устройства ничего не обнаружат. Комбинированные приборы способны определять:

- тип металла в жилах;
- глубину залегания скрытой проводки;
- материал стен (пластик, дерево, черный либо цветной металл).

Однако универсальные модели часто имеют расширенный функционал, который в домашних условиях практически не используется.

При выборе прибора для обнаружения скрытой проводки надо смотреть на его характеристики:

- глубину сканирования;
- тип сигнальной индикации;
- способность различать разные материалы и выявлять пустоты в стенах;
- возможность обнаружения места разрыва провода.

Главное – это глубина обнаружения электропроводки. У дешевых моделей она равна 10–20 мм, чего не всегда бывает достаточно. Для домашних нужд лучше всего брать прибор со средней глубиной сканирования в 50–60 мм. Глубже пяти сантиметров электропровода в стенах частных домов и квартир закладывают крайне редко.

Второй параметр – сигнал об обнаружении провода в толще стены. Он может быть звуковым либо цветовым. Чтобы исключить ошибки, устройство лучше взять с двумя типами подачи информации. Звук должен быть тональным и должен отличаться в зависимости от расстояния между прибором и электропроводкой или металлом.

Самым удобным в использовании является детектор с жидкокристаллическим дисплеем. На таком экране информация отображается в доступной форме в виде пиктограмм и линеек с полосками. Но и простых светодиодов на корпусе во многих случаях бывает вполне достаточно. Все зависит от предпочтений мастера и запланированной на покупку суммы денег.

Перед приобретением выбранного устройства прямо в магазине его следует протестировать. Работающие электроприборы рядом имеются всегда. Для оценки правдивости заявленной в техпаспорте глубины залегания, идущий к ним провод можно закрыть какой-нибудь пластиковой панелью или деревянной доской.

Техническое обслуживание электропроводок. При техническом обслуживании электропроводок выполняют следующие операции: осмотр и очистку электропроводки, проверку заземления, проверку состояния изоляции проводов и кабелей, проверку крепления.

В процессе осмотра и очистки электропроводки можно обнаружить обрывы, провисы тросов и лотков, сколы и трещины коробов, дефекты штукатурки, подтеки мастики на кабельных воронках и др.

При проверке заземления осматривают заземляющие проводники и их соединения с металлическими коробками, металлическими оболочками кабелей, коробами, трубами, а также проверяют наличие соединения заземляющего проводника с контуром заземления или заземляющей конструкцией. Разъемные соединения разбирают, зачищают до металлического блеска, собирают и затягивают. Поврежденные неразъемные соединения приваривают или припаивают.

Проверку состояния изоляции выполняют путем измерения ее сопротивления электрическому току, которое рассмотрено в пункте 6.3.

Для проверки электрических соединений производят измерение сопротивления жилы кабеля электропроводки и если сопротивление большое (в 2,5 и более раз больше табличного значения сопротивления жилы), то открывают крышки ответвительных коробок. При наличии внутри коробки, на контактах и проводах влаги или пыли проверяют состояние уплотнений крышки коробки и на вводах в коробку. Уплотнения, потерявшие упругость и не обеспечивающие герметичность коробок, заменяют. Осматривают клеммы и подсоединенные к ним провода. Соединения, имеющие следы окисления или оплавления, разбирают, зачищают, смазывают техническим вазелином и собирают. Винты и гайки с сорванной резьбой заменяют. Осматривают соединения, выполненные методом скрутки под колпачком (СИЗом), сварки, пайки, опрессовки. В соединениях, имеющих обгорелый или поврежденный слой изоляции, снимают изоляцию, устраняют причину нарушения контакта (зачищают и пропаивают, опрессовывают и т. д.) и вновь изолируют изоляционной лентой либо термоусаживаемой трубкой, что более предпочтительно. В сырых и особо сырых помещениях изолировку соединений проводят покрытием полихлорвиниловым лаком с последующей намоткой трех-четырёх слоев полихлорвиниловой липкой изоляционной ленты.

Текущий ремонт электропроводок. При текущем ремонте электропроводок выполняют операции, определяемые их повреждениями. Электропроводка или ее участки, имеющие повреждения, которые нельзя устранить при техническом обслуживании, подлежат замене. Провода и кабели, выбранные для замены вышедшей из строя электропроводки, должны соответствовать условиям окружающей среды и назначению. При этом также должны учитываться требования электробезопасности и пожарной безопасности.

Замена проводов. Участок проводки с растрескавшейся оплавленной изоляцией проводов или с оголенной токоведущей жилой отсоединяют в ответвительных коробках, распределительных и осветительных щитах. Провод освобождают от крепления и удаляют, а для замены выбирают провод той же марки, что и поврежденный. Подготовленный провод выпрямляют. Способ крепления провода выбирают в зависимости от марки применяемого провода и способа крепления заменяемого провода. Вновь проложенный провод подключают к местам, где производилось отсоединение поврежденного провода.

Замена ответвительных коробок. В коробке, имеющей трещины и сколы на корпусе, отсоединяют провода, маркируя их. Коробку освобождают от крепления, удаляют, а на ее месте закрепляют новую. Подводят провода в коробку и соединяют в соответствии с маркировкой. Мегаомметром проверяют сопротивление изоляции, после чего коробку закрывают.

Ремонт проводов, проложенных в стальных трубах. При обрыве токоведущих жил проводки или пробое изоляции проводов на корпус, проводку удаляют из труб. При необходимости трубу дополнительно закрепляют, затем ее очищают от ржавчины и грязи снаружи (при открытой прокладке) и внутри. Провод, предназначенный для прокладки в трубе, отмеряют, отрезают и выпрямляют. Заправлять провод в трубу необходимо со стороны наиболее длинного прямолинейного участка, для этого провод (или несколько проводников) закрепляют к концу стальной проволоки, выходящей из трубы. Протяжку провода в трубу проводят два электромонтера. Для облегчения протяжки провод припудривают тальком. При больших усилиях протяжки применяют лебедки или полиспасты.

Для соединения электропроводки, проложенной в трубе, с корпусом электрооборудования применяют гибкие вводы. При отсутствии стандартных гибких вводов применяют резиновые, полиэтиленовые или поливинилхлоридные трубки. Трубку надевают на выходящие из трубы концы электропроводки так, чтобы она входила внутрь трубы на глубину не менее 100–120 мм. Для защиты от механических повреждений выходящих из трубы проводов, используют отрезок металлорукава, один конец которого прикрепляют к трубе с помощью муфты, а на другой – надевают муфту для подсоединения к токоприемнику. С помощью гибкого медного

проводника оба конца трубы соединяют с контуром заземления. Провода оконцовывают наконечниками и подсоединяют к токоприемнику.

Замена трубы. При глубоких вмятинах, сплюсчиваниях и трещинах на трубе вся проводка подлежит демонтажу и замене. Трубы можно заготавливать в мастерской или на монтажном участке по предварительным замерам. Предназначенную для прокладки трубу очищают снаружи и изнутри от грязи и ржавчины, затем размечают места изгибов. Изгибают трубу с помощью трубогиба. При этом необходимо придерживаться нормализованных углов 90°, 105°, 120°, 135° и 150°. Стыковку труб проводят муфтами с последующим уплотнением места соединения. Допускается соединение труб с использованием гильзы из листовой стали или отрезка трубы большого диаметра. При открытой прокладке проводки трубы окрашивают снаружи и внутри, при прокладке под заливку бетоном трубу окрашивают только внутри. Для закрепления трубы на стене проводят долбежные и вмазочные работы.

Крепление трубы. Трубные проводки с нарушенными креплениями закрепляют. Способ крепления обычно выбирают в зависимости от прежнего способа крепления.

Зачистка и окраска. Следы коррозии на поверхности трубы удаляют стальной щеткой или наждачной шкуркой. Затем поверхность протирают ветошью, смоченной в бензине, и покрывают эмалью.

Зачистка поверхности наконечников. При подгорании и оплавлении контактных поверхностей наконечников соединение разбирают. Поверхности наконечников зачищают напильником до блеска, смазывают техническим вазелином и собирают.

Ремонт соединений проводов и кабелей. Соединение проводов и кабелей проводят опрессовкой, сваркой, пайкой или посредством болтовых соединений. Шнуры и многопроволочные провода с медными жилами сечением до 2,5 мм² соединяют следующим образом: с концов снимают изоляцию на длине 20–40 мм, затем жилы облуживают припоем, укладывают параллельно и каждую жилу скручивают. Место скрутки проводов пропаивают припоем с применением канифоли. Более надежное соединение проводов – соединение методом сварки. Сварку медных жил небольших сечений выполняют с помощью трансформатора с вторичным напряжением 6–12 В.

В настоящее время распространено соединение и оконцевание как медных, так и алюминиевых проводов методом опрессования. Опрессованием получают надежные контактные соединения при соблюдении следующих условий: размеры и конструкции наконечников, а также соединительных гильз должны соответствовать диаметру и материалу провода; типоразмер опрессовочного инструмента должен соответствовать диаметру опрессовываемых наконечников и гильз; перед опрессовкой поверхность проводов и внутренняя поверхность гильз и наконечников должны быть зачищены и смазаны кварцевазелиновой или цинковазелиновой пастой. Для соединения методом опрессования применяют выпускаемые промышленностью пресс-клещи.

В сырых и особо сырых помещениях для соединения проводников рекомендуется применять сварку. Допускается непосредственное присоединение алюминиевых проводников к машинам и аппаратам при наличии у них зажимов, предназначенных для присоединения. Места соединений проводников изолируют липкими полихлорвиниловыми лентами или локотканью с последующим наложением на нее прорезиненной липкой ленты. Затем все соединения покрывают изоляционным лаком или эмалью.

6.3. Планирование технического обслуживания электропроводок. Оформление заключения о техническом состоянии

Техническое обслуживание включает в себя регулярные осмотры электрического и электромеханического оборудования и технические мероприятия в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, проводимые по специальным графику и программе. В состав ТО также входят ремонты оборудования, различающиеся по своему объему.

Что касается организации обслуживания электрооборудования грузоподъемных механизмов, то его обслуживание производится как единое целое с соблюдением предлагаемых норм по периодичности проведения ТО, ТР и КР. Периодичность проведения данных операций зависит от входящего в состав электрооборудования грузоподъемного механизма и условий помещения или окружающей среды, в которой происходит эксплуатация.

Периодичность – это повторяемость (цикличность) явления через определенные промежутки времени. То есть проведение ТО (ТР, КР) через определенное количество дней или месяцев.

На сегодняшний момент в Республике Беларусь закреплено следующее отношение к периодичности (выдержки из ТКП 181–2009):

«4.6.1. Для обеспечения надежного функционирования электрооборудования у Потребителя должна функционировать система технического обслуживания и ремонта (СТОиР) электрооборудования, основанная на принципе плано-предупредительных ремонтов.»

Поясним, что конкретной периодичности не регламентируется, а сроки проведения ТОиР устанавливаются потребителем (тем, кто эксплуатирует оборудование). Ранее эта периодичность регламентировалась системой плано-предупредительных ремонтов (ППР), которую берут как основополагающую для планирования мероприятий по обслуживанию электрооборудования.

Периодичность технического обслуживания и ремонта внутренних электропроводок, силовых сборок и осветительных щитков приведена в табл. 6.3 (по системе ППР).

Таблица 6.3

Периодичность технического обслуживания и ремонта внутренних электропроводок, силовых сборок и осветительных щитков

Электрооборудование	Вид помещения	Периодичность, мес.		
		ТО	ТР	КР
Электропроводка, выполненная кабелем в трубах, коробах, лотках по стенам, фермам и т. п.	Сухие и влажные	6	24	180
	Пыльные и сырые	6	24	120
	Особо сырые и с химически активной средой	4	18	06
Электропроводка, выполненная изолированными проводами в трубах, коробах, лотках по стенам, фермам и т. п.	Сухие и влажные	4	18	96
	Пыльные и сырые	4	18	60
	Особо сырые с химически активной средой	3	12	42

Электрооборудование	Вид помещения	Периодичность, мес.		
		ТО	ТР	КР
Скрытая проводка сети освещения	Все виды помещений	6	24	120
Силовые сборки и щитки освещения	Сухие, влажные, пыльные и сырые	3	24	–
	Особо сырые с химически активной средой	1.5	12	–

6.4. Профилактические испытания электропроводок

Сопrotивление изоляции силовых и осветительных электропроводок измеряют мегаомметром на напряжение 1000 В. Сопrotивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм. При сопротивлении изоляции ниже нормы необходимо провести испытание электрической прочности изоляции. Для этого используют источник тока частотой 50 Гц при напряжении 1000 В. Допускается для испытания электрической прочности применять мегаомметр на напряжение 2500 В. При измерении сопротивления изоляции электропроводок все токоприемники, за исключением штепсельных розеток, выключателей и групповых щитков, должны быть отключены, лампы в осветительных сетях – вывернуты. Схема измерений следующая: концы электропроводки размыкают и к одному из них на жилы (метал) прилаживают щупы прибора – таким образом проверяется «насколько заизолированы» жилы друг от друга.

Проверка и испытание проводки. По завершении ремонтных работ проводят проверку и испытание проводки. Проверяют надежность крепления деталей электропроводки к строительным частям здания; надежность соединения труб (трубной проводки) между собой, а также присоединение их к коробкам; наличие на концах труб из полированных втулок и оконцевателей; правильность присоединения проводов к токоприемникам, надежность выполнения соединений и оконцеваний; наличие цепи заземления; измеряют сопротивление изоляции цепей.

6.5. Составление карты технического обслуживания электропроводок

Для наиболее рациональной организации работ по ТО, ремонту и диагностированию автомобилей, его агрегатов и систем составляются различные технологические карты.

На основании этих технологических карт определяется объем работ по техническим воздействиям, а также производится распределение работ (операций) между исполнителями.

Технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя и, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения обслуживания или ремонта.

Технологическая карта составляется отдельно на вид обслуживания, а внутри вида обслуживания – по элементам.

В технологических картах указывают перечень операций, место их выполнения (снизу, сверху или сбоку автомобиля), применяемое оборудование или инструмент, норму времени на операцию, краткие технические условия на выполнения работ, разряд работ и специальность исполнителей.

Технологические карты составляют в соответствии с перечнем основных операций, изложенных в первой или второй (нормативной) части положения о ТО и ремонте. При разработке технологических карт необходимо:

- удобство установки, снятия и перемещения автомобиля или агрегатов в процессе выполнения операций;
- необходимое осмотровое, подъемно-транспортное оборудование;
- применение высокопроизводительного технологического оборудования, инструмента и приспособления.

Операции и переходы между ними должны указываться в строгой технической последовательности, кратко.

6.6. Выполнение работ по техническому обслуживанию электропроводок согласно карте

Электропроводка при правильной эксплуатации надежно работает десятки лет. Повреждения электропроводки вызываются, как правило, механическими воздействиями, токовой перегрузкой при

неисправной защите или включением неисправных электроприборов. Виды повреждений электропроводки сводятся к двум: замыканию или обрыву, но конкретных причин и последствий повреждений множество.

Основные причины замыканий электропроводки: повреждения изоляции токонесущих жил и элементов приборов, их ненадежное крепление и соединение между собой или с заземленными трубами отопления, газо- и водоснабжения, с корпусами незаземленных приборов.

Обрывы в цепи электропроводки происходят из-за надломов жил (особенно алюминиевых) в результате их частых изгибов, из-за коррозии жил, ослабления контактных зажимов.

Порядок поиска неисправности электропроводки

Если в одной комнате нет напряжения, то проверяют распределительную коробку, от которой проводка идет в эту комнату. Если в комнате нет напряжения, значит, повреждение находится перед ней, если же напряжение есть, то – после нее. И так до тех пор, пока повреждение не будет найдено. Наиболее частая неисправность скрытой проводки – излом жилы провода.

Если отсутствует фаза или ноль («земля»), в поисках дефекта не обязательно долбить стенку, снимать покрытие, соединять жилу в месте излома или укладывать в возникшую борозду другой провод, замазывать борозду и заштукатуривать поверхности стен при отделочных работах. Все это слишком трудоемко, если одновременно не проводят ремонт квартиры или дома. Новый провод в период между ремонтами комнаты лучше проложить по поверхности стены, потолка, карниза или под ними.

Порядок выполнения лабораторной работы

Подготовка к работе

При проведении измерений сопротивления жил и изоляции в данной лабораторной работе используется измеритель сопротивления МС-3. Перед использованием прибора изучите руководство по эксплуатации, прилагаемое к данной работе.

Упражнение 1. Внешний осмотр проводки

1.1. Исследуйте порядок монтажа скрытой электропроводки, приведенный в пункте 6.3. На основании полученных данных

составьте краткую технологическую схему и опишите в ней последовательность работ, которые необходимы при выполнении монтажа.

1.2. У преподавателя получите задание на монтаж электропроводки.

1.3. Составьте список необходимых материалов, инструментов и оборудования в соответствии с технологической схемой и рекомендациями пункта 6.3.

1.4. Проверьте исправность и комплектность полученного оборудования.

1.5. На основании полученного задания составьте план будущей электропроводки.

1.6. Выполните монтаж электропроводки в соответствии с составленной схемой.

1.7. Предъявите результат монтажа преподавателю и под его присмотром произведите пробное подключение электропроводки.

1.8. По заданию преподавателя произведите демонтаж стенда и в исходном состоянии сдайте преподавателю использованные материалы (кроме расходных), инструменты и оборудование.

Упражнение 2. Измерение сопротивления изоляции жил кабеля (провода)

2.1. Исследуйте порядок монтажа скрытой электропроводки, приведенный в пункте 6.3. На основании полученных данных составьте краткую технологическую схему и опишите в ней последовательность работ, которые необходимы при выполнении монтажа.

2.2. У преподавателя получите задание на монтаж электропроводки.

2.3. Составьте список необходимых материалов, инструментов и оборудования в соответствии с технологической схемой и рекомендациями пункта 6.3.

2.4. Проверьте исправность и комплектность полученного оборудования.

2.5. На основании полученного задания составьте план будущей электропроводки.

2.6. Выполните монтаж электропроводки в соответствии с составленной схемой.

2.7. Предъявите результат монтажа преподавателю и под его присмотром произведите пробное подключение электропроводки.

2.8. По заданию преподавателя произведите демонтаж стенда и в исходном состоянии сдайте преподавателю использованные материалы (кроме расходных), инструменты и оборудование.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на техническое состояние электропроводки?

2. В каком порядке производится осмотр электропроводки?

3. В чем заключаются особенности осмотра скрытых электропроводок?

4. Какие измерения проводят при ТО электропроводок?

5. Каким прибором, как и с чем сравнивают полученное значение сопротивления жил кабеля?

6. Какие неисправности определяют измерением сопротивления жил электропроводки?

7. Каким прибором, как и с чем сравнивают полученное значение сопротивления жил изоляции?

8. По какой причине может ухудшиться состояние изоляции жил кабеля?

9. Каким образом выполняют испытания электропроводок?

10. Каким ТНПА должно соответствовать техническое состояние электропроводки?

Лабораторная работа № 7

Монтаж и техническое обслуживание электроосветительного оборудования

Цель работы: освоение способов монтажа и технического обслуживания электроосветительного оборудования.

Задачи работы: на практике освоить методы монтажа светильников и прожекторов с различными способами установки, ознакомиться с конструкцией и принципом действия люминесцентных ламп (ЛЛ), освоить сборку и подключение схем включения ЛЛ в сеть, выяснить предназначение каждого элемента в схеме включения ЛЛ.

7.1. Монтаж светильников различными способами

Осветительную арматуру жестко закрепляют на трубных кронштейнах или подвесах, которые одновременно служат для защиты проводов. Трубные кронштейны и подвесы с установленными на них светильниками жестко крепятся на стенах, колоннах и потолках.

Заряжать светильники следует проводами с медными жилами марок ПРКС или ПРБС с сечением 1,5 мм и термостойкой изоляцией. Провода и кабели с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией из-за их недостаточной термостойкости применять для зарядки светильников не следует. Вводную коробку светильника, отделенную от патрона (ВЗГ-100, В4А-60 и др.), присоединяют к зажимам с помощью кабеля, которым выполнена групповая сеть. Длина провода, заготавливаемого для зарядки светильника, должна быть такой, чтобы из свободного конца трубного кронштейна или подвеса выступало не менее 230 мм, а внутрь светильника заходило – 80 мм.

На участок проводов между кронштейном или подвесом и коробкой, равный примерно 50 мм, необходимо надеть поливинилхлоридную или резиновую трубку, так как коробка У-409 не рассчитана на ввод в нее трубы. Один конец этой трубки укрепляется между шайбой и резиновым уплотнительным кольцом сальника ответственной коробки, а другой – вводится в трубный кронштейн или подвес, на конце которого устанавливают трубный сальник для ее закрепления. Уплотнение ввода проводов испытывается сжатым воздухом с избыточным давлением, которое в течение 3 мин не должно уменьшиться более чем на 50 %.

При размещении и установке светильников особое внимание должно обращаться на удобство и безопасность их обслуживания.

В любом случае они должны быть доступны для обслуживания с лестниц-стремян, телескопических подъемников, специальных светотехнических мостиков или мостовых кранов с соблюдением всех правил техники безопасности. Светильники, обслуживаемые с лестниц-стремян, не рекомендуется располагать над громоздким оборудованием, открытыми лентами транспортеров, а также в других местах, где затруднена их установка, и выше 5 м от пола. При использовании мостовых кранов светильники не должны находиться на расстоянии менее 1,8 м над настилом крана.

Конструкция самого светильника и способ прокладки групповой сети определяют выбор вида крепления светильников, основными из которых являются: подвеска на крюк или шпильку; установка на кронштейне, трубчатом подвесе или стойке; установка на осветительных коробах и шинопроводах; подвеска на тросе или тросовом проводе; встраивание в подвесной потолок; закрепление на подрозетнике.

Подвеска светильников на крюк или шпильку (рис. 7.1) применяется в основном в жилых, административных и общественных зданиях. При открытой и скрытой проводках в зданиях с пустотными железобетонными плитами перекрытия для подвески светильников массой до 15 кг применяются крюки У623Б и шпильки У632А, а для подвески блоков светильников массой до 30 кг – шпильки серии ШБП. Отверстия для установки крюков, шпилек и вывода проводов к светильникам пробивают пиротехнической колонкой УК-6 или электромолотками.

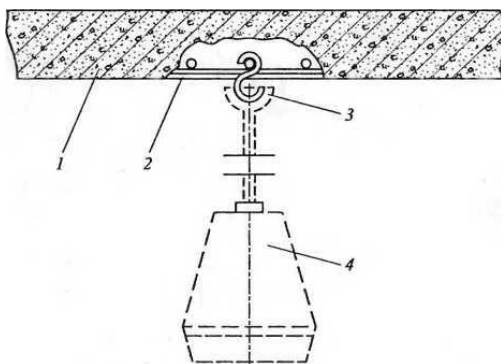


Рис. 7.1. Подвеска светильников на крюк или шпильку:
1 – перекрытие; 2 – арматура металлическая; 3 – крюк; 4 – светильник

Крепление светильников массой до 5 кг к сплошным плитам перекрытия осуществляется с помощью крюков У625 или шпилек У626, закладываемых в готовые отверстия в период строительства здания до устройства чернового пола, расположенного выше этажа. Если в панелях перекрытия отсутствуют отверстия для установки сквозных крюков или шпилек, то вместо них могут использоваться серьги с крюками (изделия МЭЗ), которые привариваются к арматуре железобетонных плит (рис. 7.1).

В крупнопанельных жилых домах с электропроводкой в замоноличенных пластмассовых трубах для крепления и подключения светильников массой до 15 кг используются замоноличиваемые потолочные коробки ЛД254 с крюками Л249 (рис. 7.2).

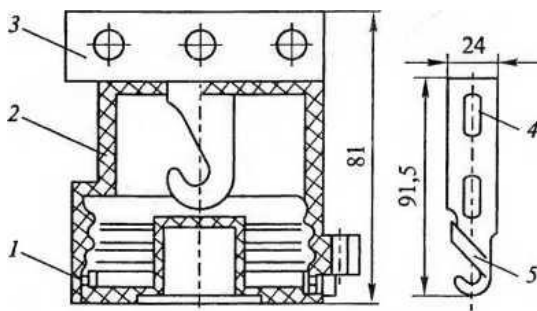


Рис. 7.2. Конструкция потолочной коробки ЛД254:

- 1 – крышка; 2 – корпус; 3 – планка анкерная; 4 – крюк Л249;
5 – изоляционный колпачок

В помещениях без повышенной опасности (квартиры, жилые комнаты, общежития, небольшие общественные здания и др.) светильники не заземляются, поэтому крюки, устанавливаемые в железобетонных перекрытиях, должны быть изолированы, а приспособления для подвески светильников должны иметь изолирующие кольца. Эти меры предотвращают случайное соединение металлических нетоковедущих частей светильника с заземленными металлической арматурой плитами перекрытия.

После подвески и присоединения светильника к проводам групповой сети с использованием люстрового зажима отверстие закрывается потолочной розеткой, входящей в его комплект, а при отсутствии последней – потолочной розеткой серии РП, закрепляемой

на крюке или шпильке. Замоноличиваемые потолочные коробки ЛД254 после подключения светильников закрываются декоративными крышками.

Одним из распространенных способов непосредственного крепления светильников с люминесцентными лампами к стенам и потолку является применение конструкции из полосовой стали (изделий МЭЗ) с впрессованными или приваренными к ней болтами, расположенными в соответствии с крепежными отверстиями светильника (рис. 7.3, а). В последнее время получил распространение способ крепления люминесцентных светильников на дюбель-винтах ДВ-М8, при котором вместо увеличенных шайб и гаек используются конструкции для безметизного крепления (рис. 7.3, б).

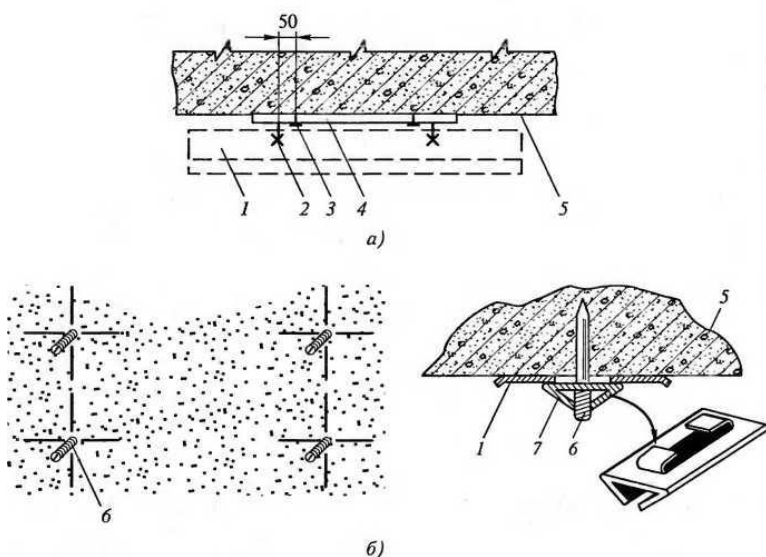


Рис. 7.3. Установка светильника на конструкциях из полосовой стали (а) и дюбель-винтах (б):

- 1 – светильник люминесцентный; 2 – болт с гайкой и увеличенной шайбой;
- 3 – дюбель; 4 – конструкция из полосовой стали; 5 – перекрытие;
- 6 – дюбель-винт ДВ-М8; 7 – конструкция для безметизного крепления

Конструкции из полосовой стали и дюбель-винты к сплошным плитам перекрытия и стенам пристреливаются с помощью строительно-монтажного пистолета.

Подвеска сложных многоламповых люстр в высоких помещениях общественных зданий производится к несущим конструкциям перекрытия или строительным конструкциям чердака. Страховка подвески осуществляется с помощью стального троса, крепящегося к штанге или корпусу люстры. При обслуживании этот трос используется для подъема и опускания люстры до уровня пола с помощью лебедки, устанавливаемой, как правило, на чердачной площадке. Приспособления (конструкции) для крепления многоламповых светильников массой свыше 100 кг подлежат обязательному испытанию (СНиП 3.05.06–85).

Установка светильников на кронштейнах, стойках, подвесах. Крепление светильников на стенах, колоннах, фермах и площадках осуществляется с помощью различных видов кронштейнов и стоек. Например, для установки на стенах и колоннах светильников с лампами накаливания и ДРЛ массой до 10 кг применяются кронштейны У116. Крепление основания кронштейна к строительным конструкциям выполняется болтами, приваркой или пристрелкой.

Установка светильников с ДРЛ массой до 6 кг на специальных электротехнических мостиках в цехах промышленных предприятий выполняется с помощью поворотных кронштейнов К290, К291 и К292 (рис. 7.4), которые крепятся к перилам мостика специальным держателем и скобой.

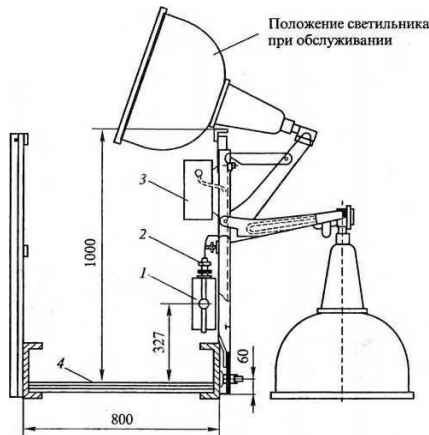


Рис. 7.4. Установка светильника с ДРЛ на мостике с помощью кронштейна К290:

- 1 – коробка ответвительная; 2 – штепсельный разъем;
3 – пусковой регулирующий аппарат; 4 – настил мостика

Для крепления светильников с резьбовым соединением массой до 6 кг к перилам или ограждениям мостиков, площадок, переходов применяются стойки К987 из стальной трубы высотой 2320 мм.

Особенности монтажа светильников с люминесцентными лампами. Светильники с люминесцентными лампами имеют значительную длину и относительно небольшую мощность, поэтому их устанавливают в непрерывные светящиеся линии или линии с небольшими разрывами. Для уменьшения числа линий светильники устанавливают в два ряда.

Одиночные люминесцентные светильники на стенах и колоннах устанавливаются с помощью кронштейнов. Также для установки как одиночных, так и групп светильников применяются трубные подвесы, штанги, подвесы из профилей и уголков, типовые гнутые перфорированные профили, облегчающие монтаж, так как в этом случае уменьшается число креплений подвески и обеспечиваются прямолинейность светящейся линии и возможность съема и установки светильника без разборки.

Более совершенный способ установки люминесцентных светильников разных типов – это подвеска их на магистральных осветительных коробах. Короба КЛ-1 (рис. 7.5) и КЛ-2 предназначены соответственно для однорядной и двухрядной подвески люминесцентных светильников и прокладки в них проводов питающей сети. Загнутые внутрь края короба образуют каналы для проводов. Провода рабочего и аварийного освещения прокладываются в разных отсеках короба. Светильники подвешиваются на специальных держателях, поставляемых комплектно с коробом и закрепляемых в щели нижней его части. Держатели можно перемещать вдоль короба, что позволяет подвесить светильник в любом месте. Неперекрываемая светильниками щель короба закрывается крышками. Ответвление проводов к светильникам от питающей магистрали делают внутри короба в малогабаритных сжимах без разрезания магистрали. Ввод проводов производится с крайнего торца через привариваемые заглушки либо снизу короба.

Отдельные секции коробов (по 2 м каждая) при помощи скоб и винтов можно соединять в непрерывную линию неограниченной длины. Комплектно с коробами поставляются типовые детали для их установки (тросовые подвески, скобы, кронштейны), с помощью

которых они закрепляются и подвешиваются к перекрытиям, балкам, колоннам, стенам, фермам.

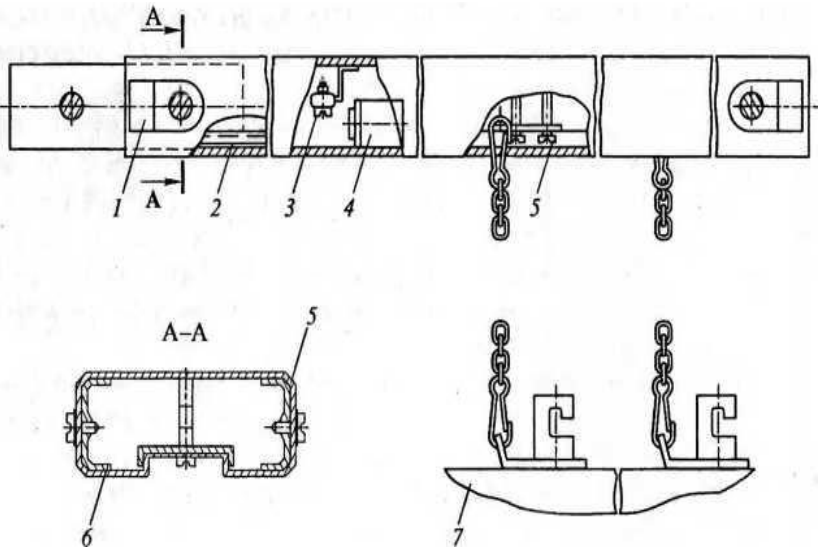


Рис. 7.5. Короб КЛ-1 для однорядной подвески светильников:
 1 – планка; 2 – крышка; 3 – нулевой зажим; 4 – малогабаритный сжим;
 5 – держатель; 6 – соединительная скоба; 7 – светильник

Держатели светильников в коробах имеют цепочки или подвески в виде сцепленных проволочных звеньев, которые позволяют опускать светильники для обслуживания, смены ламп, ремонта. Заземление осуществляется присоединением заземляющего провода к приваренному внутри короба зажиму.

Блоки люминесцентных светильников и комплектные осветительные линии собираются в МЭЗ. Предварительно по проекту уточняются привязки осветительных линий (вертикальные и горизонтальные), условия и способы их прокладки, схемы питания светильников, а также размеры строительных элементов зданий, к которым осуществляется привязка. На основании уточненного по месту проекта выдается заказ мастерским с приложением комплектной ведомости.

На объекты осветительные линии поступают в виде трех укрупненных элементов: комплектные крепления; комплектные короба

с заложенными в них проводами; люминесцентные светильники с лампами, проверенными на световой эффект. Доставка укрупненных элементов в монтажную зону производится в контейнерах. Монтаж выполняется в следующей последовательности: комплектные крепления устанавливаются на строительные элементы здания, комплектные участки линии собираются на отметке пола, в секции комплектных коробов устанавливаются светильники с лампами, собранный участок проверяется на световой эффект; собранные участки линии поднимаются на проектную отметку, закрепляются, а затем соединяются между собой в одну осветительную линию. На рис. 7.6 показан вариант крепления люминесцентного светильника с помощью кронштейна (изделия МЭЗ) на стене, колонне, площадке и т. п. Кронштейн, выполненный из трубы, может быть поворотным, что важно, например, при установке светильников на площадках или в проездах, так как при необходимости их временно можно развернуть вдоль стен и тем самым предотвратить возможные повреждения.

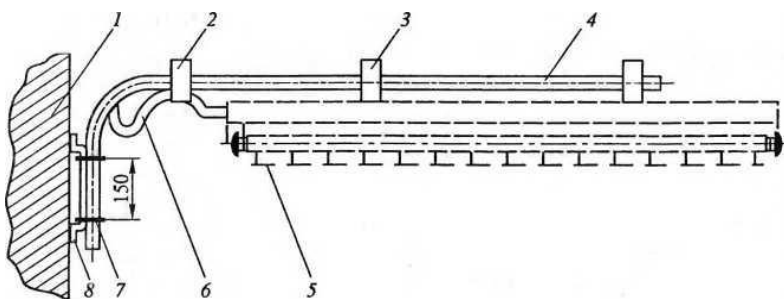


Рис. 7.6. Крепление люминесцентного светильника с помощью кронштейна:

- 1 – строительное основание; 2 – перфорированная лента с кнопкой;
 3 – подвес для крепления светильника к кронштейну; 4 – кронштейн; 5 – светильник;
 6 – провод (кабель) для подключения светильника; 7 – хомут крепления кронштейна;
 8 – трубный держатель

Крепление светильников на тросе. При выполнении электропроводок специальными проводами марки АРТ со встроенным несущим тросом, светильники массой до 5 кг крепятся на ответвительных тросовых коробках У230 или У231 (рис. 7.7, а), а при использовании кабеля на отдельном несущем тросе (проволоке) – на ответвительных коробках У245 или У246 в комплекте с крючком У247.

В случае выполнения тросовых электропроводок в производственных помещениях кабелем с использованием ответвительных коробок КОР-73 или У409 светильники массой до 15 кг крепятся на подвесах К354 (рис. 7.7, б). Такой подвес имеет две выштампованные лапки, предназначенные для закрепления его на тросе диаметром 6–8 мм. Для крепления на подвесе коробки КОР-73 служат два отверстия, расположенные под углом 45° на расстоянии 92 мм друг от друга, а коробки У409 – два отверстия, расположенные по вертикали на расстоянии 120 мм друг от друга. Замена коробок и светильников производится без снятия подвеса с троса.

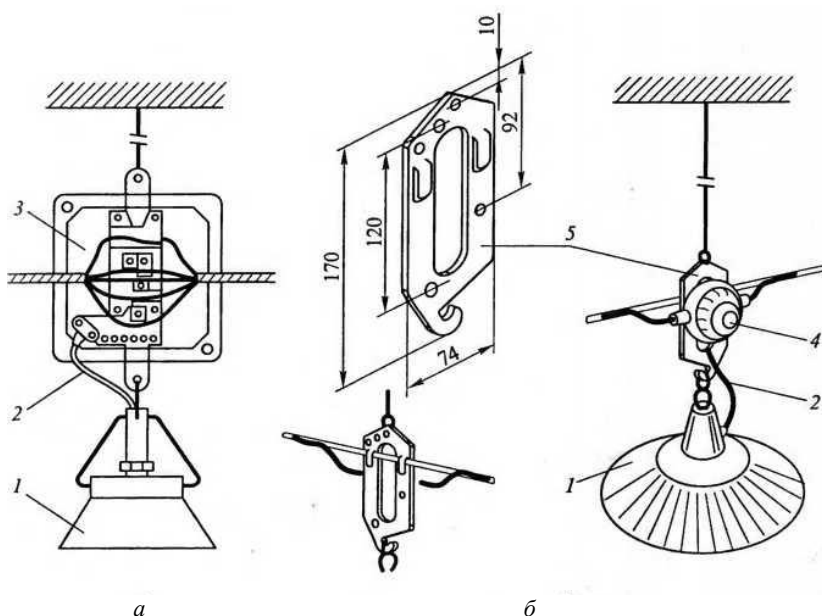


Рис. 7.7. Крепление светильников на несущем тросе с использованием коробки У230 (а) и подвеса К354 (б):

1 – светильник; 2 – провод для подключения светильника; 3 – коробка У230; 4 – коробка КОР-73; 5 – подвес К354

В местах закрепления ответвительных тросовых коробок и подвесов для обеспечения надежного электрического контакта при устройстве защитного заземления с встроенного троса удаляется изолирующая оболочка, а с несущей проволоки (катанки) –

поливинилхлоридная или окрасочная пленка, нанесенная в МЭЗ. Оголенные участки троса или проволоки и зажимное устройство на корпусе металлической коробки зачищаются до блеска, покрываются антикоррозионной смазкой и закрепляются зажимными винтами.

Присоединяются светильники к групповой сети в коробках У230, У231 с помощью встроенных специальных наборных зажимов; в коробках У245, У246 с помощью ответвительных сжимов в пластмассовом корпусе У739; в пластмассовых коробках КОР-73, У409 сваркой или опрессовкой в гильзах серии ГАО с последующей изоляцией мест соединения.

Установка светильников на осветительном шинопроводе.

К осветительному шинопроводу ШОС-67 светильники подвешиваются с помощью хомута с крючком К470 (рис. 7.8). Число и масса светильников, устанавливаемых на ШОС-67, ограничиваются предельной нагрузкой 12 кг на метр шинопровода при расстоянии между точками его крепления не более 3 м.

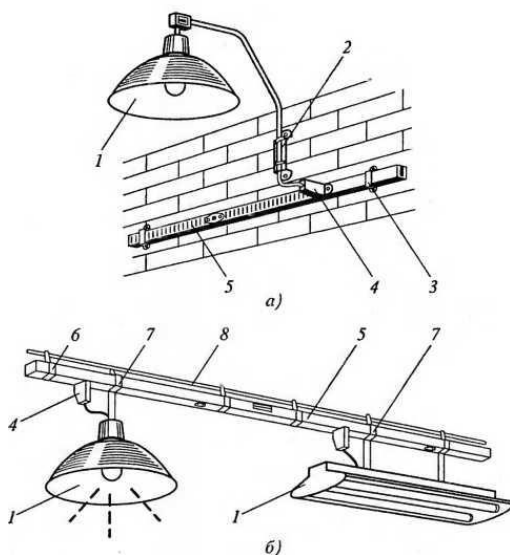


Рис. 7.8. Крепление шинопровода ШОС-67 непосредственно на стене (а) и на предварительно натянутом тросе (б):

1 – светильник; 2 – трубный держатель К939; 3 – скоба У474; 4 – штепсель У1634; 5 – ШОС-67; 6 – хомут для подвески К544; 7 – хомут с крючком К470; 8 – трос

При прокладке ШОС-67 по стенам и нижнему поясу ферм светильники крепятся к этим строительным основаниям на кронштейнах. Присоединяются светильники к шинопроводу с помощью штепселей типа У1634-1 и У1634-2 на 10 А, заряженных гибким шнуром ПВС 3×0,75 мм², длиной соответственно 1 и 2 м. Подключение штепселей к светильникам следует выполнять в МЭЗ, при этом необходимо строго соблюдать маркировку на концах шнура (фаза, нуль, земля).

К осветительному шинопроводу ШОС-80 светильники с максимальной массой до 2,5 кг могут крепиться как непосредственно на коробе с помощью закладного крюка У1922, так и на специальном штепселе У1919, предназначенном также и для подключения установленного на нем светильника. Подключение светильников, устанавливаемых на крюках У1922, выполняется шнуром ПВС 3×0,75 мм² длиной 0,5 м (этим же шнуром заряжены штепсели У1919).

Монтаж светильников в подвесном потолке. Устройство подвесных потолков обычно диктуется архитектурными соображениями, например необходимостью встраивания в них светильников.

При наличии за подвесным потолком технического этажа, предназначенного для размещения санитарно-технических устройств и коммуникаций и имеющего высоту, достаточную для прохода людей, монтаж светильников производится с учетом обслуживания их при эксплуатации сверху. При отсутствии технического этажа и наличии над подвесным потолком лишь полости, достаточной для прокладки сетей и встраивания светильников, последние устанавливают так, чтобы их можно было обслуживать снизу.

Для размещения встраиваемых светильников с люминесцентными лампами в подвесных потолках предусматриваются отверстия (проемы) необходимой формы, обрамленные по периметру металлическим профилем из уголка или других конструкций. Проверенный светильник устанавливают на обрамление проема и фиксируют с помощью четырех регулируемых по высоте крепежных скоб.

Зазор между корпусом светильника и кромкой проема перекрывается рамкой из четырех уголков, входящих в комплект светильника. На рис. 7.9 показана установка светильника встраиваемого потолочного (СВП) с лампой накаливания. Для доступа к ответвленной коробке, устанавливаемой на расстоянии 10–15 мм от края отверстия, достаточно отвести в крайнее положение пружинные

защелки и вынуть корпус светильника через стационарно установленное основание.

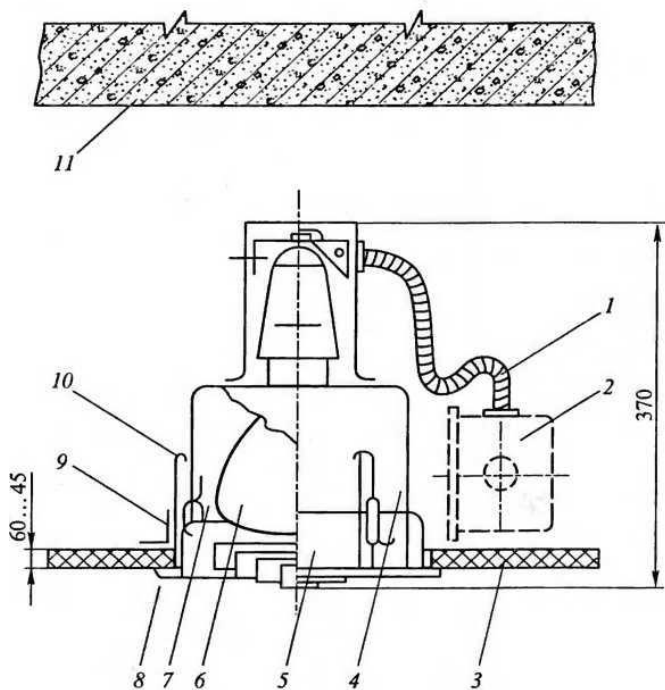


Рис. 7.9. Установка СВП:

- 1 – провод в металлорукаве; 2 – коробка ответвительная; 3 – подвесной потолок;
 4 – корпус светильника; 5 – основание светильника; 6 – лампа накаливания;
 7 – пружинная защелка; 8 – проем; 9 – уголок; 10 – скоба с продольным пазом;
 11 – перекрытие

Присоединяются светильники к групповой сети гибким медным проводом, заключенным в металлорукав, соединяющий корпус светильника с ответвительной коробкой. Длина металлорукава 600–700 мм для светильников с лампами накаливания и 800–1000 мм для светильников с люминесцентными лампами. Если потолки выполнены из негорючих материалов, по согласованию с пожарной инспекцией на участке от коробки до светильника возможно применение кабеля марки КРПТ без металлорукава.

При выполнении подвесного потолка из тонких декоративных металлических листов встроенные светильники крепятся к его несущим конструкциям. В этом случае для доступа к ответвительной коробке и обслуживания светильников используются дополнительные отверстия, закрываемые съемными крышками из материала подвесного потолка.

Особенности монтажа светильников в помещениях со взрыво- и пожароопасными зонами. Взрывозащищенные светильники (табл. 7.1) не должны иметь трещин на стеклянных защитных колпаках и в литых корпусах или сальниковых гайках вводных устройств, а также раковин или углублений на сопрягаемых поверхностях.

Таблица 7.1

Взрывозащищенные светильники, применяемые во взрывоопасных помещениях различного класса

Светильник	Класс взрывоопасности помещения	Категория и группа взрывоопасности смеси и паров с воздухом
ВЗГ-200АМС, ВЗГ/В4А-200МС, ВЗГ-100	В-I, В-Ia, В-Iг, В-II	ПА, ПВ; Т1-Т3
В4А-60	В-I, В-Ia, В-Iг, В-И	ПА, ПВ, ПС; Т1
Н4БН-150	В-Ia, В-Iг, В-II, В-IIa	ПА, ПВ, ПС; Т1, Т2
Н4БН-300МЛ	В-Ia, В-Iг, В-II, В-IIa	ПА, ПВ, ПС; Т1, Т2
Н4Т4Л 1×80, Н4Т4Л 2×80	В-Ia, В-IIa	ПА, ПВ, ПС; Т1-Т4
Н4Т5Л 1×65, Н4Т5Л 2×65	В-Ia, В-IIa	ПА, ПВ, ПС; Т1-Т5
ГСП 25, РСП 25	В-I, В-Ia, В-Iг, В-II	ПА, ПВ; Т1-Т3
ОМ Р-12 5/ВЗ Г-Д РЛ-12 5/ПРА, ОМР-250/ВЗГ-ДРЛ-250/ПРА	В-I, В-Ia, В-II	ПА, ПВ; Т1-Т3

При приемке в монтаж необходимо иметь в виду, что к каждой полной (25 шт.) или неполной партии светильников заводом-изготовителем должны прилагаться два ключа для их разборки и сборки.

Все взрывозащищенные светильники внутри вводного устройства имеют изоляционную колодку с двумя контактными зажимами для подключения фазного и рабочего нулевого проводов и изолированный заземляющий зажим, расположенный на приливе корпуса для подключения нулевого защитного и заземляющего проводников. От колодки до патрона такие светильники заряжаются термостойким проводом марки ПРКА.

Устанавливать эти светильники рекомендуется одновременно с прокладкой питающей сети. Во время монтажа они вместе с подвесами, кронштейнами, трубными и другими крепежными конструкциями закрепляются неподвижно на поддерживающих опорах к строительным элементам зданий. Применение штампованных кронштейнов, например У116, для крепления взрывозащищенных светильников не допускается. При прокладке проводов в трубах кронштейны и трубные спуски вворачиваются в светильники без контргаяк до конца резьбы и закрепляются стопорными винтами.

Ввод в светильники должен выполняться небронированным трехжильным кабелем (рис. 7.10) или тремя проводами в водогазопроводных трубах тех же марок, которые применяются в групповых сетях. В люминесцентные светильники, устанавливаемые в линию, ввод осуществляется гибким трехжильным кабелем с медными жилами, резиновой изоляцией и оболочкой (например, марки КППН). Для уплотнения ввода кабеля светильники укомплектовываются резиновыми уплотнительными кольцами с одним отверстием и кольцевыми надрезами. При выполнении монтажа проводами в трубах проектные организации должны оговаривать поставку светильников с резиновыми кольцами, имеющими три отверстия для уплотнения проводов. В этом случае светильники целесообразно поставлять для монтажа со спусками и предварительно заряженными в МЭЗ. Длина проводов определяется расстоянием от светильника до ближайшей ответвительной коробки плюс 100 мм, желательных для выполнения соединения.

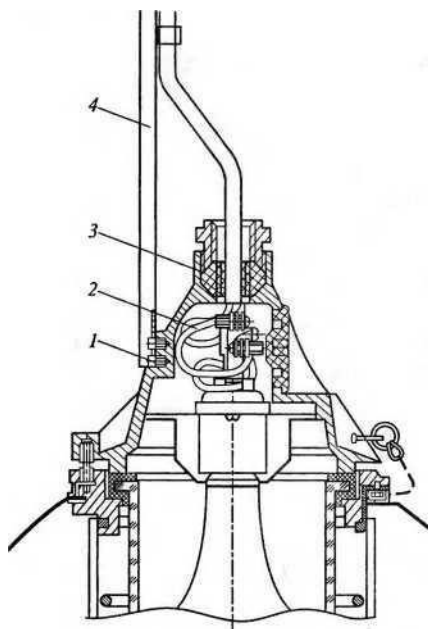


Рис. 7.10. Ввод кабеля в светильник Н4БН-150:
 1 – болт крепления светильника; 2 – жилы кабеля; 3 – резиновое кольцо;
 4 – монтажный профиль

В помещениях с любым классом взрывоопасности и средой, для которой нет светильников необходимого уровня взрывозащиты, допускается выполнять освещение одним из следующих способов: через неоткрывающиеся окна без фрагуг и форточек снаружи здания (рис. 7.11), причем при одинарном остеклении окон светильники должны иметь защитные стекла. В случае установки светильников над полом или площадкой обслуживания на расстоянии менее 2,5 м их конструкция должна исключать возможность доступа к лампе без применения инструмента (отвертки, плоскогубцев, специального ключа); через вентилируемые фонари специального назначения, устанавливаемые в потолке с двойным остеклением; с помощью комплектных осветительных устройств (КОУ) со щелевыми световодами.

Применение КОУ, заменяющих многочисленные одиночные светильники, сокращает протяженность осветительных сетей и значительно снижает трудозатраты в зоне монтажа.

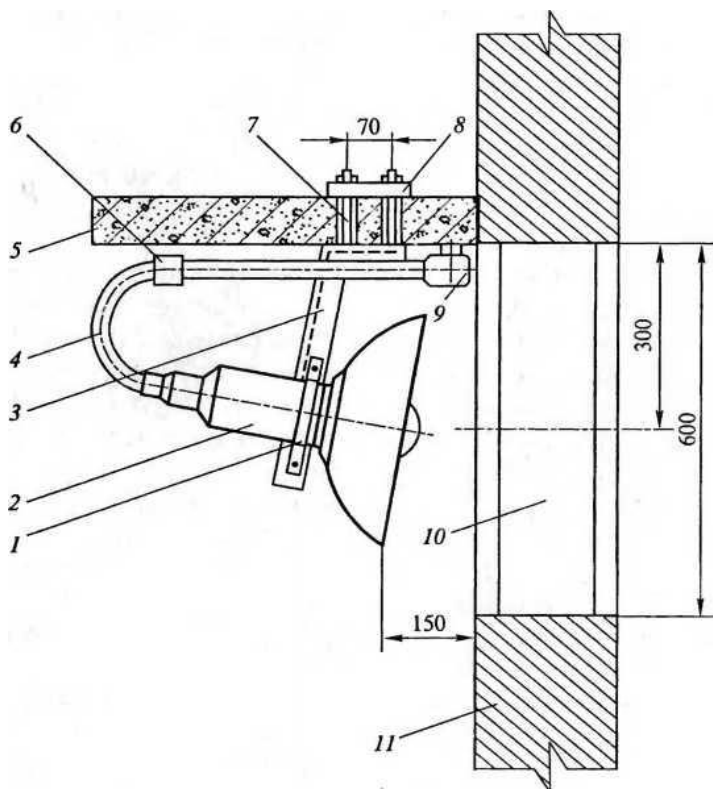


Рис. 7.11. Установка светильника под козырьком перед оконным проемом:
 1 – скоба; 2 – светильник; 3 – поддерживающая конструкция; 4 – кронштейн;
 5 – козырек; 6 – муфта трубная; 7 – шпилька; 8 – планка;
 9 – коробка ответвительная; 10 – оконный проем; 11 – стена

Комплектное осветительное устройство КОУ1-М275-1.700УЗ состоит из камеры, вводной cassette с источником света, щелевого световода и торцевого устройства. Внутренний объем канала световода отделяется от источника света прозрачным термостойким стеклом. Зануление и заземление КОУ выполняются в соответствии с указаниями завода-изготовителя.

Монтаж пускорегулирующих аппаратов

Осветительные установки с газоразрядными лампами значительно сложнее установок с лампами накаливания. Действие люминесцентных ламп основано на явлении газового разряда

в ртутных парах низкого давления, в результате которого создается ультрафиолетовое излучение, преобразующееся с помощью люминофора в видимый свет. Совокупность всех элементов схемы включения, обеспечивающей зажигание и нормальную работу лампы, конструктивно оформленная в единый или несколько отдельных блоков, называется пускорегулирующим аппаратом.

Пускорегулирующий аппарат (ПРА) должен обеспечивать надежное зажигание лампы, стабильность и оптимальность ее мощности (светового потока), определенный срок службы, компенсацию коэффициента мощности, подавление радиопомех, уменьшение пульсации светового потока и бесшумность в работе. Кроме того, конструкция ПРА должна быть технологична в производстве, удобна для монтажа, осмотра и ремонта.

По составу и назначению различают следующие пускорегулирующие аппараты (в скобках дано их обозначение):

1) стартерные, состоящие из балласта и пускового элемента-стартера и предназначенные для зажигания ламп при помощи импульса повышенного напряжения, а также для стабилизации их рабочего режима (УБ);

2) бесстартерные быстрого пуска, состоящие из балласта и пускового элемента (выполненного в виде накального трансформатора и пускового конденсатора) и предназначенные для зажигания ламп с предварительно нагретыми электродами, а также для стабилизации их рабочего режима (АБ);

3) бесстартерные мгновенного зажигания, состоящие из балласта и пускового элемента и предназначенные для зажигания ламп без предварительного нагрева электродов повышенным напряжением, а также для стабилизации их рабочего режима (МБ).

По конструктивному исполнению ПРА подразделяются на встроенные, предназначенные для установки в корпусе светильников (В), и независимые, предназначенные для раздельной установки (Н).

Также ПРА могут быть с пониженным уровнем шума (П), предназначенные для эксплуатации в промышленных административных и жилых помещениях, и с особо низким уровнем шума (ПП), используемые в установках, к которым предъявляются соответствующие требования.

Приведем пример обозначения однолампового индуктивного ПРА кольцевой люминесцентной лампы мощностью 22 Вт, предназначенного для включения ее в сеть переменного тока напряжением 220 В, с особо низким уровнем шума, встроенного, со штырьковой колодкой зажимов, серии 802, климатического исполнения и категории размещения ХЛ4: 1УБИ-22К/220-ВПП-802 ХЛ4.

Надежная работа осветительной установки с люминесцентными лампами во многом определяется правильным подбором и тщательной проверкой всех ее элементов в процессе монтажа, соблюдением правил эксплуатации и своевременным выявлением и устранением неисправностей.

О наличии неисправностей в светильнике можно судить в большинстве случаев по режиму горения ламп, например:

- если при включении светильника лампа не зажигается и на концах нет свечения, причинами этого могут быть неисправность в схеме светильника, низкое напряжение питающей сети, плохой контакт между штырьками лампы или штырьками стартера с контактами патрона либо стартера-держателя, обрыв или перегорание электродов лампы, неисправность стартера;

- если катоды лампы накалены, но лампа не зажигается и не мигает, причинами этого могут быть ошибки в схеме, неисправность стартера, пробитый конденсатор для подавления радиопомех, замыкание на корпус, а в бесстартерных схемах включения – низкое напряжение сети, пробой резонансных конденсаторов или короткое замыкание части витков вторичной обмотки трансформатора, низкая температура окружающей среды;

- если при включении светильника наблюдается мигание лампы, но лампа не зажигается или имеется свечение только одного электрода, причинами этого могут быть ошибки в схеме, шунтирование в цепи или патроне со стороны несветящегося электрода, замыкание выводов электродов лампы;

- если лампа мигает и не зажигается, а при ее установке в другой светильник с такой же схемой включения горит нормально, возможными причинами этого могут быть ошибки в схеме, неисправность стартера (несоответствие его параметров лампе), низкое напряжение сети, низкая температура окружающей среды;

- если зажигание лампы происходит нормально, а через несколько часов работы поочередно чернеют ее концы, и она больше

не зажигается, возможны замыкание на корпус светильника, неисправность ПРА, неисправность лампы; если при включении лампы наблюдается быстрое перегорание ее катодов, причинами этого могут быть неисправность ПРА и замыкание в схеме на корпус светильника;

– если при включении светильника лампа нормально зажигается и гаснет, потом вновь зажигается и опять гаснет, возможны неисправность лампы или неисправность стартера.

При монтаже и сдаче в эксплуатацию осветительных установок может появиться и ряд других неполадок, но в случае любой неисправности светильников с люминесцентными лампами необходимо провести тщательную проверку их элементов и устранить обнаруженные недостатки.

Люминесцентные лампы

Люминесцентная лампа (рис. 7.12) – это длинная стеклянная трубка (колба) 1, внутренняя поверхность которой покрыта слоем люминофора 2. В герметически закрытых торцах колбы на молибденовых электродах 3, прикрепленных к стеклянной ножке 5, смонтирована вольфрамовая оксидированная моноспираль 6. К электродам 4 спирали 6 припаяны штырьки 8, изолированные от цоколя лампы 7 специальной мастикой.

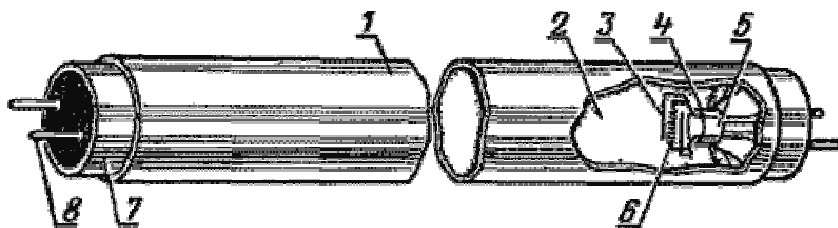


Рис. 7.12. Устройство люминесцентной лампы:

- 1 – стеклянная трубка (колба); 2 – люминофор; 3 – проволочные экраны;
- 4 – электроды; 5 – ножка; 6 – оксидированная моноспираль; 7 – цоколь;
- 8 – ножки-штырьки

Лампа заполнена аргоном и небольшим количеством ртути. Электрический разряд в такой лампе начинается в атмосфере инертного газа, а затем, по мере испарения ртути, продолжается в ее парах.

Преобразование электрической энергии в световое излучение в люминесцентных лампах имеет две фазы: электрический разряд в парах ртути сопровождается коротковолновым ультрафиолетовым излучением (первая фаза); возникающая ультрафиолетовая радиация, воздействуя на люминофор, вызывает его фотолюминесценцию (вторая фаза). Таким образом, люминофор преобразует ультрафиолетовое излучение в видимое. Спектр излучения лампы зависит от химического состава люминофора.

В зависимости от цветности и назначения люминесцентные лампы отечественного производства имеют соответствующую маркировку: ЛД – лампа дневного света, ЛБ – лампа белого света, ЛХБ – лампа холодно-белого света, ЛТБ – лампа тепло-белого света, ЛДЦ – лампа улучшенной цветопередачи, ЛФ – лампа с высокой фотосинтетической эффективностью. Цифры в маркировке лампы, например ЛТБ-80, означают потребляемую мощность в ваттах.

Мощность выпускаемых люминесцентных ламп составляет: 15, 20, 30, 40, 65 и 80 Вт. Средняя продолжительность горения всех типов ламп не менее 10 тыс. часов при оптимальных условиях: $t = 18\text{ }^{\circ}\text{C} - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 70 %.

Для разогрева электродов люминесцентной лампы и облегчения ее зажигания в схеме включения часто применяют стартер. Стартер (рис. 7.13) представляет собой миниатюрную газоразрядную лампу 3 с биметаллическими (одним или двумя) электродами 1 и 2, заполненную смесью 60 % аргона, 28,8 % неона и 11,2 % гелия.

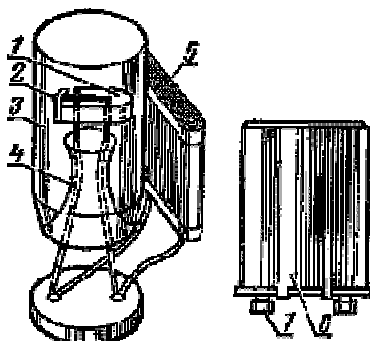


Рис. 7.13. Устройство стартера тлеющего разряда:

- 1, 2 – биметаллические электроды; 3 – газоразрядная лампа;
4 – тоководы; 5 – конденсатор; 6 – металлический корпус;
7 – контактные электроды

Стекло́нная колба лампы стартера помещена в металличе́ский корпус цилиндрической формы 6. Напря́жение зажига́ния газоразрядной лампы составляет 70 В для стартера, рассчита́нного для работы в сети 127 и 128 В для стартера на 220 В. Присоедине́ние стартера к схеме осуществляется контаќтными электродами 7.

Схемы включения газоразрядных ламп

Схемы включения газоразрядных ламп могут быть стартерными и бесстартерными.

Стартерная схема включения трубчатой люминесцентной лампы низкого давления показана на рис. 7.14.

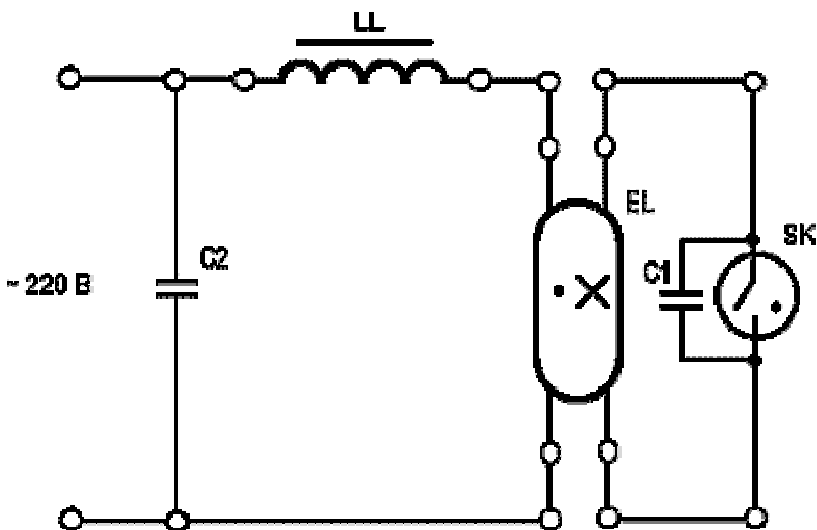


Рис. 7.14. Стартерная схема включения люминесцентной лампы

При подаче напряжения на схему ток через лампу EL не течет, так как газовый промежуток является изолятором и для его пробоя нужно напряжение, превышающее напряжение сети. В стартере SK при этом возникает тлеющий разряд, сопровождающийся протеканием тока (20–50 мкА) в электрической цепи (дрессель LL, нить накала электродов люминесцентной лампы EL, стартер SK). Биметаллические электроды стартера SK разогреваются, изгибаются, накоротко замыкаются друг с другом и замыкают цепь накала электродов люминесцентной лампы EL через дроссель LL на

напряжение сети. Проходящий при этом по нитям накала электродов ток в 1,4–1,5 раза превышает номинальный рабочий ток люминесцентной лампы.

За 1–2 с электроды люминесцентной лампы разогреваются до 700 °С–900 °С, вследствие чего увеличивается электронная эмиссия и облегчаются условия пробоя газового промежутка. После прекращения тлеющего разряда в стартере его электроды охлаждаются и, возвращаясь в исходное положение, размыкают цепи накала электродов люминесцентной лампы. В момент разрыва цепи возникает электродвижущая сила самоиндукции в дросселе LL, величина которой пропорциональна индукции дросселя и скорости изменения тока в момент разрыва цепи. Образовавшийся за счет ЭДС самоиндукции импульс повышенного напряжения (700–1000 В) прикладывается к электродам лампы. Происходит пробой и лампа начинает светиться. К стартеру же, включенному параллельно лампе, прикладывается приблизительно половина напряжения сети, которого недостаточно для повторного пробоя его газоразрядной лампы, и поэтому она больше не зажигается. Если лампа не зажглась, зажигание автоматически повторяется.

Дроссель (катушка с железным сердечником) служит также и для ограничения тока в лампе, обеспечивая ее стабильную работу. Для уменьшения радиопомех в цепь стартера включен конденсатор С1. Пускорегулирующие аппараты ПРА в схеме ламп расходуют около 30 % их номинальной мощности.

В схеме используется конденсатор С2, который компенсирует реактивную мощность, создаваемую дросселем, и тем самым увеличивает коэффициент мощности светильника с ЛЛ до 0,90–0,95.

Общий недостаток газоразрядных источников света заключается в том, что световой поток их пульсирует с частотой равной 100 Гц. Глаз не в состоянии уловить непрерывное мелькание света благодаря зрительной инерции. Однако при освещении пульсирующим светом вращающихся и движущихся предметов может возникнуть стробоскопический эффект, который заключается в появлении ложного представления неподвижности, обратного направления вращения или множественности движущихся предметов. Это очень опасно в производственных условиях.

В стартерных (одноламповых) схемах включения применяют дроссели типа УБК и 1УБИ (рис. 7.15, а).

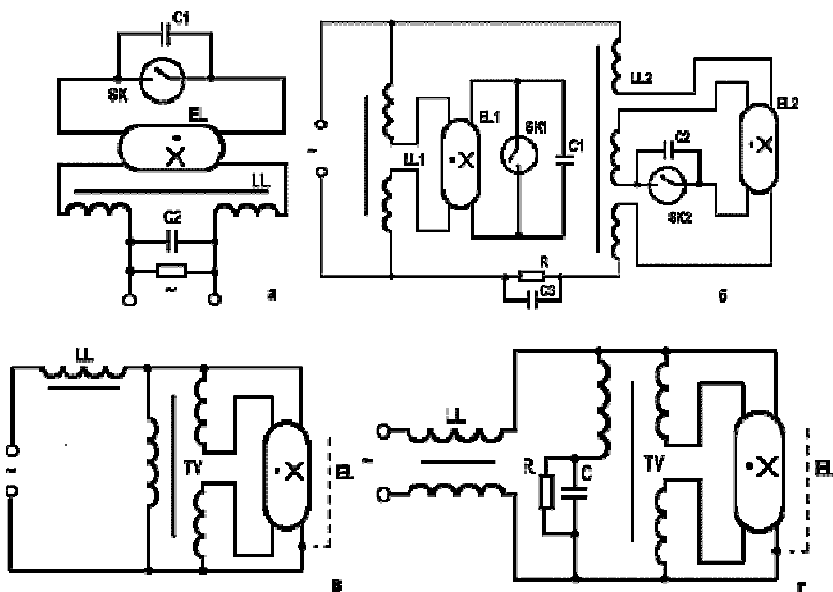


Рис. 7.15. Схемы включения люминесцентных ламп:
а – одноламповой с ПРА типа 1 УБИ и 1 УБК;
б – двухламповой стартерной с ПРА типа 2 УБК;
в – одноламповой бесстартерной с ПРА типа 1 АБИ;
г – одноламповой бесстартерной с ПРА типа 1 АБК

Для устранения стробоскопического эффекта газоразрядные лампы включают по двухламповой схеме (рис. 7.15, б), которая обеспечивает изменение светового потока каждой из ламп со сдвигом по фазе. Вследствие этого суммарный световой поток двух ламп почти не пульсирует, что достигается включением в цепь одной из ламп конденсатора С3 и разрядного резистора R.

Учитывая то, что стартерные схемы включения газоразрядных ламп недостаточно надежны в работе, промышленность выпускает бесстартерные схемы (рис. 7.15, в, г), где балластные устройства 1 АБИ и 1 АБК имеют обычный или симметрированный дроссель, накальный трансформатор TV с вторичной обмоткой, разделенной на симметричные части и проводящей проволоочки (или полоски) на лампе. Эта проволоочка (на рис. 7.15 изображена пунктиром) облегчает зажигание лампы.

При включении люминесцентной лампы по схемам рис. 7.15, в, г на лампу одновременно подается напряжение от первичной обмотки накального трансформатора TV для зажигания и для подогрева электродов лампы от накальных обмоток.

Однако качество освещения и продолжительность срока службы люминесцентной лампы зависят от устройства, обеспечивающего ее зажигание и поддержание рабочего режима.

Электромагнитные пускорегулирующие аппараты, описанные выше, из-за своих недостатков (мерцающего света, нестабильности освещенности при колебаниях напряжения сети, повышенного уровня шума, низкого коэффициента мощности, отсутствия возможности управления светом) не позволяют в полной мере раскрыть все возможности освещения с использованием люминесцентных ламп. Устранить эти недостатки и получить дополнительные возможности энергосбережения позволяют электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА), второе название которых – электронные балласты. Современные электронные балласты обеспечивают:

- мгновенное (без мерцаний и шума) зажигание ламп;
- комфортное освещение (приятный немерцающий свет без стробоскопических эффектов и отсутствие шума) благодаря работе в высокочастотном (40 кГц) диапазоне;
- стабильность освещения независимо от колебаний сетевого напряжения;
- отсутствие миганий и вспышек неисправных ламп, отключаемых электронной системой контроля неисправностей;
- близкий к единице коэффициент мощности благодаря потреблению синусоидального тока с нулевым фазовым сдвигом.

Электронные балласты являются достаточно дорогими устройствами, однако начальные затраты компенсируются их высокой экономичностью, которая характеризуется:

- уменьшенным на 20 % энергопотреблением (при сохранении светового потока) за счет повышения светоотдачи лампы на повышенной частоте и более высокого КПД ЭПРА;
- увеличенным на 50 % сроком службы ламп благодаря щадящему режиму работы и пуска;
- снижением эксплуатационных расходов за счет сокращения числа заменяемых ламп и отсутствия необходимости замены стартеров;

– дополнительным энергосбережением до 80 % при работе в системах управления светом.

Электронные балласты производятся в массовом количестве и имеют высокий спрос на Западе, где интенсивно внедряются энергосберегающие технологии. В настоящее время электронные балласты находят растущее применение в изделиях ведущих электротехнических и светотехнических фирм OSRAM, Philips, General electric, Sylvania, Tridonic, Motorola lighting и др.

ЭПРА являются преобразователями тока сетевой частоты (50 Гц) в ток повышенной частоты (40 кГц) и содержат необходимые узлы для поддержания оптимального режима зажигания и работы лампы, а также устройства контроля работоспособности ламп и средства защиты от аномальных режимов. Модификации ЭПРА имеют возможность работы с устройствами управления светом. Электронные балласты, предназначенные для установки в двухламповые светильники 2×40 (36) Вт, 2×20 (18) Вт, выполнены по схеме, представленной на рис. 7.16, и содержат следующие узлы: сетевой узел защиты, сетевой фильтр, выпрямитель, корректор коэффициента мощности, инвертор, узел защиты, модуль управления.

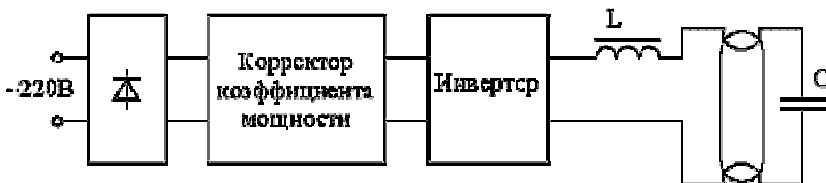


Рис. 7.16. Силовая блок-схема ЭПРА

Крепление светильников ЛПО с помощью дюбелей. Для освещения жилых и общественных помещений предназначены, например, потолочные светильники типа ЛПО, выпускаемые заводом «Люмсвет» (Москва) с одним, с двумя отражателями (крыльями) или без отражателя, с одной или двумя лампами (18, 36 и 58 Вт) (рис. 7.17).

В корпусе светильника имеется отверстие для проводки питающего провода. Стальной корпус светильника обычно крепят к потолку дюбель-гвоздями, дюбель-винтами или распорными дюбелями (см. работу № 1).

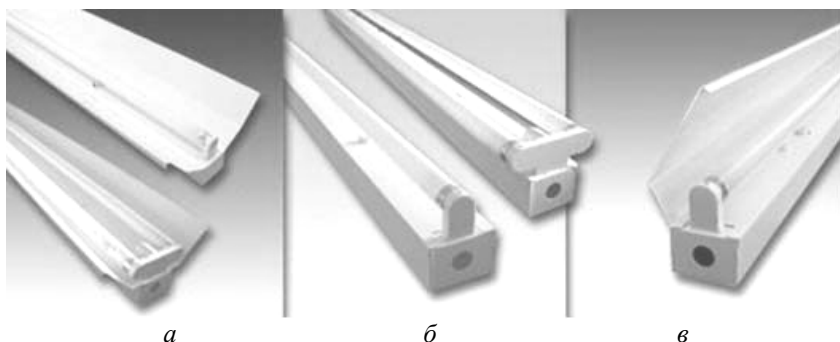


Рис. 7.17. Общий вид светильников ЛПО:
а – ЛПО-71-703 (с двумя крыльями); *б* – ЛПО-71-803 (без крыльев);
в – ЛПО-71-903 (с одним крылом)

Таблица 7.2

Технические характеристики светильников ЛПО

Наименование	Количество ламп	Мощность, Вт	Габаритные размеры, мм		
			Длина	Ширина	Высота
ЛПО-71-1×18-703	1	18	620	200	105
ЛПО-71-2×18-703	2	18	620	200	105
ЛПО-71-1×36-703	1	36	1227	200	105
ЛПО-71-2×36-703	2	36	1227	200	105
ЛПО-71-1×58-703	1	58	1527	200	105
ЛПО-71-2×58-703	2	58	1527	200	105
ЛПО-71-1×18-803	1	18	620	60	90
ЛПО-71-2×18-803	2	18	620	100	85
ЛПО-71-1×36-803	1	36	1227	60	90
ЛПО-71-2×36-803	2	36	1227	100	85
ЛПО-71-1×58-803	1	58	1527	60	90
ЛПО-71-2×58-803	2	58	1527	100	85
ЛПО-71-1×18-903	1	18	620	90	160
ЛПО-71-1×36-903	1	36	1227	90	160
ЛПО-71-1×58-903	1	58	1527	90	160

Светильники ЛВО-27 (рис. 7.18) типа Down Light (рис. 7.19) предназначены для освещения общественно-административных и жилых помещений. Легко устанавливаются в подвесной потолок

при помощи пружинных клипс. Зеркальный отражатель обеспечивает световой поток с нужным углом рассеивания. В светильнике используются компактные люминесцентные лампы или лампы накаливания. Светильники поставляются белого, черного, серебристого (алюминиевого) цветов, другие цвета – по заказу. Комплекуются электромагнитными или электронными пускорегулирующими аппаратами.



Рис. 7.18. Светильник ЛВО-27-190-110 под две компактные люминесцентные лампы мощностью 18 Вт



Рис. 7.19. Светильники направленного света серии Down Light

Завод светильников «ЛЮМСВЕТ» выпускает также встраиваемые растровые светильники. Светильники могут комплектоваться любым отражателем по желанию заказчика – двойным параболическим «Парабола», «Милано», «Верона», V-образным (ALORA).

V-образный зеркальный отражатель состоит из трех центральных угловых и двух боковых зеркальных параболических алюминиевых профилей, соединенных между собой семью поперечными планками из рифленого алюминия. В комплект отражателя входит контакт заземления.

К корпусу светильника отражатель крепится при помощи металлических пружин, позволяющих легко осуществлять замену ламп и стартеров.

Встраиваемый светильник ALORA ЛВО-13-4×18-151 с V-образным отражателем (рис. 7.20) устанавливается в T-профильный модульный потолок со структурой 600×600, 600×1200 мм и видимой поддерживающей системой 24 мм. Он может также устанавливаться в помещениях, где эпизодически используется небольшое количество техники. Светильники могут комплектоваться электронными балластами.

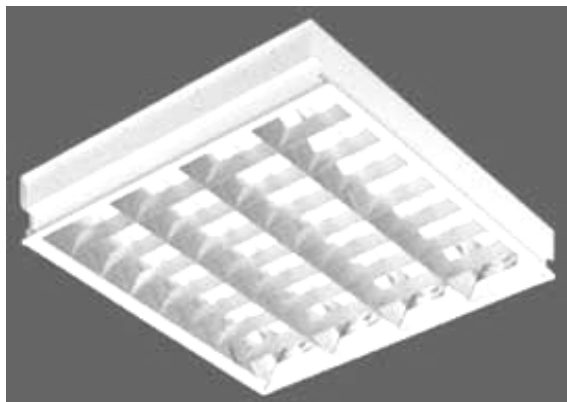


Рис. 7.20. Встраиваемый светильник с зеркальным V-образным отражателем ALORA ЛВО-13-4×18-151

Встраиваемые в подвесные потолки Armstrong светильники широко используются для освещения общественно-административных зданий.

7.2. Монтаж прожекторов

Для освещения больших площадей, спортивных сооружений, наружных технологических установок, открытых складов широко применяются прожекторы заливающего света типов ПЗС, ПЗМ, ПСМ с лампами накаливания, прожекторы типа ПЗР с дуговыми ртутными лампами, прожекторы типа ПКН с галогенными лампами мощностью 1000 и 1500 Вт, прожекторы типа ПЗИ с металлогалогенными лампами ДРИ-700 и прожекторы типа ПЗН с натриевыми лампами серии ДНаТ. Для освещения больших открытых пространств на промышленных объектах используют также прожекторы СКсН-10000 и ОУКсН-20000 с мощными трубчатыми ксеноновыми лампами серии ДКсТ мощностью соответственно 10 и 20 кВт, однако их световая отдача и срок службы значительно ниже, чем у других газоразрядных ламп. Прожекторы устанавливаются обычно группами на прожекторных мачтах, вышках, крышах зданий или специальных площадках и крепятся болтами к металлическим конструкциям. Основания прожекторов типа ПЗС, ПСМ, ПЗМ имеют по три отверстия для крепления, остальных – по четыре. При групповой установке прожекторы располагают в несколько рядов по вертикали. Расстояния между осями установленных рядом прожекторов должно быть 700–1000 мм, а прожекторные площадки должны ограждаться перилами на высоте 1 м. Групповые щитки в водозащищенных кожухах рекомендуются устанавливать на прожекторных площадках. Питание прожекторов от щитка выполняется групповыми линиями (не более двух-трех прожекторов в группе) кабелем марки КРПТ вдоль перил площадки.

Вводный ящик с аппаратами защиты и управления устанавливается у основания прожекторной мачты. От него к групповому щитку проводка укладывается по мачте проводом марки АПВ в стальной трубе. С целью защиты от грозовых перенапряжений подход питающей линии к прожекторной мачте выполняется кабелем с заземленной металлической оболочкой или кабелем в металлической трубе, проложенным в земле на протяжении не менее 10 м.

Прожекторы типа ПЗС, ПЗМ, ПСМ с лампами накаливания перед установкой следует отфокусировать путем наведения луча

с расстояния 25–30 м на какой-нибудь экран, например на побеленный участок стены размером 2×2 м, для получения равномерного освещения.

После установки прожекторов на мачте производится регулировка углов их наклона и поворота с помощью заранее заготовленного лимба-транспортира большого размера. Базисная линия начала отсчета поворота прожектора в горизонтальной плоскости указывается в проекте. Если база ориентирована на одну из сторон света, то ее определяют по компасу. Сначала разворачивают прожектор в горизонтальной плоскости, а затем устанавливают требуемый угол наклона.

Лампы ДРЛ – четырехэлектродные дуговые лампы высокого давления с люминофорным покрытием на колбе, выполняются в пределах мощностей 80–2000 Вт и имеют световую отдачу 40–60 лм/Вт.

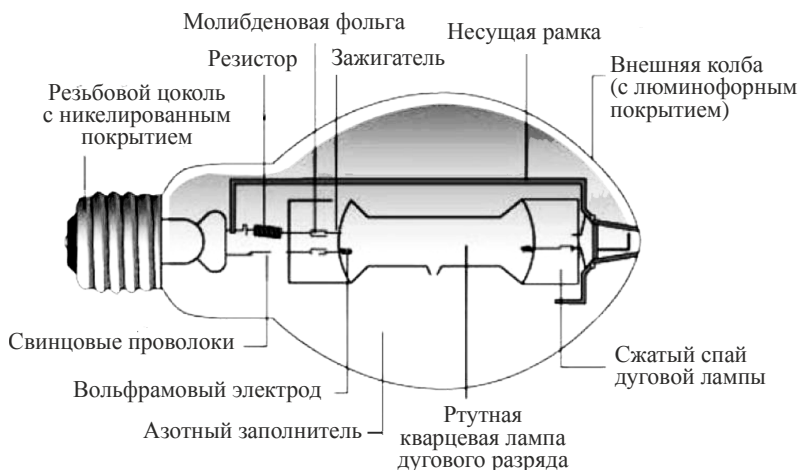


Рис. 7.21. Лампа типа ДРЛ

Срок службы до 12 000 ч, к концу срока службы световой поток снижается до 70 % начального. ДРЛ включаются через одноламповые индуктивные ПРА, потери мощности в которых составляют около 10 %.

Лампы 2000 Вт включаются на линейное напряжение системы 380/220 В, остальные – на 220 В.

Преимуществом ДРЛ по сравнению с ЛЛ является их компактность при высокой единичной мощности. Существенный недостаток – плохая цветопередача их излучения, позволяющая применять лампы ДРЛ только при отсутствии каких-либо требований к различению цветов, а также значительные пульсации светового потока.

Процесс разгорания ламп после включения длится 5–7 минут.

При температуре от -10°C до $+25^{\circ}\text{C}$ и выше лампы не утрачивают своих качеств.

Лампы ДНаТ

В качестве источников света могут использоваться различные устройства, работающие на газовом коктейле или за счет нагрева нити накала. Натриевые газоразрядные лампы высокого давления и люминесцентные с термокатодом являются наиболее популярными сейчас для обеспечения нужного светового уровня в жилых и промышленных помещениях.

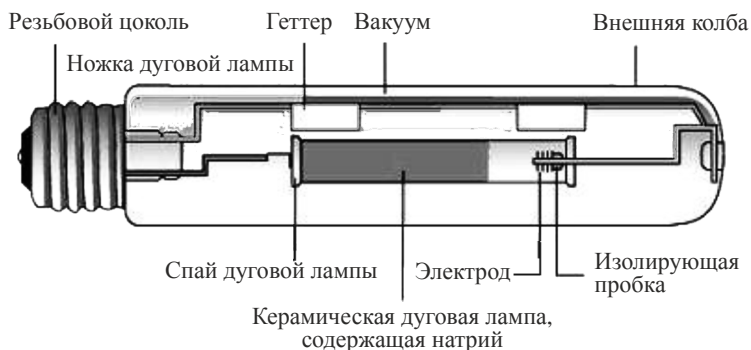


Рис. 7.22. Лампа ДНаТ

Горелки для натриевых ламп изготавливаются не из кварца, а из поликристаллической окиси алюминия, представляющей собой тонкостенную трубку, диаметром 5–9 мм. Такая конструкция связана с высокой химической активностью натрия и высокой температурой в разряде.

Вводы для тока представляют собой колпачки или диски, которые герметично спаиваются внутрь тонкостенных трубок. Сами электроды изготавливаются из вольфрама, активированного торием. Вся конструкция горелки во внутреннем пространстве колбы,

где создан сильный вакуум. В колбу закачивается инертный газ в виде аргона или ксенона, а также в небольшом количестве вводится сплав натрия и ртути.

В процессе работы лампы стенки ее горелки нагреваются из-за воздействия тока разряда. При этом происходит испарение натрия и ртути, давление их паров начинает расти, в результате чего возникает свечение яркого желтого цвета. Трубочка-горелка практически без потерь пропускает свет через стекло, из-за чего и получается высокая светоотдача.

Зануление и заземление осветительных установок

Различают электроустановки с напряжением выше 1 кВ и ниже 1 кВ с глухозаземленной и изолированной нейтралью.

Сети освещения выполняются на напряжение до 1 кВ, поэтому далее рассматриваются вопросы зануления и заземления только таких сетей.

Стационарные осветительные установки нашей и большинства европейских стран питаются от электрических сетей напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью, то есть в этом случае нейтраль трансформатора или генератора присоединяется к заземляющему устройству непосредственно проводом, а также через резистор с небольшим сопротивлением или трансформатор тока. Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединяется нейтраль трансформатора или генератора (в соответствии с ТКП) в сетях с напряжением 380 В должно быть не более 4 Ом, а сопротивление заземлителя, расположенного непосредственно у нейтрали трансформатора или генератора, не более 30 Ом (соответственно, при напряжении электрической сети 660 В эти значения составляют 2 и 15 Ом, а при напряжении 220 В – 8 и 60 Ом).

Электроустановки с изолированной нейтралью не имеют соединения заземляющего устройства с нулевыми точками трансформатора или генератора, но вследствие изменения терминологии на практике часто смешивают понятия заземления и зануления и даже связывают их с конструктивными решениями. Так, например, присоединение установки к четвертому проводу (нулевому) трехфазной сети считают занулением, а соединение ее со стальными шинами заземляющего устройства считают заземлением. Если

в первом случае факт зануления не вызывает сомнений, то во втором – решение вопроса о том, является ли это соединение заземлением или занулением, определяется уже схемой электросетей: в сетях с изолированной нейтралью – это заземление, а в сетях с глухозаземленной нейтралью такое соединение уже является занулением. Четкое понимание этой разницы необходимо, так как запрещается применять в сетях с глухозаземленной нейтралью заземление, не соединенное с нулевой точкой трансформатора или генератора.

Занулением называется преднамеренное соединение токопроводящих частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сети трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока или глухозаземленной средней точкой источника постоянного тока.

Особо важно это учитывать при использовании естественных заземлителей, поэтому при проверке возможности их использования в качестве зануления необходимо убедиться в наличии электрической связи конкретного естественного заземлителя (например, труб водопровода, каркаса здания) с общим заземляющим устройством, соединенным с нулевой точкой питающего трансформатора или генератора. Выполнение этих требований определяет возможность использования зануления в качестве защитного средства от поражения людей электрическим током.

Зануление в осветительных установках является основным и самым распространенным средством защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции. Однако в зависимости от условий эксплуатации установок используются и другие меры защиты: заземление, защитное отключение, разделяющий трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция, выравнивание потенциалов.

В стационарных сетях общего освещения промышленных предприятий зануление практически остается единственным средством защиты от поражения электрическим током. Защита людей в этом случае обеспечивается путем автоматического отключения участка сети, где произошло повреждение изоляции, с замыканием его на зануленные части установки. Отключение произойдет, если возникший ток короткого замыкания (КЗ) будет достаточно боль-

шим. Для этого проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть такой, чтобы ток КЗ превышал номинальный ток ближайшего предохранителя или же уставки тока автоматического выключателя не менее чем в три раза. При использовании автоматических выключателей, имеющих только электромагнитные расцепители (отсечку), проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна обеспечивать ток КЗ не ниже значения, равного произведению тока мгновенного срабатывания уставки, коэффициента, учитывающего разброс (по заводским данным), и коэффициента запаса (равного 1,1). При отсутствии заводских данных для автоматических выключателей с номинальным током до 100 А кратность тока КЗ относительно уставки следует принимать не менее 1,4, а для автоматических выключателей с номинальным током более 100 А – не менее 1,25.

Полная проводимость нулевых защитных проводников во всех случаях должна составлять не менее 50 % проводимости фазных проводников. Выполнение зануления с соблюдением этих требований обеспечивает достаточный уровень безопасности электроустановок.

Заземление применяется в сетях переменного тока с изолированной нейтралью или в установках постоянного тока с изолированным выводом средней точки источника однофазного тока. Такие сети используются в условиях повышенных требований электробезопасности – в шахтах, на торфяных разработках, для передвижных установок. В этих случаях как дополнительная мера безопасности применяется контроль изоляции сетей или защитное отключение.

Защитное отключение в электроустановках напряжением до 1 кВ определяется автоматическим отключением всех фаз (полюсов) участка сети, где произошло замыкание на корпус или недопустимое снижение сопротивления изоляции, за безопасное для человека время, то есть с учетом того, что чем меньше время протекания тока через тело человека, тем больший ток безопасен. Значения безопасных соотношений тока и времени его воздействия приведены в ГОСТах. Ряд европейских фирм начали выпуск автоматических выключателей защитного отключения для использования в осветительных и небольших силовых сетях, но внедрение защитного отключения пока ограничивается недостаточным выпуском необходимой аппаратуры.

Существуют и другие меры защиты от поражения током при пользовании осветительными и бытовыми электроустановками: применение разделительных трансформаторов для питания штепсельных розеток, предназначенных для включения электрических бритв в ванных комнатах, а также малого напряжения для питания переносных светильников; двойная изоляция электроинструментов, позволяющая отказаться от их зануления; выравнивание потенциалов посредством соединения корпуса ванн с трубопроводами подачи воды.

Проводники, соединяющие зануляемые части установки с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора, глухозаземленным выводом источника однофазного тока, глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока и не используемые для питания электроприемников, называются нулевыми защитными проводниками. Такие же проводники, но используемые для питания электроприемников, называются нулевыми рабочими проводниками. Проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем, называется заземляющим проводником.

В стационарных осветительных сетях напряжением 380/220 В для зануления в первую очередь используются нулевые рабочие проводники. Рекомендуется нулевые рабочие проводники выполнять с изоляцией, равноценной изоляции фазных проводов. Практически для фазных и нулевых рабочих проводников применяются провода одинаковых марок или соответствующие жилы кабелей (соответствующая жила в кабеле или проводе). Изолировать нулевые проводники обязательно в тех местах, где могут образовываться электрические пары или где может происходить искрение между нулевыми проводниками и металлическими конструкциями.

Не следует изолировать применяемые в качестве нулевых защитных и нулевых рабочих проводников кожу комплектных шинпроводов, шины распределительных устройств, алюминиевые или свинцовые оболочки кабелей. Для зануления переносных однофазных электроприемников не разрешается использовать нулевой рабочий проводник. В этом случае необходимо использовать отдельный нулевой защитный (третий) провод, присоединяемый к нулевому рабочему проводу в штепсельном разъеме, ответвительной коробке или непосредственно в щите, щитке, сборке.

Заземляющими проводниками в электроустановках в основном служат стальные шины. В сухих помещениях без агрессивной

среды заземляющие и нулевые защитные проводники (шины) разрешается прокладывать непосредственно по стенам, в противном случае шины прокладываются с зазором от стены не менее 10 мм. В заземляющих и нулевых защитных проводниках нельзя устанавливать предохранители, выключатели и другие разъединяющие устройства. В нулевых рабочих проводниках допускается установка выключателей, отключающих одновременно и фазные проводники.

7.3. Методика определения технического состояния светильников и прожекторов

Во время ремонта проверяют наличие, целостность и надежность закрепления рассеивателей, экранирующих решеток, отражателей, патронов, ламподержателей, дросселей, стартеров, аппаратов защиты, надежность контактных соединений, состояние изоляции зарядных проводов, прочность крепления светильника к потолку, стенам, колоннам и другим конструкциям помещения.

В светильнике с люминесцентными лампами используют медные провода с пластмассовой или резиновой изоляцией на напряжение 500 В. Для светильников с лампами накаливания и ДРЛ применяют медные гибкие провода с теплостойкой изоляцией на напряжение 660 В марок ПРКЛ и ПАЛ-130 или ПРКС и ПАЛ-180 с допускаемой температурой проводов +130 °С и +180 °С соответственно и сечением не менее 0,5 мм².

При ремонте магистральных и групповых щитков проверяют контактные поверхности предохранителей и автоматов с точки зрения наличия окислов, грязи и пыли. Контактные соединения подтягивают, а обгоревшие или оплавленные – зачищают от копоти и напыла металла, протирают и затягивают болтами или винтами. Неисправные аппараты заменяют на аналогичные новые или отремонтированные. Проверяют соответствие номинальных токов плавких вставок предохранителей действительным токам нагрузки. Щиты и шкафы должны иметь исправные замки и надежное уплотнение дверок.

При ремонте электрических проводов освещения обращается внимание на состояние изолирующих опор (изоляторов, клиц), изоляционных трубок и воронок в местах проходов проводов и кабелей через стены или перекрытия и защиты проводов от механических повреждений на высоте 1,5 м от поверхности пола. Неисправные изоляторы и другие изолирующие детали заменяются

новыми. Места проводок с нарушенной изоляцией немедленно изолируют или заменяют участки проводок новыми. Поврежденные штепсельные розетки, выключатели заменяют новыми.

Во время ремонта осветительных проводок проверяют состояние контура заземления и заземляющих проводов, а также состояние крепления всех аппаратов и проводок к конструкциям. Ослабевшие или неисправные места креплений или соединений заземляющих проводников восстанавливают немедленно. Порванные, погнутые скобы крепления кабельных и трубных проводок заменяют новыми.

7.4. Планирование технического обслуживания осветительных электроустановок

Обслуживание осветительных электроустановок заключается в постоянном надзоре, периодической проверке и своевременном ремонте элементов осветительных устройств. Сроки проведения проверок, осмотров и ремонтов устанавливают в соответствии с Правилами технической эксплуатации в зависимости от условий эксплуатации осветительных электроустановок. Исправность системы аварийного освещения проверяют не реже 1 раза в 3 месяца; состояние электропроводок, плавких вставок предохранителей и оборудования рабочего и аварийного освещения – 1 раза в год.

Испытание и измерение сопротивления изоляции проводов и кабелей проводят не реже 1 раза в 3 года; измерение нагрузок и напряжения в отдельных точках электросети – 1 раза в год; испытание изоляции трансформаторов с вторичным напряжением 12–42 В – 1 раза в год, а переносных трансформаторов – 1 раза в месяц.

Во время осмотра осветительных сетей проверяют состояние открыто проложенных кабелей и проводов, концевых заделок кабелей, целостность заземляющих проводников, качество соединений и ответвлений проводов, отсутствие нагрева в соединениях. При осмотре групповых и магистральных щитков проверяется соответствие плавких вставок предохранителей рабочим токам цепей, исправность выключателей, автоматов, штепсельных розеток и их контактных частей. При осмотре светильников обращают внимание на состояние арматуры и ее деталей, прочность крепления стеклянного колпака, исправность и нагрев патрона, соответствие мощности

ламп типу светильника, прочность крепления светильника, целостность заземляющего проводника, исправность стартерных и дроссельных устройств у газоразрядных ламп, состояние тросовых подвесок и прочность их крепления.

Все неисправности, выявленные при осмотре, должны устраняться немедленно. При большом объеме необходимых работ дефекты записывают в журнал осмотров и устраняют при текущем ремонте.

Частота чистки светильников зависит от многих факторов и, в первую очередь, от среды освещаемого помещения. Так, в производственных помещениях, где имеется пыль, дым и копоть в количестве более 10 мг/м^3 , чистку светильников проводят 2 раза в месяц; при загрязнениях от 5 до 10 мг/м^3 – 1 раз в месяц; при содержании их не более 5 мг/м^3 , а также в помещениях с нормальной воздушной средой – 1 раз в 3 месяца. На современных крупных промышленных комплексах, в которых установлены тысячи различных светильников, чистка, как правило, проводится в мастерской на специальном оборудовании с применением необходимых моющих средств. В этой же мастерской выполняются профилактический и текущий ремонты осветительных приборов, проверка источников света, аппаратов включения и т. д.

На срок службы ламп накаливания в значительной мере влияет уровень напряжения. При повышении напряжения на 10 % срок службы ламп составляет всего 14 % срока службы при номинальном напряжении. Таким образом, одним из основных требований, предъявляемых к эксплуатации осветительных установок с лампами накаливания, является необходимость поддержания напряжения в допустимых пределах. Длительное повышение напряжения на лампах не должно быть более 2,5 %, а кратковременное – 5 % номинального напряжения сети. Контроль уровня напряжения в сети проводят ежегодно во время замеров освещенности в контрольных точках осветительной установки специальными приборами.

Лампа накаливания после перегорания заменяется новой (индивидуальный метод). Для газоразрядных источников света, которые по истечении срока службы продолжают работать еще длительное время со значительно сниженным световым потоком, применяется групповой метод замены ламп: они заменяются через установленный промежуток времени (обычно после 70 %– 80 % номинального срока службы).

Порядок выполнения лабораторной работы

Упражнение 1. Изучения конструкции и принципа действия светильников

Законспектировать: устройство, принцип и основные характеристики действия ламп накаливания, газоразрядных ламп низкого давления, газоразрядных ламп высокого давления; особенности монтажа осветительных установок, порядок и объем работ при ТО.

Упражнение 2. Проведение технического обслуживания

2.1. Провести внешний осмотр предоставленного осветительного оборудования.

2.2. Сделать вывод на основании внешнего осмотра. Провести техническое обслуживание предоставленного осветительного оборудования.

2.3. Очистить светильники от пыли и грязи.

2.4. Измерить сопротивление изоляции питающего кабеля.

2.5. Измерить величину питающего напряжения.

2.6. Сделать вывод о пригодности к эксплуатации.

2.7. Восстановить работоспособность оборудования.

Контрольные вопросы и задания

1. Каков порядок монтажа светильников при подвеске на крюк или шпильку?

2. Каков порядок монтажа светильников в подвесном потолке?

3. Назовите способы установки люминесцентных светильников.

4. Поясните особенности монтажа светильников во взрывоопасных зонах.

5. Что такое пускорегулирующий аппарат?

6. Каковы функции дросселя, стартера, конденсатора?

7. Назовите основные преимущества и недостатки люминесцентных ламп.

8. Как осуществляется предварительный нагрев электродов?

9. От каких факторов зависит срок службы люминесцентной лампы?

10. Назовите основные преимущества электронных ПРА.

Лабораторная работа № 8

Монтаж и техническое обслуживание схем управления электроосвещением

Цель работы: освоить технологию, последовательность и особенности монтажа и технического обслуживания схем управления электроосвещением.

Задачи работы: практически освоить сборку схемы управления электроосвещением с двух и более мест и их монтаж; схемы беспроводного управления светильниками; освоить схемы автоматического управления электроосвещением; освоить монтаж и наладку схем автоматического управления.

8.1. Требования к монтажу схем освещения

Управление освещением осуществляется путем разрыва **фазного** проводника, так как эта схема позволяет безопасно обслуживать светильник без отключения группового щитка. Необходимо также учитывать, что во всех схемах управления электроосвещением, при использовании выключателей, последние должны быть установлены следующим образом: *по сложившейся практике обычно нажимают вверх клавиши выключателя, чтобы зажечь лампу, а вниз, чтобы ее выключить.*

Коротко о требованиях к проводке освещения:

1. Электропроводка: отдельная линия от электрического щита для одной или нескольких цепей освещения.

2. Кабель: ВВГнг-LS или NYM. Количество жил в кабеле определяет выбранная схема для реализации управления освещением. Как правило, наиболее часто используются трех-, четырех- и пятижильные кабели.

3. Сечение кабеля: $1,5 \text{ мм}^2$ (следует помнить о нагрузке и длине кабеля). Использование большего сечения допускается, но не рекомендуется. Это связано с тем, что большинство светильников рассчитаны на подключение проводов небольших сечений, а подключение жил $2,5 \text{ мм}^2$ и больше может серьезно усложнить процесс подключения и монтажа.

4. Защита линии от КЗ и перегрева кабеля: автоматический выключатель на 10 А тип В или С.

5. Защита линии от утечки тока: несколько цепей освещения могут быть защищены одним УЗО 25–40 А 30 мА, тип АС или А.

Схемы подключения одноклавишного и двухклавишного выключателей приведены на рис. 8.1 и 8.2.

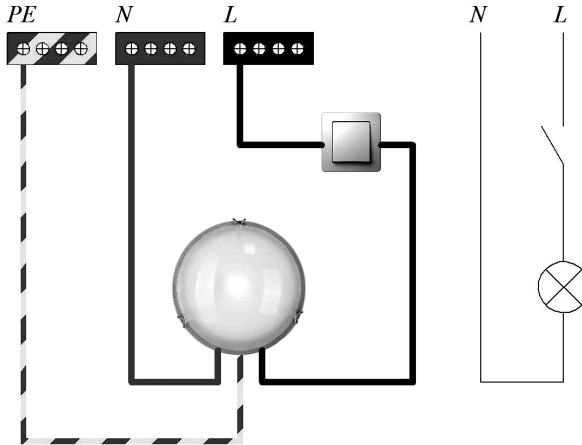


Рис. 8.1. Схема подключения одноклавишного выключателя

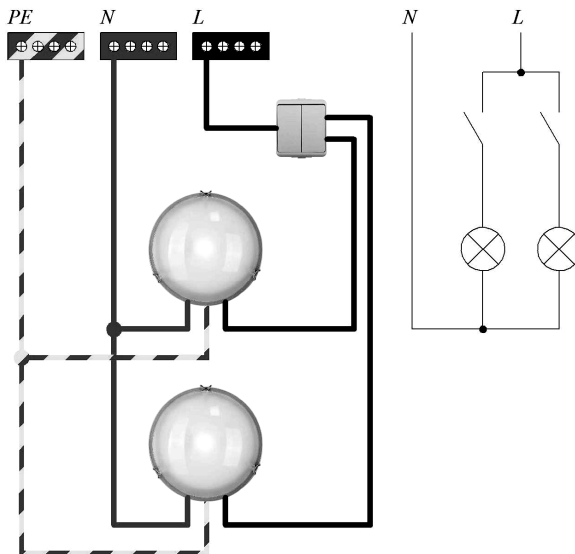


Рис. 8.2. Схема подключения двухклавишного выключателя

Способы управления освещением разделяются на четыре вида:

- 1) местное;
- 2) централизованное;
- 3) дистанционное;
- 4) автоматическое.

Местное управление применяется для небольших помещений и выполняется выключателями, переключателями или другими простыми доступными аппаратами. Приборы управления располагают у входов в помещение со стороны дверной ручки или внутри помещения на высоте около 1,5 м от пола. Для помещений с тяжелыми условиями среды (душевые, санузлы) и закрытыми помещениями (кладовые, склады, вентиляционные камеры и т. п.) выключатели выносят в коридоры или другие рядом находящиеся помещения. Наиболее распространены выключатели однополюсные на 6 и 10 А для скрытой и открытой проводки.

Централизованное управление, осуществляемое с групповых щитков автоматами, защищающими групповые линии, целесообразно в крупных помещениях. Также используют вводные аппараты на щитках или аппараты в начале питающих линий.

В крупных цехах, где общее освещение питается от нескольких подстанций, допускается централизованное управление, рекомендуется устройство дистанционного централизованного управления освещением здания или группы зданий из одного места, например, диспетчерской, машинного помещения, конторы начальника.

Дистанционное управление осуществляется магнитными пускателями или контакторами, установленными на щитках станций управления (ЩСУ) или в шкафах управления (ШУ), включенными в цепи линий питающей осветительной сети. В пункте управления предусматривается сигнализация состояния освещения, питаемая через каждый из пускателей или контакторов.

Автоматическое управление – включение искусственного освещения производится без участия человека в зависимости от изменения осветительных условий, создаваемых в помещениях естественным освещением, или по заданному суточному графику. Для местного освещения применяются индивидуальные отключающие аппараты, устанавливаемые на рабочих местах.

Для протяженных помещений с несколькими входами, не используемые как постоянные проходы, управление рекомендуется осуществлять по «коридорной» схеме.

8.2. Схема управления электроосвещением с двух мест и ее монтаж

Схемы проходных выключателей позволяют осуществлять включение и выключение освещения с двух и более различных мест их установки. Это в некоторых случаях не просто удобно, но и необходимо.

Например, в помещении имеется длинный коридор. Он естественно освещается. Включив свет в начале и имея эту самую схему подключения проходного выключателя, не придется вновь возвращаться для отключения, а можно это сделать вторым выключателем, что установлен в другом конце коридора. Очень часто такие схемы также используются для управления освещением лестниц.

Основная проблема заключается в том, что если установить на один светильник два обычных выключателя, то как бы вы их не подключили, либо они оба должны быть включены, либо оба выключены. Поэтому не получится полноценно управлять освещением из нескольких мест по такой схеме.

Для того чтобы решить эту проблему используют схему с проходным выключателем. Такой прибор правильнее назвать переключателем.

Рассмотрим схему и особенности проходного выключателя (см. рис. 8.2). Выключатель по внутренней схеме отличается от обычного. Если на стандартном варианте контакт либо замкнут, либо нет, то здесь подвижный контакт замыкает либо на одну линию, либо на другую.

Перед подключением следует определиться с необходимыми для сборки схемы контактами выключателя или переключателя. Для этого с помощью мультиметра в режиме прозвонки нужно прозвонить контакты между собой и запомнить, какие контакты с какими «звонятся» и в каком положении выключателя/переключателя.

Принцип работы схемы, приведенной на рис. 8.3:

1. На обоих выключателях клавиша нажата в положение «ВВЕРХ» – лампочка горит, ток течет по «верхнему» проводу (рис. 8.3).
2. Первый выключатель в положении «ВНИЗ», а второй «ВВЕРХ» (или наоборот) – ток по цепи не протекает, лампа не горит.
3. Оба выключателя в «нижнем» положении – ток протекает по «нижнему» проводу, лампа горит.

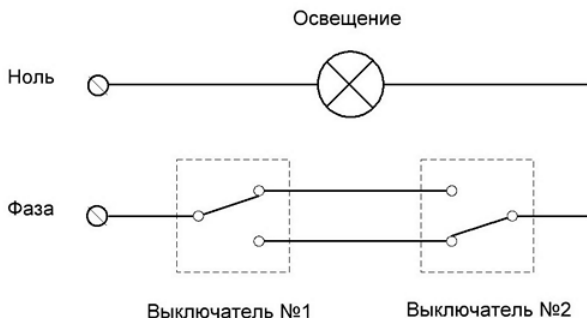


Рис. 8.3. Схема подключения переключателей

Порядок сборки:

1. К светильнику напрямую подсоединить ноль из распределительной коробки или другим способом, в зависимости от обстоятельств.

2. К ближайшему источнику питания (например, сеть 220 В) выключателю протянуть трехжильный кабель. Первую жилу соединить с фазой и средним подвижным контактом выключателя.

3. Две оставшиеся жилы соединить с парой выходных неподвижных контактов и второго выключателя.

4. От среднего подвижного контакта второго выключателя взять исходящую фазу и подключить к светильнику.

Проходной выключатель отличается от обычного тем, что имеет переключающий контакт, итого на нем расположено три клеммы для подключения вместо двух. Они также бывают одно-, двух- и трехклавишными.

Для удобства монтажа нужно заблаговременно представить, каким образом прокладывать кабели, что ближе к первому выключателю и что ближе ко второму – распределительная коробка с приходящей фазой или светильник, а может быть и то и другое. В большинстве случаев нужен простой трехжильный провод или кабель. В зависимости от условий эксплуатации и монтажа подойдут:

ВВГ 3×1.5;

ПВС 3×0.75...3×1.5;

ШВВП 3×0.75...3×1.5;

зарубежный аналог NYM аналогичных сечений.

Можно использовать жилы с этих проводов отдельно, а также купить одножильный провод марки ПВ, соответствующего класса

гибкости, например, ПВ-1 (жесткая монолитная версия). В таком случае снизится вероятность ошибки, особенно если выбрать разноцветные жилы. На рис. 8.4 приведена схема подключения при управлении светильником из двух мест.

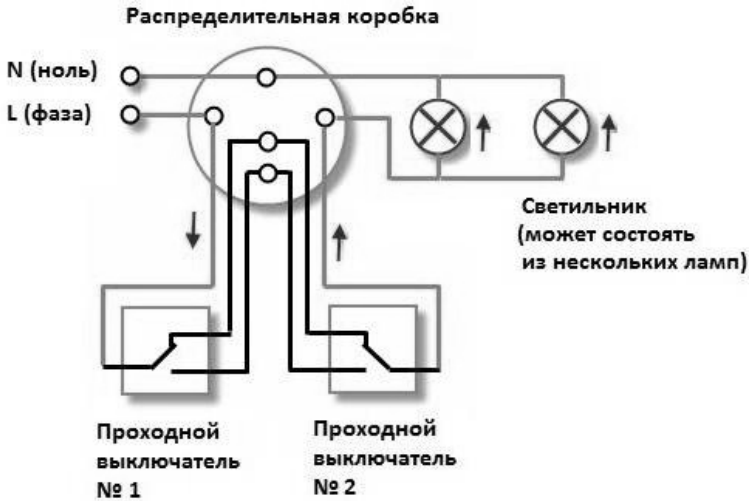


Рис. 8.4. Схема подключения при управлении светильником из двух мест

8.3. Монтаж схемы управления освещением с трех мест

В определенных случаях возникает необходимость обеспечить более двух пунктов управления светильниками. Например, свет на лестнице многоэтажного дома должен включаться и выключаться на каждом этаже. Та же ситуация с длинным коридором, в который выходят двери нескольких комнат.

Реализовать такую схему можно, но понадобятся кроме простых проходных выключателей еще и перекрестные выключатели. В таких выключателях уже не три, а четыре контакта – два входных и два выходных, представляющих собой две пары одновременно переключаемых контактов. Соответственно, и подводить к таким выключателям нужно четырехжильный провод.

В такой схеме управления используются обычные проходные выключатели на первом и последнем пункте управления светильниками

и перекрестные – на всех остальных. Принципиальная схема управления светильником с трех мест приведена на рис. 8.5.

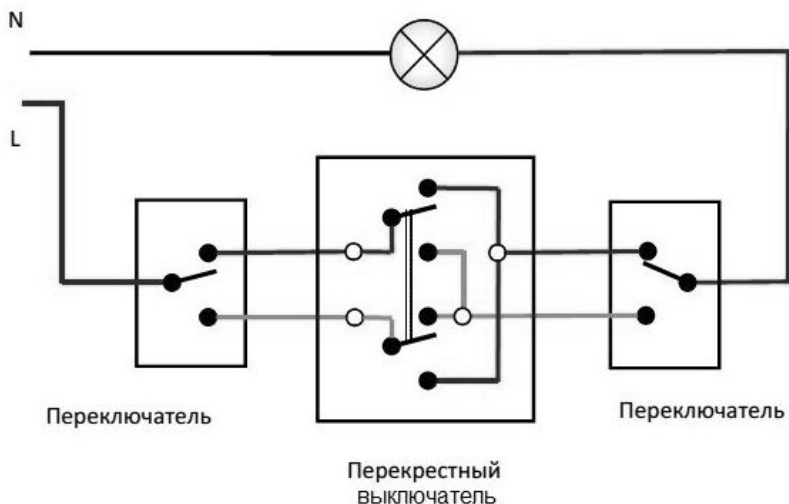


Рис. 8.5. Управление светильником с трех мест

Количество пунктов управления не ограничено, возрастает только сложность коммутации в распределительной коробке из-за большого количества подводимых к ней проводов. Здесь не обойтись без грамотной маркировки проводов при их прокладке, иначе в них можно запутаться.

Принцип подключения: выходная пара контактов первого проходного выключателя соединяется с проводами, идущими к входной паре следующего перекрестного выключателя, и так далее, вплоть до последнего проходного выключателя, общий контакт которого соединяется с проводом, идущим к светильнику. Фазный провод подключается к входному контакту первого выключателя, а второй провод от светильника – к нулю распаечной коробки.

К каждому проходному выключателю протягиваем трехжильный провод, а к каждому перекрестному – четырехжильный.

На рис. 8.6 показана схема подключения трех пунктов управления светильниками, состоящих из одного перекрестного и двух проходных выключателей.

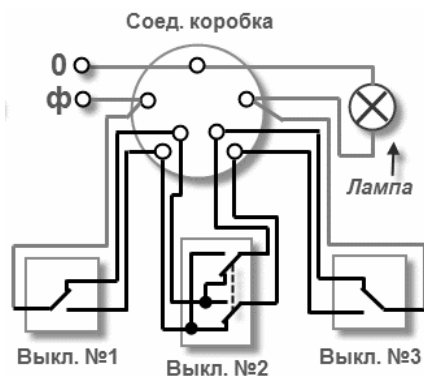


Рис. 8.6. Схема подключения проходного выключателя для управления светильником из трех мест

Со схемой подключения разобрались, теперь подробнее об ее монтаже. Он заключается в установке проходных выключателей и дальнейшей прокладке от них трехжильных кабелей. Также устанавливают, соединенные параллельно лампы, от которых отходит двухжильный кабель.

Вместе с тем монтируем также и соединительную коробку, куда прокладываем кабели от переключателей, лампы и источника электропитания для соединения их между собой в соответствии с вышеобозначенной схемой. При этом следует обратить внимание на выбор подходящего места монтажа соединительной коробки, беря в расчет длину используемых кабелей.

Основное достоинство проходных (перекрестных) выключателей – простота схемы. Для реализации данного способа управления светильниками достаточно приобрести необходимый кабель, выключатели и осуществить подключение осветительных линий в распределительных коробках, установленных в помещении. Благодаря отсутствию в схеме управления каких-либо сложных устройств и элементов автоматики, данная схема является очень надежной.

Бистабильные реле или импульсные реле управляются путем подачи на них короткого импульса. Принцип управления осветительными устройствами при помощи бистабильных реле изложен ниже.

В распределительном щитке к силовым контактам реле подключается цепь освещения, питающая ту или иную группу

светильников. Кнопки управления, посредством которых осуществляется подача импульса на бистабильное реле, подключаются параллельно друг к другу и к контактам управления бистабильным реле. То есть в данном случае можно подключить к реле неограниченное количество кнопок для управления освещением, каждая из которых подключается параллельно к предыдущей.

Данное реле представляет собой электронную схему триггера – устройства с двумя устойчивыми состояниями и управляется кратковременным импульсом, подаваемым на его вход. Это позволяет использовать для управления освещением не фиксируемые выключатели (кнопки). Все кнопки включаются параллельно друг другу, что позволяет значительно упростить схему и соответственно монтаж освещения. Обычно такое реле представляет собой стандартный 17,5 мм модуль, устанавливаемый на DIN-рейку и монтируемый в распределительном шкафу.

Бистабильное реле может иметь один нормально разомкнутый контакт, два нормально разомкнутых контакта или нормально разомкнутый и нормально замкнутый контакты. Такие реле могут работать как в сети 230 В, так и при напряжении 24 В. Схемы включения бистабильного реле показаны на рис. 8.7.

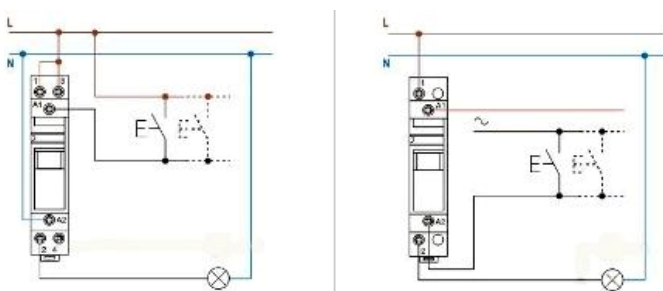


Рис. 8.7. Схемы включения бистабильного реле

Существенное достоинство применения бистабильных реле заключается в том, что проводники, по которым подается управляющий импульс от кнопок, могут иметь минимальное сечение, так как по ним, в отличие от проходных выключателей, не течет ток нагрузки осветительных устройств. Также существенным преимуществом является то, что для коммутации осветительных цепей

достаточно короткого импульса – кратковременного нажатия кнопки, а клавиши проходных и перекрестных выключателей имеют два положения.

Также кнопки можно считать более надежными по сравнению с выключателями, так как в их конструкции всего одна пара контактов.

При необходимости использования двухклавишных выключателей для возможности включения и отключения двух независимых групп ламп, организация такого включения с двух и более мест при помощи проходных и перекрестных выключателей требует прокладки между выключателями двух пар проводов.

В данном случае бистабильные реле имеют существенное преимущество, так как при наличии в них двух пар силовых контактов, управление реле осуществляется одной кнопкой.

Например, при первом нажатии на кнопку замыкается первая пара контактов, при втором нажатии – замыкается вторая пара силовых контактов, при третьем – замыкаются обе пары контактов, при следующем нажатии – размыкаются обе пары контактов. То есть для управления двумя отдельными группами ламп используется одна и та же кнопка, также подключающаяся к реле одной парой проводников.

Существуют также бистабильные реле с несколькими цепями управления, которые выполняют разные функции. Например, одна цепь управления осуществляет включение и отключение цепи, а вторая цепь управления выполняет лишь отключение цепи.

В данном случае первая цепь управления будет использоваться для подключения кнопок включения и отключения светильников с нескольких мест. Вторая цепь управления может быть объединена с отключающими цепями других бистабильных реле, предназначенных для управления осветительными устройствами в других комнатах, и подключена к одной кнопке, при нажатии на которую будет осуществляться отключение освещения во всех комнатах.

Данная функция достаточно актуальна для больших по площади домов: установив подобную кнопку возле входной двери, можно перед выходом, отключать освещение во всем доме с одной точки.

8.4. Беспроводное управление светильниками

Система предназначена для централизованного автоматического и оперативно диспетчерского управления освещением любых объектов или улиц.

Управление светильниками осуществляется с помощью беспроводной технологии передачи данных малого радиуса действия.

Технология позволяет создавать самоорганизующиеся и самовосстанавливающиеся беспроводные сети с автоматической ретрансляцией сообщений, работающие в нелицензируемой полосе частот с малым радиусом действия (выходная мощность передатчика менее 100 мВт). Расстояния между узлами сети составляют десятки метров при работе внутри помещения и сотни метров на открытом пространстве. За счет ретрансляций зона покрытия сети может значительно увеличиваться.

8.5. Схемы автоматического управления электроосвещением

Рассмотрим пример использования контроллера типа КЭО1-220 для автоматизации управления наружным освещением территории ряда объектов промышленности и коммунального хозяйства (рис. 8.8).

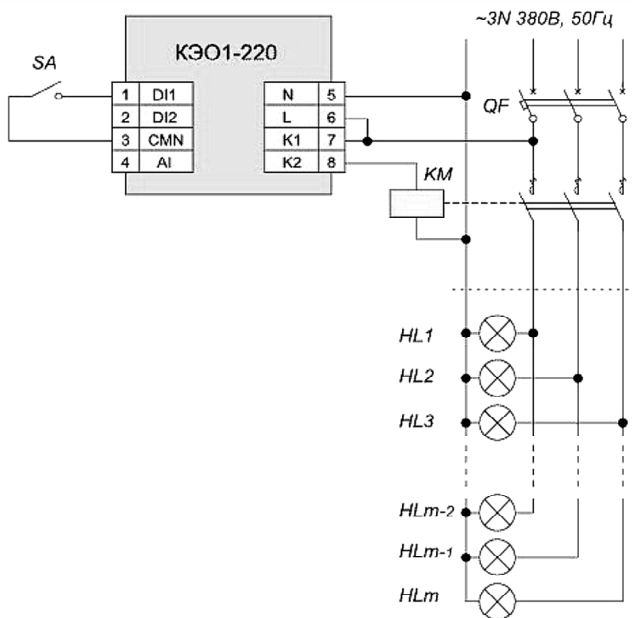


Рис. 8.8. Принципиальная электрическая схема подключения контроллера типа КЭО1-220

Контроллер КЭО1-220 используется совместно с внешним контактором КМ на ток 100 А, который коммутирует напряжение питания осветительных приборов HL_1 – HL_m . Выносной выключатель SA подключен к дискретному входу ДП контроллера. Он используется для внеплановых включений освещения. Для учета изменения времени восхода и захода солнца в контроллере выбран режим автоматический календарный.

Выключатель, управляемый по ИК-каналу, позволяет как включать/выключать свет, так и плавно регулировать яркость свечения лампы. В качестве недостатка необходимо отметить то, что управлять этим выключателем можно только в пределах прямой видимости – обычно не более восьми метров.

Выключатели, работающие по радиоканалу, лишены такого недостатка, как управление только в пределах прямой видимости. Радиосигнал может проходить и через различные препятствия (стены, перекрытия и т. п.). До определенной степени, конечно. В таких выключателях, как правило, используют частоту 433 или 492 МГц, на которые не требуется получения разрешения в органах радионадзора. Выходная мощность у передатчиков для таких устройств не более 10 мВт.

Дистанционно управляемые выключатели (как по ИК-, так и по радиоканалу), могут быть как одноканальными (позволяют управлять только одной нагрузкой), так и многоканальными. Многоканальные выключатели удобны тем, что их можно разместить, например, в распределительном шкафу и свести объекты управления в одну точку. Одноканальные выключатели размещают обычно в распределительных коробках линии освещения.

В обязательном порядке, как в одноканальных, так и в многоканальных выключателях предусматривается местное (ручное) управление на случай выхода из строя пульта управления.

Радиоуправляемые выключатели, хотя и имеют значительно больший радиус действия, чем выключатели, построенные на инфракрасных лучах, однако и он ограничен – как правило, не более 100 метров (хотя бывают разные варианты).

Для случаев, когда нужно включить освещение или любую другую нагрузку, находясь за десятки и сотни километров от управляемого объекта (например, удаленное включение освещение в загородном доме позволит создать эффект присутствия хозяев,

в зимнее время можно включить подогрев теплых полов заранее, чтобы к приезду в доме было тепло, летом включить кондиционер и т. п.), существует система, управляемая дистанционно по линиям сотовой связи или через Интернет. Такие устройства сейчас довольно широко представлены на рынке. Для их использования достаточно подключить к выходным каналам требуемые нагрузки и вставить активированную SIM-карту.

8.6. Монтаж и наладка схем автоматического управления

Доступ к управлению происходит следующим образом – производится звонок на номер установленной SIM-карты, после запрограммированного числа посылок вызовов устройство подключается к линии и необходимо ввести с клавиатуры телефона установленный пароль. Если пароль неправильный, устройство отключается от линии, если правильный – можно управлять (включить или отключить) любой из четырех нагрузок.

Реле с датчиками освещенности (фотореле) часто используют для управления уличным освещением – при наступлении темноты они включают светильники наружного освещения. Порог срабатывания таких реле можно регулировать в зависимости от уровня освещенности. Оно содержит один управляющий контакт, который позволяет управлять светильником непосредственно с реле, или, при больших нагрузках, через дополнительное силовое реле (контактор).

Реле, которые управляют нагрузкой по заданному временному алгоритму, называются программируемыми таймерами. В них прописывается нужное время включения и отключения нагрузки. Иногда таймеры интегрируют вместе с фотореле.

Например, нужно включить наружное освещение после наступления темноты, а с часа ночи его отключить, в четыре утра снова включить и отключить утром, когда становится светло. Для этого фотореле и таймер собирают в последовательную цепь. При наступлении темноты фотореле включит светильник, но в час ночи таймер разорвет цепь и светильник погаснет. Затем в четыре утра таймер снова соберет цепь – светильник включится. И наконец, когда станет светло, светильник выключит уже фотореле.

В зависимости от модификации таймера в нем можно запрограммировать события от суток до одного года. Разновидностью таких таймеров являются астрономические реле. Как правило, эти реле тоже используют для управления наружным освещением – в качестве входной величины в него вводятся географические координаты местности, а устройство уже на основании этих сведений само рассчитывает, когда нужно включить или отключить освещение.

Управление освещением с помощью инфракрасных датчиков движения. Похожие датчики применяются в охранных системах для фиксации наличия человека в охраняемой зоне. Там датчики предназначены для того, чтобы при их срабатывании охранная система отправила тревожный сигнал на пульт вневедомственной охраны. В нашем случае срабатывание датчика должно включить освещение на определенное время. Если по прошествии этого времени активности (движения) в контролируемой зоне не наблюдается, освещение выключается. В противном случае, освещение остается включенным на еще такой же временной интервал.

Использование светильников, управляемых датчиками движения очень удобно в местах общего пользования – на лестничных клетках и коридорах многоквартирных домов.

8.7. Оборудование, инструменты и приспособления для монтажа схем управления осветительной установкой

Рассмотрим самые распространенные инструменты, приспособления и материалы, необходимые для выполнения электромонтажных работ.

Отвертки или наборы отверток (рис. 8.9). Без данного инструмента никак не обойтись при установке розеток и выключателей, винтовых клемм и электрических аппаратов в распределительном щитке. Для работы понадобятся отвертки разного размера и типа – крестовые (PH, PZ), шлицевые (плоские), шестигранные. Для монтажа и обслуживания некоторого оборудования потребуются отвертки со специализированными наконечниками.

При выполнении электромонтажных работ не лишним будет такой инструмент, как ударная отвертка. Это специальная отвертка, предназначенная для откручивания «прикипевших» винтов, шурупов, саморезов, которые не удается открутить обычной отверткой.



Рис. 8.9. Набор отверток

Индикаторы, указатели напряжения, электробезопасные средства. При выполнении электромонтажных работ наиболее важным вопросом является вопрос электробезопасности, поэтому в перечне инструмента каждого электрика должна быть индикаторная отвертка и указатель напряжения. Индикаторная отвертка поможет определить наличие или отсутствие фазы, но отсутствие напряжения в электропроводке нужно определять именно указателем напряжения.

Существуют универсальные указатели напряжения, индицирующие величину измеряемого напряжения, которые могут использоваться в качестве тестера для проверки целостности цепей, а также в качестве индикатора наличия фазы. В качестве альтернативы указателю напряжения в электропроводках до 1000 В может использоваться мультиметр (рис. 8.10).

Мультиметр и другие измерительные приборы. Мультиметр представляет собой многофункциональный прибор, предназначенный для измерения основных электрических величин. Это незаменимый прибор для электрика, он позволяет измерять напряжение в широком диапазоне как постоянного, так и переменного тока, сопротивление, силу тока.

Наличие режима прозвонки позволяет определять целостность предохранителей и электропроводок, а также позволяет быстро разобраться в сложных цепях распределительных щитков.



Рис. 8.10. Мультиметры типа УТВ–133

Пассатижи, бокорезы, специализированный инструмент (рис. 8.11). Плоскогубцы – незаменимый инструмент при выполнении электромонтажных работ. Они применяются при заделке кабеля, для скручивания жил проводов, изгиба жил, скручивания болтовых соединений и других работ. Бокорезы (кусачки) предназначены для перекусывания жил кабелей и проводов в процессе прокладки электрических цепей.

Существует комбинированный ручной инструмент, заменяющий два вышеприведенных – пассатижи.

При выполнении электромонтажных работ могут также использоваться плоскогубцы специальной формы – так называемые длинногубцы, тонкогубцы, утконосы, круглогубцы.



Рис. 8.11. Пассатижи, бокорезы, специализированный инструмент

Для частых и регулярных работ для удобства снятия изоляции используется специальный инструмент – стриппер. Для одноразовых

и нерегулярных работ приобретать данный инструмент нецелесообразно: снятие изоляции можно выполнить при помощи бокорезов или ножа.

Если в качестве способа соединения проводников выбрана опрессовка, то в данном случае необходимо иметь такой инструмент, как обжимные клещи (пресс-клещи).

8.8. Методика определения технического состояния схем управления освещением

Электропроводка при правильной эксплуатации надежно работает десятки лет. Повреждения электропроводки вызываются, как правило, механическими воздействиями, токовой перегрузкой при неисправной защите или включением неисправных электроприборов. Виды повреждений электропроводки сводятся к двум: замыканию или обрыву, но конкретных причин и последствий повреждений множество.

Основные причины замыканий электропроводки: повреждения изоляции токонесущих жил и элементов приборов, их ненадежное крепление и соединение между собой или с заземленными трубами отопления, газо- и водоснабжения, с корпусами незаземленных приборов.

Обрывы в цепи электропроводки происходят из-за надломов жил (особенно алюминиевых) в результате их частых изгибов, из-за коррозии жил, ослабления контактных зажимов.

Порядок поиска неисправности электропроводки. Если в одной комнате нет напряжения, то проверяют распределительную коробку, от которой проводка идет в эту комнату. Если в комнате нет напряжения, значит, повреждение находится перед ней, если же напряжение есть, то – после нее. И так до тех пор, пока повреждение не будет найдено. Наиболее частая неисправность скрытой проводки – излом жилы провода.

Если отсутствует фаза или ноль («земля»), в поисках дефекта не обязательно долбить стенку, снимать покрытие, соединять жилу в месте излома или укладывать в возникшую борозду другой провод, замазывать борозду и заштукатуривать поверхности стен при отделочных работах. Все это слишком трудоемко, если одновременно не проводят ремонт квартиры или дома. Новый провод в период между ремонтами комнаты лучше проложить по поверхности стены, потолка, карниза или под ними.

При устранении излома жилы наращиванием электропроводки соблюдают следующую последовательность операций.

Выключатель, розетка и патрон смонтированы по вертикали стены и соединены между собой так, что ток поступает от розетки к патрону. Лампа при нажатии клавиши выключателя не зажигается.

В поисках причины отсутствия накала лампы применяют метод исключения:

1. Клавишу выключателя оставляют включенной (рис. 8.12, *а*).
2. Лампу выкручивают, замеряют ее сопротивление и, если оно менее 100 Ом, ее вкручивают обратно. Если это условие не выполняется, то вкручивают другую, предпочтительно новую (рис. 8.12, *б*).
3. С помощью мультиметра производят изменение сопротивления цепи с помощью проводников *1*. Если сопротивление цепи более 100 Ом, то клавишу выключателя устанавливают в положение «Выключено» и выкручивают лампу и юбку патрона. Затем пластинчатые контакты отгибают в сторону, противоположную вкладки. Сборку ведут в обратном порядке.
4. Если снова сопротивление значительно более 100 Ом, приступают к следующему этапу.

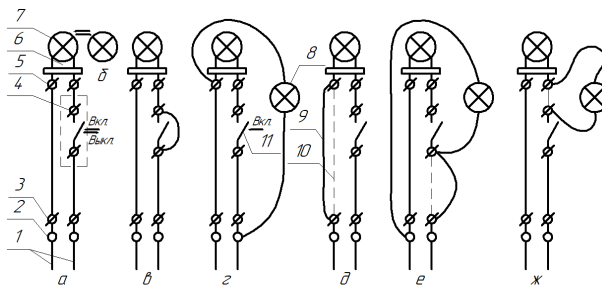


Рис. 8.12. Устранение излома жилы провода при скрытой проводке:
а – нажатие на клавишу выключателя и перемещение ее в положения «Включено» и «Выключено»;

- б* – замена электролампы; *в* – замыкание контактов выключателя и его замена;
г – проверка контрольной лампой возможности излома жилы провода;
д – подключение провода между розеткой и патроном;
е – подключение проводника между розеткой и выключателем;
ж – подключение проводника между патроном и выключателем;
1 – проводник мультиметра; *2* – гнездо розетки; *3* – контакт розетки;
4 – контакт выключателя; *5* – контакт патрона; *6* – патрон; *7* – электролампа;
8 – контрольная лампа; *9* – новый провод; *10* – дефектный провод;
11 – клавиша выключателя

Если накала спирали лампы при замыкании контактов выключателя не происходит, то приступают к очередному этапу ремонта. Выворачивают два шурупа из подрозетника или, если он отсутствует, из других креплений. Патрон повисает на проводах, выходящих сквозь отверстие в подрозетнике.

Провода проверяют в месте выхода из стены. Иногда отверстие в стене расширяют для качественного испытания проводки. Снимают провода с контактов патрона и колеблют из стороны в сторону, перегибая приблизительно на 90° (упругая пластмассовая оболочка-изоляция скрывает излом жилы).

Вызывающее подозрение место провода контролируют двояко. Так как провода к патрону подведены от розетки, используют контрольную лампу или мультиметр (рис. 8.12, з).

Вставляют один щуп «контрольки» в любое гнездо розетки, другой прикладывают к концу той или иной жилы. Выключатель оставляют во включенном состоянии. Если контрольная лампа не загорается, то щуп переставляют к концу другой жилы. Укладка проводов скрыта и поэтому сразу сложно угадать, к какому проводу следует прижать щуп. Щуп с одного гнезда розетки переставляют в другое гнездо. Контрольная лампа будет гореть только тогда, когда ее щупы касаются разноименных полюсов (с фазой и «землей»), то есть разных цельных жил проводки. Если контрольная лампа не загорелась, значит, есть излом жилы.

Часто бывает, что место излома у провода в борозде, где к нему никто не прикасается. Возможно, частичный излом жилы был еще при ее укладке, а электронагрузка на провод усугубила дефект, либо жила была случайно перебита гвоздем или разорвана сверлом электродрели. Нет ничего опасного, если человек при этом стоит на токопроводящем материале и без резиновых перчаток. Меньшую угрозу представляют щупы контрольной лампы, которыми следует касаться лишь нужных мест, не замыкая ненужные. Гарантией служат металлические жилы, штыри или штифты, выступающие из-под изоляции щупа всего на 1,0–1,5 мм.

Есть другой способ проверки провода. В месте выхода из стены острым ножом в подозреваемом месте у провода в продольном направлении срезают изоляцию на 7–12 см, чтобы увидеть жилу. Такой надрез настолько ослабит ее упругость, что излом жилы вызовет провисание изоляции при колебаниях. Если надрез не обнаружил излома, то его аккуратно обертывают изоляционной лентой.

Возможен вариант, когда контрольная лампа не вспыхивает после проверки хотя бы одного провода. Поступление электротока прекращают, отключив подачу электричества на квартирном щитке. Отключение электротока проверяют включением люстры, бра или индикатором.

Жила дефектного провода от патрона уже отсоединена, ее второй конец находится, например, у розетки. Отворачивая винт контакта розетки, ослабляют прижим жилы и вынимают ее. Этот конец жилы используют и отводят в сторону. Новый проход, который заменит дефектный в борозде, подбирают несколько длиннее, чем скрытый. При этом предпочтительнее использовать многожильный провод, который никогда не будет переломан.

Концы жилы или жил в многожильном проводе освобождают от изоляции на длине 10–15 мм, загибают в петли или оставляют прямыми и зажимают в контактах. Если из патрона выкручена лампа, то ее возвращают на место. Включают автоматические выключатели на квартирном щитке. Лампа должна загореться при нужном положении выключателя. Подачу тока снова временно прекращают. Патрон прикрепляют шурупами к подрозетнику или к дюбелям. Крышки розетки и выключателя возвращают на прежние места так, чтобы они прижали растянутый по стене новый провод (рис. 8.12, д).

Лампа в патроне не вспыхнула после замены одного провода между розеткой и патроном. Дефект может быть в проводе между выключателем и розеткой или выключателем и патроном или оба провода с изломами жил. Еще раз выясняют неисправность контрольной лампы. Снимают крышку выключателя и розетки. Один щуп контрольной лампы вставляют в гнездо розетки, другой прикладывают к контакту выключателя.

Если контрольная лампа не реагирует, то второй щуп оставляют в том же положении, а первый вставляют в другое гнездо розетки. Лампа вновь не вспыхивает. Теперь вторым щупом касаются второго контакта выключателя. Если лампа по-прежнему не загорается, то первый щуп перемещают в другое гнездо розетки (рис. 8.12, е).

Отсутствие света в контрольной лампе свидетельствует об изломе жилы между выключателем и розеткой. Новый провод выбирают и подготавливают так же, как и на предыдущем этапе. Вопрос лишь в том, между каким контактом выключателя и гнезда розетки его протянуть.

Если был заменен провод между одним из гнезд розетки и контактом патрона, то этот провод подсоединяют к другому гнезду розетки и к любому контакту выключателя. Но провод между гнездом розетки и контактом патрона мог быть целым. Тогда с помощью контрольной лампы определяют места его подсоединения в патроне и розетке.

Провод между выключателем и патроном – последнее место возможного излома жилы (рис. 8.12, *ж*). Проверка щупами контрольной лампы здесь не нужна. Один щуп прикладывают к тому контакту патрона, который не зажимает жилу провода, направленного непосредственно к розетке. Вторым щупом касаются оставшегося контакта выключателя, так как один контакт уже занят жилой провода от гнезда розетки. Клавиша выключателя при этом должна быть в таком положении, чтобы промежуточные детали выключателя замкнули его контакты.

Присутствие слабого света в последовательно соединенных лампах при включенных автоматических выключателях подтвердит излом жилы. Вновь обесточивают электропроводку. Концы жилы дефектного скрытого провода извлекают из-под контактов патрона и выключателя, а затем изолируют.

Новый провод подбирают и подготавливают, как и ранее. Концы жилы этого провода зажимают в свободных контактах выключателя и патрона. Включают автоматические выключатели. Лампа в патроне должна загореться. Ток снова выключают. Патрон крепят к подрозетнику так, чтобы из-под основания выступал лишь новый провод. Оставшиеся концы от натягивания этого провода вдоль стены прячут под крышку выключателя или под основание патрона. Подают ток в электросеть квартиры.

8.9. Организация и планирование технического обслуживания схем управления

Техническое обслуживание включает в себя регулярные осмотры электрического и электромеханического оборудования и технические мероприятия в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, проводимые по специальным графику и программе. В состав ТО также входят ремонты оборудования, различающиеся по своему объему.

Обслуживание электрооборудования грузоподъемных механизмов производится как единое целое с соблюдением предлагаемых норм по периодичности проведения ТО, ТР и КР. Периодичность проведения данных операций зависит от входящего в состав электрооборудования грузоподъемного механизма и условий помещения или окружающей среды, в которой происходит эксплуатация.

Технические обслуживания, текущие и капитальные ремонты схем управления электроосвещением совмещают с соответствующими работами при эксплуатации электропроводок, которые рассмотрены в лабораторной работе № 6.

Порядок выполнения лабораторной работы

Подготовка к работе

При проведении измерений сопротивления и целостности проводников в данной лабораторной работе используется мультиметр. Перед использованием прибора изучите руководство по эксплуатации, прилагаемое к прибору.

Упражнение 1. Собрать схему управления светильником из двух мест.

1.1. Используя теоретический материал пункта 8.1, составьте принципиальную электрическую схему управления светильником.

1.2. У преподавателя получите задание на монтаж схемы.

1.3. Составьте список необходимых материалов, инструментов и оборудования в соответствии с рекомендациями пункта 8.1.

1.4. Проверьте исправность и комплектность полученного оборудования.

1.5. На основании полученного задания составьте план будущей электропроводки, необходимой для сборки схемы.

1.6. Выполните монтаж электропроводки в соответствии с составленным планом.

1.7. Соберите схему управления и проверьте ее работоспособность.

1.8. По заданию преподавателя произведите демонтаж стенда и в исходном состоянии сдайте преподавателю использованные материалы (кроме расходных), инструменты и оборудование.

Упражнение 2. Собрать схему управления светильником из трех мест.

2.1. Используя теоретический материал пункта 8.1, составить принципиальную электрическую схему управления светильником.

2.2. У преподавателя получите задание на монтаж схемы.

2.3. Составьте список необходимых материалов, инструментов и оборудования в соответствии с рекомендациями пункта 8.1.

2.4. Проверьте исправность и комплектность полученного оборудования.

2.5. На основании полученного задания составьте план будущей электропроводки, необходимой для сборки схемы.

2.6. Выполните монтаж электропроводки в соответствии с составленным планом.

2.7. Соберите схему управления и проверьте ее работоспособность.

2.8. По заданию преподавателя произведите демонтаж стенда и в исходном состоянии сдайте преподавателю использованные материалы (кроме расходных), инструменты и оборудование.

Контрольные вопросы

1. На какие виды делится управление электроосвещением?
2. На какой высоте устанавливаются выключатели?
3. Каково назначение схемы проходных выключателей?
4. Что подключается к светильнику на прямую, а что подключается через выключатели?
5. В чем отличие проходного выключателя от обычного?
6. В чем отличие перекрестного выключателя от проходного?
7. Для чего предназначено бистабильного реле в схемах управления электроосвещением?
8. Каким образом производится удаленное включение и отключение электроосвещения?
9. Каким образом осуществляется автоматическое включение и отключение электроосвещения?
10. Каким образом осуществляется групповое управление электроосвещением?

Лабораторная работа № 9

Монтаж и техническое обслуживание оборудования возобновляемой энергетики

Цель работы: знакомство с классификацией и устройством и особенностями монтажа электрооборудования возобновляемой энергетики; изучение технологии монтажа солнечных фотопреобразователей; изучение методик определения технического состояния электрооборудования возобновляемой энергетики.

Задачи работы: научиться собирать энергоустановку на основе фотоэлектрического преобразователя; определить зависимости напряжения холостого хода и тока короткого замыкания солнечных элементов от угла наклона элемента и интенсивности источника света; научиться составлять карту технического обслуживания оборудования возобновляемой энергетики на примере солнечной фотоэлектрической станции и проводить работы по техническому обслуживанию согласно карте.

9.1. Технология монтажа и технического обслуживания ветроэнергетических установок малой и средней мощности

Ветер представляет собой движение воздушных масс земной атмосферы, вызванное перепадом температуры в атмосфере из-за неравномерного нагрева ее Солнцем. Таким образом, используемая энергия ветра является преобразованной в механическую энергию Солнца. Устройства, преобразующие энергию ветра в полезную механическую, электрическую или тепловую виды энергии, называются ветроэнергетическими установками (ВЭУ) или ветроустановками.

Принцип работы ВЭУ:

- напор ветра приводит во вращение колесо с лопастями;
- крутящий момент посредством редуктора передается к валу генератора ВЭУ;
- вал с ротором ветрогенератора, вращаясь в его статоре, вырабатывает постоянный электрический ток;
- аккумуляторные батареи накапливают неиспользуемую на текущий момент электроэнергию;
- инвертор преобразует постоянный электрический ток в переменный с напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

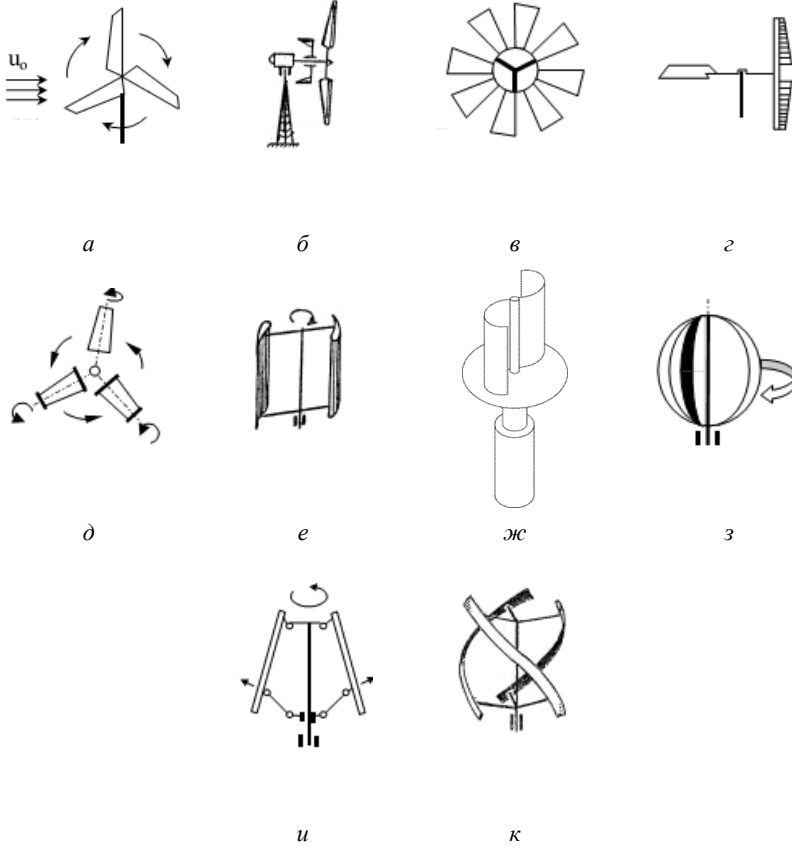


Рис. 9.1. Типы ветряных колес:

a – репеллерное; *б* – репеллерное с вихреобразователем;
в – многолопастное; *г* – парусное; *д* – цилиндры Магнуса; *е* – ортогональное;
ж – Савониус; *з* – Дарье; *и* – Мак-Гроув; *к* – геликоидное

Основные проблемы – обеспечение надежности и эффективности при минимальных (1–2 м/с) и ураганных (25 м/с и выше) скоростях ветра, а также шумовые нагрузки на окружающую среду (реализация на автономных условиях осуществлена в Германии, Дании, Швеции, США, КНР, Нидерландах, Испании и др.).

Порядок действий при монтаже установки ВЭУ:

– закладка фундамента под основу мачты с растяжками;

- установка первой секции мачты;
- крепление первой секции мачты к основе с помощью «пальца»;
- подготовка мачты к сборке и протягивание кабелей внутри мачты;
- сборка всех секций мачты;
- соединение генератора с мачтой;
- соединение силовых и сигнальных кабелей, закрепление их внутри турбины;
- крепление генератора к мачте;
- монтаж лопастей и обтекателя;
- установка на турбине датчика направления ветра и подключение к кабелю;
- монтаж второго обтекателя;
- крепление растяжек к мачте и подъем ветрогенератора;
- регулировка растяжек, контроль четкого вертикального положения мачты;
- установка анемоскопа;
- подключение электрической части системы, контроллера ВЭУ, контроллера заряда АКБ, инверторов.

Техническое обслуживание ВЭУ

1. Необходимо проверить надежность креплений и соединений установки через две недели после монтажа ветрогенератора либо (лучше) после его работы в течение суток при скорости ветра 6 м/с и более. Если соединения не плотно зажаты, подтяните их.

2. В зависимости от выбранных аккумуляторных батарей обслуживайте их так, как указано в их инструкции.

3. Все подшипники закрытого типа необслуживаемые, однако периодически необходимо проверять их на наличие люфта.

4. Аккумуляторы необходимо обслуживать в зависимости от выбранного вами типа: 1) герметизированные и необслуживаемые; 2) железо-никелевые, которые требуют обслуживания не реже чем раз в год.

5. Допускается использовать инвертор меньшей мощности, чем мощность ветрогенератора. Мощность инвертора не имеет никакого отношения к мощности ветрогенератора и должна быть не менее пиковой нагрузки потребления и определяется путем суммирования мощностей всех ваших электроприборов.

6. За торможение ветряка отвечает контроллер (автоматика) путем большей его загрузки. Оно начинает происходить тогда, когда АКБ заряжена. При скорости ветра более 16–17 м/с ветряк перестает набирать обороты. Это связано с особенностью конструкции и невозможностью большего заполнения ветроколеса ветровым потоком.

7. Для остановки ветряка достаточно отсоединить входящий кабель из ветрогенератора в контроллер и закоротить все три фазы. В генераторе повышается сопротивление и срабатывает блокировка. Ветряк тормозит, пока кабель закорочен. Эта процедура предусмотрена конструкцией и не наносит ущерба ветрогенератору или другому оборудованию. Однако данную процедуру можно проводить только при малом ветре или его полном отсутствии.

9.2. Особенности монтажа солнечных фотопреобразователей

Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание системы на основе солнечных батарей имеет ряд типичных особенностей, однако у каждого производителя и устройства могут быть свои особенности, с которыми необходимо ознакомиться перед началом монтажа или обслуживания оборудования.

К общим требованиям монтажа относятся:

1) правильный выбор угла наклона относительно горизонта и ориентации для получения максимальной эффективности фотопреобразования солнечных батарей;

2) использование герметичных разъемов и кабеля, устойчивого к атмосферным воздействиям;

3) наличие вентиляционных зазоров вокруг панелей;

4) соблюдение полярности и порядка подключения, использование панелей с согласованными характеристиками по току и напряжению при их совместном использовании;

5) согласованность характеристик системы панелей, контроллера, аккумулятора и инвертора.

Простейшая энергоустановка на основе солнечной панели представлена на рис. 9.2.

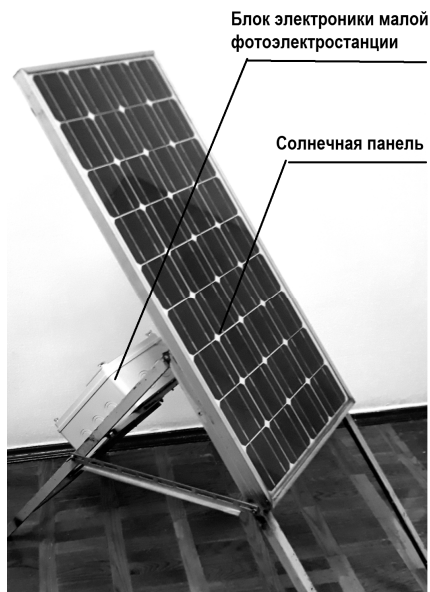


Рис. 9.2. Внешний вид малой солнечной энергоустановки

Блок электроники, используемый в лабораторной работе, представлен на рис. 9.3.

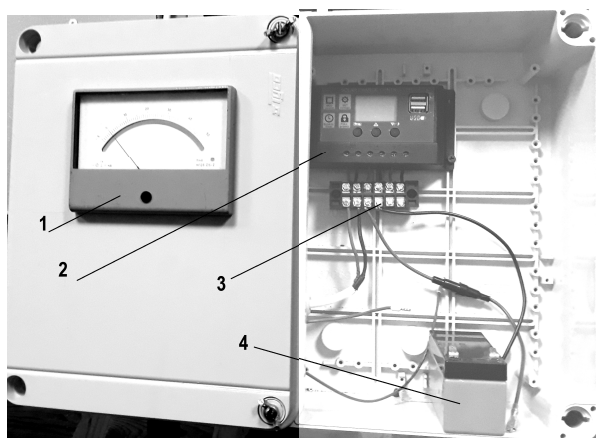


Рис. 9.3. Внешний вид блока электроники малой солнечной энергоустановки:
1 – вольтметр, 2 – контроллер, 3 – клеммный терминал, 4 – аккумулятор

Схема изображена на рис. 9.4.

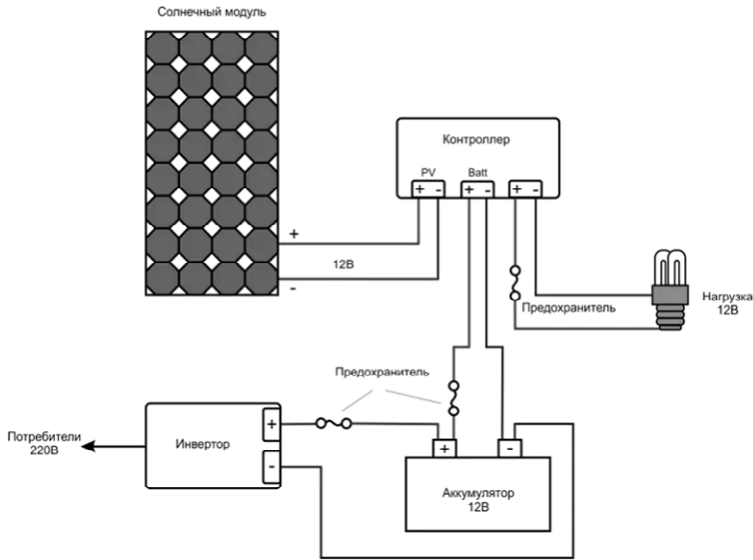


Рис. 9.4. Схема сборки солнечной энергоустановки

Для сборки небольшой солнечной электростанции, необходимы следующие элементы:

1. Солнечная батарея.
2. Контроллер заряда.
3. Аккумулятор (желательно герметичный, для установки в помещении).
4. Инвертор для преобразования электрического напряжения 12 В в 230 В.
5. Предохранители для защиты от короткого замыкания (желательно).
6. Комплект герметичных коннекторов, например MC4, для подключения солнечной батареи к контроллеру.

9.3. Установка солнечных батарей

Угол наклона относительно горизонта и ориентация. Для получения максимальной выработки электроэнергии рекомендуется

рассчитать оптимальную ориентацию и угол наклона до установки солнечных батарей. Экспериментальное исследование этих параметров необходимо провести в данной лабораторной работе

Крепление солнечных батарей

В целях выполнения надежного крепления, солнечные батареи должны быть закреплены, по крайней мере, в четырех точках. Алюминиевая рама крепления рассчитана на крепление по длинной стороне, не следует использовать для крепления короткую сторону.

Подключение солнечных батарей

При подключении необходимо рассчитать сечение провода, помня, что ток в низковольтном контуре батарей до 20 раз выше, чем ток потребителей за инвертором. Сечение провода составляет минимум 4 мм^2 . Для герметичного подключения на концах проводов предусмотрены разъемы стандарта MC4 (рис. 9.5).



Рис. 9.5. Разъемы стандарта MC4

Порядок сборки энергетической установки на базе солнечных батарей

1. Подключите аккумулятор к контроллеру в соответствующие разъемы, соблюдая полярность. Для подключения используйте провода с сечением соответствующим мощности контроллера.
2. Подключите солнечную батарею к контроллеру в соответствующие разъемы, также соблюдая полярность. Для безопасного подключения используйте коннекторы MC4.
3. К соответствующим разъемам контроллера подключите нагрузку 12 В.

4. Если есть необходимость преобразовывать электрическое напряжение 12 В в 230 В, подключите к аккумулятору инвертор, соблюдая полярность. **Не подключайте инвертор напрямую к контроллеру!**

5. К выходу инвертора подключите электрические приборы 230 В. Соблюдайте последовательность подключения элементов солнечной электростанции, чтобы избежать поломки контроллера. Заземлите солнечную батарею и установите предохранители на соединения между контроллером и аккумулятором, а также между аккумулятором и инвертором во избежание короткого замыкания.

Техническое обслуживание солнечной энергетической установки (СЭУ).

Обычно солнечные батареи самостоятельно очищаются во время дождя и при скатывании снега. При углах наклона 70° – 90° , как правило, панели не нуждаются в дополнительной очистке. Накапливание пыли может уменьшить выработку электроэнергии солнечной электростанции до 7 %–10 %. В случае значительного загрязнения панели следуют промыть обычной водой без применения моющих средств. Лучше всего панели очищаются при помощи шланга с водой и мягкой губки. Во избежание микроцарапин, которые могут снизить выработку электроэнергии солнечными батареями, никогда не вытирайте пыльную поверхность панелей сухими предметами.

Регулярно, не реже 1 раза в год, осматривайте систему и проверяйте состояние:

– **крепёжных элементов системы солнечных панелей.** Ослабление креплений солнечных панелей, их отсутствие или коррозия могут привести к выходу из строя системы;

– **каждого фотоэлектрического модуля.** При начальной установке обязательно необходимо проверять каждый модуль на работоспособность. Ненадлежащее качество даже одного модуля приведет к большим потерям в выработке электроэнергии всей солнечной электростанцией;

– **инвертора и контроллера.** Инверторы как основной силовой элемент системы, преобразующий постоянный ток от солнечных панелей в переменный, имеют свойство накапливать пыль и перегреваться. Своевременная очистка инверторов от пыли

и особенно вентиляторов охлаждения способна существенно продлить жизнь солнечной электростанции и не снижать ее КПД.

– **заземления.** Заземление является важным элементом безопасности любой электрической системы. Проверка состояния контактов и изоляции проводников обязательно и регулярно нужно проводить не реже 1 раза в год;

– **электропроводки.** Состояние проводов, надежность контактов в местах соединений, механические повреждения электроизоляционных трубок, переходное сопротивление контактов, в которых проложены электрические провода, существенно влияют на потери при генерации.

– **АКБ.** При начальной установке обязательно необходимо проверять каждый АКБ на работоспособность и остаточную емкость. Старение АКБ при их параллельном подключении значительно снизит время автономной работы и ускорит старение параллельного АКБ. При последовательном подключении, выход из строя одного АКБ сделает всю систему неработоспособной и может вызвать повреждение инвертора и контроллера.

Основные неисправности солнечных фотопреобразователей представлены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Основные неисправности солнечных фотопреобразователей

Состояние	Вероятная причина	Решение
Значок зарядки не горит, нет значка солнечной панели	Солнечная панель не подсоединена	Восстановите соединение
Значок нагрузки выключен	Неверная настройка режима	Измените настройки
	Низкий заряд батареи	Подзарядите батарею
Значок загрузки медленно мигает	Превышение нагрузки	Уменьшите мощность нагрузки
	Короткое замыкание в нагрузке	Устраните короткое замыкание, и через 1 минуту система восстановится
Питание выключено	Батарея имеет слишком низкий заряд	Проверьте аккумулятор/соединения

Порядок выполнения лабораторной работы

Подготовка к работе

При проведении данной лабораторной работы вам понадобится контроллер солнечной батареи KW-1220. Перед использованием прибора изучите руководство по эксплуатации. Проверьте комплектность оборудования лабораторной работы.

Упражнение 1. Исследование напряжения холостого хода и тока короткого замыкания солнечной батареи.

1. Удостовериться, что нагрузка (магазин сопротивлений) отключена от солнечной батареи, а к ее входам подключен вольтметр.

2. Установить солнечную батарею вертикально.

3. Провести люксметром измерение освещенности поверхности солнечной батареи. Поскольку величина измеряемой освещенности неизвестна, для измерения освещенности люксметром используйте вначале насадки Р с наибольшим коэффициентом ослабления.

4. Люксметром измерить освещенность E в центре ($E_{ц}$) и в четырех крайних точках поверхности (E_1, E_2, E_3, E_4).

5. По показаниям вольтметра определить вырабатываемую солнечным элементом ЭДС, после чего через амперметр соедините выводы солнечной батареи и измерьте ток короткого замыкания.

6. Прodelать аналогичные измерения при косом падении излучения на поверхность модуля, наклоняя солнечную батарею на 15° , 25° , 35° , 45° , 55° .

7. Вычислить ЭДС, вырабатываемую одним солнечным элементом ЭДС-1, разделив ЭДС на число элементов в солнечной батарее.

8. Все результаты занести в табл. 9.2.

9. Построить график зависимости ЭДС и тока короткого замыкания солнечной батареи от угла установки батареи и от освещенности.

Таблица 9.2

Зависимость напряжения холостого хода от угла наклона солнечной панели

Угол установки панели	E_1 , лк	E_2 , лк	E_3 , лк	E_4 , лк	$E_{ц}$, лк	$E_{с}$, лк	ЭДС, В	ЭДС-1, В	$I_{кз}$, А
15°									
25°									

Угол установки панели	E_1 , лк	E_2 , лк	E_3 , лк	E_4 , лк	$E_{ц}$, лк	$E_{с}$, лк	ЭДС, В	ЭДС-1, В	И _{кз} , А
35°									
45°									
55°									

Упражнение 2. Исследование вольт-амперной характеристики солнечной батареи.

1. Удостовериться, что нагрузка (магазин сопротивлений) подключена напрямую к солнечной батарее.

2. Установить солнечную батарею так, чтобы лучи от солнца падали на поверхность солнечной батареи перпендикулярно, применив данные по углу солнца над горизонтом.

3. Провести люксметром измерение освещенности поверхности солнечной батареи. Поскольку величина измеряемой освещенности неизвестна, для измерения освещенности люксметром используйте вначале насадки Р с наибольшим коэффициентом ослабления.

4. Люксметром измерить освещенность в центре ($E_{ц}$) и в четырех крайних точках поверхности (E_1, E_2, E_3, E_4).

5. По показаниям вольтметра определить вырабатываемую солнечным элементом ЭДС.

6. С помощью магазина сопротивлений изменить сопротивление нагрузки в цепи и выполнить измерение U и I . Провести измерения 7–9 раз в пределах от минимального до максимального значения сопротивления нагрузки.

7. Для каждого измерения вычислить электрическую мощность в цепи $W = UI$.

8. Все данные занести в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Зависимость вырабатываемой мощности от угла наклона

Угол установки панели	E_1 , лк	E_2 , лк	E_3 , лк	E_4 , лк	$E_{ц}$, лк	$E_{с}$, лк	R , Ом	U , В	I , А	W , Вт

Угол установки панели	E_1 , лк	E_2 , лк	E_3 , лк	E_4 , лк	$E_{ц}$, лк	E_c , лк	R , Ом	U , В	I , А	W , Вт

9. Построить вольт-амперную характеристику (график зависимости I от U) солнечной батареи.

10. Отметить наибольшее значение мощности, вырабатываемой солнечной батареей.

Упражнение 3. Сборка схемы энергетической установки на базе фотоэлектрического преобразователя.

1. Подключите аккумулятор к контроллеру через соответствующие контакты клеммной колодки соблюдая полярность.

2. Подключите инвертор к выводам аккумулятора через соответствующие контакты клеммной колодки соблюдая полярность.

3. Подключите солнечную батарею к контроллеру через соответствующие контакты клеммной колодки соблюдая полярность.

4. К соответствующим разъемам контроллера подключите нагрузку 12 В.

5. К соответствующим разъемам инвертора подключите электрические приборы 230 В.

6. Установить солнечную батарею так, чтобы лучи от солнца падали на поверхность солнечной батареи перпендикулярно, используйте данные по углу солнца над горизонтом.

7. Проверьте на индикаторе контроллера, началась ли зарядка контроллера, и запишите напряжение, которое контроллер отдает на клеммы АКБ.

8. Проверьте работу контроллера в режиме зарядки устройств напряжением 5 В от разъема типа USB.

9. Проверьте работу лампы 12 В.

10. Проверьте возможность подключения нагрузки 230 В с использованием собранной фотоэлектрической установки.

Упражнение 4. Провести техническое обслуживание энергетической установки на базе фотоэлектрического преобразователя.

1. Составить технологическую карту выполнения ТО в соответствии с порядком проведения ТО СЭУ в виде табл. 9.4.

Таблица 9.4

Карта технического обслуживания

Проводимая операция	Необходимые инструменты и материалы	Описание проводимой операции	Вывод

2. Провести ТО фотоэлектрической электроустановки в соответствии с составленной картой. Проводимые измерения регистрировать по образцу.

3. Сделать общий вывод о работоспособности оборудования с указанием достоинств или недостатков его работы. Для недостатков необходимо предложить пути снижения их влияния.

Контрольные вопросы и задания

1. Какой зависимостью выражается характеристика холостого хода солнечного модуля?
2. Какой зависимостью выражается характеристика короткого замыкания солнечного модуля?
3. Как изменяется напряжение холостого хода от угла поворота относительно источника облучения?
4. Перечислить преимущества ветроэнергетических установок.
5. Какие типы ветроколеса существуют?
6. Как классифицируются ветроустановки?
7. Перечислите основные параметры ветроколеса.
8. По какому выражению определяется коэффициент мощности ветроколеса?
9. От каких параметров зависит мощность ВЭУ?
10. Какими параметрами характеризуется ветроколесо?

Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Короткевич, М. А. Монтаж электрических сетей : учебное пособие / М. А. Короткевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 512 с.
2. Селюк, Ю. Н. Учебная электрослесарная практика : учебно-методическое пособие / Ю. Н. Селюк, И. В. Довнар. – Минск : БГАТУ, 2012. – 228 с.
3. Акимова, Н. А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования : учебник / Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец, Н. И. Сентюрихин; под общ. ред. Н. Ф. Котеленца. – М. : Академия, 2016. – 296 с.
4. Грунтович, Н. В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования : учебное пособие / Н. В. Грунтович. – Минск : Новое знание, 2013 ; М. : ИНФРА–М, 2013. – 271 с.

Дополнительная

5. Павлович, С. Н. Электромонтаж осветительного и силового оборудования : учебное пособие / С. Н. Павлович. – Минск : РИПО, 2013. – 422 с.
6. Сибикин, Ю. Д. Технология электромонтажных работ : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – М. : Форум : ИНФРА–М, 2014. – 352 с.
7. Сибикин, Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования промышленных предприятий : учебник : в 2 кн. / Ю. Д. Сибикин. – М. : Академия, 2014. – Кн. 2. – 256 с.
8. Нестеренко, В. М. Технология электромонтажных работ : учебное пособие / В. М. Нестеренко, А. М. Мысьянов. – 15-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2018. – 592 с.
10. Бредихин, А. Н. Слесарь-электромонтажник : справочник / А. Н. Бредихин. – М. : РадиоСофт, 2013. – 368 с.

Технические нормативные правовые акты



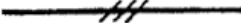



20. ТКП 181–2009 (02230). Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Введ. 01.09.09. – Минск : Минэнерго, 2014. – 534 с.





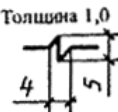
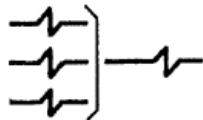
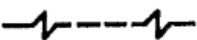
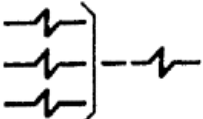
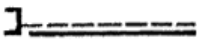
21. ТКП 339–2022. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний. – Введ. 01.12.11. – Минск : Минэнерго, 2022. – 308 с.

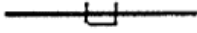


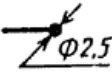



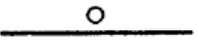
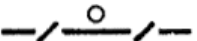
Приложение А

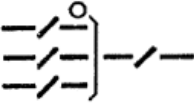
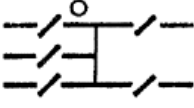
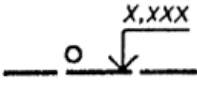
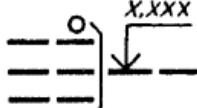
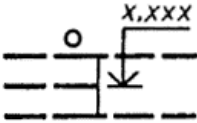
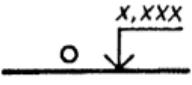
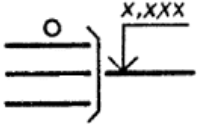
Изображения линий проводок и токопроводов

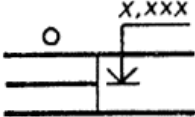
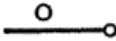
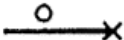
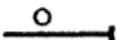









Таблица А

Наименование	Изображение	Размер, мм
1. Линия проводки. Общее изображение		Толщина 1,0
Допускается указывать над изображением линии данные проводки (род тока, напряжение, материал, способ прокладки, отметка проводки и т. п.)		
Например. Цепь постоянного тока напряжением 110 В	—110 В, в штрабе 	То же
Допускается количество проводников в линии указывать засечками		
Например. Линия, состоящая из трех проводников		
1.1. Линия цепей управления		
1.2. Линия сети аварийного эвакуационного и охранного освещения		
1.3. Линия напряжения 36 В и ниже		

Наименование	Изображение	Размер, мм
1.4. Линия заземления и зануления		
1.5. Заземлители		
1.6. Металлические конструкции, используемые в качестве магистралей заземления, зануления		
2. Прокладка проводов и кабелей		
2.1. Открытая прокладка одного проводника		
2.2. Открытая прокладка нескольких проводников		То же
2.3. Открытая прокладка одного проводника под перекрытием		
2.4. Открытая прокладка нескольких проводников под перекрытием		
2.5. Прокладка на тресе и его концевое крепление		

Наименование	Изображение	Размер, мм
2.6. Проводка в лотке		
2.7. Проводка в коробе		
2.8. Проводка под плинтусом		
2.9. Конец проводки кабеля		
3. Вертикальная проводка		
3.1. Проводка уходит на более высокую отметку или приходит с более высокой отметки		
3.2. Проводка уходит на более низкую отметку или приходит с более низкой отметки		
3.3. Проводка пересекает отметку, изображенную на плане, сверху вниз или снизу вверх и не имеет горизонтальных участков в пределах данного плана		
4. Проводка в трубах. Общее изображение		
4.1. Проводка в трубе, прокладываемой открыто		

Наименование	Изображение	Размер, мм
4.2. Проводка в трубах, прокладываемых открыто		
4.3. То же, при необходимости показа габаритов группы труб		
4.4. Проводка в трубе, прокладываемой под перекрытием, площадкой с указанием отметки заложения		
4.5. Проводка в трубах, прокладываемых под перекрытием		
4.6. То же, при необходимости показа габаритов группы труб		
4.7. Проводка в трубе, прокладываемой скрыто (в бетоне, в грунте и т. п.), с указанием отметки заложения		
4.8. Проводка в трубах, прокладываемых скрыто		



Наименование	Изображение	Размер, мм
4.9. То же, при необходимости показа габаритов группы труб		
4.10. Проводка в трубе, прокладываемой от отметки трассы вверх		
4.11. То же, вниз		
4.12. Конец проводки в трубе		
4.13. Проводка в патрубке через стену		 <p>Толщина стены</p>
4.14. То же, сквозь перекрытие		
4.15. Разделительное уплотнение в трубах для взрывоопасных помещений		
4.16. Проводка гибкая в металлорукаве, гибком вводе		 <p>R1,5</p>
5. Прокладка шин и шинопроводов. Общее изображение		Толщина 2,0
5.1. Шина, проложенная на изоляторах		 <p>Ø5</p>

Наименование	Изображение	Размер, мм
5.2. Пакет шин, проложенных на изоляторах		Толщина 1,0
5.3. Шины или шинопровод на стойках		
5.4. То же, на подвесах		То же
5.5. То же, на кронштейнах		
5.6. Тrolleyная линия		
5.7. Секционирование тrolleyной линии		
5.8. Компенсатор шинный, тrolleyный		

Приложение Б

Изображения коробок, щитков, ящика с аппаратурой,
шкафов, щитов, пультов

Таблица Б

Наименование	Изображение	Размер, мм
1. Коробка ответвительная		
2. Коробка вводная		
3. Коробка протяжная, ящик протяжной		То же
4. Коробка, ящик с зажимами		
5. Щиток магистральный рабочего освещения		
6. Щиток групповой рабочего освещения		То же
7. То же, при выполнении на графопостроителе		"
8. Щиток групповой аварийного освещения		"
9. Щиток лабораторный		"
10. Ящик с аппаратурой		
11. Шкаф, панель, пульт, щиток одностороннего обслуживания, пост местного управления		











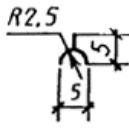


Наименование	Изображение	Размер, мм
12. Шкаф, панель двустороннего обслуживания		
13. Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей одностороннего обслуживания		
14. Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей двустороннего обслуживания		
15. Щит открытый		




Приложение В





Изображения выключателей переключателей и штепсельных розеток

Таблица В

Наименование	Изображение	Размер, мм
1. Выключатель. Общее изображение		
2. Выключатель для открытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23:		
2.1. Однополюсный		То же
2.2. Однополюсный сдвоенный		"
2.3. Однополюсный строенный		"
2.4. Двухполюсный		"
2.5. Трехполюсный		"
3. Выключатель для скрытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23:		
3.1. Однополюсный		
3.2. Однополюсный сдвоенный		
3.3. Однополюсный строенный		То же
3.4. Двухполюсный		"
4. Выключатель для открытой установки со степенью защиты от IP44 до IP55:		

Наименование	Изображение	Размер, мм
4.1. Однополюсный		"
4.2. Двухполюсный		"
4.3. Трехполюсный		"
5. Переключатель на два направления без нулевого положения со степенью защиты от IP20 до IP23:		
5.1. Однополюсный		"
5.2. Двухполюсный		"
5.3. Трехполюсный		"
6. Переключатель на два направления без нулевого положения со степенью защиты от IP44 до IP55:		
6.1. Однополюсный		"
6.2. Двухполюсный		"
6.3. Трехполюсный		"
7. Штепсельная розетка. Общее изображение		
8. Штепсельная розетка открытой установки со степенью защиты от IP20 по IP23:		
8.1. Двухполюсная		То же
8.2. Двухполюсная сдвоенная		"

Наименование	Изображение	Размер, мм
8.3. Двухполюсная с защитным контактом		"
8.4. Трехполюсная с защитным контактом		"
9. Штепсельная розетка для скрытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23:		
9.1. Двухполюсная		"
9.2. Двухполюсная сдвоенная		"
9.3. Двухполюсная с защитным контактом		"
9.4. Трехполюсная с защитным контактом		"
10. Штепсельная розетка со степенью защиты от IP44 до IP55:		
10.1. Двухполюсная		"
10.2. Двухполюсная с защитным контактом		"
10.3. Трехполюсная с защитным контактом		"
11. Блоки с выключателями и двухполюсной штепсельной розеткой для открытой установки со степенью защиты от IP20 по IP23:		
11.1. Один выключатель и штепсельная розетка		
11.2. Два выключателя и штепсельная розетка		То же

Наименование	Изображение	Размер, мм
11.3. Три выключателя и штепсельная розетка		"
12. Блоки с выключателями и двухполюсной штепсельной розеткой для скрытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23:		
12.1. Один выключатель и штепсельная розетка		"
12.2. Два выключателя и штепсельная розетка		"
12.3. Три выключателя и штепсельная розетка		"

Приложение Г

Условные графические изображения светильников
и прожекторов при раздельном изображении
на плане оборудования и электрических сетей

Таблица Г

Наименование	Изображение	Размер, мм
1. Светильник с лампой накаливания, галогенной лампой накаливания		
2. Светильник с компактными люминесцентными лампами		
3. Светильник светодиодный формы, отличной от линейной		
4. Светильник с линейными люминесцентными лампами		
5. Светильник линейный светодиодный		
6. Светильник с разрядной лампой высокого давления		
7. Прожектор. Общее изображение		
8. Светильник для аварийного освещения. Пример		
9. Светильник для специального освещения (световой указатель). Общее изображение		

Учебное издание

**МОНТАЖ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

В трех частях

Часть 1

Учебно-методическое пособие

Составители:

Павлович Иван Александрович,
Янко Максим Валерьевич,
Нефедов Святослав Святославович и др.

Ответственный за выпуск *С. М. Барайшук*

Редактор *Д. О. Михеева*

Корректор *Д. О. Михеева*

Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*

Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 08.11.2023. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 10,91. Тираж 99 экз. Заказ 130.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий

№ 1/359 от 09.06.2014.

№ 2/151 от 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.