

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Практикум по
выполнению лабораторных и самостоятельных работ студентами
направления 35.03.06 – Агроинженерия

Казань. 2022

УДК 621.315
ББК–31.279-04

Составители: Нафиков И.Р., Лукманов Р.Р., Лушнов М.А., Иванов Б.Л., Хусаинов Р.К., Халиуллин Д.Т., Кашапов И.И., Гайфуллин И.Х., Сабиров Б.М.

Рецензенты:

А.И. Рудаков – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» ФГБОУ ВО Казанского государственного энергетического университета

С.А. Синицкий – к.т.н., доцент кафедры «Тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов» ИМ и ТС ФГБОУ ВО Казанский ГАУ

Практикум утвержден и рекомендован к печати на заседании кафедры машин и оборудования в агробизнесе» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» «26» января 2022 года (протокол № 8).

Практикум обсужден, одобрен и рекомендован к печати на заседании методической комиссии Института механизации и технического сервиса ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» «24» февраля 2022 года (протокол № 7).

Нафиков И.Р. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации. Практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ/ И.Р. Нафиков, Р.Р. Лукманов, М.А. Лушнов, Б.Л. Иванов, Р.К. Хусаинов, Д.Т. Халиуллин, И.И. Кашапов, И.Х. Гайфуллин, Б.М. Сабиров – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2022. – 40 с.

Практикум по дисциплине «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации» предназначен для выполнения лабораторных и самостоятельных работ, обучающихся по направлениям 35.03.06 «Агроинженерия».

Практикум содержит теоретическое обоснование, задания и методику выполнения лабораторных работ, контрольные вопросы по каждой работе, а также задания для самостоятельной работы. В практикуме приведены приложения, перечень основной и дополнительной литературы.

УДК 621.315
ББК–31.279-04

© Казанский государственный аграрный университет, 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Соединение и оконцевание жил проводов и кабелей.....	5
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Монтаж вводно-распределительного устройства: ввода в здание, группового щитка, счетчика электрической энергии.....	20
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Поиск трассы и прозванивание проводов скрытой электрической проводки. Выполнение соединений в ответвительных коробках. Сборка схемы осветительной установки помещения.....	34
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	40

ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед началом выполнения работ по дисциплине «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации» все студенты обязаны изучить приведенные ниже правила и пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в специальном бланке по технике безопасности.

Общие требования безопасности

К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, прошедшие инструктаж по охране труда.

До включения под напряжение обязательно произвести осмотр установки и исключить возможность наличия в ней и на лабораторном стенде посторонних предметов.

Категорически запрещается пользоваться неисправным электрооборудованием; о замеченных неисправностях необходимо немедленно сообщить преподавателю.

Подача напряжения разрешается только после проверки схемы преподавателем.

Запрещается производить всякие переключения проводов в схеме после подачи напряжения.

В процессе проведения работы запрещается прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Запрещается переносить и передвигать включенные электроприборы, а также электрооборудование, находящееся под напряжением.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации или несчастного случая немедленно снять напряжение автоматическим выключателем на лабораторном стенде или автоматическим выключателем ввода и сообщить об этом преподавателю.

Принять возможные меры по оказанию первой помощи пострадавшему.

При обнаружении дефектов изоляции проводов, неисправностей пускателей, автоматов, сети заземления необходимо отключить электроустановку и поставить в известность преподавателя.

Требования безопасности по окончании работы

После окончания измерений полученные результаты следует показать преподавателю и, получив разрешение, приступить к разборке схемы. Запрещается разбирать схему, если она не отключена от источника питания автоматическим выключателем на лабораторном стенде. Разобрав схему, соединительные провода аккуратно сложить, приборы установить на специально отведенные места.

Лабораторная работа №1.

Соединение и оконцевание жил проводов и кабелей

Цель работы

Изучить способы выполнения неразборных и разборных контактных соединений и приобрести практические навыки к выполнению.

Задачи работы

1. Изучить основные требования, предъявляемые к соединению и оконцеванию жил проводов и кабелей.
2. Изучить технологию соединения жил проводов сваркой.
3. Изучить технологию соединения жил проводов пайкой.
4. Изучить технологию соединения жил проводов опрессовкой
5. Изучить способы выполнения разборных контактных соединений.
6. Изучить технологию присоединения жил проводов и кабелей к выводам электрооборудования.

Методические рекомендации

Требования, предъявляемые к электрическому контакту

Механическая прочность. Смонтированный на жилеконтакт должен быть устойчивым механическим воздействиям процессе монтажа и эксплуатации и не должен ухудшать ее механических свойств. Степень механического воздействия на контакт зависит от способа прокладки токопроводящих жил, условий эксплуатации и других причин.

Электрическое сопротивление контакта определенной длины не должно превышать сопротивления цельной жилы такой же длины более чем на 20%. Если сопротивление контакта значительно больше сопротивления такого же участка цельной жилы, возникают местные перегревы, которые ухудшают состояние контакта.

Отсутствие электрохимической коррозии может быть вызвано следующими причинами. При соприкосновении двух проводников из разных металлов, например, алюминия и меди образуется гальваническая пара. Материал, образующий отрицательный электрод-катод, постепенно разрушается. Электролитом в таких случаях служи конденсированная влага в сочетании с газами или окисями ее соединяемых металлов.

Для предотвращения электрохимической коррозии контактные поверхности покрывают третьим металлом или сплавом (например, оловом), покрывают места контакта лаком, предотвращая попадание воздуха и влаги к месту соединения.

В местах присоединения жил проводов и кабелей необходимо оставлять *запас по длине*, позволяющий выполнять повторное соединение. Места соединений и ответвлений должны быть доступны для осмотра и ремонта.

Качество изолирования мест соединений и ответвлений не должно уступать качеству заводской изоляции жил.

Важно знать свойства токопроводящих жил проводов и кабелей. Чаще всего токопроводящие жилы проводов и кабелей выполняют из меди (в редких случаях из

алюминия). Медь обладает хорошей проводимостью, медленно окисляется, пластична, легко обрабатывается. Окись меди легко удаляется и незначительно влияет на качество электрического соединения. Однако медь относится к числу дорогостоящих материалов.

Алюминий дешевле и легче меди, но уступает меди по проводимости, хрупок, более подвержен механическому износу.

При соприкосновении с кислородом воздуха на поверхности алюминиевого проводника быстро образуется твердая и тугоплавкая пленка окиси, обладающая значительным электрическим сопротивлением, которая ухудшает состояние электрического контакта. Чтобы расплавить пленку окиси алюминия, надо создать температуру около 2000°C , в то время как температура плавления алюминия всего $657...660^{\circ}\text{C}$. Поэтому при сварке алюминиевых жил пленку окиси растворяют специальным флюсом, а при пайке ее разрушают механическими способами.

Кроме того, алюминий обладает более низким, чем медь, пределом текучести. Это приводит к тому, что плотно зажатый стальными винтами проводник «вытекает» из-под соединения. Указанное явление может возникнуть при нагревании и последующем остывании соединения, что приводит к ослаблению электрического контакта в результате остаточной деформации жилы.

Большая теплопроводность алюминия способствует нагреванию жилы, прилегающей к месту выполнения пайки или сварки, что приводит к перегреву изоляции и ухудшению ее свойств.

После выполнения контактного соединения и изоляции места соединения проводят приемо-сдаточные испытания. Они обычно ограничиваются измерением электрического сопротивления или падения напряжения при прохождении по соединению тока, близкого к номинальному.

Иногда по требованию приемщика измеряют также температуру нагрева соединения или же превышение ее над температурой окружающей среды при номинальной нагрузке контактного соединения. Для алюминиевых жил сечением до 6 мм^2 в местах присоединения их к выводам электрооборудования нормальным считают падение напряжения не более 7 мВ при прохождении по контактному соединению длительно допустимого тока проводника.

Нагрев контактного соединения считается допустимым, если измеренная температура при длительном прохождении номинального тока не превышает 90°C в установках напряжением ниже 660 В и 80°C напряжением выше 660 В при температуре окружающего воздуха 35°C (для жил проводов и кабелей окружающая температура принимается 25°C).

В контактных соединениях алюминиевых жил сечением до 6 мм^2 температура нагрева не должна быть выше 65°C при прохождении тока выше номинального на 25% . При несоблюдении этих требований контактное соединение подлежит ремонту.

Способы соединения жил проводов и кабелей

Электрические соединения производят путем применения сварки, пайки, опрессовки, созданием разборных контактных соединений.

Сварка. Сварку применяют для оконцевания и соединения алюминиевых жил проводов и кабелей всех сечений, а также для соединения алюминиевых жил с

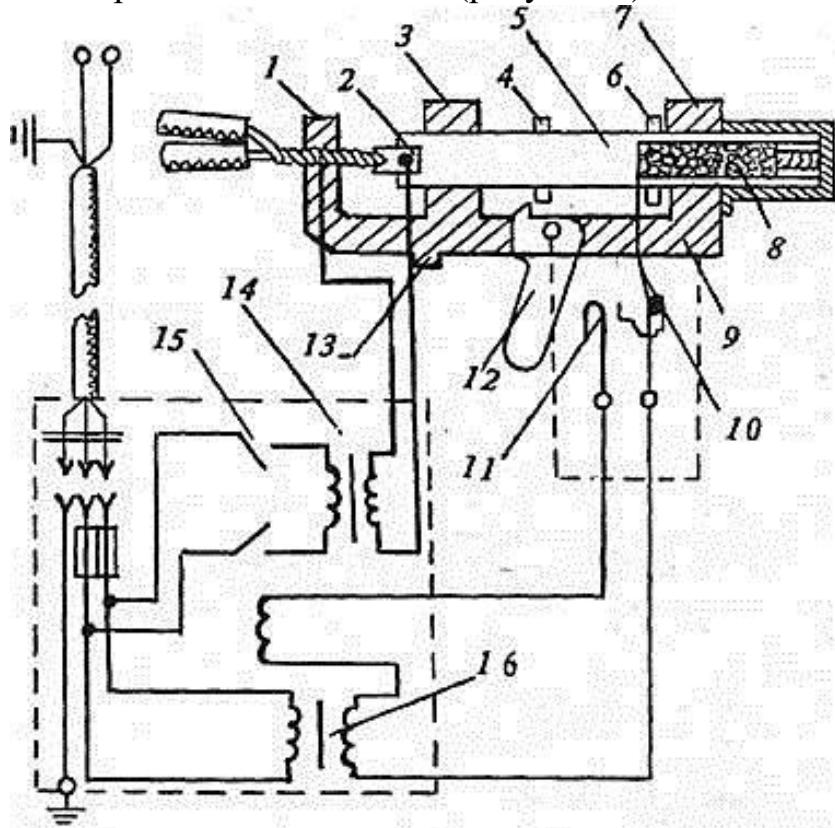
медными при сечении не более 10 мм². Различают три способа сварки: электросварку контактным разогревом, термитную и газовую.

При оконцевании и соединении алюминиевых жил сваркой применяют флюс ВАМИ (флюс для пайки и сварки тугоплавкими припоями алюминия).

Флюс предназначен для удаления пленки окиси с поверхности алюминиевых жил и для защиты поверхности от окисления. Флюс ВАМИ представляет собой смесь трех составляющих: хлористого калия (50%), хлористого натрия (30%), криолита (20%). Температура плавления флюса 630⁰С. Химическая промышленность выпускает флюс в виде порошка, расфасованного в герметически закрытые банки. Порошок флюса перед употреблением разводят водой до консистенции густой сметаны (100 частей флюса на 30...40 частей воды по массе). Перед сваркой флюс наносят волосяной кисточкой тонким слоем на поверхность алюминиевых жил; нанесение флюса толстым слоем не способствует улучшению качества соединения.

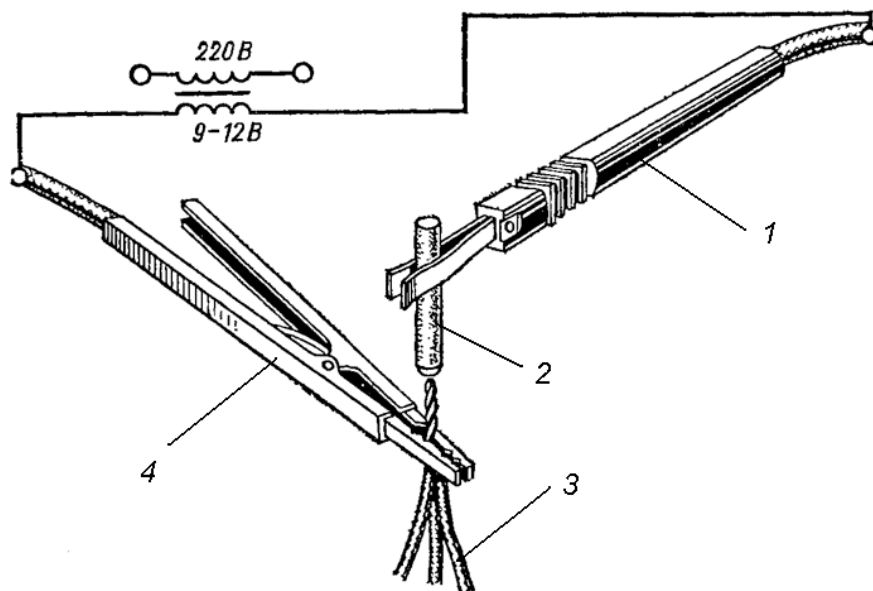
Электросварка контактным разогревом является наиболее распространенным видом сварки, применяемым при оконцевании и соединении алюминиевых, жил проводов и кабелей. Ее выполняют:

- с помощью сварочного аппарата ВКЗ-1(рисунок 1);
- с помощью одного угольного электрода, установленного в электрододержателе, подключенного к одному полюсу вторичной обмотки трансформатора, ко второму полюсу которых подключается держатель, в котором зажимают скрученные жилы (рисунок 2);
- с применением клещей с двумя угольными электродами (рисунок 3);
- с применением обоймы (рисунок 4).



- 1 - губки зажима провода;
- 2 - угольный электрод;
- 3, 7 - передняя и задняя стойки с отверстиями;
- 4, 6 - передний и задний бортики стержня;
- 5 - полый стержень подачи;
- 8 - пружина подачи;
- 9 - сварочный пистолет;
- 10, 11 - контакты отключения и включения;
- 12 - спусковой рычаг;
- 13 - основание пистолета;
- 14 - трансформатор 220/10 В;
- 15 - реле включения;
- 16 - трансформатор цепи управления 220/36 В

Рисунок 1 – Соединение алюминиевых жил электросваркой с помощью аппарата ВКЗ-1 без применения флюса



1- электродержатель; 2- угольный электрод; 3- алюминиевые однопроволочные провода; 4- токопроводящий зажим.

Рисунок 2 – Соединение алюминиевых жил электросваркой с помощью угольного электрода и держателя

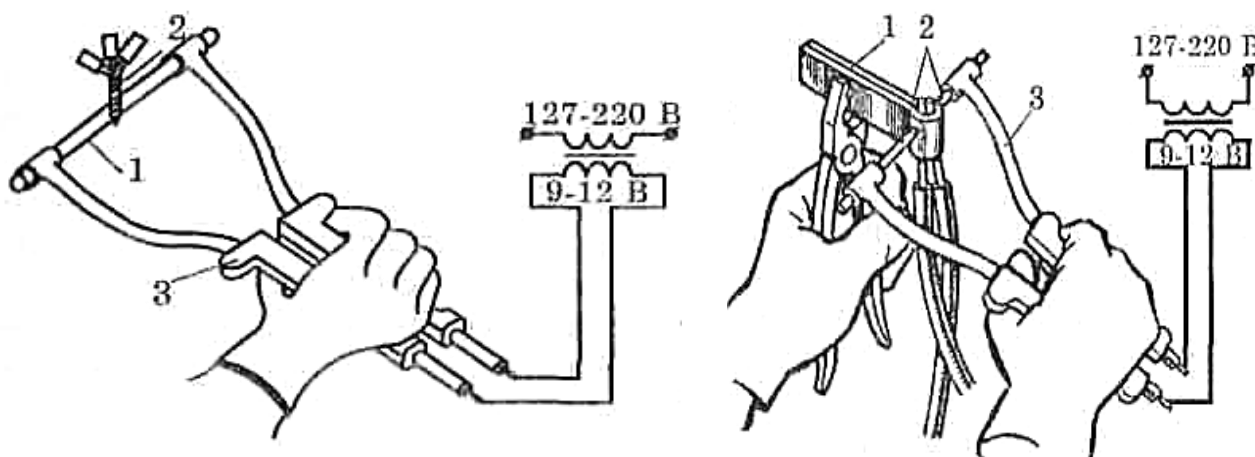


Рисунок 3 – Соединение алюминиевых жил в клещах с двумя угольными электродами: 1- угольный электрод; 2- скрутка алюминиевых жил; 3- двухэлектродные клещи.

Рисунок 4 – Соединение алюминиевых жил электросваркой клещами с применением обоймы: 1- обойма из стальной полоски; 2- угольные электроды; 3- двухэлектродные клещи.

Дуговая сварка

Так как для сварки нужен большой ток, то основой любого сварочного автомата является понижающий трансформатор – проигрыш в напряжении всегда сопровождается выигрышем в силе тока и наоборот (рисунок 5).

Для преобразования переменного тока в постоянный используется стандартный диодный мост, а для сглаживания пульсаций – конденсатор.

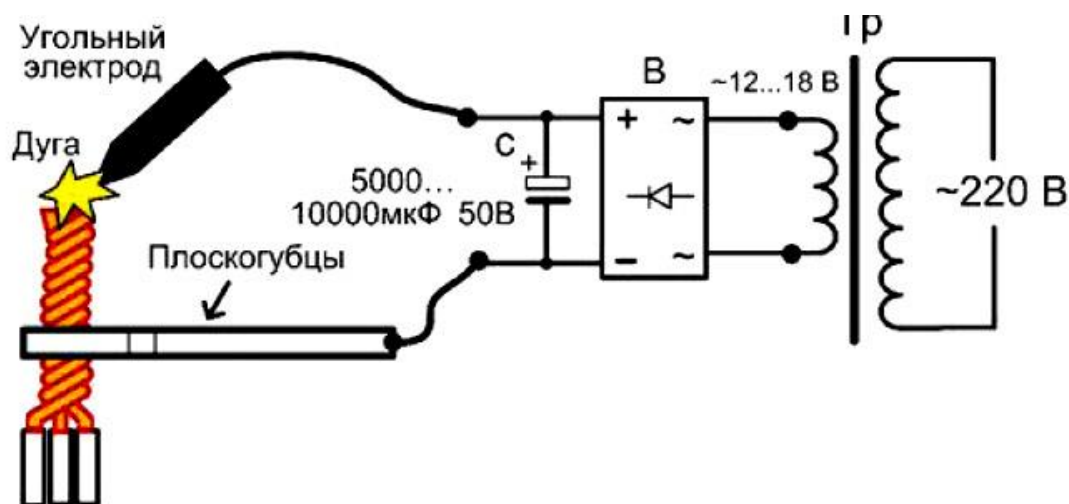


Рисунок 5 – Схема работы дуговой сварки

Ощутимый минус использования устройства постоянного тока – диоды и конденсатор используются немаленьких размеров, и они значительно увеличивают вес сварочного аппарата, который изначально делается переносным.

Для фазы берется зажим, которым можно удерживать графитовый стержень. Конструкция зажима может быть самой разнообразной – от винтового соединения до так называемых «крокодилов», как самодельных, так и заводского изготовления. Для соединения с самим сварочным аппаратом применяются кабели сечением порядка 10 мм².

Преимущество устройства, собранного в промышленных условиях использования очевидны – это точно рассчитанная конструкция с регулятором тока, которая позволяет работать с разными типами металлов и количеством свариваемых проводов.

Сварка медного и алюминиевого проводов. В целом, выполняется точно так же, как и обычная – разница только в подготовке проводов. Медная жила остается прямая, а алюминиевая обматывается вокруг нее (Рисунок 6). Затем на алюминий наносится флюс, который при нагревании убирает с этого металла оксидную пленку, и можно приступать к сварке.



Рисунок 6 – Сварка медного и алюминиевого проводов.

Но если выполнять предписания ПУЭ, то в бытовых условиях вряд ли придется работать с алюминиевыми проводами, так как для прокладки электропроводки запрещено применение таких кабелей, сечением менее 16 мм².

Газовую сварку применяют для оконцевания, соединения и ответвления алюминиевых жил. Для соединения однопроволочных жил суммарным сечением до 20 мм² – пропан-воздушную и только для оконцевания – ацетиленокислородную сварки. Оконцевание, соединение и ответвление медных жил газовой сваркой не допускаются.

Пропан-кислородную сварку в стальных формах используют для оконцевания жил сечением 300... 1500 мм² и выполняют при помощи пластин из твердого сплава (например, АД31Т1 и наконечников ЛС).

Для жил сечением 16...240 мм² применяют стержневое оконцевание сплавлением в монолит с добавкой легирующих присадок из алюминиевых сплавов. Соединение жил сечением 16...1500 мм² может производиться встык, а жил суммарным сечением до 400 мм² – по торцам в общий монолитный стержень.

Термитная сварка обеспечивает высокое качество электрического контакта. Ее осуществляют с помощью термитного патрона, который состоит из муфеля (термитной массы) и стальной цилиндрической формочки-кокиля. При сгорании термитной массы внутри кокиля устанавливается температура, позволяющая успешно производить сварку алюминия.

Термитная сварка применяется для соединения, оконцевания и ответвления алюминиевых жил проводов и кабелей. Для сварки по торцам многопроволочных алюминиевых жил суммарным сечением до 240 мм² применяют термитные патроны марки ПАТ, для сварки однопроволочных жил малых сечений – марки ПАТО, для соединяемых встык жил проводов и кабелей сечением 16...800 мм² – термитные патроны марки ПА.

При термитной сварке неизбежен перегрев жил, а, следовательно, ухудшение свойства не только самой жилы, но и изоляции. Поэтому во время сварки применяют специальные охладители (теплоотводы), имеющие комплект разрезных сменных бронзовых втулок с внутренним сечением в виде круга или сектора. Заводы выпускают набор инструментов и принадлежностей для термитной сварки.

Пайка

Пайка – вид слесарной обработки по образованию неразъемного соединения при помощи расплавленного промежуточного металла или сплава, называемого припоем.

Припой по температуре плавления делят на мягкие (до 400°С) и твердые (свыше 500°С). Мягкие припои используются при пайке для получения хорошего контакта и прочного металлического соединения (таблица 1 и 2).

Таблица 1 – Технические характеристики припоев

Марка припоя	Температура плавления, °С	Состав припоя, %			
		цинк	олово	медь	алюминий
А, оловянно-медно-цинковый	400...425	58...58,5	40	1,5...2	–
ЦО-12 цинкооловянистый	500...550	88	12	–	–
ЦА-15, цинко-алюминиевый	550...600	85	–	–	15

Таблица 2 - Состав и температура плавления припоев для пайки медных жил проводов и кабелей

Марка оловянного припоя	Масса составных частей*, %					Температура плавления, °С
	олово	сурьма	Примесей не более			
			медь	висмут	мышьяк	
ПОС–30	29...30	1,5...2	0,1	0,2	0,05	250
ПОС–40	39...41	1,5...2	0,1	0,2	0,05	229
ПОС–50	49...51	0,2...05	0,08	0,1	0,03	216
ПОС–61	60...62	0,2...05	0,08	0,1	0,03	180

* – Остальная масса – свинец.

Лужение –это покрытие металла тонким слоем припоя для предохранения его от окисления, а также в местах соединения жил для обеспечения хорошего контакта.

Флюсами называются вспомогательные материалы, используемые при пайке. Они служат для растворения и удаления оксидных пленок с поверхности соединяемых металлов и из расплава, а также образования на его поверхности прочной, воздухонепроницаемой пленки. Поэтому флюсы имеют плотность и температуру плавления ниже используемого припоя.

По действию, оказываемому на паяемые металлы, флюсы делятся на следующие группы:

- активные или кислотные (на основе соляной кислоты, хлористых и фтористых соединений металлов и пр.). При монтажной пайке электрорадиоприборов, пайке обмоток электрических машин и т. п. их применение недопустимо;
- бескислотные (канифоль в чистом виде и с добавками спирта, глицерина). Наиболее широко используются при пайке мягкими припоями;
- активированные (приготавливаются на основе канифоли с добавками небольшого количества солянокислого или фосфорнокислого анилина, салициловой кислоты, солянокислого диэтиламина и пр.);
- антикоррозионные (на основе фосфорной кислоты с добавлением органических соединений и растворителей или на основе органических кислот).

Пайка алюминия затруднена вследствие его легкой окисляемости с образованием на поверхности прочной окисной пленки. Удаляют ее обычно непосредственно во время пайки механическим способом, растирая специальной металлической кисточкой или непосредственно палочкой припоя. Окисная пленка при этом удаляется под слоем припоя и последний прочно соединяется с поверхностью металла. Алюминиевые жилы паяют с помощью припоев А, ЦО-12, ПОС.

Припой ЦА-15 отличается высокой механической прочностью и устойчивостью против коррозии. При его использовании не требуется специальных мер защиты места пайки от коррозии. Однако он имеет недостаток – высокую температуру плавления, что ограничивает его применение в электромонтажной практике из-за опасности перегрева изоляции жил во время пайки.

Припой ЦО-12 имеет более низкую температуру плавления, чем ЦА-15, но не обладает достаточной противокоррозионной стойкостью. Его применяют для пайки алюминиевых жил кабелей внутри муфт, герметическая заделка которых исключает попадание к месту пайки влаги и воздуха.

Припой А имеет невысокую температуру плавления и лучше, чем припой ЦО-12, сопротивляется воздействию коррозии. Однако места пайки должны быть покрыты влагостойким лаком и тщательно изолированы.

Медные жилы паяют с помощью мягких оловянно-свинцовых припоев ПОС-30, ПОС-40 и др. с применением флюсов.

При пайке в качестве источника тепла используют паяльник (для жил сечением до 10 мм²), паяльную бензиновую лампу емкостью 0,5...1 л или специальный набор инструментов с баллонами, заполненными пропан-бутаном.

Опрессовка

Опрессовка– соединение жил проводов путем местного вдавливания или сплошного и комбинированного обжатия.

Соединение, ответвление и окончевание медных и алюминиевых жил опрессовкой широко распространено в электромонтажной практике. При опрессовке жила провода или кабеля вводится трубчатую часть наконечника или специальную гильзу и сжимается с помощью матрицы и пуансона. Контактное давление, создаваемое при этом между гильзой и жилой, обеспечивает надежное электрическое соединение.

При опрессовке способом местного вдавливания зубьями пуансона в одном или нескольких местах создается большое давление в одном месте и наилучший электрический контакт.

При опрессовке сплошным обжатием большое давление, следовательно, и хороший электрический контакт создаются на всем протяжении обжатия.

Комбинированное обжатие позволяет улучшить электрический контакт между жилой и трубчатой частью наконечника или гильзы благодаря тому, что в условиях сплошного обжатия создается дополнительно большое давление в месте вдавливания зуба пуансона матрицей и пуансоном. Для опрессовки используют различные инструменты и механизмы.

При выборе способа опрессовки (местным вдавливанием, сплошным или комбинированным обжатием) достаточно освоить приемы выполнения одного из них, т.к., несмотря на внешние отличия, при выполнении опрессовки этими способами, большинство операций однотипны. Опрессовка сплошным или комбинированным обжатием требует использования мощных прессов с большим усилием. Для опрессовки местным вдавливанием можно применять всевозможные клещи. Кроме того, способ местного вдавливания наиболее широко распространен при выполнении электромонтажных работ.

При работе с инструментом необходимо соблюдать общие правила техники безопасности, а также правила, приведенные в инструкциях по эксплуатации прессов, клещей и других инструментов.

Надежность контактного соединения во всех случаях достаточно высока, если правильно определена область применения, точно выбраны наконечник или гильза, рабочие инструменты, тщательно подготовлены поверхности и правильно произведена опрессовка.

Оконцевание

Оконцевание— оформление концов жил проводов или кабелей для последующего присоединения.

Для оконцевания алюминиевых жил (сечением от 16 до 240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ следует применять трубчатые наконечники, для жил (сечением 2,5 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ – кольцевые наконечники (пистоны).

Для оконцевания медных жил (сечением от 0,75 до 240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ надо использовать наконечники по ГОСТ 7386-83, а многопроволочных жил (сечением 1...2,5 мм²) проводов напряжением 2 кВ и кабелей до 1 кВ – наконечники (пистоны) по ГОСТ 9688-86.

Допускается применять ответвления жил (сечением 2,5 мм²) проводов напряжением до 2кВ опрессовкой в фольге гребенчатыми матрицей и пуансоном.

Разборные соединения

Разборные контактные соединения.

Разборными контактными соединениями называют:

- присоединение жил проводов и кабелей непосредственно к выводам электрооборудования (электродвигателей, аппаратуры управления и защиты и т. п.);
- соединение шин и ответвлений от них с помощью болтов;
- выполнение ответвлений проводов и кабелей от магистральных электрических линий без их разрыва;
- соединение проводов с помощью сжимов.

Силовое электрооборудование, как правило, имеет плоские, штыревые и гнездовые контактные выводы (рисунок 7 а,б,в). Эти выводы позволяют осуществлять разъемное соединение проводов и кабелей с электрооборудованием. Выводы контактных зажимов электрических аппаратов автоматики, управления, сигнализации и защиты могут быть также лепестковые, штифтовые и желобчатые (рисунок 7 г,д,ж,з). К ним присоединяются только медные жилы проводов и кабелей пайкой.

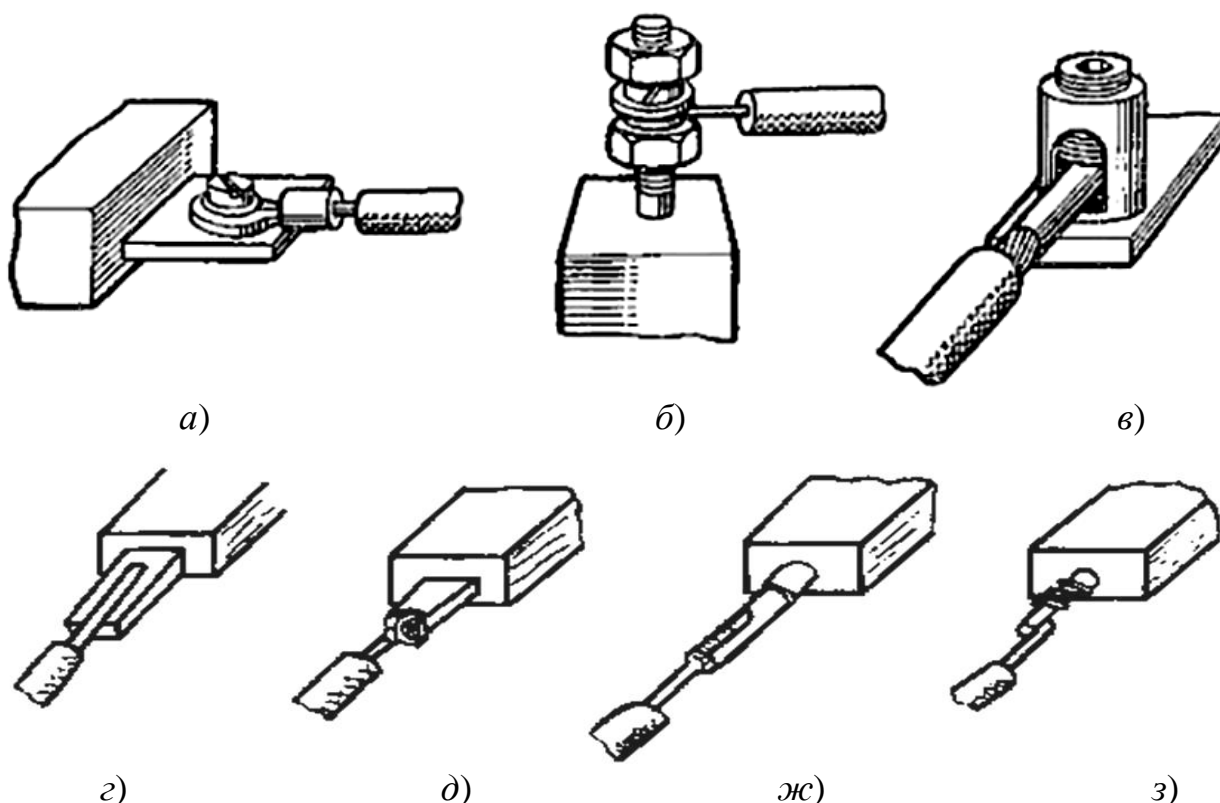


Рисунок 7 – Контактные выводы электрооборудования: а – плоский; б – штыревой; в – гнездовой; г, д – лепестковый; ж – желобчатый; з – штифтовый.

Соединения алюминиевых проводов с медными в электропроводке

В квартирах домов старой постройки зачастую электропроводка выполнена из алюминиевых проводов, соединенных между собой методом скрутки. При подключении к алюминиевой электропроводке светильников, установке дополнительных розеток и другого электрооборудования необходимо учитывать, что при повышенной влажности сопротивление контакта между алюминиевыми и

медными проводами со временем увеличивается. Это приводит к нагреву места соединения и разрушению контакта.

Способы соединения алюминиевых проводов с медными

Подключать медные провода к уже существующей проводке из алюминиевых проводов, не так сложно, как кажется на первый взгляд. Главное соблюдать технологию.

Соединение скруткой

Скрутка, хотя правилами ПУЭ в настоящее время запрещена, является одним из самых распространенных способов соединения проводов в быту, благодаря простоте и не требует дополнительных затрат (рисунок 8). Но при соединении разнородных металлов, скрутка является и самым низко надежным способом соединения проводников.

При колебаниях температуры окружающей среды, из-за линейного расширения металлов, между проводами в скрутке образуется зазор, увеличивается сопротивление контакта, начинает выделяться тепло, провода окисляются, и контакт в конечном итоге между проводниками полностью нарушается. Конечно, это происходит спустя не один год, но, тем не менее, если планируется надежная долговременная работа электропроводки, то соединение проводов скруткой лучше заменить более надежным, например, резьбовым или с помощью клеммных колодок.

Но если возникла необходимость скрутить провода, то скрутку нужно выполнять таким образом, чтобы проводники обвивали друг друга, а не один обвивал другой. Скрутку медного проводника и алюминиевого без принятия мер по дополнительной герметизации ее недопустимо. Герметизировать скрутку можно любым водостойким защитным лаком.



Рисунок 8 – соединение проводов скруткой

Максимально надежное соединение медного и алюминиевого проводников получится, если медный провод предварительно залудить припоем. На правой фотографии скрутка медного и алюминиевого проводов выполнена правильно. Соединять провода можно разного диаметра, многожильный провод с одножильным проводом. Только многожильный провод необходимо предварительно пролудить припоем, сделав, таким образом, его одножильным. Витков в скрутке должно быть не менее трех для толстого провода и не менее пяти для тонкого, диаметром менее 1 мм.

Резьбовое соединение алюминиевых проводов с медными

Соединение проводов, при правильном выполнении, с помощью винтов и гаек является самым надежным и способно обеспечивать надлежащий контакт на протяжении всего срока службы электропроводки и подсоединенных электроприборов (рисунок 9). Легко разбирается и позволяет соединять любое количество проводников, ограниченное только длиной винта. С помощью резьбового

соединения можно успешно соединять провода в любом сочетании, алюминиевые и медные, тонкие и толстые, многожильные и одножильные. Главное, не допускать непосредственного контакта проводов из меди и алюминия, и устанавливать пружинные шайбы.



Рисунок 9 – Соединение проводов с помощью винтов и гаек.

Для того, чтобы выполнить резьбовое соединение необходимо снять с проводников изоляцию на длину, равную четырем диаметрам винта, если жилы окисленные, то зачистить металл до блеска и сформировать колечки. Далее на винт одевают пружинную шайбу, простую шайбу, колечко одного проводника, простую шайбу, колечко другого проводника, шайбу и в довершение гайку, завинчивая винт в которую весь пакет стягивают до выпрямления пружинной шайбы.

Для проводников с диаметром жил до 2 мм достаточно винта М4. Соединение готово. Если проводники из одного металла или при соединении алюминиевого провода с медным, конец которого залужен, то шайбу между колечками проводников прокладывать не нужно. Если медный провод многожильный, то его сначала нужно пролудить припоем.

Соединение алюминиевых проводов с медной клеммной колодкой

В настоящее время широкое распространение получил способ соединения проводов с помощью клеммной колодки (рисунок 10). Конечно, этот вид соединения проводов по надежности уступает соединению с помощью винта и гайки, но имеет ряд преимуществ. Позволяет надежно и быстро соединять алюминиевые провода и медные между собой в любом сочетании, не требуется формировать на концах проводов колечки, не нужно соединение изолировать, так как конструкция клеммной колодки исключает случайное прикосновение оголенных участков проводов друг с другом.

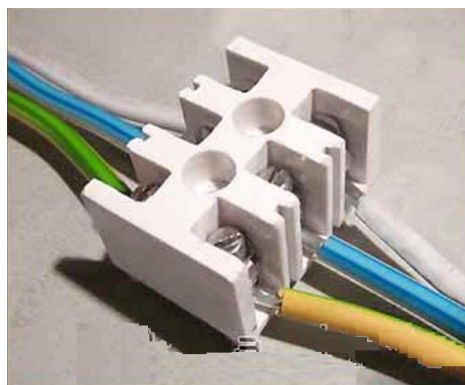


Рисунок 10 – Соединение с клеммной колодкой

Для подсоединения провода к клеммной колодке, достаточно зачистить его конец от изоляции на длину 5 мм, вставить в отверстие и зажать винтом. Затягивать

винт нужно со значительным усилием, особенно это важно при соединении алюминиевых проводов. Клеммная колодка незаменима при подключении люстры к коротким алюминиевым проводам, выходящим из потолка. От многократных скруток алюминиевые провода обламываются и становятся короткими. Даже если выходит алюминиевый проводник длиной всего в один сантиметр, то с помощью клеммной колодки можно подключить люстру надежно.

Очень удобна клеммная колодка для соединения перебитых в стене алюминиевых и медных проводов, так как длина перебитых проводов для соединения другими способами недостаточна. Но прятать клеммную колодку под штукатурку без размещения в распределительной коробке, не допустимо.

Соединение алюминиевых проводов с медными с помощью клеммной колодки с плоско пружинным зажимом.

В настоящее время широкое распространение получили клеммные колодки с плоско пружинным зажимом (рисунок 11). Клеммники бывают двух конструктивных исполнений, одноразовые, когда провод вставляется без возможности изъятия, и многократного применения, с рычажком, позволяющим многократно как вставлять провода, так и вынимать.

Они рассчитаны для соединения любых видов одножильных проводов, в том числе и медных с алюминиевыми проводами сечением от 1,5 до 2,5 мм². Колодка рассчитана на соединение электропроводки в соединительных и распределительных коробках с силой тока до 25 А.

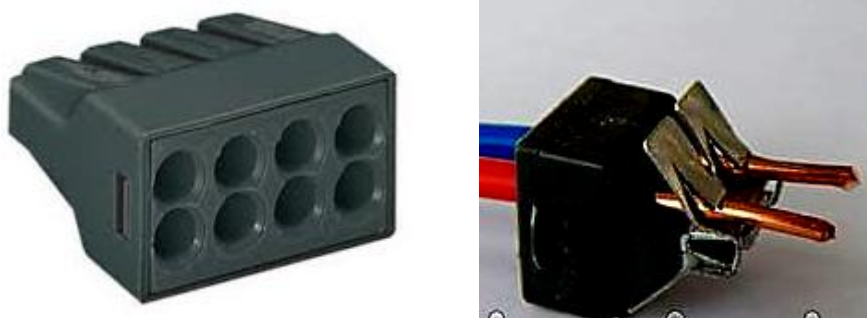


Рисунок 11 – Одноразовый клеммник

Пружинные клеммники очень удобные для подключения люстр, соединения проводов в соединительных и распределительных коробках. Достаточно просто с усилием вставить провод в отверстие колодки, и он надежно зафиксируется. Для того, чтобы вынуть провод из колодки потребуется значительное усилие. После изъятия проводов может произойти деформации пружинящего контакта и надежное соединение проводов при повторном соединении этой клеммой не гарантируется. Это является большим недостатком одноразового клеммника.

Более удобный клеммник многоразовый, имеющий оранжевый рычажок (рисунок 12). Такие клеммники позволяют соединять и в случае необходимости, разъединять между собой любые провода электропроводки, одножильные, многожильные, алюминиевые в любом сочетании сечением от 0,08 до 4,0 мм². Рассчитаны на ток до 34 А.



Рисунок 12 – Многожильный клеммник

Неразъемное соединение алюминиевых проводов с медными

Неразъемное соединение проводов обладает всеми преимуществами резьбового, за исключением возможности разборки и повторной сборки соединения без разрушения заклепки и необходимость наличия специального инструмента для выполнения заклепки – заклепочника. Сегодня заклепки широко используются для неразъемного соединения тонкостенных деталей конструкций при создании перегородок и интерьера в любых помещениях. Скорость, прочность, низкая цена и простота выполнения операции по заклепке – вот главное достоинство данного вида неразъемного соединения (рисунок 13).

Принцип работы заклепочника простой, втягивание и отрезание стального стержня, продетого через трубчатую алюминиевую заклепку со шляпкой. Стержень имеет утолщение и когда втягивается в трубку заклепки, расширяет ее. Заклепки бывают разных длин и диаметров, так что есть возможность подобрать любую.



Рисунок 13 – Неразъемное соединение проводников заклепкой

Для того чтобы соединить проводники заклепкой, нужно их подготовить так же, как и для резьбового соединения. Диаметры колечек должны быть чуть больше диаметра заклепки. Оптимальный диаметр заклепки это 4 мм. На заклепку одевают сначала алюминиевый проводник, затем пружинную шайбу, далее медный и плоскую шайбу. Вставляют стальной стержень в заклепочник и сжимают его ручки до щелчка (это происходит обрезка излишков стального стержня). Соединение готово.

Надежность резьбового и неразъемного соединения заклепкой достаточно высокая. Такой способ соединения можно успешно применять для сращивания, например, поврежденных при ремонтных работах в стене алюминиевых проводников дополнительной вставкой. Только нужно позаботиться о хорошей изоляции оголенных участков соединений.

В распределительных устройствах, силовых цепях, вторичных цепях, а также для присоединения проводников к установочным изделиям применяются переходные контактные зажимы (ответвительные зажимы, люстровые зажимы, клеммники из напорных или ненапорных зажимов) (рисунок 14).

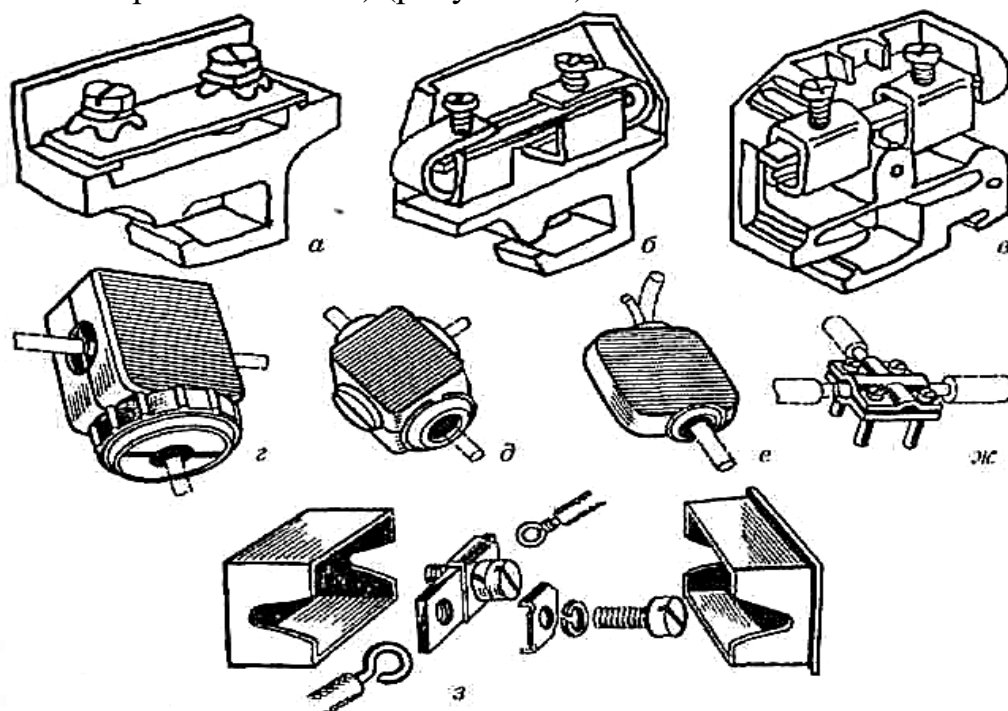


Рисунок 14 – Механические зажимы: а, б, в - переходные контакты; г, д, е, ж – ответвительные; з – винтовые.

Конструкцию и основные размеры плоских и штыревых выводов электрооборудования регламентирует ГОСТ 10434-82. Выводы электрооборудования изготавливаются, как правило, из меди, алюминия и их сплавов. При токе до 40А они могут быть стальными. Выводы из меди и стали имеют металлопокрытие из олова, цинкооловянистого сплава, кадмия и никеля.

Непосредственно монтажу контактных соединений в электроустановках предшествует оконцевание жил проводов и кабелей (рисунок 15). Оконцевание жил сечением до 10 мм² может быть выполнено в форме пестика, колечка, наконечника, с помощью пайки или опрессовки.

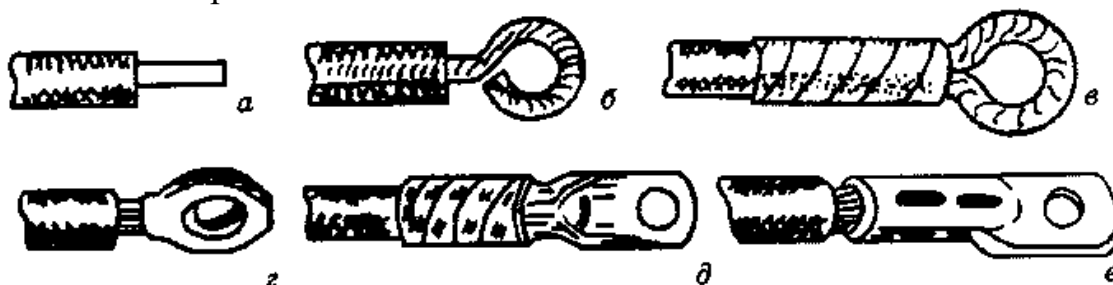


Рисунок 15– Виды оконцевания жил проводов и кабелей: а - в виде пестика; б - в виде колечка; в – блочным наконечником; г – ограничивающей шайбой; д - шайбой-звездочкой; е - наконечником

Изоляцию с концов жил сечением до 4 мм² рекомендуется снимать с помощью клещей и др. При снятии изоляции ножом последний направляют под углом 10...15° к

поверхности провода так, чтобы, срезая изоляцию, он скользил по поверхности жилы, не повреждая ее.

Порядок выполнения работы

1. В порядке самостоятельной подготовки к выполнению работы ознакомиться с литературными источниками:

- изучить основные требования, предъявляемые к электрическому контакту;
- изучить способы выполнения разборных и неразборных контактных соединений.

2. По заданию преподавателя выполнить изученные способы соединения алюминиевых жил изолированных проводов сваркой.

3. Произвести пайку медных и алюминиевых жил изолированных проводов по заданию преподавателя.

4. По заданию преподавателя выполнить соединение жил проводов опрессовкой.

5. По заданию преподавателя произвести выполнение различных разборных соединений.

6. Подготовить отчет следующего содержания:

- цель и задачи работы;
- краткие сведения о выполнении различных контактных соединений;
- эскизы выполненных работ; выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите способы сварки цветных металлов.

2. Назовите способы электрической сварки цветных металлов.

3. Что называется, пайкой?

4. Какие припои и флюсы применяют при пайке медных проводов?

5. Какие припои применяют при пайке алюминиевых проводов?

6. Какое соединение называется неразборным?

7. Какие требования предъявляются к контактным соединениям?

8. Что называется, опрессовкой?

9. Что называется, контактным соединением?

10. Назовите способы выполнения контактных соединений.

11. Каковы особенности соединения алюминиевых жил болтами?

12. Дайте сравнительную оценку механической прочности и переходного сопротивления разборного соединения, опрессовки, сварки, пайки.

Лабораторная работа №2

Монтаж вводно-распределительного устройства: ввода в здание, группового щитка, счетчика электрической энергии

Цель работы

Приобрести практические навыки по монтажу вводов в помещения, вводно-распределительных устройств, средств учета электрической энергии, проводок проводами и кабелями.

Содержание работы

1. Изучить устройство, принцип действия и технологию монтажа средств учета электрической энергии.
2. Выполнить монтаж вводов в здание, учетно-распределительного щитка и счетчиков электрической энергии.
3. Изучить технические условия на монтаж электропроводок, технологию монтажа, установочные изделия, инструмент.
4. Выполнить монтаж основных элементов электропроводки (пересечения, проходы, сближения).
5. Составить эскиз замера электропроводки в соответствии с заданием.
6. Смонтировать упрощенную осветительную установку, выполнив электропроводку проводами или кабелями.
7. Выполнить пусконаладочные работы, подключить ввод, электроприемников и средств учета к сети, проверить правильность их работы.

Методические рекомендации

Учетно-распределительные щитки

Учетно-распределительные щитки изготавливают трехгрупповыми с тремя однофазными автоматическими выключателями и однофазными электрическими счетчиками на номинальный ток 10 и 60А с учетом их перегрузочной способности. В группах предусматриваются защитные аппараты (автоматические выключатели или предохранители) на номинальные токи до 25А в различных комбинациях. Например, один автоматический выключатель на 25А, а два – на 16А.

Учет израсходованной электрической энергии осуществляется счетчиком электрической энергии.

Счетчики электрической энергии изготавливают различных типов в зависимости от их конструкции, назначения и схемы включения

Монтаж щитков выполняют проводами, изоляция которых рассчитана на напряжение 380 В. Щитки устанавливают вертикально на прочной гладкой капитальной стене или в нише на высоте 1,5 м от пола после завершения строителями отделочных работ. Установленные и закрепленные на опорных основаниях щитки подключают к источнику питания (вводу) и внутренней электропроводке.

Завершающей стадией монтажа ввода является установка и крепление на щитке счетчика электрической энергии и подключение его к электрической сети.

Счетчики могут применяться только для стационарной установки в легкодоступных местах. Крепят счетчики винтами, подравнивают провода, снимают с

их концов изоляцию на длину 25...30 мм, заводят в зажимную колодку счетчика и закрепляют винтами. Включение счетчиков в сеть производится в соответствии со схемой, имеющейся на внутренней стороне крышки зажимной коробки, с соблюдением последовательности фаз.

Вводы в здания

Вводы, через стены зданий – получили широкое применение, они просты в исполнении, всегда находятся в поле видимости, удобны при обслуживании. При вводе в производственные и общественно-бытовые здания вводные изоляторы устанавливают на кронштейнах или на крюках. Расстояние между проводами у вводов, а также расстояние от проводов до выступающих частей зданий должно быть не меньше 200 мм.

Концевые крепления медных многопроволочных проводов выполняют плашечными зажимами и оставляют конец провода длиной не менее 200 мм для подключения ввода. Допускается концевое крепление проводов выполнять бандажной вязкой с соблюдением размеров и числа витков. Недопустимо присоединение провода ввода непосредственно к натянутому проводу ответвления, так как это способствует обрыву проводов ответвления.

Вводы в здания выполняют только изолированными проводами. Каждый провод заключают в отдельную резиновую изоляционную трубку. На концы трубок с наружной стороны здания устанавливают фарфоровые воронки таким образом, чтобы они находились на одной оси и были разнесены одна от другой в кирпичных стенах на 50 мм, в деревянных – на 100 мм.

Внутри здания на трубки одевают фарфоровые или пластмассовые втулки.

Проходы через стены в трубах должны выполняться с уклоном наружу таким образом, чтобы вода не могла скапливаться в проходе или попадать внутрь здания. После прокладки проводов входные отверстия воронок и втулок заливают гидроизоляцией.

Марки и площадь сечения проводов ввода указывают в проекте в зависимости от мощности приемников электроэнергии. По выбранной площади сечения проводов комплектуют остальные материалы, необходимые для устройства ввода.

Вводы через трубостойки выполняются в тех случаях, когда высота здания не позволяет обеспечить установленные ПУЭ вертикальные габаритные размеры, например сараи, дворовые постройки. По способу закрепления и прохода внутрь здания трубостойки подразделяют на: ввод трубостоек через стену; ввод трубостоек через крышу.

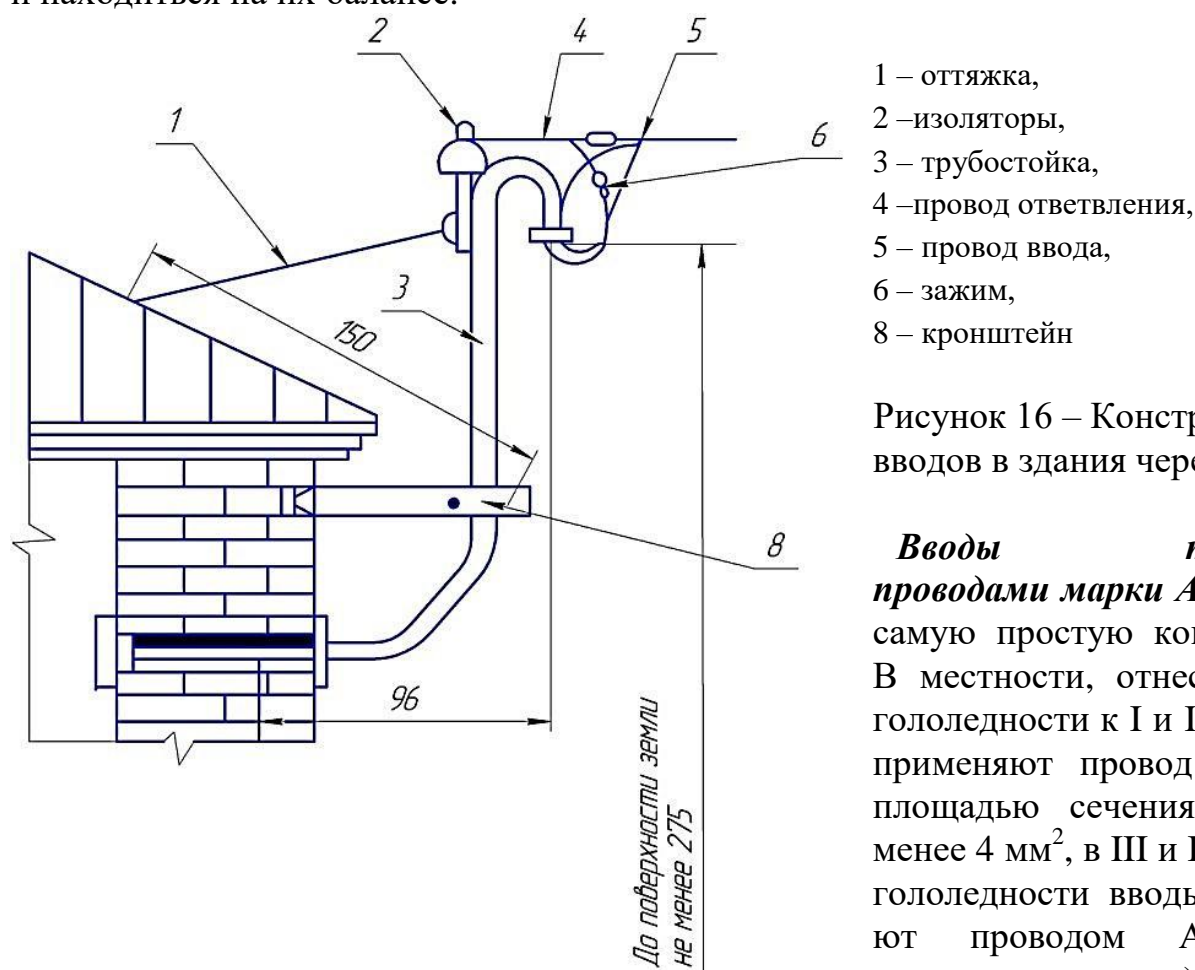
Ввод трубостойкой через стену (рисунок 16) наиболее удобен при монтаже трубостоек следят за тем, чтобы нижний горизонтальный конец трубы был установлен с уклоном 5° наружу, в нижней точке изгиба просверливают отверстие диаметром 5 мм для выхода конденсируемой влаги.

Ввод трубостойкой через крышу применяют в том случае, если расстояние от поверхности земли до низа трубостойки, устанавливаемой на стене, оказывается меньше 2 м. Особое внимание при этом уделяют качеству монтажа узла прохода через кровлю и его гидроизоляции.

Трубостойки изготавливают по индивидуальным замерам в мастерских и доставляют на объект окрашенными внутри и снаружи со всеми необходимыми для монтажа элементами. Перед установкой в трубостойку затягивают стальную проволоку для последующего протягивания проводов.

Верхний конец трубостойки двумя оттяжками из круглой стали диаметром не менее 5 мм крепят к стене или к стропилам крыши. Все болтовые крепления вводов должны выполняться с применением пружинящих шайб, предохраняющих гайки от самооткручивания при раскачивании трубостоек и проводов ветром. Расстояние от самого нижнего проводника ввода через трубостойку до крыши должно быть не меньше 2,5 м. Запрещается прокладывать голые или изолированные провода по крышам жилых зданий.

Трубостойки с элементами крепления их к зданиям относятся воздушным линиям (ВЛ) и должны обслуживаться эксплуатационным персоналом энергосистем и находиться на их балансе.



Вводы тросовыми проводами марки АВТ имеют самую простую конструкцию. В местности, отнесенной по гололедности к I и II районам, применяют провод АВТ-1 с площадью сечения жил не менее 4 мм², в III и IV районах гололедности вводы выполняют проводом АВТ-2 (с усиленным тросом) сечением не менее 6 мм².

Для крепления провода АВТ на стене или трубостойке устанавливают только один изолятор, к которому плащечным зажимом крепят несущий трос провода, а его жилы без разрезания и повреждения изоляции вводят в здание через отверстия в неразрезанной изоляционной трубке.

Трубостойки всех типов необходимо занулять. Для этого к ним приваривают болт диаметром 10 мм, посредством которого трубостойки присоединяют к нулевому проводу сети.

Алюминиевые многопроволочные провода и провода марок АВТ соединяют с трубостойкой стальным проводником диаметром 6 мм и зажимом. Несущий трос проводов АВТ зануляют на опоре ВЛ присоединением зажимом к нулевому проводу.

Вводы в здание кабелем – выполняются как ответвление кабелем от опоры ВЛ или как продолжение кабельной линии. В траншее до ввода кабель прокладывают с соблюдением габаритных размеров и правил монтажа кабельных линий.

До начала монтажа размечают места прокладки кабеля, отверстия, точки крепления. Диаметр труб выбирают из расчета 1,5...2 диаметра кабеля, но не меньше 50 мм. Укладывают трубы с уклоном в траншею и гидроизолируют так, чтобы исключить попадание воды в здание. Глубина заложения труб не менее 0,5 м. С внутренней стороны здания труба должна выступать на 60 мм, а с наружной на 600 мм от фундамента.

В одной трубе прокладывают только один кабель. Если в здание вводится или выводится несколько кабелей, то число труб должно соответствовать их количеству. Кабели, прокладываемые вдоль здания, должны размещаться в траншее не ближе 0,6 м от фундамента. На случай повторной разделки концов у ввода в здание в траншее всегда оставляют запас кабеля (примерно 1 м), который укладывают полукругом с радиусом 1 м (запрещается запас укладывать кольцами). Глубина заложения не менее 500 мм с обязательным покрытием кирпичом или бетонными плитами. Места выхода кабеля из трубы уплотняют раствором цемента с песком, глиной или кабельной пряжей, смоченной нефтью.



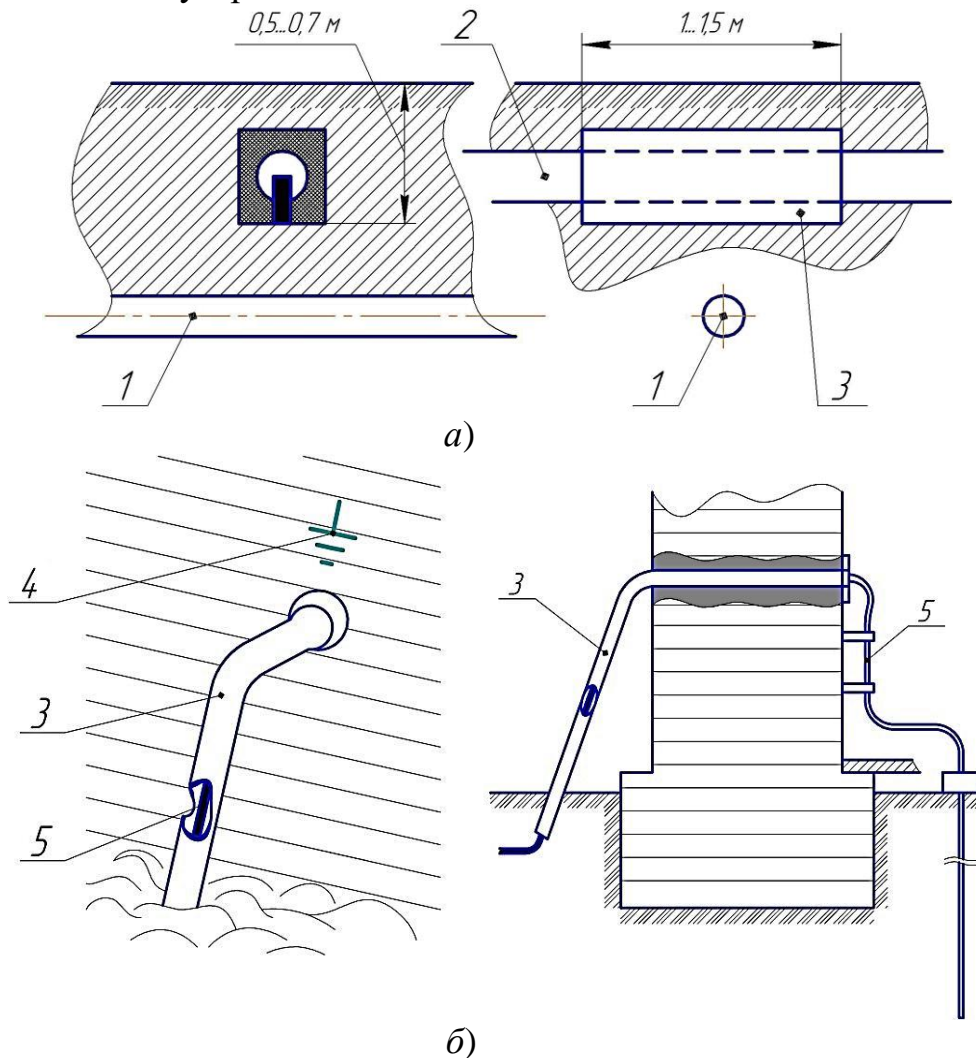
Рисунок 17 – Конструкции вводов в здания кабелем

При выходе из траншеи на стену кабели должны защищаться от механических повреждений до высоты не менее 2 м от уровня земли, для этого можно использовать трубы или профильный металл (рисунок 17). Защитную трубу или короб заглубляют в землю не менее чем на 0,3 м.

Проход кабелей через стены и перекрытия внутри зданий выполняют в отрезках стальных труб. В целях пожарной безопасности кабель, прокладываемый в помещении, освобождают от наружных горючих покровов (например, джута). По сгораемым основаниям кабель прокладывают на расстоянии 50 мм от них. Проходы

через стены для защиты от проникновения огня заделывают легкопробиваемым негорючим материалом.

Вводы в здания заземляющих проводников (рисунок 18). В электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью на вводах от ВЛ к электроустановкам, которые подлежат занулению, должны быть выполнены повторные заземления нулевого рабочего провода. Для этого у ввода в здание монтируют заземляющее устройство.



1 – кабель, 2 – заземлитель, 3 – труба, 4 – опознавательный знак заземления, 5 – заземляющий проводник

Рисунок 18 – Монтаж вводов заземляющих проводников: а – при пересечение кабелей, б – при вводе в здание

Конструкцию и размеры заземляющего устройства определяют по проекту, однако площадь сечения заземлителей, выполняемых из полосовой стали, не должна быть менее 48 мм (4x12 мм), а из круглой стали – диаметром не менее 10 мм. Траншея для заземлителей должна располагаться в местах, редко посещаемых людьми (газоны, огражденные площадки с насаждениями), вдали от грунтовых пешеходных и проезжих донне ближе 5 м от входов в здания и въездов во дворы, а также не ближе 3 м от водопровода, газопровода и других коммуникаций. Глубина заложения заземлителей не менее 0,7 м. Вертикальные и горизонтальные заземлители соединяют

между собой в траншее только сваркой, они не должны быть окрашенными. Траншеи засыпают грунтом без строительного мусора.

Заземлители и заземляющие проводники защищают от возможных механических повреждений при пересечениях подземных инженерных сооружений и на вводах в здания при помощи отрезков стальных труб. Места ввода должны обозначаться на стенах опознавательным знаком.

Схема подключения однофазного электросчетчика

Однофазные счетчики чаще всего подключают по схеме прямого включения в сеть и только в очень редких случаях через трансформаторы тока.

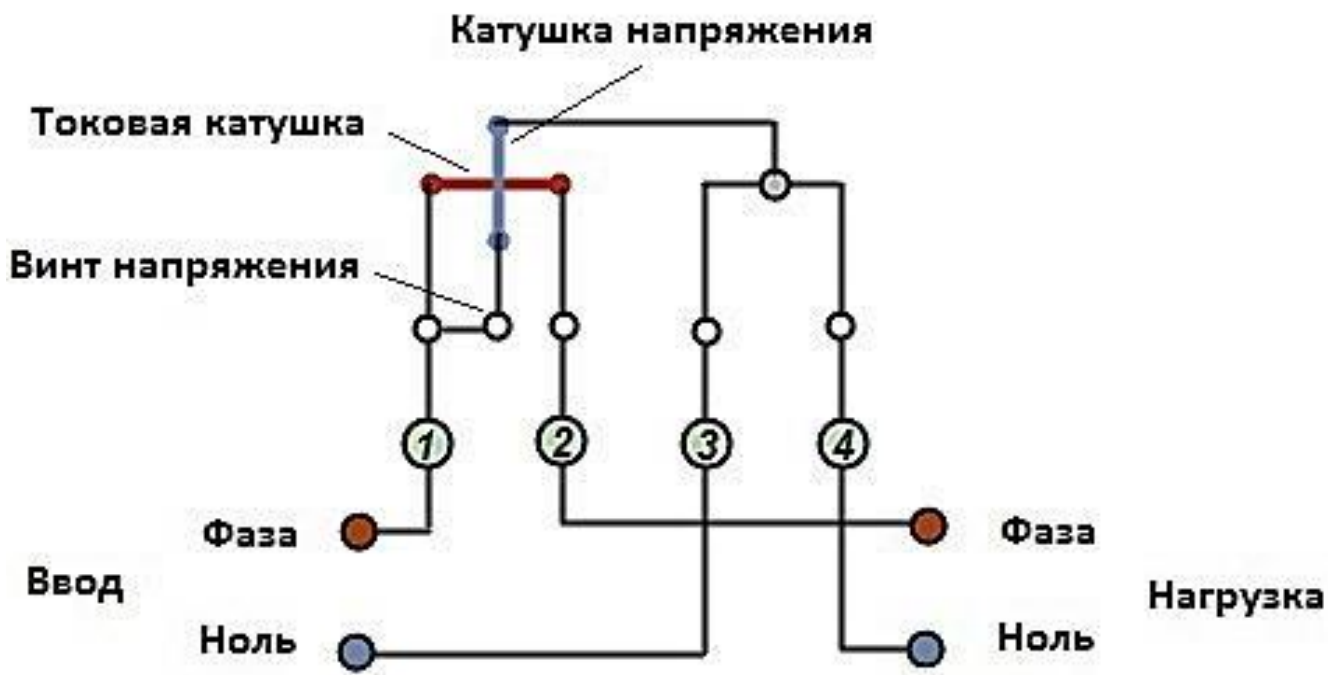


Рисунок 19 – Схема подключения однофазного электросчетчика

В клеммной колодке однофазного счетчика электроэнергии имеется 4 контакта:

- 1 клемма — ввод фазы;
- 2 клемма — выход фазы на нагрузку (в производственное помещение);
- 3 клемма — ввод нуля;
- 4 клемма — выход нуля на нагрузку (в производственное помещение).

Винт напряжения — для отключения катушки напряжения в индукционных счетчиках при проведении государственной поверки

Схемы, представленные на рисунках 19 и 20, предназначены для подключения любого однофазного счетчика электрической энергии.

В данной схеме перед счетчиком электроэнергии установлен вводной автоматический выключатель.

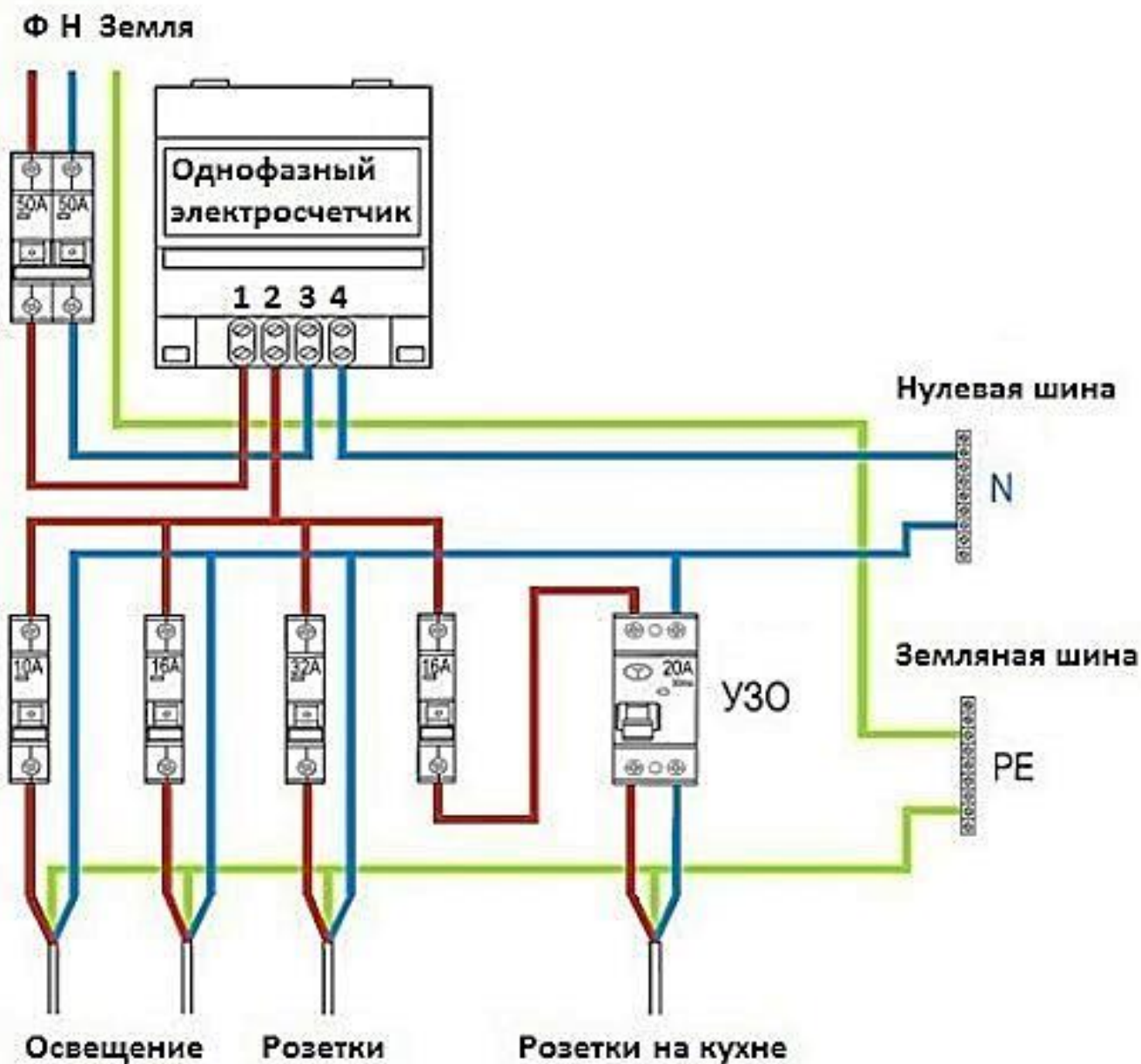


Рисунок 20 – Пример схемы подключения однофазного электросчетчика

Схема подключения трехфазного электросчетчика

Существует несколько способов подключения трехфазных счетчиков электроэнергии, в зависимости от электроустановки:

- прямого включения;
- через трансформаторы тока;
- через трансформаторы тока и измерительные трансформаторы напряжения.

Чаще всего используется прямой способ включения трехфазного электросчетчика (рисунок 21). Эти счетчики ограничены по току до 100 (А).

Если необходимо расширить пределы по напряжению или току, то применяют измерительные трансформаторы тока и трансформаторы напряжения, которые уменьшают первичные величины тока и напряжения до безопасного уровня.

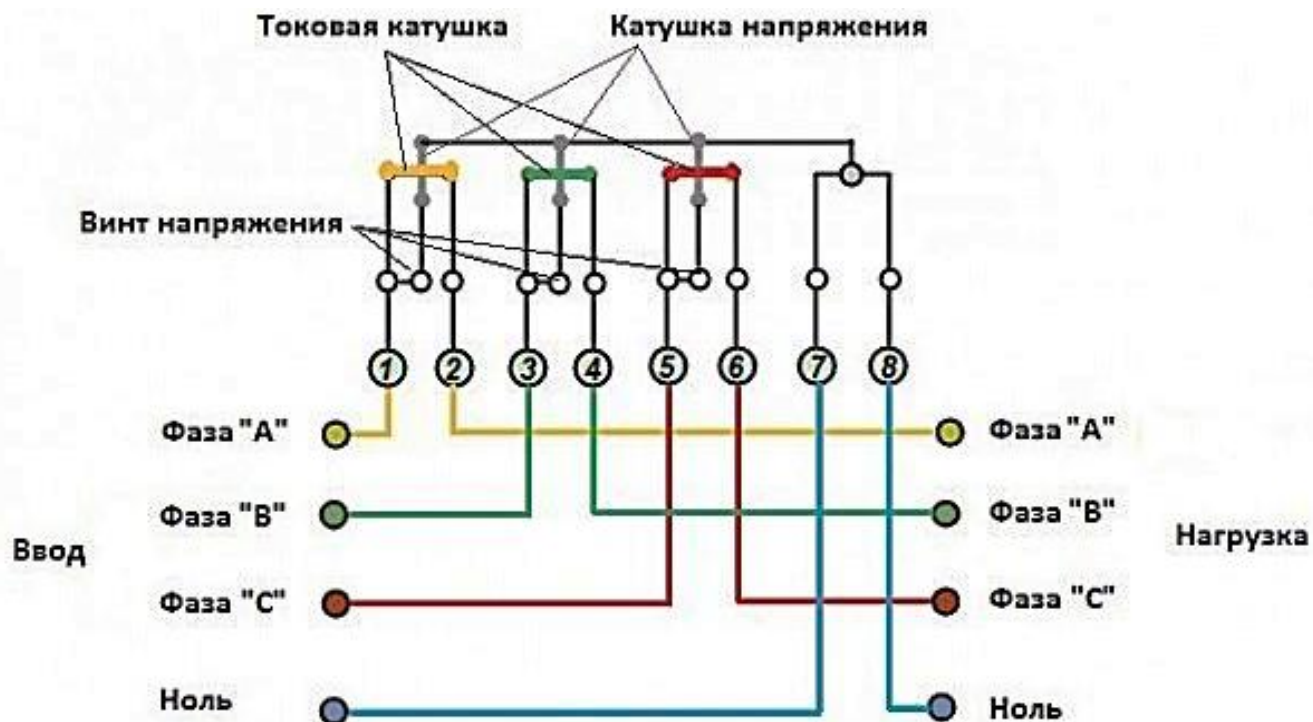


Рисунок 21 – Схема подключения трехфазного электросчетчика

Данная схема предназначена для подключения трехфазного счетчика электрической энергии прямого включения.

В клеммной колодке трехфазного счетчика прямого включения имеется 8 контактов. Все аналогично однофазному электросчетчику, только различается количеством фаз.

Самый распространенный способ (рисунок 22) – подключение трехфазного трехэлементного счетчика прямого включения в 4-проводную сеть напряжением 380/220 (В).

При подключении важно соблюдать фазировку и цветовую маркировку проводов.

В данной схеме перед счетчиком электроэнергии установлен вводной четырехполюсный автоматический выключатель. После счетчика питание электроприемников производится через групповые однополюсные автоматические выключатели с равномерным распределением нагрузки по фазам.

Проект производства работ (ППР) должен содержать план размещения электропроводок в помещениях, принципиальные схемы, схемы электрических соединений (монтажные схемы), рабочие чертежи и эскизы узлов электропроводок, подлежащих изготовлению в монтажно-заготовительной мастерской, спецификации оборудования, материалы и инструмент, сметы.

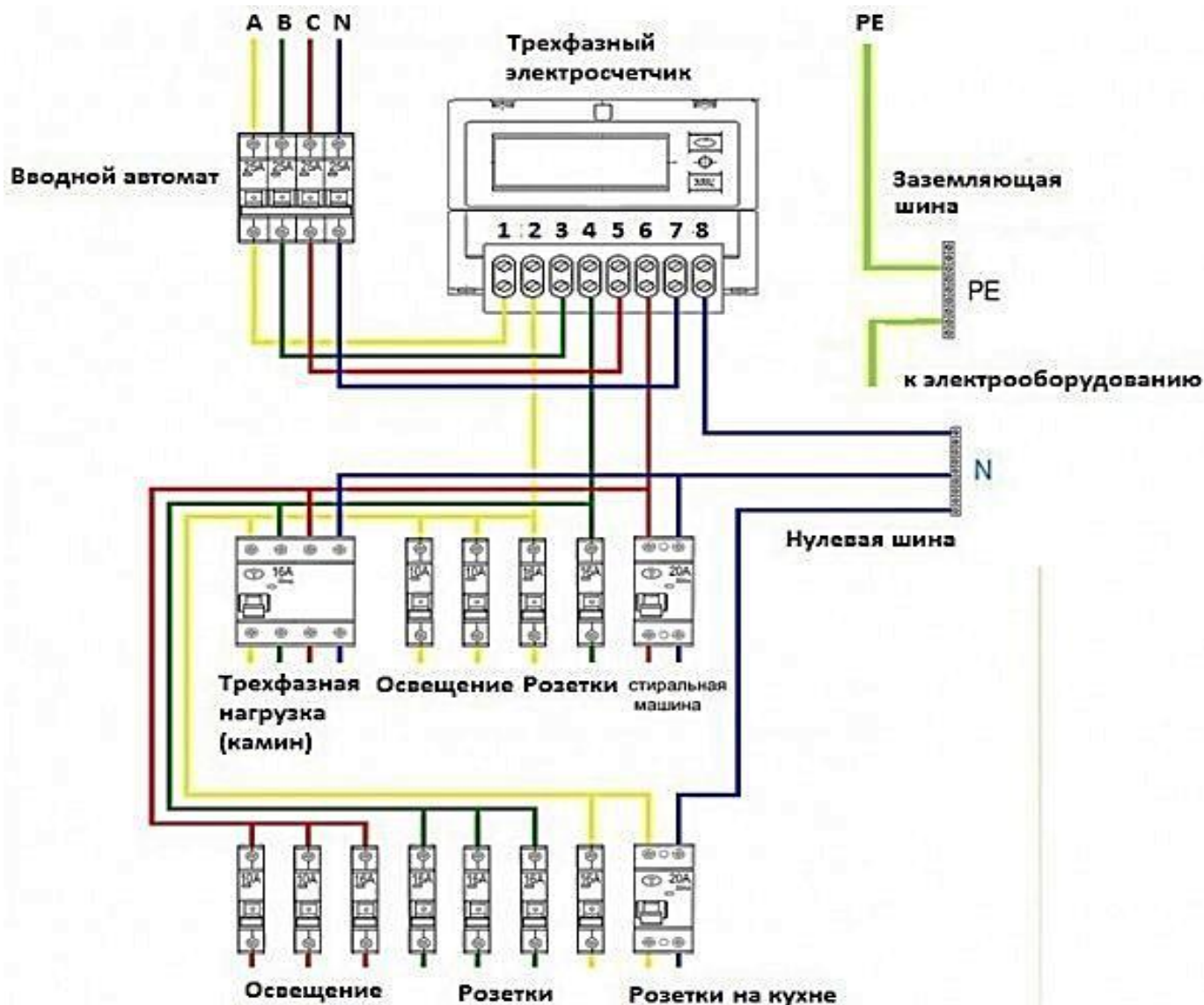


Рисунок 22 – Схема подключения трехфазного счетчика

Схемой электрических проводок на плане называется чертеж, на котором представлено расположение элементов электроустановки относительно строительных конструкций здания или сооружения. Размеры щитков, линий электропроводки, электроустановочных изделий, как правило, несоизмеримы с размерами помещений, поэтому их на планах изображают не в масштабе, а при помощи условных графических изображений.

Чтение электрической схемы установки на плане заключается в том, что по условным графическим изображениям на плане определяют тип и конструктивные особенности токоприемников, осветительных приборов и ламп, линий рабочего и аварийного освещения, число проводов в линии, наличие штепсельных соединений, выключателей и щитов, а по проставленным размерам определяют место их расположения в здании или сооружении.

Электрическая схема проводок на плане (рисунок 23) обязательно сопровождается расчетно-монтажной схемой, где дано обозначение и тип устанавливаемого оборудования и пускозащитной аппаратуры, марки и способы прокладки проводов, другие расчетные данные, необходимые для монтажа и наладки

Групповой щиток				Групповая линия			Токоприемники			Расчетные данные				
№ по плану, тип, P_y, P_p , кВт I_p, A	№ группы	тип автомата	ток теплового расцепителя	ток электромагнитного расцепителя	марка, число жил, площадь сечения провода	способ прокладки	длина, м	светильники, шт	штепсельные розетки, шт	выключатели, шт	мощность, кВт	ток, А	потеря напряжения, %	фаза
ЩО ЩО 32-21	1	AE-1031	15		ABPГ 2x4 АППВС 2x2,5	На скодах Скрыто	16 50	16	1	7	1,4	6,3	0,6	A
A3114	2	AE-1031	15		ABPГ 2x4 АППВС 2x2,5	На скодах Скрыто	10 53	16	1	8	1,38	6,2	0,7	B
$P_y=4,1\text{кВт}$ $P_p=3,4\text{кВт}$ $I_p=6,9A$	3	AE-1031	15		ABPГ 2x4 АППВС 2x2,5	На скодах Скрыто	27 41	15	1	10	1,32	6,0	0,2	C
								ЯТП - 0,25					24	

29

Разметка – это нанесение мест ввода, установки группового и квартирного щитка, линий прокладки проводов, а также установки светильников, ответвительных коробок, штепсельных розеток, выключателей.

Заготовка трасс проводов – включает подготовку отверстий для прохода провода через стены; сверление под коробки для ответвления проводов, установку выключателей и розеток; пробивку борозд при помощи перфоратора или электрофрезы; установку конструкций: крюков для светильников, коробок под выключатели и для ответвления проводов и других крепежных элементов.

Прокладка проводов предусматривает: правку проводов путем протягивания провода через сухую тряпку, зажатую в руке электромонтажника; заготовку концов проводов и протягивание их в коробки; изгибание проводов на поворотах; прокладку проводов по стенам с «примораживанием» раствором, так как запрещается крепить провода скрытых электропроводок гвоздями; прокладку проводов в готовых бороздах.

Прозвонку и подключение проводов выполняют после затвердевания раствора в местах крепления проводов и коробок в следующей последовательности:

- заготавливают кольца на концах жил проводов в ответвительных коробках;
- проверяют схему проводки путем прозвонки;
- присоединяют жилы к винтовым зажимам коробки;
- закрывают коробку.

Монтаж электропроводок в жилых типовых зданиях рекомендуют вести узловым методом с изготовлением узлов на стендах в мастерских. Основной документ на выполнение монтажа электропроводок – утвержденная проектно-сметная документация.

Открытые электропроводки должны прокладываться с учетом архитектурных линий помещений (карнизов, плинтусов и т. п.). Опорные конструкции (кронштейны, скобы) электропроводок должны закрепляться на строительных конструкциях зданий без ослабления их прочности, а незащищенные провода должны крепиться к конструкциям с применением изоляционных прокладок. Проходы проводов и кабелей через несгораемые стены и перекрытия должны выполняться в отрезках пластмассовых труб, а через сгораемые – в отрезках стальных труб, которые после прокладки проводок уплотняют легкосъемными материалами (шлаковатой и др.). Заготовку элементов электропроводок из проводов, кабелей, труб следует выполнять в мастерских электромонтажных участках.

Скрытая и открытая прокладка электропроводов по нагреваемым поверхностям не допускается. Расстояние от открыто проложенных внутри зданий проводов и кабелей, а также от распаечных коробок скрытых проводок до стальных трубопроводов при параллельной прокладке должно быть не менее 100 мм, а при пересечении – не менее 50 мм. Расстояние до трубопроводов с горючими жидкостями и газами – соответственно не менее 400 мм и 100 мм.

Электропроводки по стенам прокладывают только вертикально и горизонтально на расстоянии 100...200 мм от потолка, проемов окон и дверей. Выключатели устанавливают на высоте 1,5 м от пола у входной двери со стороны ручки, а розетки – на высоте 0,8 м и на расстоянии не менее 0,5 м от заземленных частей (трубопроводы, раковины и др.). Выключатели подключают к фазному проводу так,

чтобы неподвижный контакт был присоединен к фазному проводу, приходящему от ввода или щитка. Установка выключателей, предохранителей, автоматических выключателей в нулевых рабочих проводниках запрещена.

Во все остальные аппараты, в том числе и установленные в щитках, ввод фазного провода сети выполняется на неподвижные контакты. Соединение и ответвление проводов монтируют только в коробках распределителей сваркой или колпачками с зажимами.

До подачи напряжения в электропроводках проверяют сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 0,5 МОм между каждым проводом и землей и между двумя любыми проводами. Для новых проводок сопротивление должно быть не менее 1 МОм.

Конструкции большинства современных светильников предусматривают встроенный штепсельный разъем (типа ШРС или ШСВ – для светильников с люминесцентными лампами) или клеммники, обеспечивающие надежное электрическое соединение и удобство при монтаже. Внутренние соединения (зарядку) светильников производит завод-изготовитель, выполняя ее теплостойкими проводами с медными жилами ПРКС или ПРБС сечением 1,5 мм². Концы фазных жил проводов при зарядке присоединяют к головкам, а нулевых – к винтовым гильзам ламповых патронов. Перед монтажом обратить внимание на наличие внутренней оснастки светильников (клеммников, зажимных винтов, уплотнителей и т.п.).

Металлические нетоковедущие части элементов осветительной установки, в обычных условиях не находящиеся под напряжением, в случае неисправности или повреждения могут оказаться под напряжением; для предотвращения опасности поражения электрическим током их зануляют. Занулению подлежат металлические части светильников, конструкции для крепления проводок, оболочки кабелей, стальные трубы и т.п. В осветительных сетях напряжением выше 36В зануление нужно выполнять во всех помещениях. Во всех установках зануление выполняется специальными нулевыми проводами от группового щитка до светильника. Для повышения электробезопасности должны устанавливаться устройства защитного отключения (УЗО).

Порядок выполнения работы

1. В порядке самостоятельной подготовки к выполнению работы ознакомиться с литературными источниками:

- изучить типы и устройство вводов в здания и сооружения;
- изучить требования к монтажу вводов, средств учета и распределительных устройств;
- изучить устройство распределительных устройств и устройств заземления;
- изучить устройство и назначение средств учета электрической энергии;
- изучить основные понятия и определения, требования к монтажу электропроводок, области их применения;
- ознакомиться с технологией и основными приемами выполнения электропроводок.

2. По натурным образцам изучить конструкцию вводных устройств групповых щитков, аппаратуру защиты и счетчиков электрической энергии, установленных на

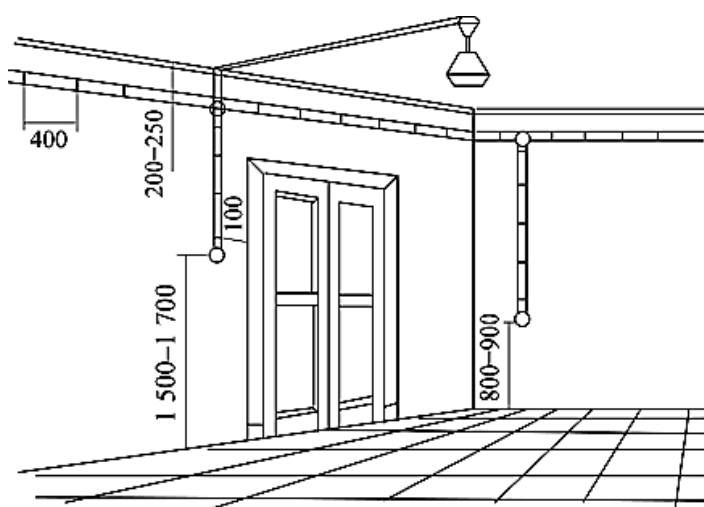
них. Зарисовать в отчет принципиальные схемы учетно-распределительного щитка и щита со счетчиком.

3. Зарисовать в отчет схему подключения счетчика к вводу внутренней электропроводке,

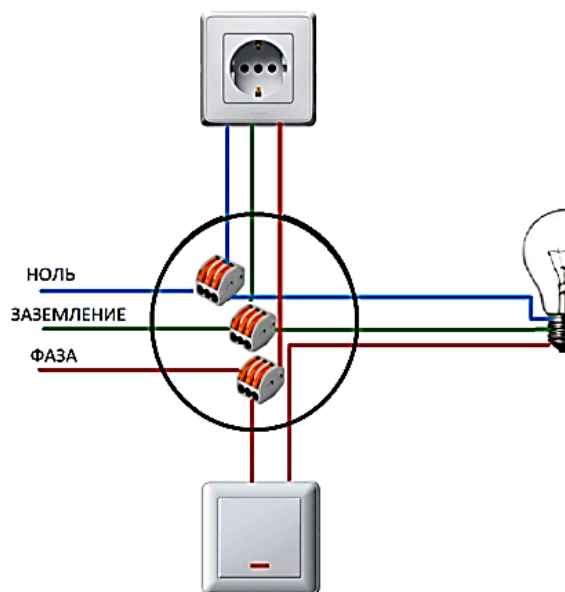
4. Ознакомиться с п. 2 настоящей работы и выполнить ввод не проводами через стену или на трубостойке для подключения учетно-распределительного щитка или щитка со счетчиком.

4.1. По стендам, имеющимся в лаборатории, изучить устройство электропроводок кабелями; типы, марки и назначение электроустановочных и электромонтажных изделий; марки применяемых проводов и кабелей, инструмент.

4.2. Освоить основные элементы выполнения электропроводки кабелем ВВГ (рисунок 25...26). Непосредственно по сгораемым основаниям прокладывают только провод ППР.



а)



б)

Рисунок 25 – Схемы расположения электропроводок: а – общий вид электропроводки; б – установка осветительной и силовой коробки

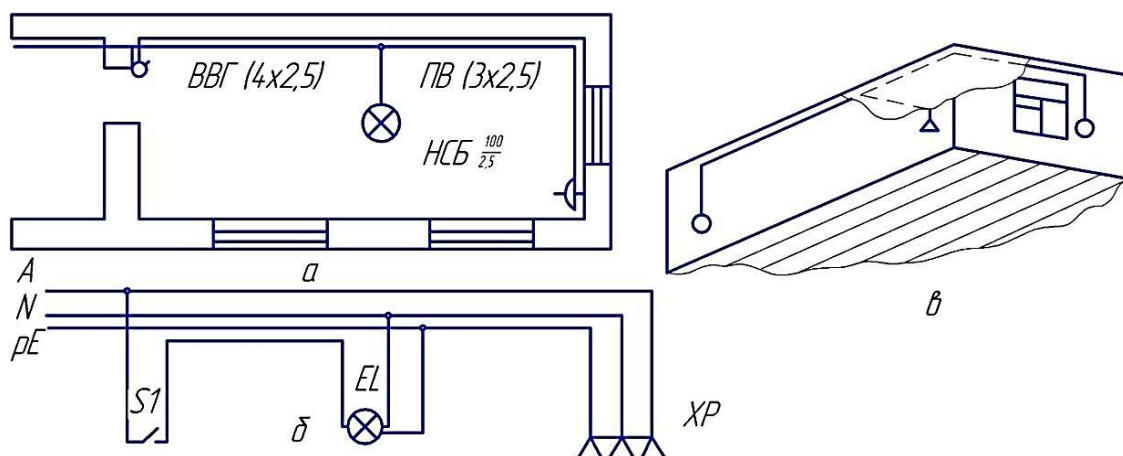


Рисунок 26 – Монтаж электропроводки производственных помещений: а – план осветительной сети, б – электрическая схема, осветительной сети, в – эскиз комнаты с расположением осветительной электропроводки

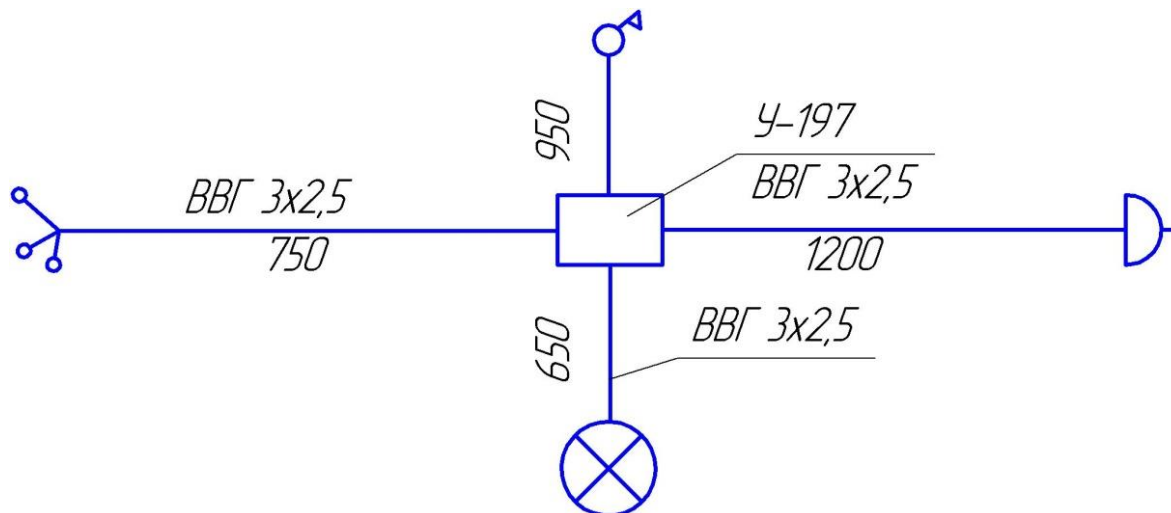


Рисунок 27 – Эскиз замеров электропроводки проводами и кабелями

4.2.1. Выровнять два отрезка проводов с помощью специального роликового приспособления.

4.2.4. Оформить пересечение двух проводов, минимальное расстояние между проводами в свету при их пересечении допускается не менее 10 мм, если же это требование не выполнимо, то провод на участке пересечения должен иметь защиту от механических повреждений и замыканий.

4.2.5. Оформить проход через условную стену. Проходы плоских проводов сквозь стены и перегородки выполняют в отрезках изоляционных труб. Стены и перегородки в местах прохода обрамляют фарфоровыми втулками или воронками (втулки серии В).

4.2.6. Разделить концы трех (четырёх) отрезков проводов и закрепить у ввода в коробку. Ввести отрезки проводов в коробку и соединить их. Соединение и ответвление плоских проводов выполняют в соединительных коробках сваркой, прессовкой алюминиевых гильз и с помощью винтовых зажимов. В местах соединений жил должен быть предусмотрен запас провода, обеспечивающий возможность повторного соединения.

4.3. В соответствии с планом осветительной сети составить: схему соединений проводов в узлах электропроводки, спецификацию (заявку) оборудования и материалов для реализации электропроводки.

4.4. Смонтировать упрощенную открытую электропроводку жилой комнаты на стендах по указанию преподавателя.

5. Замерить сопротивление изоляции смонтированной проводки, проверить качество работ, изоляции мест соединений, установить лампы, подключить ввод и после проверки преподавателем провести опробование смонтированной установки. После опробования произвести разборку проводки.

6. Подготовить отчет следующего содержания:

- цель и задачи работы;
- эскизы выполненного ввода в здание через трубостойку или при установке изоляторов на фронтоне;
- принципиальные электрические схемы учетно-распределительного щита и щитка со счетчиком;

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняют групповые щитки и щитки учета в электрических сетях?
2. Как выполняется ввод в здание через трубостойку?
3. Какое минимальное расстояние допускается на вводе от проводов ВЛ-0,4кВ до проводов радиолинии?
4. Как выбирают трассы электропроводки?
5. Какие виды электропроводок и способы их прокладки вы знаете?
6. Укажите общие технические условия на монтаж электропроводок.
7. Как устанавливают соединительные коробки и вводят в них провода?
8. Как оформляют повороты трассы на 90°?
9. Как выполняют проход проводов сквозь стену?
10. Как заземляют светильники общего освещения с лампами накаливания для сети с заземленной нейтралью?
11. Укажите особенности монтажа электропроводок по сгораемым и негораемым основаниям.

Лабораторная работа №3

Прозванивание проводов скрытой электрической проводки. Выполнение соединений в ответвительных коробках. Сборка схемы осветительной установки помещения

Цель работы

Изучить области применения, технологию и приобрести практические навыки монтажа электропроводок в трубах, на тросах, лотках и в коробках.

Содержание работы

1. Ознакомиться с сортаментом стальных труб, полимерных труб, изделиями и деталями для монтажа. Ознакомиться с инструментом для изгиба и резки труб, нарезания и накатывания резьбы.
2. Изучить требования ПУЭ и СНиП на монтаж тросовой электропроводки.
3. Изучить номенклатуру электромонтажных изделий, необходимых для монтажа тросовых электропроводок.
4. Изучить основные правила и приемы монтажа тросовых электропроводок.
5. Освоить методику составления «замерочного» эскиза осветительной тросовой электропроводки.
6. Выполнить основные подготовительные работы и монтаж тросовой электропроводки в лаборатории.
7. Изучить технологию выполнения электропроводок на лотках и в коробках.

Методические рекомендации

Монтаж тросовых электропроводок

Для монтажа тросовых электропроводок применяют стальную оцинкованную проволоку или катанку диаметром 5...8 мм, прессованную поливинилхлоридом или полиэтиленом толщиной 0,75 мм (несущий трос) ответвительные коробки для соединения проводов (кабелей) в местах разветвлений и подключений светильников; устройство ОП-9187, зажим, а также полоски «в замок», пряжки, полоски-пряжки для крепления проводов и ответвительных коробок к несущему тросу; анкера. Анкерный болт в виде серьги или с крюком, натяжные муфты, зажимы для концевое крепление троса к строительным конструкциям и др.

Работы по монтажу тросовых электропроводок обычно выполняют в две стадии: к первой стадии относятся работы, выполняемые на монтажно-заготовительном участке (МЗУ); ко второй – работы на объекте.

Работы, выполняемые на МЗУ, включают следующие операции:

- заготовку проводов для зарядки светильников и их зарядку;
- заготовку тросовой электропроводки.

Работы на объекте включают следующие операции:

а) **разбивка трасс**– заключается в нанесении краской на строительных элементах мест установки анкеров, для концевых креплений троса, вертикальных подвесок и т. п.;

б) **подготовка трассы к прокладке тросовой электропроводки**–эта операция включает пробивку проемов,отверстий и гнезд, установку анкерных болтов и конструкций для крепления подвесок;

в) **подготовка линии к подъему**–операция включает раскатку заготовленной проводки, временное закрепление на высоте 1,5...2 м для выравнивания и присоединения светильником, неустановленных на МЗУ;

г) **подъем линии на проектную отметку**–производится закрепление одного концанесущего троса на анкере и заземлении троса с этого конца. Последовательный подъем линии с закреплением на промежуточных подвесках;

д) **натягивание и закрепление линии** – заключается в подтягивании второго конца троса к натяжному устройству, креплении к нему этого конца, окончательной натяжке троса, заземлении второго конца;

е) **прочие работы** – выполняются на объекте монтажа и включают:

- присоединение ответвлений, спусков и светильников, установленных не на тросе;
- присоединение питания;
- прозвонку и замер сопротивления изоляции;
- контрольное включение линии.

Порядок выполнения работы

1. В порядке самостоятельной подготовки к выполнению работы ознакомиться с литературными источниками:

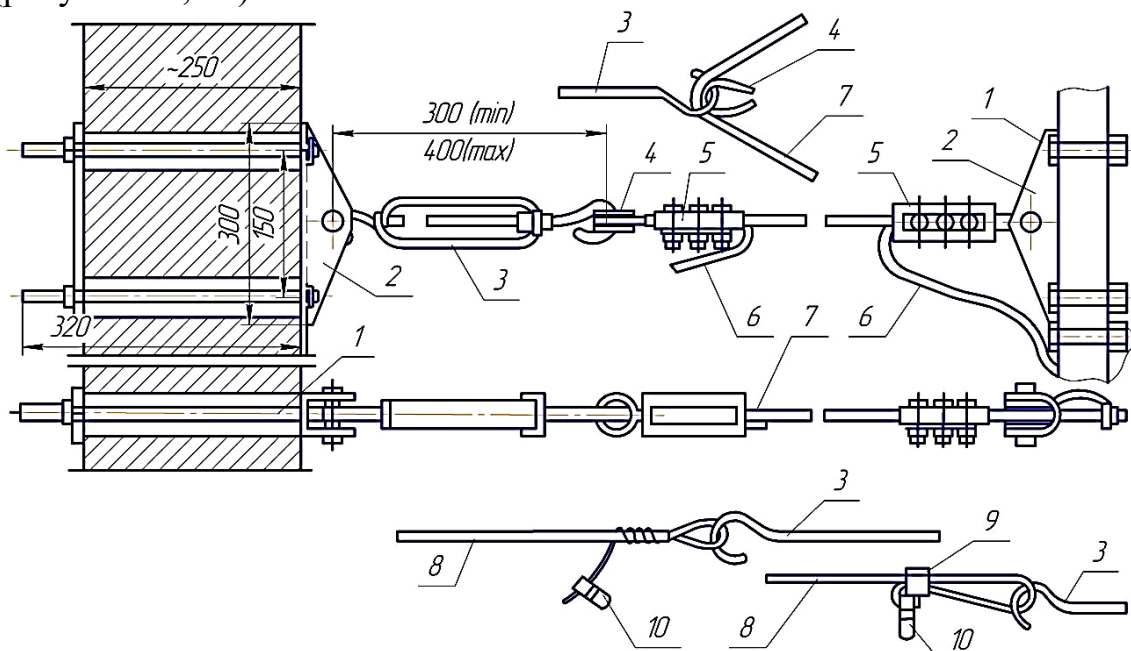
- изучить требования на монтаж тросовой электропроводки;
- изучить номенклатуру электромонтажных изделий для тросовых электропроводок;

- изучить название, преимущества, применяемые провода и кабели, операции, выполняемые в мастерских на технических линиях по заготовке и на объекте по монтажу тросовых электропроводок и проводок на лотках и в коробах.

2. По указанной литературе, стендам и плакатам, имеющимся в лаборатории, изучить и занести в отчет сортамент труб и детали (изделия) для их монтажа.

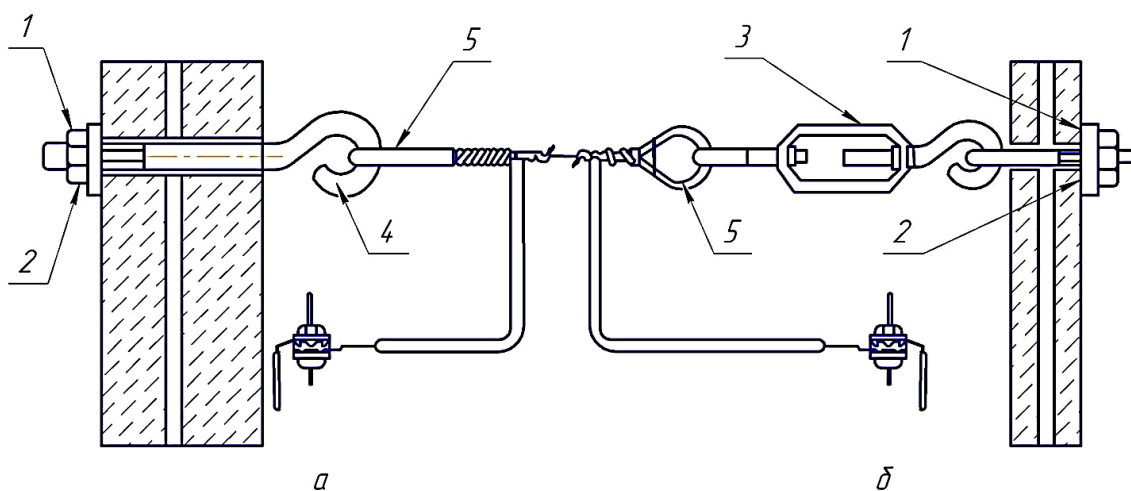
3. Изучить требования ПУЭ и СНиП 111-33-76 на монтаж тросовых электропроводок. Перенести в отчет основные типы анкеров, натяжных муфт, тросовых зажимов, ответвительных коробок, крепежных изделий и др., применяемых при тросовых при водках.

4. Изучить технологию монтажа тросовых электропроводок, а также стадии монтажа (рисунки 28, 29).



1 – шпилька; 2 – анкер; 3 – натяжная муфта; 4 – крюк; 5 – тросовый зажим; 6 – конец троса для зануления; 7 – трос; 8 – проволока; 9 – обойма; 10 – накопечник для зануления

Рисунок 28 – Технология крепления анкеров и тросов



1 – гайка; 2 – шайба; 3 – муфта; 4 – анкер; 5 – крюк

Рисунок 29 – Крепление троса к стенам: а) концевое крепление троса и заземление его; б) натяжное крепление троса

На макетах и стендах лаборатории освоить способы крепления и натяжения тросов, выполнения вертикальных промежуточных подвесок, заземления несущего троса, крепления проводов и кабелей к несущему тросу, ответвления к электроприемникам. Записать отчет в марки проводов и кабелей, применяемых для тросовых электропроводок. Концевое крепление троса и вертикальные подвески приведены на рисунках 30 и 31 соответственно.

5. В соответствии с вариантом задания выполнить замерочный эскиз руководствуясь рисунком 30.

С помощью разметочного шнура, выполнить необходимые замеры, которые необходимы для нанесения на эскиз.

В соответствии с вариантом задания, нанести на эскиз типы применяемого электрооборудования и электромонтажных изделий.

6. Используя составленный эскиз, выполнить монтаж тросовой электропроводки при условии, что все монтажные работы выполняются на объекте монтажа.

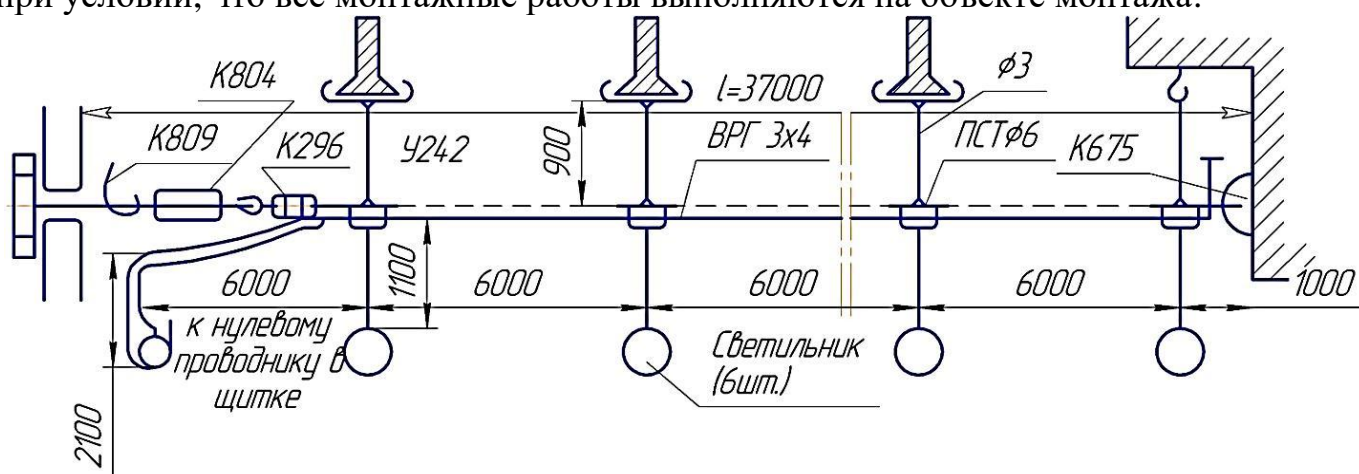


Рисунок 30 – Эскиз тросовой электропроводки

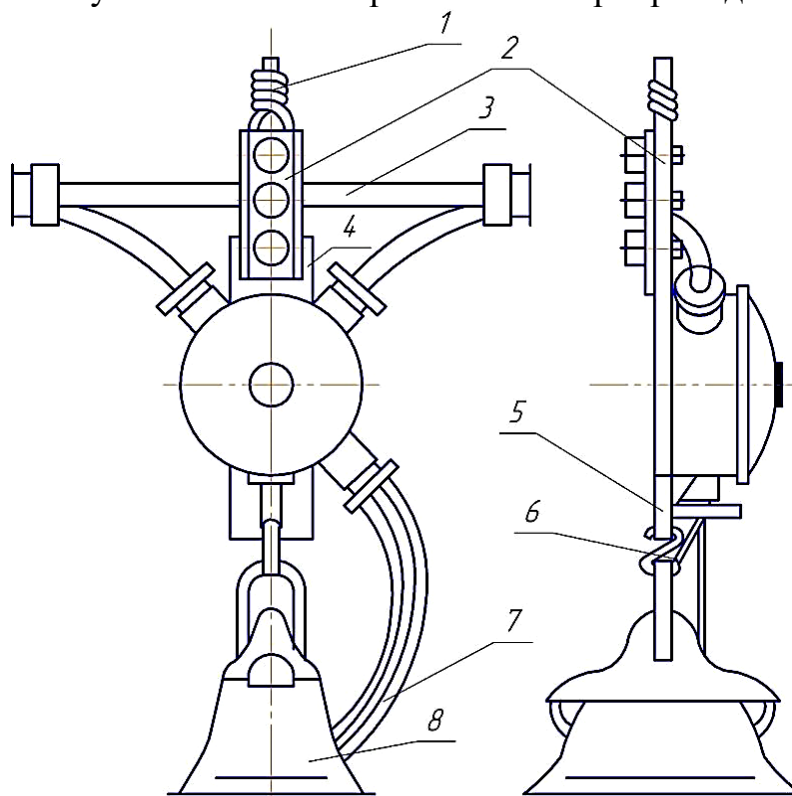
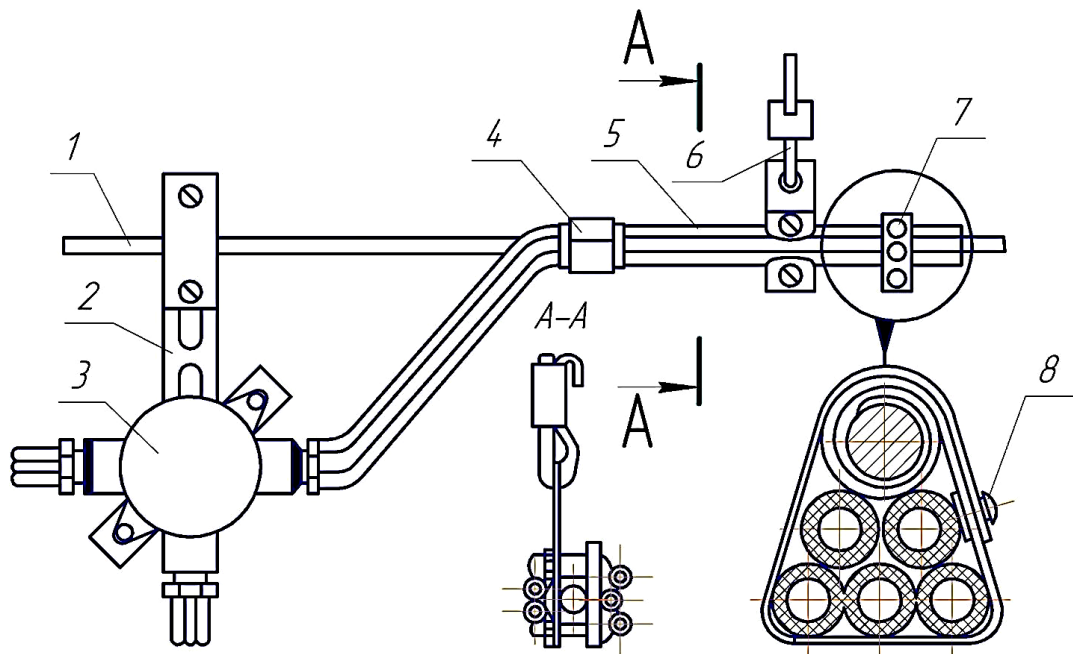


Рисунок 31 – Крепление осветительной коробки и светильника к несущему тросу



1 – трос; 2 – монтажная полоса; 3 – ответвительная коробка; 4 – пряжка; 5 – провод; 6 – тросодержатель; 7 – пластмассовая лента; 8 – кнопка.

Рисунок 32 – Технология крепления проводов и коробок к тросу

6.1. Осуществить заготовку проводов для заделки светильников и их зарядки. Нарезать необходимое количество отрезков проводов ПВ длиной 300...400 мм. Снять с концов изоляцию и оконцевать кольцом или штырем в зависимости от способа соединения с клеммами светильника. Провести зарядку светильников.

6.2. Осуществить заготовку тросовой проводки. В соответствии с составленной заявкой заготовить несущий трос необходимой длины, нарезать необходимое количество проводов или кабелей, выбрать из предложенных в лаборатории необходимые электромонтажные изделия (анкеры, натяжные муфты ответвительные коробки, крепежный материал и инструмент).

6.3. Смонтировать тросовую электропроводку в лаборатории. Произвести подготовку трассы к прокладке электропроводки. Установить

конструкцию, имитирующую стену, анкерный болт (анкер или серьгу) (рисунок 28). Раскатать, несущий трос вдоль трассы проводки. Закрепить несущий трос на анкере и заземлить с этого конца (рисунок 29). С противоположной стороны лаборатории установить в несущей конструкции анкер и натяжную муфту.

Натянуть трос на высоте 1,2... 1,5 м. Соответствующим способом закрепить на несущем тросе провода или кабели, установить ответвительные коробки, повесить светильники (рисунок 31), завести защищенные концы проводов в ответвительные коробки и произвести соединение жил с помощью сжима или скруткой с последующей сваркой.

Сварку выполнить при помощи аппарата ВКЗ-1. Изолировать места соединения жил проводов или кабелей. Изоляцию мест соединений выполнить с помощью изоляционных колпачков или поливинилхлоридной ленты в 2...3 слоя. Колпачки разместить в ответвительной коробке таким образом, чтобы исключить попадание влаги внутрь колпачка. Закрывать ответвительные коробки крышечками.

Подтянуть второй конец троса к натяжному устройству и закрепить к нему этот конец (оставить необходимый запас для заземления). Произвести окончательную натяжку линии и заземление второго троса (рисунок 29). Выполнить монтаж осветительного щитка на лабораторном стенде. Произвести подключение тросовой электропроводки к щитку и подключение питающего кабеля. С помощью мегаомметра прозвонить провода и замерить сопротивление изоляции. Результаты записать в отчет (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты измерения сопротивления изоляции

Проводка	<i>A-B</i>	<i>B-C</i>	<i>C-A</i>	<i>A-N</i>	<i>B-N</i>	<i>C-N</i>
<i>R, МОм</i>						

6.4. Предоставить преподавателю выполненную тросовую электропроводку и после его разрешения проверить работу проводки под напряжением. После чего произвести разборку проводки, сложить материалы, установочную аппаратуру и инструмент.

7. Изучить по стендам в лаборатории и литературе технологию электропроводок на лотках и в коробах.

8. Подготовить отчет следующего содержания:

- цель и задачи работы;
- сведения о трубных проводках, типах труб, инструменте и материалах для изготовления трубных проводок; технические условия и общие правила монтажа электропроводок в трубах;
- протокол измерений проверки и испытания трубной проводки;
- эскиз электропроводки в соответствии с вариантом задания;
- эскиз крепления ответвительной коробки и светильника к тросу, а также крепления троса к стенам. Замерочный эскиз и принципиальная схема электропроводки в соответствии с вариантом задания. Результаты измерения сопротивления изоляции проводки.

Контрольные вопросы

1. Перечислите способы выполнения тросовых электропроводок.
2. Укажите порядок составления замерочного эскиза проводки, сведения отражаемые в нем.
3. В какой последовательности выполняется монтаж тросовой электропроводки?
4. Перечислите инструменты, приспособления и материалы, используемые при монтаже тросовых электропроводок. Укажите порядок составления заявки на материалы и инструмент.
5. В каких случаях применяют промежуточные подвески? Укажите требования к стрелепролета.
6. Как выполняются концевые крепления троса?
7. Как крепят провода и кабели к несущему тросу?
8. Как измерить сопротивления изоляции тросовой электропроводки?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная учебная литература

1. Алиев, И. И. Электроника и электрооборудование. Справочник [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / И. И. Алиев; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – Москва: Абрис, 2012. – 1198 с. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/117624/>.

2. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации [Текст]: учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. 311400 "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства" / А. П. Коломиец [и др.]. – Москва: КолосС, 2007. – 351 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

3. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. 140610 – «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» направления подгот. 140600 – «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / Н. К. Полуянович; Издательство "Лань" (ЭБС). – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 396 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2767/>.

Дополнительная литература

1. Алиев, И. И. Электротехнические материалы и изделия [Текст]: справочник / И. И. Алиев. – Изд. 2-е, испр. – Москва: РадиоСофт, 2007. – 352 с.

2. Бодин, А. П. Справочник сельского электромонтера [Текст] / А. П. Бодин, Ф. И. Московкин, В. Н. Харечко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Россельхозиздат, 1986. – 335 с.

3. Гайдукевич, В. И. Справочник электромонтера строительной площадки [Текст] / В. И. Гайдукевич, Я. В. Гайдукевич. – Москва: АСВ, 2003. – 232 с.

4. Гуревич, Д. Ф. Ремонтные мастерские совхозов и колхозов [Текст]: справочник / Д. Ф. Гуревич, А. А. Цырин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Агропромиздат, 1988. – 336 с.

5. История науки и техники [Текст]: научный журнал / ООО Издательство "Научтехлитиздат". – Москва: Научтехлитиздат. – Выходит ежемесячно. 2008 № 1-12.