ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Т. Г. ШЕВЧЕНКО

Аграрно-технологический факультет

Кафедра технические системы и электрооборудование в АПК

Монтаж электрооборудования и средств автоматизации

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Тирасполь 2018

УДК 621.3.002.72(075.8)
ББК З280.1-081р30+З96р30
Л77

Составители:
Ф.М. Ерхан, д.т.н. профессор
Т.Б. Кондратюк, ст. преподаватель
А.С. Ставинский, преподаватель

Рецензенты:
Н.И Корнейчук, канд.техн.наук, профессор кафедры ЭиРМТП, АТФ, ПГУ им. Т.Г. Шевченко
В.С. Попеску, канд.техн.наук, доцент кафедры ЭАСХиП, ГАУМ Молдовы

Л77 Лабораторные работы по дисциплине «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: Методические указания / Сост.: Ф.М. Ерхан, Т.Б. Кондратюк, А.С. Ставинский Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2018 - 117 с.

Методические указания предусмотренны для учащихся дневного и заочного отделения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль подготовки «Электротехнологии и электрооборудование».

Рассмотрены рекомендации по выполнению и оформлению лабораторных работ, к каждой работе приведены контрольные вопросы, для оценки выполнения работ.

УДК 621.3.002.72(075.8)
ББК З280.1-081р30+З96р30

Рекомендовано Научно-методическим советом
ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

© Ф.М. Ерхан, Т.Б. Кондратюк, А.С. Ставинский., составление, 2018

Оглавление

Введение 5
Список принятых сокращений 6
Инструменты для производства работ по электромонтажу и эксплуатации электрооборудования 7
Материалы и изделия, применяемые при электромонтажных работах 9
Общие требования к электрическим проводкам 17
Правила безопасности при монтаже электрических проводок22
Правила безопасности при монтаже осветительных и облучательных установок 25
Требования безопасности при монтаже электрических машин 27
Требования безопасности труда при монтаже трансформаторных подстанций..... 27
Требования безопасности труда при монтаже воздушных линий 33
Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения..... 38
Лабораторная работа №1. Изучение способов соединения проводов и кабелей разветвительной сети напряжением до 1000 вольт. 46
Лабораторная работа №2. Монтаж проводов в стальных и пластмассовых трубах. 56
Лабораторная работа №3. Монтаж тросовых и струнных проводок..... 62
Лабораторная работа №4. Монтаж электропроводки в сырых и влажных помещениях 66
Лабораторная работа №5. Изучение правил и освоение приемов разделки и оконцевания кабеля..... 68
Лабораторная работа №6. Вязка проводов к изоляторам опор вл, монтаж повторного заземления нулевого провода и устройства защиты от перенапряжений на вл - 0,4 кв 76

Лабораторная работа №7. Изучение методов определения мест повреждения в кабельных линиях. 86
Лабораторная работа №8. Испытание контура заземления 96
Лабораторная работа №9. Монтаж ввода и вводное распределительное устройство вру - 0,4 кв 100
Лабораторная работа №10. Монтаж электрооборудования комплектной трансформаторной подстанции 10/0,4 кв модели ктп - 100 - 10/0,4 кв 106
Список рекомендуемой литературы 117

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергия прочно вошла в нашу жизнь, стала неотъемлемой частью быта и трудовой деятельности каждого человека. Нетрудно представить, что повлечет за собой ее исчезновение у сельскохозяйственного потребителя. Остановка кормоцехов и зерноочистительно-сушильных отделений, доильных установок, систем уборки и удаления навоза и систем микроклимата животноводческих объектов, прекращение водоснабжения, отключение средств связи, отсутствие освещения - все это приведет к снижению качества продукции или её потере, а, следовательно, к убыткам.

Разветвленная сеть подводок электрических проводов требует грамотного и квалифицированного подхода при производстве работ на различных этапах строительства, начиная от проектных и монтажных работ и кончая плановым обслуживанием, включающим ремонтные работы.

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

В данном лабораторном практикуме мы рассмотрим методы грамотного монтажа и безопасной эксплуатации электроустановок сельскохозяйственного потребителя.

В пособии обобщены основные положения монтажа электрооборудования и средств автоматизации, дано описание методов и технических средств монтажа, приведена методика выполнения лабораторных работ.

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ВЛ - воздушная линия электропередачи.

ВРУ - вводное распределительное устройство.

ИПИСЗ - инструкция применения и испытания средств защиты.

КЛ - кабельная линия электропередачи.

КРУ - комплектное распределительное устройство.

КТП - комплектная трансформаторная подстанция.

МПОТ - межотраслевые правила охраны труда при эксплуатации электроустановок.

НТД - нормативно-техническая документация

ПЗУ - переносное заземляющее устройство.

ПТЭЭП - правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.

ПТЭЭСС - правила технической эксплуатации электрических станций и сетей

ПУЭ - правила устройства электроустановок.

РУ - распределительное устройство.

СН и П-строительные нормы и правила

СУ - станция управления

ТП - трансформаторная подстанция

УЗО - устройство защитного отключения

УНН - указатель низкого напряжения

ЩО - щит освещения.

ЩС - щит силовой.

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ЭЛЕКТРОМОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Инвентарь и инструменты для монтажных работ изготавливаются и заказываются комплектами, имеющими различное назначение в зависимости от вида электрической проводки. Однако приведенный ниже на рис. 1 перечень инструментов достаточен для того, чтобы выполнить монтаж и эксплуатацию электрооборудования при работе в электроустановках напряжением до 1000 В.

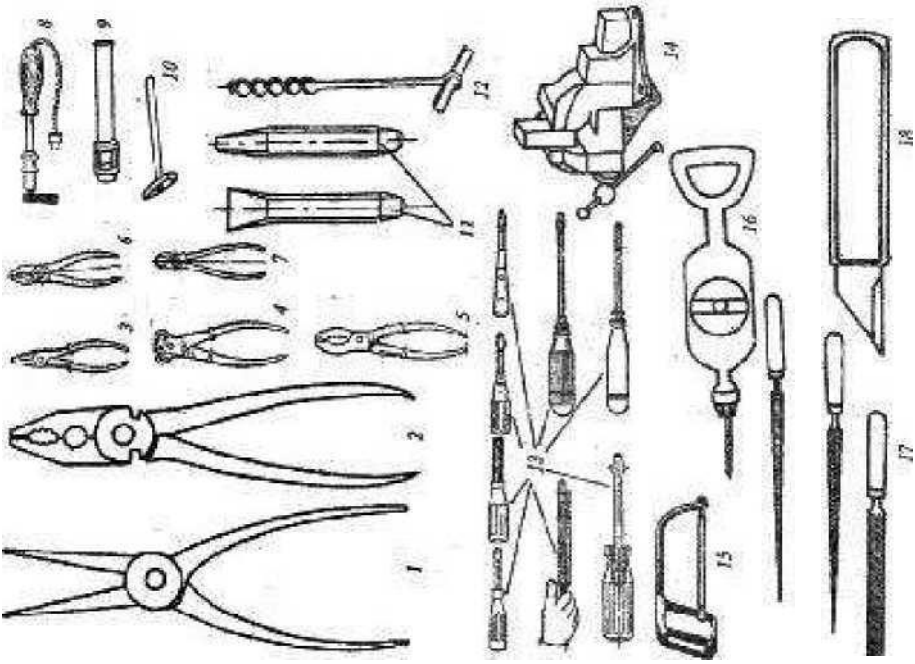


Рис. 1 - Инструменты для электромонтажных работ

1 - круглогубцы, 2 - пассатижи, 3 - плоскогубцы, 4 - кусачки, 5 - пассатижи (газовые), 6 - комбинированные плоскогубцы, 7 - боковые кусачки, 8 - паяльник, 9 - шлямбур, 10 - молоток, 11 - зубило, 12 - буравчик, 13 - набор отверток. 14 - тиски, 15 - ножовка, 16 - дрель, 17 - надфили, 18 — нож с изолированной рукояткой.

Согласно МПОТ отвертки, пассатижи и другой ручной инструмент, используемый при производстве электромонтажных работ, должны иметь изолированные рукоятки. Кроме того, у отверток согласно ИПИСЗ должно быть изолировано и цевье за исключением рабочей зоны на кончике цевья, которая должна быть не более чем 10 мм.

Согласно МПОТ обязательным требованием при проведении любых электромонтажных работ является подготовка рабочего места при помощи указателя напряжения (рис, 2) и переносного заземляющего устройства (рис. 3).

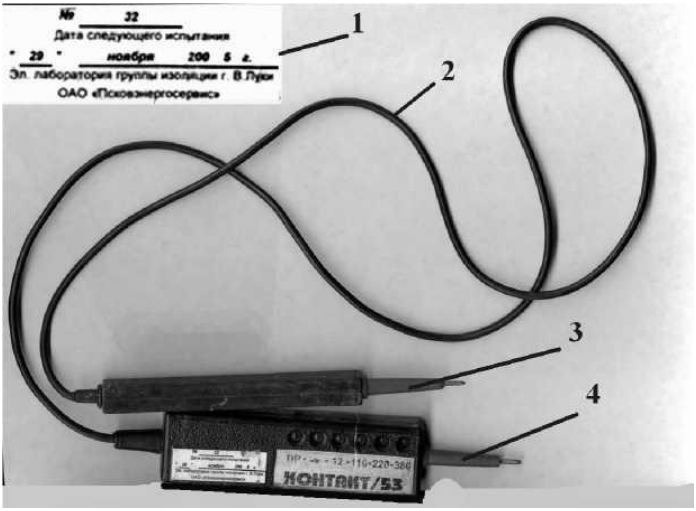


Рис. 2 - Указатель низкого напряжения «Контакт /53»

1 - бирка об испытании указателя напряжения, 2 - соединительный провод, 3 - вспомогательный щуп, 4 - основной щуп с лампочками индикации напряжения.

Используемый при производстве работ указатель напряжения согласно МПОТ должен быть испытан в электротехнической лаборатории, имеющей лицензию, и иметь бирку лаборатории о сроке следующего испытания. Если срок испытания прошел, а указатель не был испытан или имеет видимые повре-

ждения изоляции и щупов, то им пользоваться строго запрещено.

Для обеспечения безопасного производства работ, токоведущие части оборудования, на которых предстоит работа, должны быть отключены и заземлены.

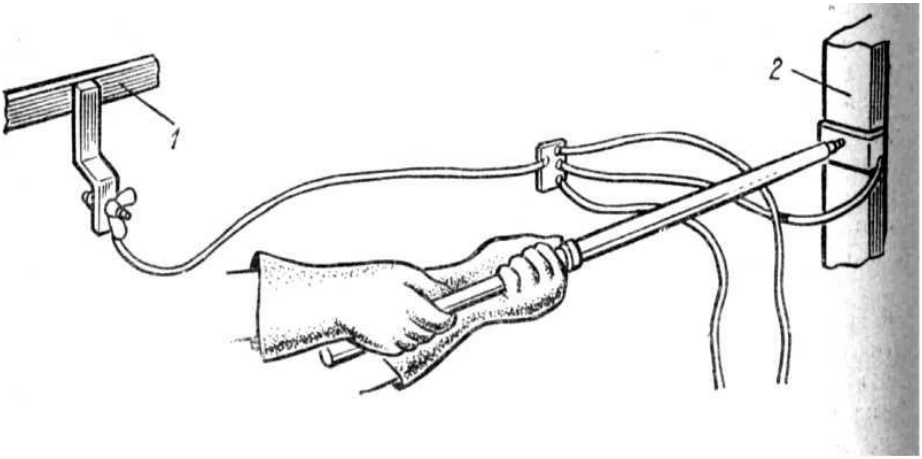


Рис. 3 - Установка переносного заземления 1 — шина PEN или PE, 2 — токоведущая часть.

И, конечно же, подготавливать рабочее место надо стоя на диэлектрическом коврике и в диэлектрических перчатках.

МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

Первое, что должен знать электромонтер, это то, что монтаж проводок следует выполнять строго по проекту, согласованному с районным комитетом по надзору за безопасной эксплуатацией электроустановок при управлении по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ и энергоснабжающей организацией.

Электромонтер должен использовать строго те материалы и электроустановочные изделия, которые указаны в утвержденном проекте.

Основным компонентом при монтаже любой электроустановки является токоведущая часть - провод или кабель.
Провод - это изделие, состоящее из одной или нескольких жил, цельного или многопроволочного исполнения в одинарном слое изоляции или без неё.

В сельских электрических сетях в качестве материала для проводов используют медь, алюминий и сталь. Медь применяют для изолированных проводов внутри помещений и только в отдельных очень редких случаях (на побережье моря, в районе химических заводов) для воздушных линий.

Медь обладает высокой электрической проводимостью. Для применяемой в технике твердотянутой меди удельная проводимость составляет 53 • 10 6 см / м . Механическая прочность меди также высока. Временное сопротивление на растяжение твердотянутой меди, т.е. напряжение, при котором происходит разрушение материала, опр = 390МПа. Плотность меди 5 = 8,9г / см. Медные провода хорошо противостоят химическому воздействию различных веществ. Они отличаются тем, что, находясь в воздухе, покрываются тонкой пленкой оксидов, которая защищает их от дальнейших разрушений.

Алюминий обладает меньшей проводимостью, чем медь. Для твердотянутого алюминия удельная проводимость - 32 • 10 6 см / м. Он менее прочен, чем медь. Временное сопротивление его опр = 160МПа, плотность алюминия 5 = 2,75г / см . Так же, как и медь, алюминий не разрушается на открытом воздухе, покрываясь пленкой оксидов. Алюминий используют как во внутренних проводах, так и в воздушных сетях.

Сталь обладает проводимостью, значительно меньшей, чем медь и алюминий. К тому же ее проводимость зависит от силы проходящего по ней тока. При очень малом токе удельная проводимость составляет 7,5 • 10 6 см / м. Механическая прочность стальных проводов значительна и составляет опр = 370МПа для однопроволочных и , опр = 650 - 670МПа для многопроволочных. Плотность стали 5 = 7,85г / см 3.

В отличие от проводов из цветных металлов стальные провода, окисляясь, покрываются ржавчиной, которая не защищает

металл от дальнейшего разрушения. Поэтому их изготовляют либо из оцинкованной проволоки, либо с присадкой 0,2...0,4 меди.

В сталеалюминевых проводах внутренние проволоки выполнены из стали, а наружные - из алюминия.
Стальные проволоки несут механическую нагрузку, алюминиевые - электрическую и механическую.

Кабель - это изделие, состоящее из двух или более изолированных одножильных проводов, заключенных во второй общий слой изоляции.

Маркировка проводов и кабелей состоит из букв и цифр. Если первая буква «А», то это означает, что провод с алюминиевыми жилами. Если первая буква другая, то это значит, что провод с медными жилами, за исключением провода марки ПС, - это стальной многопроволочный провод для ВЛ. Буквы, отличающиеся от «А», говорят о свойствах изоляции, жил или назначении провода или кабеля.

Первая цифра указывает число жил у провода или кабеля, за исключением проводов ВЛ., где первая цифра указывает сечение жилы, и провода марки П , где указывает свойство жилы.

Вторая цифра указывает сечение жилы в квадратных миллиметрах. Марки основных проводов и кабелей указаны в таблице 1. Все электрические аппараты, применяемые для электропроводок, называются электроустановочными. К ним относятся защитные устройства, выключатели, розетки, патроны для электрических ламп, электрические соединители (удлинительные шнуры, люстровые соединители, штепсельные вилки и т.д.),бытовые светорегуляторы, ответвительные коробки, держатели для люминесцентных ламп и т.д. Электроинструмент, защитные отключающие устройства (УЗО), разделительные трансформаторы, электрифицированные машины и т.д. также относятся к электроустановочным аппаратам.

Согласно международному стандарту ISO - 9001 и ГОСТ 14254 - 96 защита от попадания посторонних тел, обеспечиваемая корпусом или оболочкой, обозначается латинскими буква-

ми IP (от level of protection - уровень защиты) и двухзначным числом. Многие электроустановочные изделия будут описаны в соответствующих лабораторных работах данного методического руководства. Поэтому мы не будем останавливаться на описании всех аппаратов, а ограничимся наиболее распространенными видами, без которых невозможен монтаж электрических проводок.

На электроустановочных аппаратах непосредственно или в паспортной документации обязательно наносятся основные электрические параметры (предельно допустимые и номинальные значения напряжения, силы тока), для которых они могут использоваться.

Таблица №1.

Провода и кабели

Марка	Сечение, мм^2	Число жил	Характеристика
1	2	3	4
АПВ	2,5 - 120	1	Провод с алюминиевой жилой в поливинилхлоридной изоляции
ПВ -1	0,5 - 95	1	Провод с медной жилой и в поливинилхлоридной изоляции
ПВ -2	2,5 - 95	1	То же, но гибкий
ПВ -3	0,5 - 95	1	То же, но повышенной гибкости
ПВ - 4	0,5 - 10	1	То же, но особой гибкости
ПРТО	0,5 - 6	1	Провод с медной жилой в резиновой изоляции и тканевой оплетке
БПВЛ	0,5 - 10	1	Провод с луженой биметаллической многопроволочной жилой в поливинилхлоридной изоляции и пропитанной тканевой оплетке
АППВ	2,5 - 6	2; 3	Провод плоский с алюминиевыми жилами в поливинилхлоридной изоляции

АВВГ	2,5 - 16	2; 3; 4; 5	Кабель с алюминиевыми жилами в винилитовой изоляции и винилитовой оболочке голый
ВВГ	1,5 - 16	2; 3; 4; 5	То же, но с медными жилами
АВВБ	16 - 150	2; 3; 4	То же, но бронированный двумя стальными лентами
ПУНП	1,5 - 6	2; 3	Кабель с медными жилами в поливинилхлоридной изоляции с уменьшенным наружным покровом.
КРТ	1,5 - 10	2; 3; 4; 5	Кабель с медными жилами в резиновой изоляции и резиновой оболочке с тканевой оплеткой
ПВС	0,75 - 10	3; 4; 5	Кабель с медными жилами в поливинилхлоридной изоляции и стойкой оболочке
СИП	16 -35	2; 3; 4	Самонесущий изолированный провод с биметаллическими жилами (сталь - алюминий)

Таблица №2.

Нагрузочная способность кабелей и проводов.

Сечение жил, $мм^2$	Медные изолированные провода		Алюминиевые изолированные провода	
	Открытая проводка, А	Скрытая проводка, А	Открытая проводка, А	Скрытая проводка, А
0,5	11	-	-	-
0,75	15	-	-	-
1,0	17	15	-	-
1,5	23	17	-	-
2,5	30	25	24	19
4,0	41	35	32	28
6,0	50	42	39	32
10,0	80	60	60	47

Применение изделий в сетях с параметрами, превышающими характеристики электроустановочных аппаратов, недопустимо. Разрешается применять для сети напряжением 220 В электроустановочные устройства с маркировкой 380 В и 500 В. Однако при этом электроприемники должны соответствовать параметрам сети.

Электроустановочные изделия выполняют с различными степенями защиты от посторонних тел, воды, воздействия окружающей среды, по условиям электробезопасности. Если первая цифра указывает защиту токоведущих частей от проникновения твердых частиц, то вторая цифра - от попадания воды, которая оказывает вредное воздействие на эксплуатацию.

В первом случае: 0 - защита отсутствует; 1 -защита от попадания внутрь оболочки или корпуса твердых тел размером более 50 мм; 2-размером твердых тел более 12 мм; 3- более 2,5 мм; 4- то же, но не более 1 мм; 5 - от проникновения пыли.

Вторая цифра: 0- защита отсутствует; 1 - от капель воды, попадающих сверху; 2- тоже с наклоном на угол до 15°; 3 - от брызг воды под углом до 60°; 4 - от круговых брызг; 5-от струи воды; 6 - от проникновения воды при глубине до 1 м; 7 - то же до 10 м; 8 - то же более 10 м.

Если первая и вторая степени защиты электроустановочного аппарата меньше 2, то ее обычно не указывают.

Буквы русского алфавита в маркировке указывают на климатические условия, для которых предназначено изделие; «У» - районы с умеренным климатом; «УХЛ» - умеренный и холодный климат; «О» - общеклиматические (для всех климатических зон, кроме холодных); «В» - все климатические исполнения.

Выделяется отдельная группа взрывозащитных исполнений, обозначаемая буквами: «d» - «взрывонепроницаемая оболочка», «е» - «особый вид электрозащиты», «о» - «заполнение оболочки негорючей жидкостью», «р» - «заполнение или продувка оболочки избыточным давлением», «i» - «искробезопасная электрическая цепь», «q» - «кварцевое заполнение оболочки». К установочным изделиям данной группы относится аппаратура специального назначения для нефтегазовой и химической промышленности, предотвращающая вероятность возникновения взрыва и именуемая взрывозащитной группой.

По ГОСТу различают пять классов защитной изоляции:

0 - изоляция обеспечивает нормальную работу при номинальных напряжениях и его допустимых отклонениях, применение установочных аппаратов 0 класса изоляции разрешается в сухих отапливаемых помещениях без содержания агрессивных сред в воздухе и редким нахождением людей;

I - то же, но предусматривает заземление корпуса отдельным проводом, крепящимся к специальному заземляющему за-

жиму, а также защиту от прикосновения к токоведущим частям механическим экраном, применение разрешается в жилых сухих отапливаемых помещениях без содержания агрессивных сред в воздухе;

II - то же, но предусматривает заземление специальной жилой, размещенной в кабеле или шнуре, разрешается применение во влажных помещениях без содержания агрессивных сред в воздухе, а в сырых помещениях без содержания агрессивных сред в воздухе допускается эксплуатация при рабочем напряжении не более 42 В или через разделительный трансформатор;

III - предусматривает наличие двойной или усиленной изоляции, заземление не требуется, разрешается применение во всех помещениях, кроме содержащих взрывоопасные газы;

IV - предусматривает наличие двойной или усиленной изоляции, герметичности корпуса и заземления корпуса рабочего органа по отдельному проводу в кабеле, а также корпуса электроустановки отдельным проводом, крепящимся к специальному заземляющему зажиму.

Электроустановочные изделия взрывозащитной группы «Е» имеют V класс изоляции.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРОВОДКАМ

В проектах на чертежах или схемах электрических проводок должны быть указаны привязки электрооборудования и сетей к стенам помещения. Электрические счетчики, ответвительные коробки, розетки и выключатели должны располагаться в доступных для обслуживания и ремонта местах, а токоведущие части должны быть закрыты. Согласно ПУЭ выключатели располагают при входе в комнату или другом помещении на высоте от 0,8 до 1,5 метров от пола в местах, не закрываемых открытой дверью. Для удобства выключатели в одном здании располагают во всех помещениях с одной и той же стороны и на одинаковой высоте. Обычно это левая стена при входе в помещение. Розетки устанавливаются в местах предполагаемой установки электрического оборудования на высоте 0,2—0,6 м от уровня пола. По противопожарным нормам количество розеток должно быть не менее одной на каждые полные и неполные 6 м площади помещения, а на кухне их должно быть не менее трех.

Розетки и осветительная аппаратура в ванной комнате согласно ПУЭ должны быть исполнения IP54, УХЛ, класс изоляции розеток - II, а осветительной аппаратуры - IV. Питание в ванные комнаты должно поступать через УЗО. Ванные комнаты относятся к влажным помещениям, а сауна, баня и душевые - к сырым помещениям, в этом случае помимо УЗО должен быть установлен понижающий трансформатор с выходным напряжением не более 36 вольт.

В случаях установки электрического счетчика в холодном помещении для его правильной работы согласно ПТЭЭП предусматривается обогрев счетчика при помощи горящей лампочки накаливания, расположенной в одном ящике с прибором учета.

Для удобства эксплуатации и обнаружения повреждения проводов ответвительные коробки устанавливают в каждом помещении строения из расчета, что в каждой коробке должно быть не более 3 присоединений, а их крышки не должны закры-

ваться штукатуркой, заклеиваться обоями и т.д. Открывать крышки коробок, розеток и выключателей без снятия напряжения не разрешается.

Провода прокладываются только по вертикальным и горизонтальным линиям, а их расположение должно быть точно известно во избежание повреждения при сверлении отверстий, забивании гвоздей и заворачивании шурупов. При этом горизонтальная прокладка проводов проводится на расстоянии 50 - 100 мм от карнизов и балок, на 150 мм от потолка и на 150 - 200 мм от плинтуса. Вертикально проложенные участки проводов должны быть отдалены от углов помещения, а также от оконных и дверных проемов не менее чем на 100 мм. Прокладываемые провода не должны соприкасаться с металлическими конструкциями здания. Запрещается проводить провода пучками, а также с расстоянием между параллельно расположенными проводами менее чем 3 мм. На рис.4 показаны основные нормированные расстояния при разметке электропроводки.

Параллельная прокладка проводов вблизи трубопроводов должна проводиться на расстоянии не менее 100 мм до трубопроводов с горючими жидкостями (в случаях отопления на жидком топливе) и газами не менее 400 мм. При наличии горячих трубопроводов провода защищают от воздействия высокой температуры асбестовыми прокладками или применяют провода с защитными покрытиями.

Пересечения проводов с трубопроводами должны находиться на расстоянии не менее 50 мм от поверхности трубопровода, а от трубопровода с горючими жидкостями и газами не менее 100 мм. Кроме того, провода в местах пересечения можно прокладывать в бороздах, изоляционных и металлических трубах и коробах. При наличии горячих трубопроводов проводится термозащита проводов.

Длина проводов, прокладываемых в сырых и влажных помещениях, должна быть минимальной. В сухих помещениях длина не лимитируется.

Последовательность технологических операций при монтаже электропроводки:

- разметка мест установки осветительного или другого оборудования (светильников, штепсельных розеток, выключателей и т.д.);

- разметка трассы проводки, проходов через стены и перекрытия и мест крепления проводов;
- пробивные работы (штробы, проходы и т.д.);
- установка изоляторов (в случаях открытой проводки на изоляторах), натяжных и поддерживающих конструкций (в тросовых проводках) или прокладка труб;
- заготовка проводов, кабелей и электроустановочных изделий;
- установка и закрепление электрощитов, автоматов, коробок для разветвления, розеток и выключателей и их закрепление;
- прокладка и закрепление проводов и кабелей;
- установка электроприемников и осветительной арматуры;
- оконцевание проводов и присоединение их к электрической арматуре, а также соединение проводов в ответвительных коробках;
- испытание, в которое входят замеры сопротивления изоляции кабелей и проводов, сопротивления петли фаза - ноль, сопротивления контура повторного заземления, проверка токов короткого замыкания и проверка системы в работе.

В проектах не всегда точно указываются места установки всех элементов электропроводки. Поэтому правильное их расположение необходимо определять исходя из предполагаемой расстановки мебели и светильников, а также электрического оборудования. Это избавит в последующем от применения шнуров-удлинителей, двойных розеток и т.д., которые суще-

ственно влияют на безопасность эксплуатации электроприборов и создают массу неудобств.

При разметке следует учитывать соблюдение нормированных расстояний элементов проводки от пола, трубопроводов, оконных и дверных проемов и т.д. (рис. 4). Особенно должна учитываться специфика помещений (мастерская, сауна). Для прокладки проводов, осветительной и другой аппаратуры следует выбирать сухие места, удобные для обслуживания, ремонта и других операций, связанных с их эксплуатацией. Элементы электропроводки можно размечать двумя способами: сначала размечают места для всех элементов в каждой комнате и других помещениях, а затем размечают магистральные участки, идущие к ВРУ, РУ (ЩО, ЩС, ЩУ); при втором способе идут от ВРУ к ЩС и ЩО, постепенно переходя в каждую комнату и подсобное помещение.

В каждом помещении, прежде всего, намечают места установки электроприборов, светильников, выключателей и розеток, а также место для разветвительной коробки, которая для каждого помещения является источником подачи напряжения. Места размещения электроаппаратуры можно размечать непосредственно на потолке и стенах.

Если в комнате требуется установить потолочный светильник, то он устанавливается в центре потолка, который расположен в точке пересечения двух диагоналей, проведенных из противоположных углов комнаты. Прямые линии для прокладки проводов отбивают, как правило, с помощью шнура или крученого шпагата, натягиваемых между двумя точками прямого участка линии и предварительно натертых углем или мелом.

Такую работу лучше всего выполнять с помощником, который должен приложить шнур к одной точке, а вы - к другой. Натянутый струной шнур берут двумя пальцами на расстоянии в метре от концевой точки и оттягивают его от стены на расстояние 30 - 40 см. При резком отпускании шнура он ударяется о стену и оставляет на всем протяжении ровную меловую или

угольную линию. Для этой цели существуют еще специальные розеточные рулетки, состоящие из капронового шнура диаметром 2 - 3 мм и длиной 5 - 10 м. Рулетка имеет запас красителя, которым наполняется марлевый мешочек, закрепленный у выхода шнура из рулетки, и лазерные нивелиры. Линии под одиночные крепежные изделия размечают по центрам установки шурупов и винтов, а под скобы в две линии по местам вмазываемых скоб.

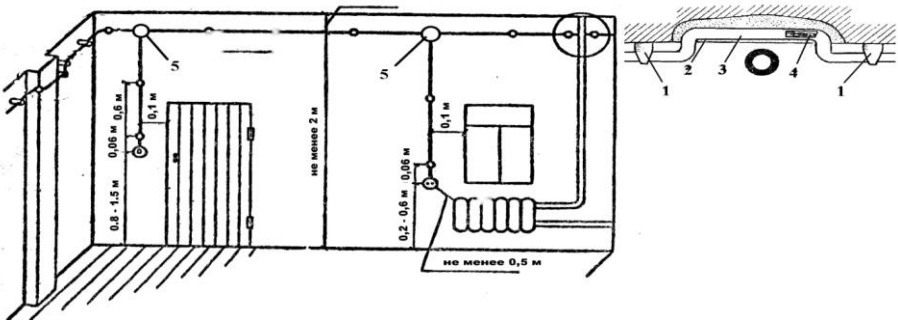


Рис. 4 - Основные нормированные расстояния при разметке проводки

Кроме этого, для разметки отдельных элементов проводки, мест установки токоприемников применяют стальные рулетки, складные деревянные или стальные метры, масштабные линейки и другие приспособления. Работы по разметке выполняют, как правило, два человека со стремянок, устанавливаемых в противоположных концах комнаты. Разметка линий для скрытой проводки упрощается, так как не требует большой точности нанесения горизонтальных и вертикальных линий.

Точность определения мест установки токоприемников и коммутационной аппаратуры сохраняется для любого вида проводки. После окончания разметки перед началом монтажных работ комплектуют крепежные изделия в зависимости от вида и способа выполнения электропроводки в соответствии с проектом.

Качество электромонтажных работ находится в прямой зависимости от правильного выбора и качественного исполнения соединения, ответвления и оконцевания токопроводящих жил проводов и кабелей. Некачественные контакты доставляют много хлопот при эксплуатации электрической проводки, а их поиск затруднен. В местах плохого контакта токопроводящие жилы нагреваются из-за увеличения сопротивления в месте контакта в результате этого может произойти отгорание жилы и воспламенение изоляции.

Поэтому при монтаже электропроводки не рекомендуется применение соединений скруткой (особенно алюминиевых проводов), а скручивание медных проводов с аллюминиевыми (без сварки или пайки) допускается только при наличии биметаллического зажимного контакта. От воздействия окружающей среды поверхность жил окисляется и качество «скрученного» контакта ухудшается.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОК

Все работы при монтаже электропроводок выполняют при обесточенном оборудовании.

Борозды, отверстия и проемы в кирпичных и бетонных конструкциях выполняют в брезентовых рукавицах и предохранительных очках. При этом принимают меры против возможного поражения осколками проходящих мимо людей. Работы на высоте выполняют стоя на огражденных лесах (высота ограждения не менее 1 м). При использовании трапов и мостков длиной более 3 м под ними устанавливают промежуточные опоры. Ширина трапов и мостков - не менее 0,6 м. При пробивке нельзя применять неисправные ручные и механизированные инструменты, работать с приставных лестниц, а также натягивать с приставных и раздвижных лестниц в горизонтальном направлении провода площадью сечения более 4 мм . Сквозные отверстия пробивают рабочим инструментом, длина которого превышает на 200 мм толщину стены или перекрытия.

Разрешено поднимать и поддерживать вручную монтируемые конструкции, элементы трубных проводок массой не более 10 кг. Запрещено проверять пальцами совмещение отверстий собираемых конструкций и устанавливаемого оборудования.

Провода и кабели прокладывают только после того, как трубы, лотки и короба будут окончательно закреплены, а трубы, проложенные в бороздах, фундаментах и полах, заштукатурены или забетонированы. Затяжку проводов и кабелей в трубы проводят после удаления заусенцев на трубах. Если усилий одного человека недостаточно, используют ручную или электрическую лебедку. При затягивании проводов в трубы электромонтажник, подающий провод, должен держать его не ближе 1 м от трубы и работать в рукавицах.

Затяжку проводов на высоте нельзя проводить стоя на приставной или раздвижной лестнице.

Электросварку и пайку проводов, наконечников и деталей выполняют в защитных очках и брезентовых рукавицах. Обоймы формы после соединения разбирают только после их охлаждения.

При работе в помещениях без повышенной опасности применяют электрифицированный инструмент на напряжение 220/127В при условии надежного заземления корпуса электроинструмента и применения резиновых перчаток и диэлектрических галош (ковриков).

В помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, а также вне помещений нельзя работать с электроинструментом напряжением свыше 36В, если он не имеет двойной изоляции, или не включен в сеть через разделительный трансформатор или не имеет защитного отключения.

Запрещено работать с любым электроинструментом вне помещения при атмосферных осадках и большой влажности воздуха.

Запрещено заземлять корпуса электроинструментов с двойной изоляцией или питаемых через разделительный трансфор-

матор и вторичную обмотку *разделительного* трансформатора. Заземлению подлежит только корпус трансформатора. Работать с указанным электроинструментом можно без дополнительных защитных средств.

Корпус электроинструмента на напряжение выше 42В, не имеющий двойной изоляции и непосредственно включаемый в электрическую сеть, должен быть заземлен. При использовании такого инструмента штепсельную розетку снабжают специальным контактом для присоединения заземляющего проводника. Этот проводник для переносного электроинструмента должен быть заключен в общую оболочку с основными проводниками и иметь с ними одинаковую площадь сечения, но не менее 1,5 $мм^2$.

Паяльник в нагретом состоянии следует держать только на металлической подставке. При пайке мелких деталей или проводов их удерживают пинцетом или плоскогубцами; лишний припой с жала паяльника удаляют не стряхиванием, а прикосновением к холодному (находящемуся в твердом состоянии) припою. Тигель для лужения проводов и наконечников должен находиться в устойчивом положении и в нагретом состоянии стоять в металлическом противне с бортами высотой не менее 10 - 15 мм.

Запрещено промывать место пайки бензином и другими легковоспламеняющимися растворителями.

Прозвонку проводов и жил контрольных кабелей проводят соответствующими приборами на напряжение не более 12В. Перед началом прозвонки необходимо убедиться, что с прозваниваемой цепи снято напряжение. Сопротивление изоляции мегометром измеряют только вдвоем, причем лица, выполняющие эту работу, должны иметь соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

При работе с монтажным клеем БМК-5К используют тонкие резиновые перчатки, а при приклеивании деталей к вертикальным плоскостям или потолку надевают защитные очки. При

попадании клея на кожу его удаляют тампоном, смоченным в ацетоне, и промывают кожу горячей водой с мылом. Не допускается работа с клеем вблизи открытого огня и нагревательных приборов. Запрещено принимать пищу и курить в помещениях, где работают с клеем. Эти помещения должны иметь вентиляцию, их следует систематически проветривать.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ И ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Они состоят в следующем:

1) борозды, отверстия и проемы в кирпичных стенах, железобетонных плитах пробивают в специальных очках;

2) при пробивке нельзя применять неисправные ручные и механические инструменты;

3) сквозные отверстия пробивают рабочим инструментом, длина которого превышает на 200мм толщину стены или покрытия;

4) к работе с монтажными пистолетами допускают только специально обученный персонал.

Необходимо выполнять следующие *требования безопасности*:

- трубы и металлоконструкции размещают на земле или на полу на подкладках;
- концы труб опиливают и очищают от заусенцев;
- при выполнении работ на фермах или временных настилах на фермах в зоне работающих мостовых кранов запрещено опускать провода, веревки или такелажные приспособления, а также устанавливать приставную лестницу к тросовой проводке;
- перед установкой групповых щитков и аппаратов проверяют надежность их монтажно— заготовительных узлов и сборок;
- совпадение отверстий в соединяемых конструкциях проверяют с помощью специальных монтажных приспособлений;

- при монтаже кранового электрооборудования на проектной высоте запрещено пользоваться электроинструментом напряжением выше 42В и переносными электролампами напряжением выше 12В;
- при монтаже тросовых проводок их окончательное натяжение осуществляют при помощи натяжных устройств после промежуточной подвески;
- осветительную арматуру массой более 10 кг устанавливают вдвоем (допускается выполнение этой работы одним рабочим с применением специального приспособления);
- монтировать шинопроводы следует посекционно или по одному блоку (накопление секций или блоков на лесах, эстакадах и мостиках обслуживания запрещено);
- блоки шинопроводов поднимают выше 7,5 м специальными траверсами из швеллера или стальных труб с постоянными стропами;
- при стыковке двух секций или блоков шинопроводов совпадение отверстий проверяют металлическим стержнем;
- электроды заземления вручную забивают кувалдой с длиной ручки (держателя) не менее 0,7 м.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Поднятые для установки на фундамент электрические машины немедленно закрепляют на нем полностью. Запрещено одновременно регулировать выключатель и привод, регулировать выключатель отделенной стенкой от привода. Запрещено совмещать отверстия в собираемых деталях пальцами. Следует пользоваться ломиками, бородками. Нельзя поддерживать вручную привариваемые конструкции массой более 10 кг или мелкие детали. Их необходимо до сварки укрепить струбцинами. Пробивая отверстия в бетоне или стене, надевают защитные очки. При сквозной пробивке используют шлямбуры или скарпели, длина которых не менее чем на 200 мм превышает толщину стенки. Все работы по монтажу электродвигателя выполняют до подключения к нему проводов.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ МОНТАЖЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Строительные работы в помещениях и на территории трансформаторной подстанции должны быть полностью закончены до начала электромонтажных работ. Должны быть приняты фундаменты, порталы, конечные опоры воздушных линий А и П образных конструкций. Эти конструкции при монтаже оборудования испытывают значительные нагрузки, поэтому требуются надежное выполнение всех болтовых и сварных соединений, правильная установка анкерных болтов. Кабельные траншеи до начала электромонтажных работ должны быть закрыты временными настилами.

Наиболее ответственные и опасные при монтаже трансформаторных подстанций - это *такелажные работы*. При выполнении такелажных работ все конструкции и оборудование массой более 30 кг поднимают при помощи грузоподъемных механизмов. Основную массу элементов подстанции монтируют при

помощи автомобильного крана (разъединители, металлические шкафы КТП, шкафы КРУ, КРУН). Стропы к грузам крепят стропальщики, а управляет автокраном машинист, прошедший специальное обучение. Поднимать и перемещать опорные конструкции и электрооборудование разрешено только после принятия мер, предупреждающих опрокидывание конструкций. Для этого стропы следует крепить выше центра тяжести, применять оттяжки, расчалки и т. п.

При подъеме аппаратов запрещено крепить стропы к изоляторам, контактным деталям или отверстиям в лапах. Крепить следует только к раме (разъединитель, шкаф КТП и т. п.). Поднятое оборудование немедленно закрепляют на местах болтами, соответствующими проекту. Во избежание ранения рук перед установкой удаляют заусенцы с болтов, шпилек, фланцев изоляторов.

При выверке разъединителя или шкафа КТП не разрешено проверять совпадение отверстий руками. Все работы на активной части или внутри трансформатора выполняют только при условии, что активная часть надежно установлена внутри бака или снаружи. Запрещено просовывать голову или руки между фланцем и крышкой трансформатора. До начала монтажа силового трансформатора все обмотки должны быть закорочены, а после окончания монтажа - заземлены. Заземляют также все металлические корпуса, кожухи оборудования и аппаратуры (разъединитель, нейтраль обмоток низшего напряжения, выключатель, щиты низкого напряжения и т.д.), которые вследствие нарушения изоляции могут оказаться под напряжением.

Во избежание поражения работающих электрическим током временные проводки для освещения, ручного электроинструмента, сигнализации и т.п., а также сварочные провода не должны касаться токоведущих частей монтируемой установки. Для местного освещения применяют ручные переносные лампы напряжением не выше 12В.

Приступая к установке электрооборудования, следует убедиться в прочности закрепления опорных конструкций. Поднимать и перемещать выключатели выше 1 кВ, автоматические выключатели, электромагнитные приводы и другие аппараты, имеющие возвратные пружины или механизм свободного расцепления, разрешено только в положении «отключено», а аппараты рубящего типа (например, разъединители) - только в положении «включено». Это вызвано тем, что при случайном отключении аппарата под действием возвратных пружин персонал может получить травмы.

Трехполюсные разъединители внутренней установки должны поднимать не менее двух рабочих. Подъем на высоту более 2 м выполняют с применением блока или лебедки. При проверке и наладке цепей управления, защиты, измерений, контроля и т. п. с подачей напряжения необходимо пользоваться инструментом с изолированными ручками.

Запрещено после монтажа сборных шин РУ использовать их для закрепления такелажных приспособлений или конструкций, а также включать под напряжение для подачи временного питания на нужды строительства (например, для питания сварочных трансформаторов). Нельзя оставлять инструмент на верхних частях конструкций РУ, так как при падении он может нанести повреждение работающему внизу.

Требования безопасности труда при монтаже кабельных линий. К рытью траншеи для прокладки кабелей разрешено приступать только после получения руководителем работ письменного разрешения от организации, эксплуатирующей подземные коммуникации (кабели, газопроводы и т. п.), находящиеся в районе прохождения трассы вновь прокладываемого кабеля. На чертеже трассы кабеля точно указывают все пересекаемые подземные коммуникации; места пересечений должны быть обозначены и указаны производителем работ в натуре на местности.

Если кабель прокладывают вручную, нагрузка, приходящаяся на каждого рабочего, не должна превышать 35 кг для мужчин и 20 кг для женщин и подростков до 18 лет.

При прокладке кабеля по стенам и конструкциям зданий и сооружений на значительной высоте от пола или земли работы необходимо выполнять с прочных подмостей с ограждением в виде перил и бортовых досок. Прокладка кабеля на высоте с лестниц не разрешена. Поднимать кабель на высоту более 2 м вручную можно только с помощью рогаток или блоков.

Если необходим прогрев кабеля перед прокладкой, применяют напряжение не выше 250В. При напряжении выше 42В броня и оболочка кабеля и все металлические корпуса аппаратов, применяемых при прогреве, должны быть заземлены.

При раскатке кабеля на поворотах трассы запрещено вручную поддерживать кабель, не разрешено также ставить рабочих внутри углов поворота трассы. При механизированной протяжке кабеля особое внимание обращают на крепление конца кабеля к тросу лебедки или тянущего механизма - оно должно быть надежным и не должно допускать срыва кабеля во время тяжения.

Разматывать кабель с барабанов можно при наличии тормозного устройства; если этого устройства нет, следует применять для торможения прочную доску. В конце размотки барабана, когда на нем остается несколько витков, необходимо притормозить барабан во избежание удара концом кабеля. Запрещено раскатывать и протягивать кабель с приставных лестниц и стремянок.

При затяжке кабеля в трубы следует соблюдать предосторожность против затягивания в трубы руки или одежды рабочего вместе с кабелем. Поддерживать кабель перед проемом или трубой следует не ближе чем за 1 м.

При разделке кабеля в муфте или воронке кабельную массу разогревают до 120...130 °С. Этот процесс опасен, так как возможны ожоги людей при выплескивании разогретой массы или

ее воспламенении. Кабельную массу разогревают на жаровне или электронагревателе, но не на открытом огне. Температуру разогреваемой массы контролируют термометром. Ни в коем случае нельзя доводить массу до кипения, так как это может вызвать вспышку паров мастики или ее возгорание.

При разделке концов кабеля в эпоксидных муфтах опасно для человека воздействие эпоксидного компаунда и особенно его отвердителя (диэтилентриамина). При попадании этих веществ на кожу возможно заболевание дерматитом или экземой, а также раздражение слизистой оболочки глаз и верхних дыхательных путей. К работе с эпоксидным компаундом допускают лиц не моложе 18 лет, прошедших медицинский осмотр, а также инструктаж по безопасным методам работы, мерам профилактики и др.

Для предохранения кожи от воздействия компаунда и отвердителя работающие должны иметь на руках резиновые или полиэтиленовые перчатки. Допускается применение «биологических» перчаток, представляющих собой тонкий слой специальной защитной пасты, наносимый на поверхность кожи рук. Кроме перчаток должны быть надеты пластмассовые нарукавники, фартук (желательно из текстовинита), защитные очки и респираторы.

В случае попадания на кожу компаунда или отвердителя его немедленно удаляют мягкой бумажной салфеткой, а затем промывают пораженные места 3%-ным раствором уксусной или лимонной кислоты либо горячей водой с мылом. Вблизи работ с эпоксидным компаундом запрещено хранить и принимать пищу, а также курить.

При монтаже кабельных линий необходимо выполнять следующие требования безопасности:

- перед перемещением барабана с кабелем следует принять меры, исключающие захват одежды рабочих (для этого необходимо удалить с барабана торчащие гвозди, а концы кабеля надежно закрепить);

- для размотки кабеля барабан устанавливают на домкраты соответствующей грузоподъемности или специальные тележки и поднимают на 0,15...0,2 м от поверхности;
- на трассах прокладки кабелей, имеющих повороты, запрещено размещаться внутри углов поворота кабеля, поддерживать кабель на углах поворота, а также оттягивать его вручную;
- на прямолинейных участках трассы электромонтажникам следует находиться по одной стороне кабеля;
- при ручной прокладке кабеля количество электромонтажников должно быть таким, чтобы на каждого из них приходился участок кабеля массой не более 35 кг;
- при массе кабеля более 1 кг на 1 м его подъем и крепление с приставных лестниц или лестниц-стремянок запрещены;
- расстояние от края траншеи до кабельных барабанов, механизмов и приспособлений должно быть не менее ее глубины;
- опускать последний виток кабеля с барабана в колодец или туннель следует плавно с помощью пенькового каната;
- разжигать горелки, паяльные лампы, разогревать кабельную массу и расплавлять припой следует на расстоянии не менее 2 м от колодца (туннеля);
- опускать в колодец расплавленный припой и разогретую кабельную массу следует в ковше или закрытом сосуде, подвешенном с помощью карабина к металлическому тросику;
- при работе с эпоксидным компаундом и отвердителем соблюдают меры безопасности, принятые для работ с токсичными веществами;
- кабельную массу для заливки муфт разогревают в металлической просушенной посуде с крышкой и носиком;
- запрещено доводить массу до кипения; недопустимо попадание воды в горячую массу;
- разогревать и переносить ковш с припоем, а также сосуды с кабельной массой следует в защитных очках и брезентовых рукавицах длиной до локтя;

- передавать ковш с припоем или сосуд с кабельной массой из рук в руки запрещено (для передачи емкость ставят на землю или прочное основание).

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ МОНТАЖЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Мастер или прораб, приступая к работе с использованием подъемных механизмов, проверяет знание рабочими сигналов, применяемых для управления механизмами.

При подъеме опоры регулируют правильность ее положения оттяжками; после подъема опоры на 0,5...0,7 м от земли мастер обязан проверить надежность подъемных средств (расчалок, тросов, якорей, лебедок), надежность крепления подъемных механизмов. Поднятую опору выверяют и немедленно закрепляют на фундаменте или в котловане. При установке опоры бурильно-крановыми машинами следует после закрепления на ней стропа отойти от котлована на безопасное расстояние, регулировать положение опоры при подъеме только расчалками и направлять комель в котлован после того, как она будет полностью оторвана от земли.

Нельзя при подъеме опоры находиться непосредственно под ней, натягиваемыми канатами и расчалкам, а также в котлованах. Запрещено поднимать опоры при сильном ветре, а также убирать такелаж от установленной опоры до полной засыпки котлована. Влезать на установленную опору для снятия такелажа можно только после надежного ее закрепления на фундаменте или в котловане по специальному разрешению производителя работ.

Вручную при помощи багров и ухватов разрешено поднимать только одностоечные деревянные опоры. Ухваты применяют для подпора вершины поднятой опоры, а багры - для предупреждения падения опоры в сторону. Багры и ухваты должны иметь длину 2,5...4,5 м, диаметр не менее 50 мм и прочные металлические наконечники. Применять вместо них лопаты, колья и другие подобные приспособления запрещено. Прекращать

поддержку поднятой опоры ухватами и баграми разрешено только после того, как основание опоры будет надежно закреплено, а котлован полностью засыпан и утрамбован.

Нельзя прекращать работы по засыпке котлованов с установленной опорой до полного окончания засыпки и трамбовки. Антисептическиесоставы, применяющиеся для предохранения деревянных опор от загнивания, представляют собой токсичные вещества. Люди, занятые антисептированием опор, погрузкой, разгрузкой и транспортировкой леса, пропитанного антисептиками, должны работать в брезентовых костюмах и рукавицах, кожаной обуви. Брюки нужно заправить в сапоги, при работе в ботинках концы брюк следует завязывать тесемками. Перед началом работ на свежепропитанных опорах открытые или недостаточно защищенные части тела работающего покрывают специальной предохранительной пастой, при этом следует избегать попадания пасты в глаза. Антисептик, попавший на поверхность тела, удаляют сухим ватным тампоном. Пораженный участок тщательно промывают водой. После окончания работ или перед принятием пищи рабочие должны снять с себя спецодежду, стереть предохранительную пасту чистой сухой тряпкой, а затем вымыться с мылом под горячим душем.

При разгрузке и перекатке барабанов с проводом надо следить, чтобы их выступающие части не могли захватить одежду. При ручной разгрузке барабан спускают по слегам, оттягивая его пеньковым или стальным канатом в противоположную сторону. При раскатке проводов проверяют устойчивость раскаточных устройств, на которые установлены барабаны, тормозные приспособления и удаляют выступающие гвозди. Раскатку и вытяжку проводов проводят в брезентовых рукавицах, а при ручной раскатке используют брезентовые наплечники. Следует соблюдать осторожность при сматывании с барабана последних 6...12 витков провода во избежание удара проводом, разматывать его следует осторожно вручную. Запрещено при раскатке и

вытяжке проводов вручную опоясываться проводом и надевать его петлю на руку или плечо.

Раскатанный провод или трос необходимо тщательно осмотреть и устранить обнаруженные дефекты, которые могут стать причиной обрыва при натягивании и нанести травму. Если натягиваемый провод или трос зацепился за какой-нибудь предмет на земле, нельзя подходить к нему с внутренней стороны угла или со стороны, куда провод может соскочить после освобождения. При раскатке проводов под действующей ВЛ выше 1 кВ необходимо применять сухую веревку, привязанную к концу раскатываемого провода, за которую следует тянуть провод. При ручной раскатке на каждого рабочего должно приходиться не более 50 кг провода. Нельзя находиться под проводами и тросами во время их подъема и натяжения.

Провода могут соединять *опрессовкой* и *термитной сваркой* только специально обученные рабочие, имеющие удостоверение на право выполнения этих работ. Термитную сварку можно проводить только в защитных очках с темносиними стеклами и в брезентовых рукавицах. Лицо работающего должно быть удалено не менее чем на 1,5 м от места сварки. Запрещено поправлять руками горящий или остывающий термитный патрон. Сгоревший патрон можно сбивать с провода после охлаждения в направлении от себя. Осторожного обращения требуют термитные спички для зажигания термитных патронов, которые горят даже при сильном ветре. Заранее надо выбрать на окружающей земле площадку, куда следует бросать несгоревшую термитную спичку. Термитные спички чувствительны к механическому и тепловому воздействию.

Монтаж проводов разрешено начинать после выверки и закрепления опор. Работы, выполняемые на высоте более 5 м от поверхности грунта, называют *верхолазными*. К выполнению самостоятельных верхолазных работ допускают лиц не моложе 18 лет, прошедших медицинский осмотр и признанных годными к верхолазным работам, имеющих стаж верхолазных работ не

менее одного года и тарифный разряд не ниже 3-го. Рабочие, впервые допущенные к верхолазным работам, в течение одного года должны работать под непосредственным надзором опытных рабочих, назначаемых распоряжением по подразделению предприятия или приказом по предприятию.

Работы на установленных опорах следует вести со специальных подъемных механизмов, а если невозможен подъезд к опорам, используют когти и лестницы. При работе на высоте с корзин (люльки) монтажной вышки цепь предохранительного пояса обязательно пристегивают к ограждению, а сам пояс застегивают на все ремни. При перемещении вышки от одной опоры к другой электролинейщикам запрещено находиться в корзине.

Перед подъемом на опору необходимо тщательно осмотреть когти и лазы, убедиться в том, что исправны узлы и детали. Особое внимание обращают на прочность сварных швов, целостность твердосплавных вставок шипов, сохранность прошивки ремней и надежность пряжек. Пользование когтями и лазами, у которых затуплены или поломаны шипы, запрещено. Подъем на опору разрешает прораб после проверки прочности ее закрепления. Монтер, выполняющий крепление проводов, должен быть в головном уборе, прочно стоять на обоих монтерских когтях и быть надежно пристегнутым к стойке опоры поверх траверсы с помощью удлинителя (см. рис. 10.14). Запрещено работать, подниматься и спускаться с той стороны опоры, на которой натягивают провода, а на угловой опоре запрещено стоять внутри угла, образуемого проводами линии. Не допускается поднимать на опоры на руках тяжелую арматуру (траверсы, кронштейны, разъединители и т. п.) и поднимать провод на плечах или крепить его к монтажному поясу. Эту работу следует выполнять при помощи веревки и блока, установленного на вершине опоры, тяговое усилие должны создавать люди, находящиеся на земле. Таким же образом можно поднимать на опоры провод. Сбрасывать с опоры инструмент и другие предметы

можно только при отсутствии около опоры людей. Запрещено находиться под опорой, на которой ведут работу. Личный инструмент при работе на опоре электролинейщик должен держать в сумке и не допускать его падения вниз.

Раздвижные лестницы-стремянки оборудуют устройствами, исключающими возможность их самопроизвольного сдвига. Общая длина лестницы не должна превышать 5 м. Вертикальные лестницы и лестницы с углом наклона к горизонту более 75°, начиная с высоты 3 м, должны иметь ограждения в виде дуг, которые располагают на расстоянии не более 0,8 м друг от друга и соединяют между собой не менее чем тремя продольными полосами. Лестницы необходимо закреплять на всех опорных точках, предусмотренных их конструкцией.

Монтируемый пролет проводов в грозовой период должен быть заземлен с обоих концов. После окончания работ монтажа проводов ВЛ они должны быть замкнуты и заземлены через каждые 3 км. Работы по монтажу на ВЛ при приближении грозы или при скорости ветра более 12 м/с, а также гололеде, тумане и с наступлением темноты прекращают.

При демонтаже ВЛ снимать одновременно все провода с опоры запрещено: их следует демонтировать по одному. Во избежание падения рабочего вместе с опорой при снятии двух последних проводов ее необходимо укрепить с трех-четырех сторон временными оттяжками или баграми. Так же нужно укрепить две соседние опоры. Демонтаж проводов и спуск их на землю при замене опор начинают с нижнего провода, а перекладку проводов на вновь установленную опору - с верхнего. При *перекладке* проводов рабочий должен закрепиться обоими когтями на новой опоре. Запрещено опираться одним когтем на новую опору, а другим - на старую.

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ СО СНЯТИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ

При подготовке рабочего места со снятием напряжения должно быть в указанном порядке выполнено следующее:

- проведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;
- вывешены запрещающие плакаты на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов; проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током;
- установлено заземление (включены заземляющие ножи, а там, где они отсутствуют, установлены переносные заземления);
- вывешены указательные плакаты «ЗАЗЕМЛЕНО», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

Отключения. При подготовке рабочего места должны быть отключены:

- токоведущие части, на которых будут проводиться работы;
- цепи управления и питания проводов, закрыт воздух в системах управления коммутационными аппаратами, снят завод с пружин и грузов у приводов выключателей, и разъединителей.

В электроустановках напряжением выше 1000В с каждой стороны, с которой коммутационным аппаратом на рабочее место может быть подано напряжение, должен быть видимый разрыв. Видимый разрыв создают отключением разъединителей, снятием предохранителей, отключением отделителей и выключателей нагрузки, отсоединением или снятием шин и проводов.

Видимый разрыв может отсутствовать в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления (в том

числе с заполнением элегазом) с выкатными элементами и/или при наличии надежного механического указателя гарантированного положения контактов, а также в элегазовых КРУ напряжением 110 кВ и выше.

Силовые трансформаторы и трансформаторы напряжения, связанные с выделенным для работ участком электроустановки, должны быть отключены и схемы их разобраны также со стороны других своих обмоток для исключения возможности обратной трансформации.

После отключения выключателей, разъединителей (отделителей) и выключателей нагрузки с ручным управлением необходимо визуально убедиться в их отключении и отсутствии шунтирующих перемычек.

В электроустановках напряжением выше 1000В для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение к месту работы, должны быть приняты следующие меры:

- у разъединителей, отделителей, выключателей нагрузки ручные приводы в отключенном положении должны быть заперты на механический замок (в электроустановках напряжением 6...10 кВ с однополюсными разъединителями вместо механического замка допускается надевать на ножи диэлектрические колпаки);
- у разъединителей, управляемых оперативной штангой, стационарные ограждения должны быть заперты на механический замок;
- у приводов коммутационных аппаратов, имеющих дистанционное управление, должны быть отключены силовые цепи и цепи управления, а у пневматических приводов, кроме того, на подводящем трубопроводе сжатого воздуха должна быть закрыта и заперта на механический замок задвижка и выпущен сжатый воздух, при этом спускные клапаны должны быть оставлены в открытом положении;

- у грузовых и пружинных приводов включающий груз или включающие пружины должны быть приведены в нерабочее положение, должны быть вывешены запрещающие плакаты.

В электроустановках напряжением до 1000В со всех токоведущих частей, на которых будут проводить работы, напряжение должно быть снято отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом, а при наличии в схеме предохранителей - снятием последних. При отсутствии в схеме предохранителей предотвращение ошибочного включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено такими мерами, как запирание рукояток или дверец шкафа, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих накладок и др. При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением необходимо разомкнуть вторичную цепь включающей катушки.

Перечисленные меры могут быть заменены расшиновкой или отсоединением кабеля, проводов от коммутационного аппарата либо от оборудования, на котором будут проводить работы. Необходимо вывесить запрещающие плакаты.

Отключенное положение коммутационных аппаратов напряжением до 1000В с недоступными для осмотра контактами определяют проверкой отсутствия напряжения на их зажимах либо на отходящих шинах, проводах или зажимах оборудования, включаемого этими коммутационными аппаратами. Проверку отсутствия напряжения в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления проводят только с использованием встроенных стационарных указателей напряжения.

Вывешивание запрещающих плакатов. На приводах (рукоятках приводов) коммутационных аппаратов с ручным управлением (выключателей, отделителей, разъединителей, рубильников, автоматов) во избежание подачи напряжения на рабочее место должны быть вывешены плакаты «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ».

У однополюсных разъединителей плакаты вывешивают на приводе каждого полюса, у разъединителей, управляемых оперативной штангой, - на ограждениях. На задвижках, закрывающих доступ воздуха в пневматические приводы разъединителей, вывешивают плакат «НЕ ОТКРЫВАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ».

Плакаты должны быть вывешены на ключах и кнопках дистанционного и местного управления, а также на автоматах или у места снятых предохранителей цепей управления и силовых цепей питания приводов коммутационных аппаратов.

На приводах разъединителей, которыми отключена для работ ВЛ или КЛ, независимо от числа работающих бригад вывешивают один плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТА НА ЛИНИИ». Этот плакат вывешивают и снимают по указанию оперативного персонала, ведущего учет числа работающих на линии бригад.

Проверка отсутствия напряжения. Проверять отсутствие напряжения необходимо указателем напряжения, исправность которого перед применением должна быть установлена с помощью предназначенных для этой цели специальных приборов.

В электроустановках напряжением выше 1000В пользоваться указателем напряжения необходимо в диэлектрических перчатках.

В комплектных распределительных устройствах заводского изготовления (в том числе с заполнением элегазом) проверку отсутствия напряжения проводят с использованием встроенных стационарных указателей напряжения.

В электроустановках напряжением 35 кВ и выше для проверки отсутствия напряжения можно пользоваться изолирующей штангой, прикасаясь ею несколько раз к токоведущим частям. Признак отсутствия напряжения - отсутствие искрения и потрескивания. На одноцепных ВЛТ напряжением 330 кВ и выше достаточный признак отсутствия напряжения - это отсутствие коронирования.

В РУ проверять отсутствие напряжения разрешено одному работнику из числа оперативного персонала, имеющему группу IV - в электроустановках напряжением выше 1000В, имеющему группу III - в электроустановках напряжением до 1000В.

На ВЛ проверку отсутствия напряжения должны выполнять два работника: на ВЛ напряжением выше 1000В - работники, имеющие группы IV и III, на ВЛ напряжением до 1000В - работники, имеющие группу III.

Проверять отсутствие напряжения выверкой схемы в натуре разрешено:

- в ОРУ, КРУ и КТП наружной установки, а также на ВЛ при тумане, дожде, снегопаде в случае отсутствия специальных указателей напряжения; в ОРУ напряжением 330 кВ и выше и на двухцепных ВЛ напряжением 330 кВ и выше;
- при выверке схемы в натуре отсутствие напряжения на вводах ВЛ и КЛ подтверждает дежурный, в оперативном управлении которого находятся линии;
- выверка ВЛ в натуре заключается в проверке направления и внешних признаков линий, а также обозначений на опорах, которые должны соответствовать диспетчерским наименованиям линий;
- на ВЛ напряжением 6...20 кВ при проверке отсутствия напряжения, выполняемой с деревянных или железобетонных опор, а также с телескопических вышек, указателем, работающим на принципе протекания емкостного тока, за исключением импульсного, следует обеспечить требуемую чувствительность указателя. Для этого его рабочую часть необходимо заземлять;
- на ВЛ при подвеске проводов на разных уровнях проверять отсутствие напряжения указателем или штангой и устанавливать заземление следует снизу вверх, начиная с нижнего провода. При горизонтальной подвеске проверку начинают с ближайшего провода;
- в электроустановках напряжением до 1000В с заземленной нейтралью при применении двухполюсного указателя отсут-

ствие напряжения проверяют как между фазами, так и между каждой фазой и заземленным корпусом оборудования или защитным проводником.

Допускается применять предварительно проверенный вольтметр. Не допускается пользоваться контрольными лампами.
Устройства, сигнализирующие об отключенном положении аппарата, блокирующие устройства, постоянно включенные вольтметры - это только дополнительные средства, подтверждающие отсутствие напряжения, и на основании их показаний нельзя делать заключение об отсутствии напряжения.

Установка заземления. Устанавливать заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения.

Переносное заземление сначала присоединяют к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, устанавливают на токоведущие части.

Снимать переносное заземление необходимо в обратной последовательности: сначала снимают его с токоведущих частей, а затем отсоединяют от заземляющего устройства.

Установку и снятие переносных заземлений выполняют в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках напряжением выше 1000В изолирующей штанги. Закрепляют зажимы переносных заземлений этой же штангой или непосредственно руками в диэлектрических перчатках.

Установка заземлений в распределительных устройствах. В электроустановках напряжением выше 1000В следует заземлять токоведущие части всех фаз (полюсов) отключенного для работ участка со всех сторон, откуда может быть подано напряжение, за исключением отключенных для работы сборных шин, на которые достаточно установить одно заземление.
При работах на отключенном линейном разъединителе на провода спусков со стороны ВЛ независимо от наличия заземляющих ножей на разъединителе должно быть установлено дополнительное заземление, не нарушаемое при манипуляциях с

разъединителем. Заземленные токоведущие части отделяют от токоведущих частей, находящихся под напряжением, видимым разрывом.

Установленные заземления могут быть отделены от токоведущих частей, на которых непосредственно проводят работы, отключенными выключателями, разъединителями, отделителями или выключателями нагрузки, снятыми предохранителями, демонтированными шинами или проводами, выкатными элементами комплектных устройств.

Непосредственно на рабочем месте заземление на токоведущие части дополнительно устанавливают в тех случаях, когда эти части могут оказаться под наведенным напряжением (потенциалом).

В электроустановках напряжением до 1000В при работах на сборных шинах РУ, щитов, сборок напряжение с шин должно быть снято, и шины (за исключением шин, выполненных изолированным проводом) должны быть заземлены.

Необходимость и возможность заземления присоединений этих РУ, щитов, сборок и подключенного к ним оборудования определяет ответственный, выдающий наряд, распоряжение.

Допускается временное снятие заземлений, установленных при подготовке рабочего места, если это требуется по характеру выполняемых работ (измерение сопротивления изоляции и т. п.).

Временное снятие и повторную установку заземлений выполняет оперативный персонал либо по указанию ответственного, выдающего наряд, производитель работ.

Разрешение на временное снятие заземлений, а также на выполнение этих операций производитель работ вносит в строку наряда «Отдельные указания» (приложение № 4 к настоящим Правилам) с записью о том, где и для какой цели должны быть сняты заземления.

В электроустановках, конструкция которых такова, что установка заземления опасна или невозможна (например, в не-

которых распределительных ящиках, КРУ отдельных типов, сборках с вертикальным расположением фаз), должны быть разработаны дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности работ, включающие установку диэлектрических колпаков на ножи разъединителей, диэлектрических накладок или отсоединение проводов, кабелей и шин. Перечень таких электроустановок утверждает работодатель и доводит до сведения персонала.

В электроустановках напряжением до 1000 В операции по установке и снятию заземлений разрешено выполнять одному работнику, имеющему группу III, из числа оперативного персонала.

В электроустановках напряжением выше 1000 В устанавливать переносные заземления должны два работника: один, имеющий группу IV (из числа оперативного персонала), другой, имеющий группу III; работник, имеющий группу III, может быть из числа ремонтного персонала, а при заземлении присоединений потребителей - из персонала потребителей. На удаленных подстанциях по разрешению административно-технического или оперативного персонала при установке заземлений в основной схеме разрешена работа второго работника, имеющего группу III, из числа персонала потребителей; включать заземляющие ножи может один работник, имеющий группу IV, из числа оперативного персонала.

Отключать заземляющие ножи и снимать переносные заземления единолично может работник из числа оперативного персонала, имеющий группу III.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

Изучение способов соединения проводов и кабелей разветвительной сети напряжением до 1000 Вольт.

Цель работы:

Изучить способы соединения проводов и кабелей разветвительной сети напряжением до 1000 Вольт.

1. Программа работы

Изучить различные способы соединения проводов и кабелей.

Выполнить соединение проводов и кабелей методом пайки, опрессовки и болтовой стяжки.

2. Порядок выполнения работы

2.1.Подготовка проводов и кабелей к соединению

Предварительно с токопроводящих жил проводов и кабелей снимают изоляцию с помощью специальных клещей и монтерского ножа и очищают жилу от загрязнения ветошью, смоченной в бензине, ацетоне или уайтспирите. Оголенные участки жил зачищают наждачной бумагой или металлической щеткой до металлического блеска. Алюминиевые жилы при подготовке их под опрессовку зачищают под слоем нейтральной смазки (технический вазелин, кварцевазелиновая паста). При подготовке алюминиевых жил к сварке или пайке смазку при очистке не применяют. Длина разделки провода или кабеля зависит от выбранного способа соединения, сечения токоведущей жилы отражены в таблице 1.1.

2.2.Соединение жил проводов и кабелей методом опрессовки

В основу метода опрессовки положен принцип местного вдавливания трубчатой части соединительной гильзы, а для опрес-

совки медных жил сечением до 2,5 - принцип гребенчатого вдавливания. Качество контакта при опрессовке определяется правильным выбором размеров соединительных гильз, рабочего инструмента и от чистоты поверхности жилы и внутренней поверхности гильзы.

Таблица№ 1.1

Параметры разделки жил проводов и кабелей

Сечение жилы,	Длина разделки, мм				
	Опрессвкой в гильзах	Электро-сваркой	Пайкой		Методом контактного разогрева
			В скрутке	В гильзе	
1	20-30	—	40	—	—
2,5	20-30	30-40	50	40	60
4	20-30	30-40	60	40	70
6	20-30	30-40	70	40	80

Для разрушения пленки оксида алюминия перед опрессовкой в гильзу вводят пасту, состоящую из механической смеси вазелина и мелких частиц кварцевого песка. В процессе опрессовывания частицы кварцевого песка разрушают пленку оксида алюминия, а вазелин предотвращает новое образование пленки.
При опрессовке алюминиевых и медных жил применяют два вида механизмов: механические и гидравлические пресскле щи, развивающие усилие на пуансоне от 5,5 до 14 кН, а также механические и гидравлические прессы, развивающие усилие до 20 кН. Наибольшее применение имеют пресс-клещи ПК-2, ПК-1, КСП и прессы РМН-7, ПГЭМ и др.

Пресс-клещи типа ПК и КСП предназначены для опрессовки алюминиевых жил в гильзах ГАО-4 и ГАО-5, а также для оконцевания медных жил сечением 4…6 мм^2 в наконечниках типа (Т) и медных жил сечением 1,5…2,5 мм^{2}в кабельных кон-

цевых наконечниках типа (П). Наиболее часто применяемые клещи для опрессовки жил при электромонтажных работах в жилых домах (рис. 1.1) - клещи КСП.

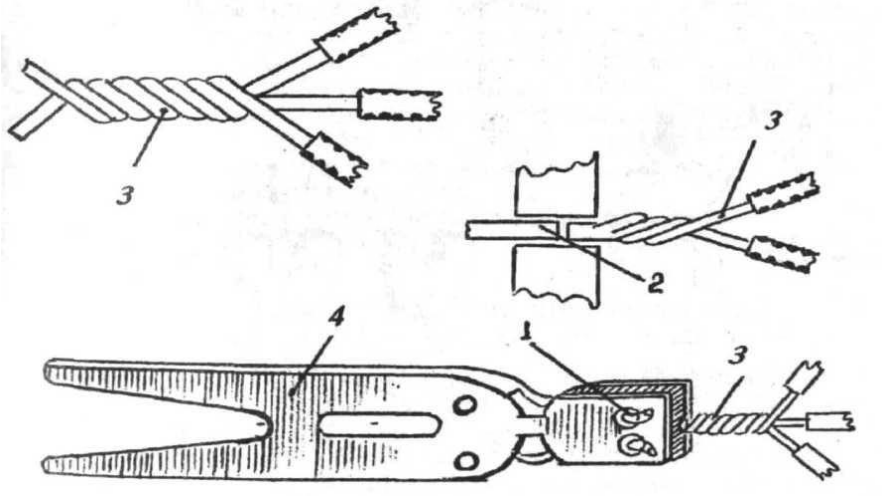


Рис. 1.1 - Клещи КСП (процесс опрессовки)

1 - губки клещей, 2 - опрессованная скрутка жил, 3 - скрутка из очищенных жил, 4 - ручки клещей.

Выбор гильз для опрессовки алюминиевых жил сечением 2,5 - 10 мм^2 с подбором соответствующего инструмента (матриц 2 и пуансонов 1, рис. 6) зависит от суммарного сечения соединяемых и ответвляемых жил и осуществляется по таблице 1.2.

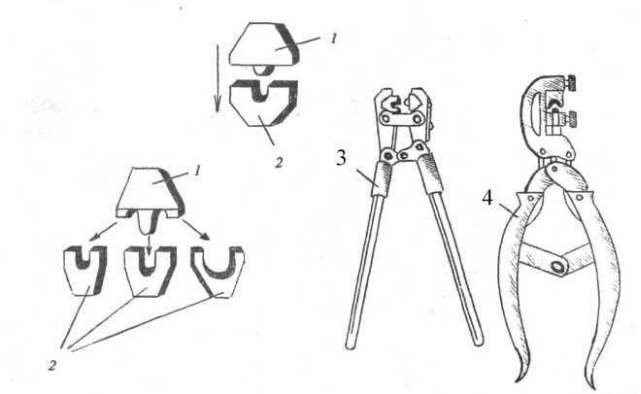


Рис. 1.2 - Клещи - ПК - 1 и ПК - 2 для опрессовывания с помощью матриц и

пуансонов

1 - пуансон, 2 - матрица, 3 - клещи ПК-1, 4 - клещи ПК-2.

Таблица 1.2

Выбор гильз для опрессовывания

Суммарное сечение 2 жил, мм	Тип гильзы	Маркировка инструмента в зависимости от применяемого механизма						Остаточная толщина в месте опрессовки (+0,2 мм)
		ПК - 2		ПК - 1		КСП		
		Матр.	Пуан.	Матр.	Пуан.	Матр.	Пуан.	
7,5	ГАО-4-1	А4	А4	А4	А4	А4	А4	3,5
15	ГАО-4-2	А4	А4	А4	А4	А4	А4	3,5
13	ГАО-5-1	А5	А5	А5	А5	А5	А5	4,5
26	ГАО-5-2	А5	А5	А5	А5	А5	А5	4,5

Опрессовку при монтаже и ремонте при помощи гильз (втулок) проводят в последовательности, показанной на рисунке 1.3 На рис. 1.3 – а) и б) подготовка токоведущих жил для односторонней и двухсторонней опрессовки, которая заключает в себе снятие изоляции, зачистку жил 3, смазку гильз кварцевазелиновой пастой, заводку токоведущих жил в гильзу 9. При суммарном сечении жил меньше номинального, приведенного в таблице, в гильзы вводят дополнительные проволоки, которые зачищают аналогично концам проводов, подвергающихся опрессовке; в: процесс опрессовки, заключающий в себе вдавливание пуансона 1 в гильзу 9 до момента соприкосновения с заплечиками матрицы либо до срабатывания предохранительного устройства. Лунки 10 от вдавливания должны располагаться на одной линии вдоль оси гильзы.

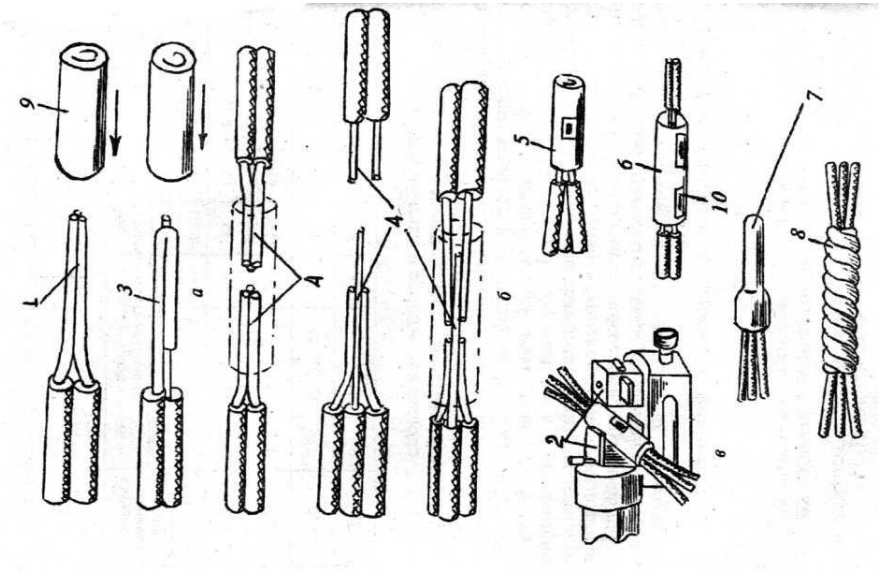


Рис. 1.3 - Опрессовка при помощи гильз (втулок)

1 - очищенные жилы, 2 - приспособление для опрессовки, 3 - увеличение объема спрессовываемых жил при помощи загибки концов, 4 - варианты сочленений жил при опрессовке, 5 - втулка для односторонней опрессовки, 6 - втулка для двусторонней опрессовки, 7 - изолирующий наконечник, 8 - изолента, 9 - гильза, 10 - лунки втулок.

2.3. Оконцевание многопроволочных медных жил сечением 1-2,5 мм^2 *методом опрессовки*

Оконцевание производят путем обжатия изогнутой в кольцо жилы, концевым наконечником типа П. Кольцевые кабельные наконечники этого типа показаны на рисунке 1.4. Перед началом процесса опрессовки жила (1) должна быть туго скручена и загнута кольцом. При укладке наконечника и жилы в матрице необходимо следить за тем, чтобы жила в месте выхода из наконечника легла в желобок матрицы, в противном случае она будет деформирована при опрессовке. Обжатие производят до упора торцов пуансона и матрицы.

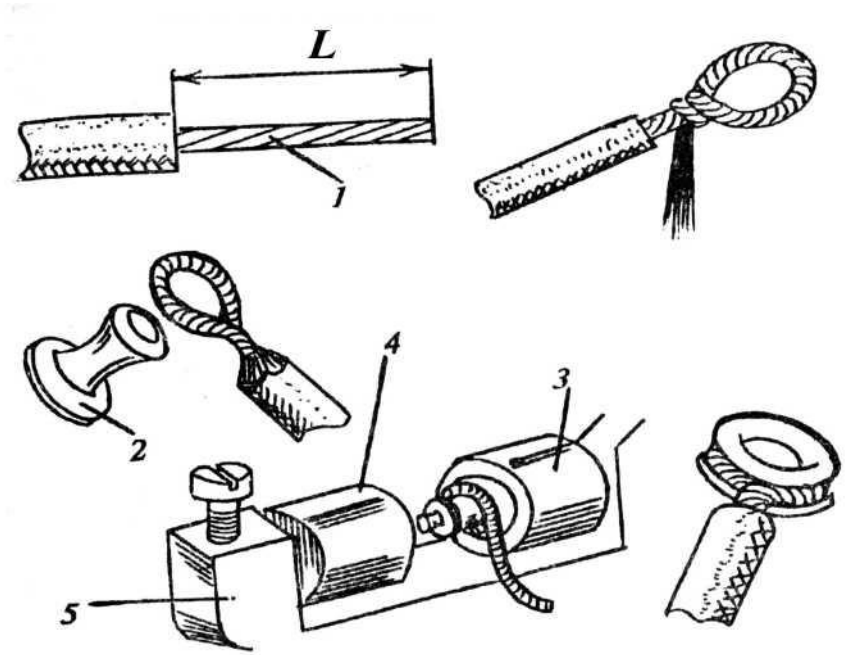


Рис. 1.4 - Оконцевание многопроволочных жил наконечником типа П

1 - многопроволочная жила, 2 - наконечник, 3 - матрица, 4 - пуансон, 5 - станина пресса, L - две длины окружности наконечника.

Выбор наконечников в зависимости от сечения жил производится по таблице 1.3.

Таблица 1.3

Выбор типа наконечника, матриц и пуансонов

Сечение жил, мм^2	Тип наконечника	Диаметр контактного винта, мм	Маркировка инструмента в зависимости от применяемого механизма			
			ГКМ		ПК-3м	
			матрица	пуансон	матрица	пуансон
1	П1	3	1,5/3	1,5/3	1,5/3	1,5/3
1,5	П1	3	1,5/3	1,5/3	1,5/3	1,5/3
2,5	П2	3	2,5/3	2,5/3	2,5/3	2,5/3

Оконцевание проводов может быть реализовано и другими способами - пестом, колечком, припайкой наконечника (рис. 1.5).

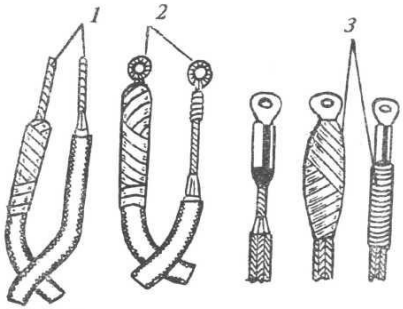


Рис. 1.5 - Способы оконцевания жил проводов и кабелей.
1 - оконцевание пестом, 2 - оконцевание колечком, 3 - оконцевание с применением наконечника.

2.4.Соединения однопроволочных жил методом пайки

Зачищенные концы жил 1 (рис. 1.6) соединяют двойной скруткой. Место соединения нагревают пламенем пропанобутановой горелки до температуры, близкой к температуре плавления припоя. Затем с усилием натирают поверхность соединения палочкой припоя, введенной в пламя горелки. Таким образом, жилы освобождаются от пленки оксида, обслуживаются и заполняются припоем желобки. Эту операцию повторяют и с другой стороны желобка и в местах скрутки жил.

Пайку медных жил выполняют с флюсом. Чаще применяют оловянно-свинцовый припой, который наносят на место пайки.

После окончания пайки соединения изолируют липкой лентой. Пайку жил сечением до 1,5 мм^2 включительно рекомендуется выполнять паяльником.

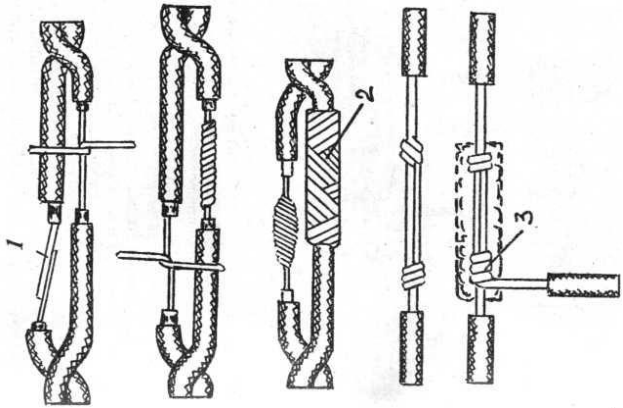


Рис. 1.6 - Соединение однопроволочных жил пайкой

1 - жила, 2 - изоляция места соединения, 3 - соединение с ответвлением.

2.5. Способы присоединения жил к выводам приборов и оборудования

Токопроводящие жилы проводов и кабелей присоединяют к штыревым и гнездовым выводам электрических приборов винтовыми зажимами (рис. 1.7).

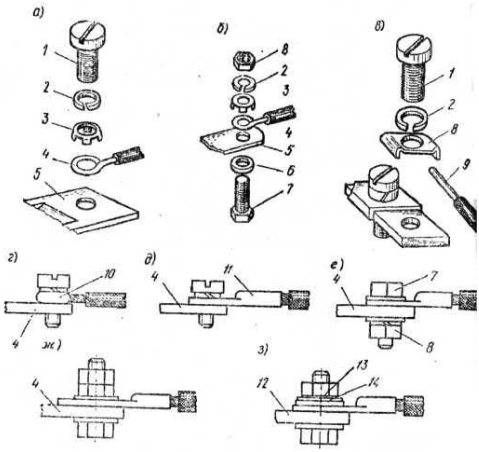


Рис. 1.7. - Подсоединения к выводам электрооборудования

а) - с помощью винта; б) - с помощью болта; в) - с помощью болта (винта), если жила не имеет форму кольца; г) - с помощью винта в случае оформления многопроволочной жилы в кольцо; д) - с помощью наконечника; е), ж), з) - болтовые соединения жил сечением от 16 мм^2 и выше; 1 - винт; 2 - раз-

резная шайба;
3 - фасонная шайба-звездочка; 4 - оформленная в кольцо жила;
5 - плоский вывод; 6 - шайба простая; 7 - болт; 8 - гайка; 9 - жила; 10 - наконечник кабельный кольцевой; 11 - медный наконечник; 12 - алюминиевый вывод; 13 - тарельчатая пружинистая шайба; 14 - стальная шайба

К электрическому оборудованию и силовым шкафам применяют переходные контактные зажимы (наборные, винтовые, люстровые зажимы). Зажимы могут иметь плоские, штыревые, гнездовые, штифтовые, лепестковые и желобчатые выводы, к которым присоединяют жилы проводов и кабелей непосредственно или после оконцевания их соответствующими наконечниками.

К лепестковым, штифтовым и желобчатым зажимам присоединяют только медные жилы проводов и кабелей. Производя ответвления от неразрезанных магистралей, применяют винтовые зажимы, которые являются основным видом контактного присоединения, как к медным, так и к алюминиевым жилам, к электрическим машинам, приборам и оборудованию.

3. Содержание отчёта

В отчёт занести краткое описание последовательности выполнения различных способов соединения кабелей и проводов. Представить преподавателю выполненные соединения проводов и кабелей методом пайки, опрессовки и болтовой стяжки.

4. Контрольные вопросы

4.1. Перечислите требования ПУЭ, которые следует выполнить при разметке электропроводки.
4.2. Какие вы знаете способы соединения кабелей и проводов.
4.3. Расскажите о способе соединения жил проводов методом опрессовки.
4.4. Расскажите о способе соединения жил проводов методом болтового соединения.

4.5. Расскажите о способе соединения жил проводов методом пайки.

4.6. Какие вы знаете марки проводов и кабелей, и их характеристика.

4.7. Расскажите о требованиях МПОТ и ИПИСЗ к инструменту, применяемому при производстве электромонтажных работ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Монтаж проводов в стальных и пластмассовых трубах.

Цель работы: изучить правила прокладки проводов в стальных и пластмассовых трубах, узнать о назначении таких проводок. Научиться производить монтаж трубной проводки.

1. Программа работы

1.1. Изучить правила монтажа трубных проводок.
1.2. Смонтировать участок трубной проводки.

2. Общие положения

2.1. Электропроводки в стальных и пластмассовых трубах

Такие проводки выполняются только тогда, когда не рекомендуется применение других способов прокладки. Трубные проводки задействуются для защиты проводки от механических повреждений и для защиты от воздействия внешней среды. Если предполагается только защита от механических повреждений, то герметичность трубопровода не требуется. Но если надо защитить провод от внешней среды - герметичность обязательна.

Для герметичности обязательно уплотнение мест соединений участков трубы и всех ответвлений.

При пересечении с трубами отопления расстояние до труб электропроводки должно быть в свету не менее 50 мм, а при параллельной прокладке с ними - 100 мм.

Стальные трубы необходимо прокладывать так, чтобы в них не могла скапливаться влага и конденсат. Для стока воды трубы прокладывают на горизонтальных участках трассы с некоторым уклоном в сторону коробки.

В стальных и пластмассовых трубах прокладывают незащищенные изолированные провода марки АПРТО, ПРТО, АПВ, ПВ и др.

Минимальные сечения токопроводящих жил изолированных проводов, прокладываемых в трубах, составляют 1,0 мм^2 для медных и 2,0 мм^2 для алюминиевых проводов.

Электропроводки монтируют в трубах так, чтобы при необходимости провода можно было извлечь из трубы и заменить другими. Поэтому если на трассе прокладки трубопровода имеется два угла изгиба, то расстояние между коробками не должно превышать 5 м, а на прямых участках - 10 м.

Выполнять соединения или ответвления проводов в трубах запрещено, их выполняют только в коробках.

Выполнение электропроводки в стальных трубах можно проводить при открытой, скрытой и наружной прокладке. Стальные трубы применяют в виде исключения, когда не допускается прокладка проводов без труб и нельзя использовать неметаллические трубы.

В садовых домиках и строениях стальные трубы необходимы для устройства вводов и электропроводок на чердаках, в подвалах и для наружных электропроводок.

Трубы перед монтажом очищают от ржавчины, грязи, заусениц. Для предупреждения разрушающего воздействия коррозии на оболочку проводов и кабелей трубы, прокладываемые открыто, окрашивают. Трубы, прокладываемые в бетоне, снаружи не окрашивают для лучшего сцепления их наружной поверхности с бетоном.

При изгибании труб, смятие (гофрировка) на углах не допускается. Изгибать трубы на угол менее 90° не рекомендуется, так как при сложной конфигурации трубопроводов и большой его протяженности трудно протащить провода через трубы. Поэтому радиусы изгиба труб ограничиваются. При прокладке труб скрыто радиус изгиба должен быть не менее шести наружных диаметров трубы, при одном изгибе или открытой прокладке - не менее четырех наружных диаметров. При прокладке трубы в бетоне радиус изгиба должен быть не менее десяти наружных диаметров трубы.

Расстояние между точками крепления открыто проложенных стальных труб на горизонтальных и вертикальных участках зависит от диаметра прокладываемых труб. Трубы диаметром 15 - 32 мм крепят через 2,5 - 3,0 м, а на изгибах на расстоянии 150 - 200 мм от угла поворота. При открытой прокладке труб их крепят к опорным конструкциям скобами, клицами, накладками и хомутами.

Концы труб после обрезки очищают от заусенцев, раззенковывают и оконцовывают втулками.

В настоящее время скрытую проводку обычно выполняют в замоноличенных на домостроительных заводах пластмассовых (винипластовых) трубах. Фрагмент такой проводки показан на рис. 2.1.

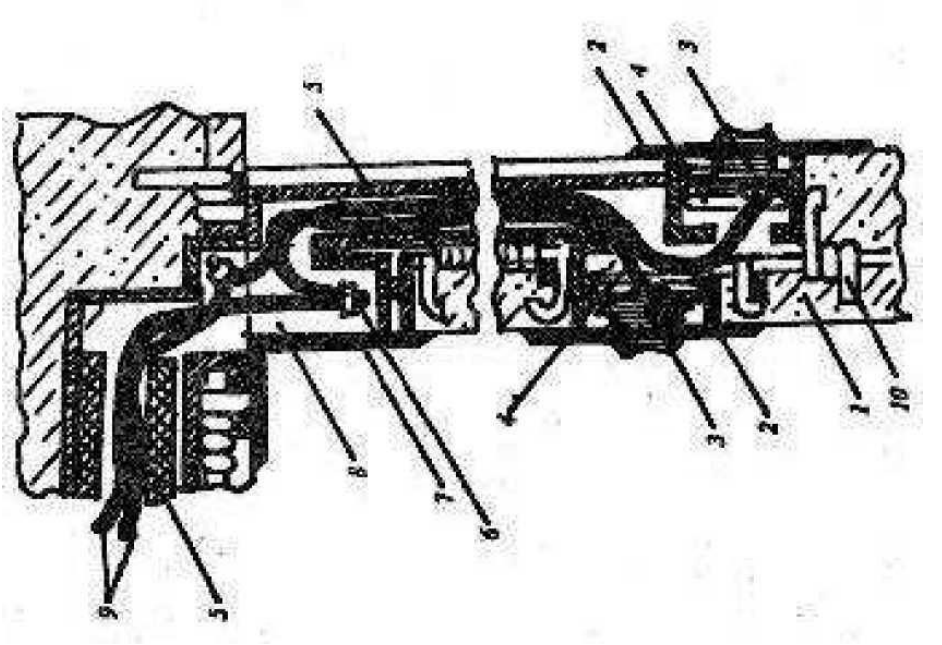


Рис. 2.1 - Проводка в замоноличенных трубах

1 - перегородка, 2 - крышка штепсельной розетки, 3 - штепсельная розетка, 4 - монтажная коробка, 5 - винипластовая труба, 6 – соединение проводов, 7 - крышка ниши, 8 - ниша, 9 - провода, 10 - арматура.

Применение замоноличенных пластмассовых труб и коробок для соединений и разветвлений проводов, а также для установки в них штепсельных розеток, выключателей и т.п. позволяет:

- заменить электропроводку в процессе эксплуатации; обеспечить независимость электромонтажных работ от общестроительных;
- исключить дыропробивные работы и мокрые процессы (заделку штроб с проводами) при монтаже электропроводки;
- значительно повысить электробезопасность, так как винипластовые трубы — хорошая дополнительная изоляция;
- повысить уровень индустриализации электромонтажных работ благодаря тому, что основные трудоемкие процессы со строительной площадки переносятся на заводы;
- монтировать электропроводки, не нарушая звукоизоляцию жилых зданий.

При выполнении электропроводок в замоноличенных винипластовых трубах повреждение проводов во время выполнения строительных работ полностью исключено.

Выбор стальных и пластмассовых труб для прокладки изолированных проводов осуществляется по справочным таблицам и непосредственно примеркой пучка проводов к трубе. Пример такой таблицы показан ниже.

Таблица 2.1

Выбор труб для электропроводки

Сечение жилы, мм^2	Водогазопроводные, усл. проход., мм	Электросварные, наруж. диам.х на толщ, стенки, мм	Винипластовые, наруж. диам., мм
Число проводов в трубе - 3			
1,5	15	26х1,8	20
2,5	15	26х1,8	20
4	15	26х1,8	20
6	20	26х1,8	20
10	25	26х1,8	25
16	30	32х2	32

3. Выполнить монтаж трубной проводки по схеме (смотри рисунок 2.2).

Порядок выполнения работы:

- Закрепить держатели и разветвительную коробку.
- Вымерить согласно схеме и заготовить трубы.
- Закрепить трубы держателями.
- Затянуть при помощи кондуктора пучок проводов в трубу.
- Затягивать следует в сторону коробки, оставляя запас на разделку около 15 см.
- Смонтировать светильник, подключить провода к патрону.
- Смонтировать выключатель.
- Произвести распайку жил проводов, согласно расцветке по ПУЭ. Опаянные жилы заизолировать и разместить в коробке.
- Закрыть крышкой коробку, вставить лампочку в патрон, закрепить стекло светильника.
- Подключить смонтированный участок трубной проводки к сети.
- Выполнить проверку работоспособности смонтированной схемы.

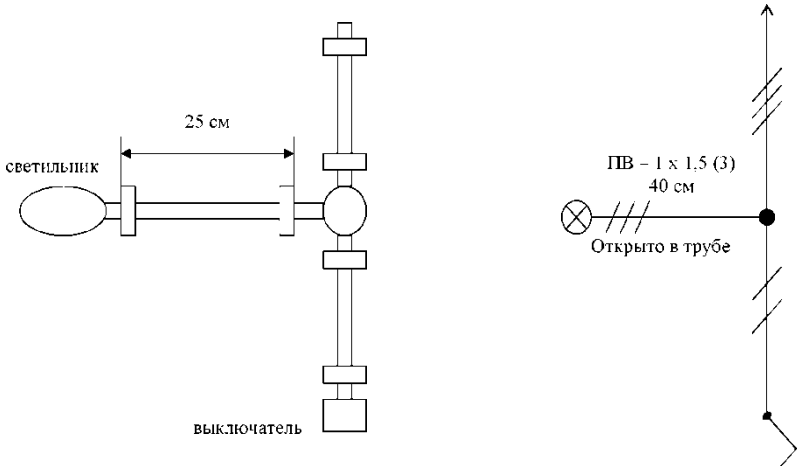


Рис. 2.2 - Монтажная и принципиальная схемы участка трубной проводки.

4. Содержание отчёта

В отчёт занести правила монтажа трубных проводок. Выполнить монтаж в указанной последовательности согласно схеме рисунка 2.2

5. Контрольные вопросы

5.1.Расскажите о назначении трубных электропроводок.

5.2.Какие типы труб для электропроводок вы знаете?

5.3.Какие вы знаете требования к монтажу трубных электропроводок?

5.4.Какие типы труб следует применять в сырых помещениях?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Монтаж тросовых и струнных проводок

Цель работы: Изучить назначение, основные элементы тросовых и струнных проводок. Получить навыки по монтажу тросовых и струнных проводок.

1. Программа работы

1.1. Изучить назначение и устройство тросовых и струнных проводок.

1.2. Произвести монтаж участка тросовой проводки.

2. Общие положения

В металлических гаражах, навесах, теплицах (в индивидуальном жилом секторе) крепление обычной проводки к несущим конструкциям затруднительно и с этой целью могут применяться тросовые проводки. Ее выполняют, как правило, обычными установочными алюминиевыми проводами в поливинилхлоридной, полиэтиленовой или резиновой изоляции, или специальными тросовыми проводами. Тросовые проводки содержат два основных элемента: несущий трос с комплектом натяжных устройств и собственно электропроводку с проводами, крепежными подвесками, соединительными (ответвительными) коробками, арматурой и пускозащитными устройствами.

Для концевого крепления стальных тросов применяют анкеры или сквозные рым-болты, которые; устанавливают в отверстия, пробитые в стене, и закрепляют гайкой с наружной стороны, а для прочности под гайку и головку рым - болта подкладывается широкая стальная пластина. Для соединения троса с анкерами на его концах делают петли. Если в качестве троса используется стальной канат, петли выполняют с помощью тросового зажима 2 (рис. 3.1) и коуша 3 а в случае применения катаной проволоки - стальной обоймы 5 (заранее надетой на катанку и затем сваренной) и зажима 6. Натяжение - стрелу провиса регулируют талрепом 7, устанавливаемого с обоих или од-

ного конца троса. Кроме крепления по концам в зависимости от веса монтируемой электропроводки и светильников устанавливают промежуточные крепления троса к потолочным конструкциям по мере необходимости, уменьшая этим стрелу провиса и придавая всей линии механическую прочность. Несущий трос или струна с двух концов линии согласно главе 7 ПУЭ присоединяется к заземляющему устройству.

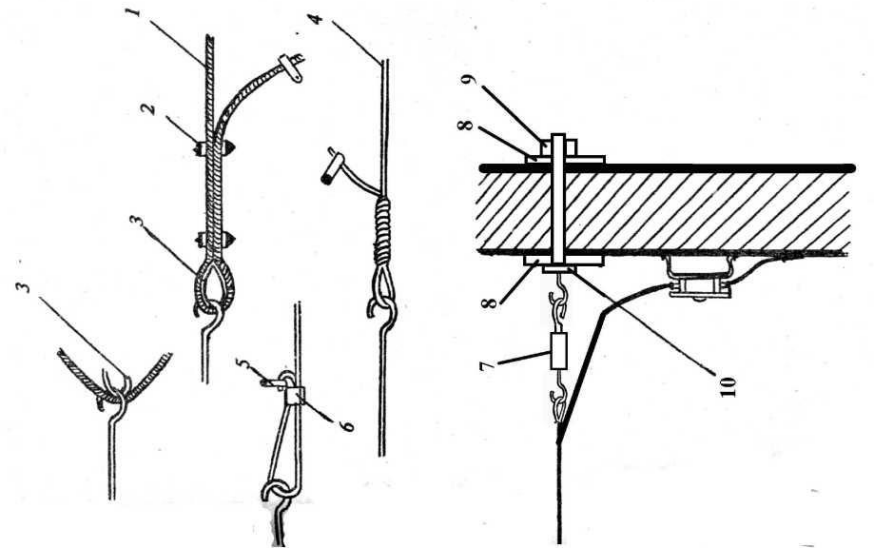


Рис. 3.1 - Элементы тросовых и струнных проводок

1 - трос, 2 - тросовой зажим, 3 - коуш, 4 - струна, 5 - обойма, 6 - зажим, 7 - талреп, 8 - стальная пластина, 9 - гайка, 10 - рым-болт.

Соединение отпаек к осветительной арматуре с магистралью и место соединения проводки с питающими линиями выполняют с помощью ответвительных сжимов в пластмассовом корпусе и ответвительных коробок, имеющих анкерные устройства для закрепления коробок на тросе. Металлические ответвительные коробки в местах ввода проводов должны иметь разрезные втулки из изолирующего материала либо на провод накладывается дополнительная изоляция.

Чердачные электропроводки имеют свои особенности. В жилых строениях со сгораемыми перекрытиями чердачные про-

водки как открытые, так и скрытые должны выполняться проводами и кабелями с медными жилами. В жилых домах с несгораемыми перекрытиями, на чердаках допускается применение провода с алюминиевыми жилами, который прокладывают открыто в стальных трубах или скрыто в несгораемых стенах и перекрытиях. В нежилых или с редким нахождением людей строениях со сгораемыми перекрытиями разрешается прокладывать провода с алюминиевыми жилами открыто на асбестоцементном картоне с защитой соединительных коробок от проникновения внутрь пыли. Во всех случаях напряжение на чердачные проводки должно подаваться через понижающий трансформатор с напряжением на выходе не более 36 вольт.

Алюминиевые провода должны соединяться сваркой, опрессовкой или с помощью биметаллических зажимов, рассчитанных на присоединения алюминиевых проводов. Соединения алюминиевых проводов путем скрутки допускается с применением последующей пайки.

3. Порядок выполнения работ

Вам необходимо произвести монтаж тросовой проводки по схеме, указанной на рисунке 3.2.

- Порядок выполнения монтажа.
- Вымерить согласно схеме трос.
- Оконцевать трос с помощью коушей и тросовых зажимов.
- Закрепить клицами кабель к тросу, учитывая запас кабеля на подключение установочных изделий.
- Произвести монтаж светильника НСП - 001 - 200 к тросу.
- Произвести подвес линии к анкерным болтам и натянуть линию при помощи талрепов.
- Ввернуть лампочку в патрон, установить колпак.
- Смонтировать штепсельную вилку и проверить смонтированную установку в работе.

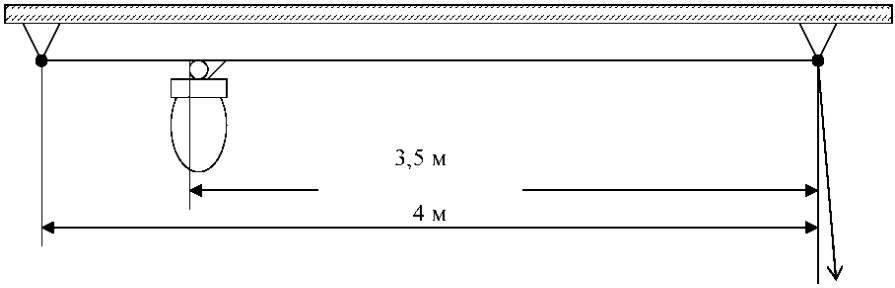


Рис. 3.2 - Монтажная и принципиальная схема тросовой проводки

На тросе h = 2,2 м

4. Содержание отчёта

В отчёт занести монтажную и принципиальные схемы тросовой проводки и последовательность осуществления монтажа. Представить преподавателю выполненный монтаж.

5. Контрольные вопросы

5.1. Назначение тросовых проводок.

5.2. Методы крепления тросовых и струнных проводок к конструкциям зданий.

5.3. Требование ПУЭ к тросовым проводкам.

5.4. Перечислите составляющие части тросовых проводок.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Монтаж электропроводки в сырых и влажных помещениях

Цель работы: изучить требования к монтажу электропроводки в сырых и влажных помещениях, научиться монтировать электропроводку для сырых и влажных помещений.

1. Программа работы:

Изучить требования ПУЭ к электропроводкам, используемым в сырых и влажных помещениях. Произвести монтаж электропроводки для сырых и влажных помещений.

2. Краткие сведения

Сырые и влажные помещения согласно МПОТ являются помещениями с повышенной опасностью из-за возможности поражения электрическим током. Поэтому к сырым и влажным помещениям ПУЭ предъявляет ряд требований:

- освещение помещений с относительной влажностью воздуха более 80% должно осуществляться через понижающий трансформатор с выходным напряжением не более 36 В.;
- розетки должны быть класса защиты IP54, класса изоляции
- в цепи питания должно быть установлено устройство защитного отключения УЗО с максимальным током утечки 0,03 А;
- электропроводка должна быть проложена скрыто под штукатуркой или открыто в стальных трубах или ПХВ гофре на изоляторах-держателях, кабелем с двойной изоляцией, соответствующей температурному режиму помещения;
- все металлоконструкции трубы водопровода, канализации и отопления должны быть подсоединены медными проводами сечением не менее 6 мм к PE шине.

Назначение УЗО таково, оно сравнивает силу тока, протекающего в фазном проводнике, с током в нулевом рабочем проводнике данной группы. Если в фазном проводнике протекающий ток будет больше тока, протекающего в нулевом рабочем

проводнике, то это говорит об утечке тока на шину PE. Когда разница токов в фазном и нулевом проводнике достигнет значения указанного на корпусе УЗО, сработает расцепитель, и УЗО отключит линию от сети.

Устройство защитного отключения монтируется последовательно с автоматическим выключателем, который защищает цепь от перегрузки и токов короткого замыкания.

Электрощит с автоматами и УЗО, а также выключатели освещения устанавливаются вне сырого или влажного помещения, обычно в переходных тамбурах или непосредственно во ВРУ или РУ-0,4 кВ.

3. Порядок выполнения работы

На рисунке 4.1 представлена схема электроснабжения душевой комнаты при раздевалке производственного участка. Произведите монтаж по указанной схеме и проведите проверку схемы в работе. УЗО проверяется кнопкой ТЕСТ и контрольной лампочкой, которая присоединяется к фазному и защитному контакту розетки.

4. Содержание отчёта

В отчет занести требования ПУЭ к электропроводкам в сырых и влажных помещениях, монтажную схему (рис. 4.1), последовательность монтажа.

5. Контрольные вопросы

5.1. Существующие требования к электропроводкам, монтируемым в сырых и влажных помещениях.

5.2. Каков принцип работы устройства защитного отключения?

5.3. С какой целью устанавливается автоматический выключатель перед УЗО?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Изучение правил и освоение приемов разделки и оконцевания кабеля

Цель работы: изучить требования ПУЭ и МПОТ к разделке и оконцеванию кабеля. Освоить разделку и оконцевание кабеля.

1. Программа работы

Изучить требования ПУЭ и МПОТ к разделке и оконцеванию кабеля. 1.2 Произвести разделку и оконцевание кабеля ААБ 6 3х50.

2. Краткие сведения

Силовые кабели, применяемые для передачи и распределения электроэнергии, состоят из следующих элементов (рис. 5.1):

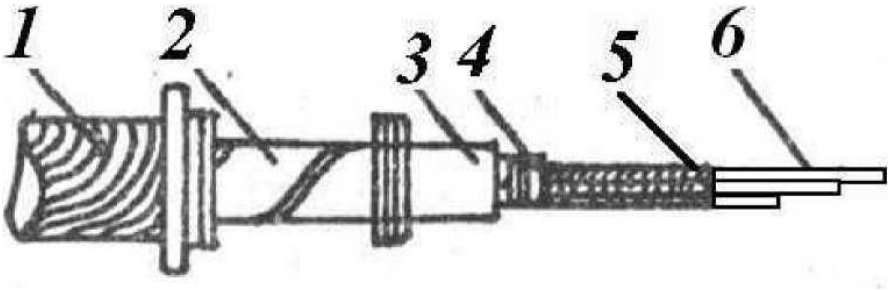


Рис. 5.1 - Конструкция силового кабеля

1 - защитный покров, 2 - броня, 3 - оболочка, 4 - поясная изоляция, 5 - фазная изоляция, 6 - токоведущая жила.

- защитного покрова 1, состоящего из пропитанной битумной мастикой льняной пряжи, такой покров называется джут. Также защитный покров может состоять из резиновой или полимерной оболочки;
- брони 2 из стальной ленты или проволоки, защищающей кабель от механических повреждений;

- оболочки 3, служащей для защиты изоляции от влаги, воздуха, химических веществ и изготовляемой из свинца, алюминия, резины или пластмассы;
- изоляции, обеспечивающей электрическую прочность, жил и кабеля и изготовляемой из кабельной бумаги, пропитанной специальным составом, резины или пластмассы. Изоляция, наложенная поверх жилы, называется жильной или фазной 5, а поверх скрученных и изолированных жил - поясной 4;
- токоведущих жил 6 (однопроволочных или многопроволочных), изготовляемых из алюминия или меди. Число жил в кабеле может быть от одной до четырех, площадь сечения жил от 2,5 до 240 мм для трех и четырехжильных и до 800 мм для одножильных кабелей.

Для улучшения электрических характеристик изоляции некоторые кабели имеют экраны, которые выравнивают напряженность электрического поля в изоляции и уменьшают размеры газовых включений. Экраны изготовляют из металлизированной бумаги (фольги, наклеенной на бумагу), полупроводящего полиэтилена и других материалов. Находятся экраны вокруг фазной изоляции.

Маркировка кабелей. Кабели маркируют по материалу, из которого изготовлены жилы; материалу оболочки и типу защитного покрова. Например, в марке кабеля АСБ буквами обозначено: кабель с алюминиевыми жилами (А), бумажной изоляцией, в свинцовой оболочке (С), с наружным покровом из стальной ленточной брони (Б). Изоляция обозначается в середине маркировки кабелей буквами: В - поливинилхлоридная, П - полиэтиленовая, Р - резиновая, Н - найритовая. Бумажная изоляция не обозначается. Если в марке дано сочетание этих букв, первая из них обозначает материал жильной изоляции, вторая - поясной. Например, АВРБ, АВВБ, АПВБ, АВПБ, АНРБ.

Следующими за буквами цифрами обозначают номинальное рабочее напряжение (кВ), на которое предназначен кабель; чис-

ло жил и площадь поперечного сечения каждой жилы (мм). Например, кабель АСБ-6 3х120 предназначен для работы на напряжение 6 кВ и имеет три жилы сечением по 120 мм, кабель АНРБ-1 3х50 + 1Х25 - для прокладки в сетях напряжением до 1 кВ, имеет три жилы сечением по 50 мм и одну 25 2 мм, Правила устройства электроустановок предусматривают глубину траншеи под кабели 0,8 м (рис. 5.2).

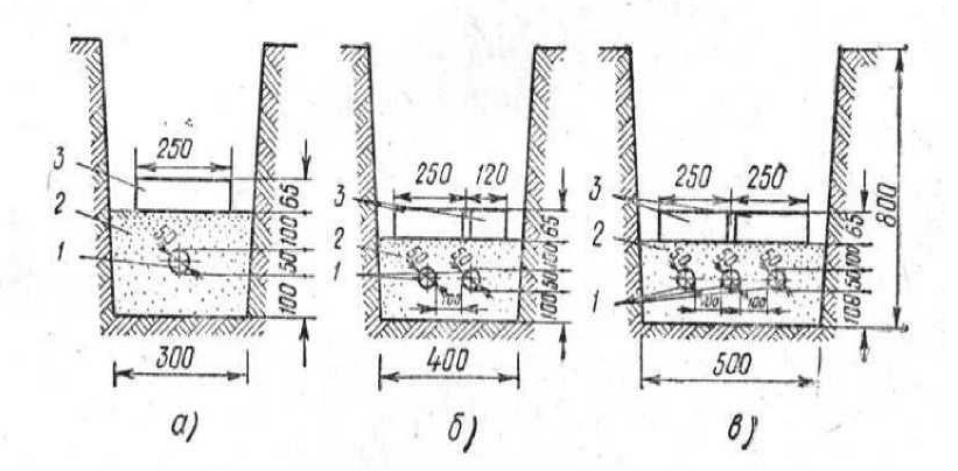


Рис. 5.2 - Прокладка кабелей в траншеях с покрытием кирпичом

а - одного, б - двух, в - трех; 1 - кабель, 2 - слой мелкого песка, 3 - кирпич.

Кабель укладывают в траншею на подушку из мелкой земли толщиной 10 см и присыпают сверху таким же слоем земли. Для предохранения кабеля от механических повреждений поверх присыпки при напряжении 6 - 10 кВ укладывают красный кирпич или бетонную плитку, а при напряжении 20 - 35 кВ - железобетонные плиты. Кабели до 1000 В защищают только в местах частых раскопок. Кирпичи или плиты укладывают сплошь по длине траншеи с напуском над крайними кабелями не менее 50 мм. Допускается прокладывать без защиты от механических повреждений на глубине 1 - 1,2 м кабели напряжением до 20 кВ. Переходы через автомобильные дороги выполняют в асбестоцементных трубах.

При повреждении кабеля электротехническая лаборатория определяет место повреждения кабеля, оперативно-ремонтная бригада кабельного участка предприятия разрывает траншею. Затем следует разрезать поврежденный кабель, если их несколько, то сначала делают прокол специальным указателем напряжения, если указатель дает сигнал, то кабель под напряжением. Определив поврежденный кабель, разрезают его при помощи ножовки, при этом ножовка заземляется и используются средства защиты (рисунок 5.3).

После разрезки, отрезается кусок кабеля около 20 см, снимается бумага с жил и проверяется на влагу в кипящем парафине, если на бумаге возникнут пузырьки, то влага есть. Отрезку кабеля производят, пока при проверке не будут возникать пузырьки.

Разделка кабеля марки ААБ показана на рисунке 5.4. Сначала на расстоянии 25 см от отреза фиксируют джутовое покрытие изолентой (1). Затем снимают джутовый покров (2). Напильником или ножовкой вкруговую обрезают броню (3), а затем удаляют (4). Счищают защитный покров (прослойку) (5). Производят надрезы оболочки кольцевой (6) и продольный (7). Раздвигают продольный разрез (8) и удаляют оболочку (9). Затем удаляют поясную изоляцию (10).

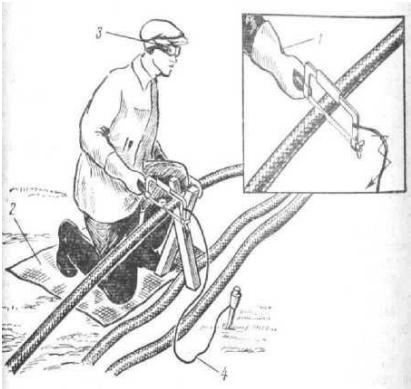


Рис. 5.3. - Резка кабеля в месте повреждения

1 - диэлектрические перчатки, 2 - диэлектрический коврик, 3 - защитные очки, 4 - заземление ножовки.

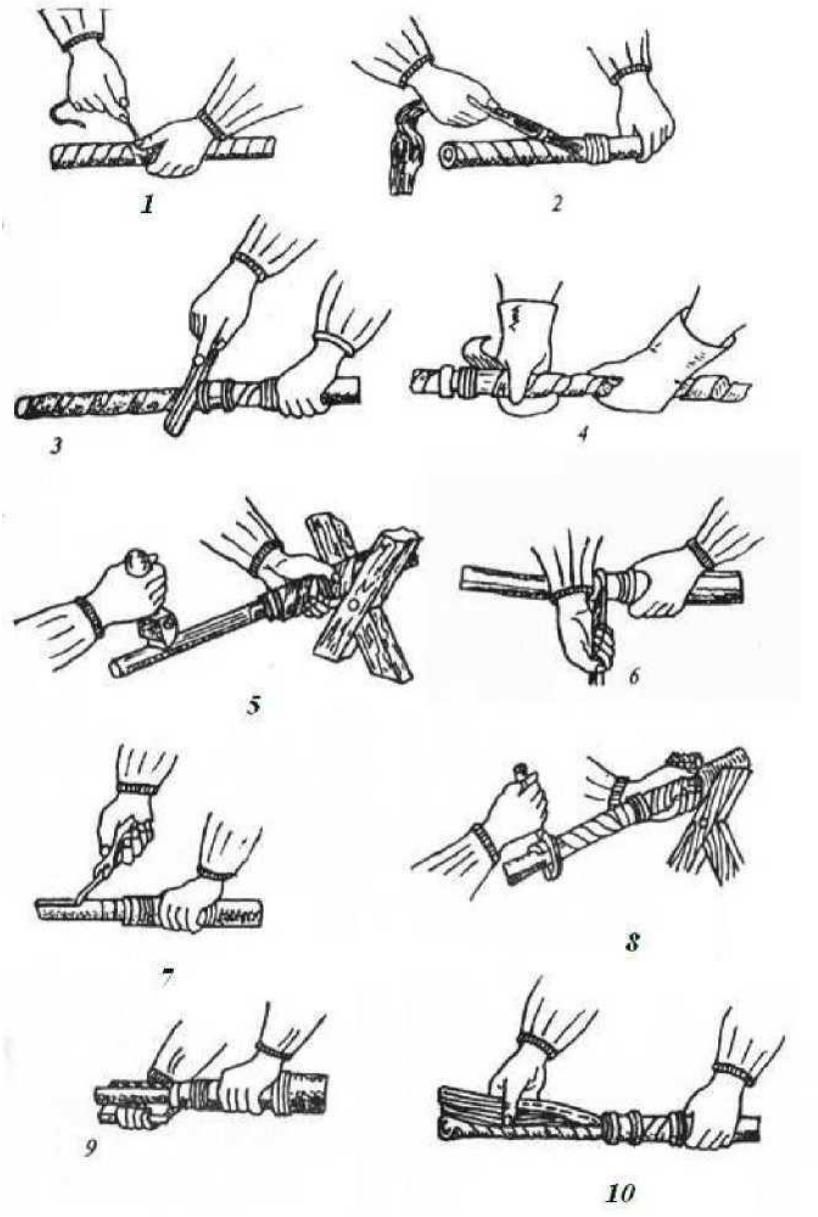


Рис. 5.4. - Разделка кабеля ААБ

1 - наложение бандажа, 2 - снятие джутового покрова, 3 - надрезка брони, 4 - удаление брони, 5 - удаление прослойки, 6,7 - кольцевые и продольные надрезы оболочки, 8 - раздвижка оболочки, 9 - удаление оболочки, 10 - удаление поясной изоляции.

Разводят жилы в стороны и удаляют фазную изоляцию на длину, равную наконечнику, предварительно наложив бандаж на изоляционную бумагу, чтобы она не распуталась больше требуемой длины. Затем кабель муфтят или оконцовывают. Устройство муфт показано на рисунке 5.5

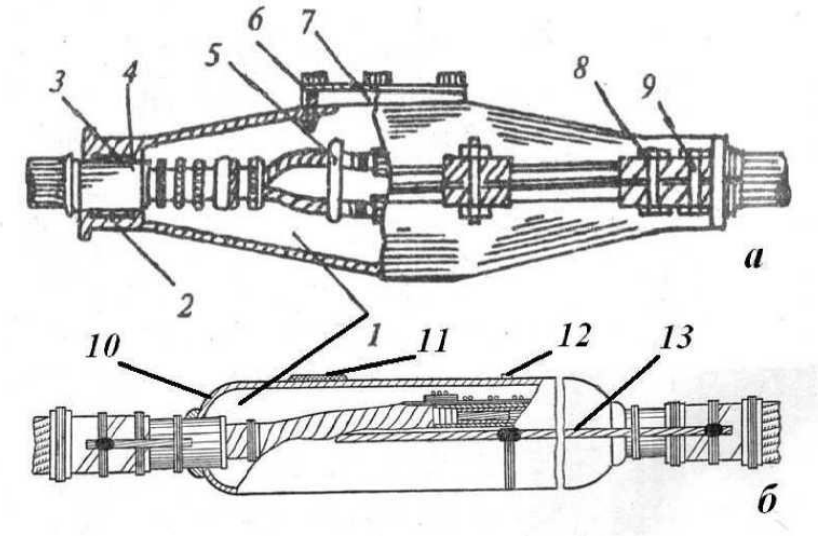


Рис. 5.5. - Кабельные муфты

1 - кабельная масса, 2 - нижняя полумуфта, 3 - верхняя полумуфта, 4 - уплотнители, 5 - фарфоровая распорка, 6 - болт крышки, 7 - крышка, 8 - гайка стягивающего болта, 9 - стягивающий болт, 10 - свинцовая муфта, 11 - заливное отверстие, 12 - выпускное отверстие, 13 - жгут заземления брони.
а - разборная чугунная муфта для кабелей до 1000 В.
б - свинцовая заливная муфта для кабелей выше 1000 В.

При оконцевании кабелей применяются следующие устройства, которые показаны на рисунке 5.6. Наконечники кабелей сечением 16 - 240 мм крепятся тремя способами пайкой, опрессовкой или болтами со срывной головкой, а сечением 300 - 800 мм - термитной сваркой.

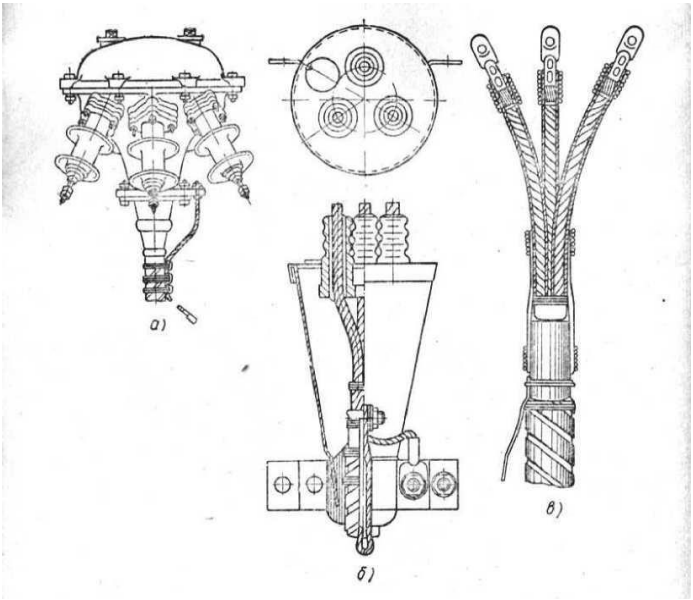


Рис. 5.6. - Оконцевание кабелей

а - в мачтовой муфте КМ с заливкой кабельной массой;
б - в стальной воронке 6 - 10 кВ с заливкой кабельной массой; в - сухой заделкой КВВ.

После монтажа муфт или оконцевания фазную и поясную изоляцию кабелей испытывают повышенным напряжением постоянного тока, проверяют целостность жил кабеля, а также измеряют величины сопротивления заземления концевых заделок. Величина испытательного напряжения зависит от рабочего напряжения кабеля и типа изоляции.

3. Порядок выполнения работы

Используя вышеизложенный материал, произведите разделку кабеля и оконцевание кабеля сухой заделкой КВВ, используя метод опрессовки наконечников. Жилы заизолировать, первых два слоя ХБ изолентой, а затем два слоя ПХВ изолентой. Заземляющий жгутик припаять к оболочке.
Выполненную работу предъявить преподавателю.

4. Содержание отчёта

В отчёт занести краткие сведения о маркировке, конструкции (рис. 5.1) и последовательности разделки кабеля, устройство и крепёж оконцеваниия и разделения кабеля и инструменты.

5. Контрольные вопросы

5.1. Требования к закладке кабелей в грунт.

5.2. Какие типы кабельных муфт вы знаете?

5.3. Какие способы оконцевания кабелей вы знаете?

5.4. Как подготавливается кабель к разделке?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Вязка проводов к изоляторам опор ВЛ, монтаж повторного заземления нулевого провода и устройства защиты от перенапряжений на ВЛ - 0,4 кВ

Цель работы:

Изучить требования к монтажу ВЛ. Научиться монтировать провода ВЛ, повторное заземление нулевого провода и устройства защиты от перенапряжений.

1. Программа работы

Изучить требования к монтажу ВЛ.

Произвести вязку проводов, смонтировать повторное заземление нулевого провода и устройство защиты от перенапряжений.

2. Краткие сведения

По правилам устройства электроустановок ВЛ делятся на две группы ВЛ до 1000 В (низковольтные) и ВЛ выше 1000 В (высоковольтные). Номинальное линейное напряжение линий трехфазного тока регламентировано ГОСТ 721 - 62 и имеет следующий размерный ряд: 1500, 750, 500, 330, 220, 150, 110, 35, 20, 10, 6, и 3 кВ, а также 660, 380 и 220 В.

По электрическому режиму работы подразделяются на линии с изолированной нейтралью, когда общая точка обмоток (нейтраль) не присоединена к заземляющему контуру или присоединена через аппараты с очень большим сопротивлением, и с глухозаземленной нейтралью, когда нейтраль генератора или трансформатора наглухо соединена с заземляющим контуром.

В РАО «ЕЭС России» сети с глухозаземленной нейтралью применяют в системах напряжением до 1000 В и от 110 кВ и выше. Системы 3, 6, 10, 20 и 35 кВ имеют изолированную нейтраль.

На рисунке 6.1 показана схема ВЛ Как видно из рисунка, ВЛ. состоит из следующих частей: анкерного пролета, переходного анкерного пролета и межопорного пролета.

Согласно ПУЭ межопорный пролет ВЛ зависит от места прохождения линии, типа опоры и марки провода.

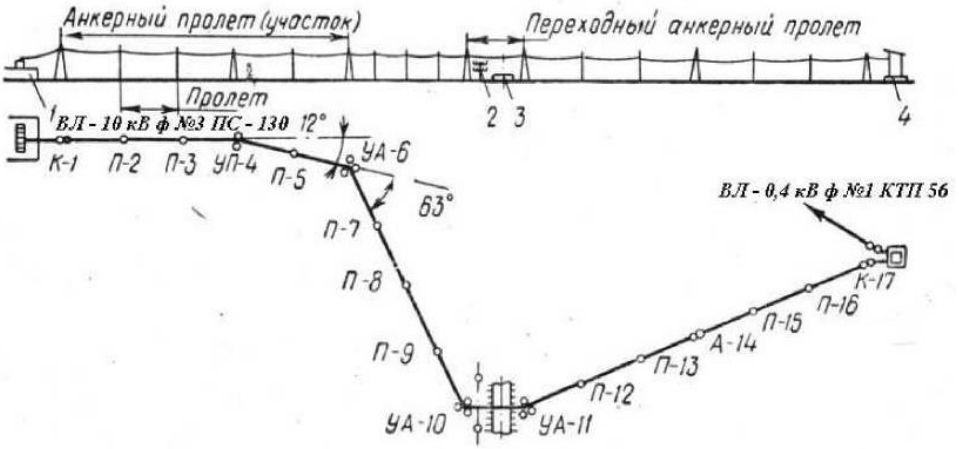


Рис. 6.1 – Схема ВЛ 10 кВ фидер №3 от ПС-130

1 - КРУ - 10 кВ районной подстанции 110/10 кВ; 2 - линия ВЛС; 3 - автодорога; 4 - КТП животноводческого комплекса.

Для линий ВЛ - 6/10 кВ в населенных пунктах межопорный пролет должен быть не более 35 м, а вне населенных пунктов не более 50. Для линий ВЛ - 0,4 кВ не более 25 м. Если на одной опоре проходят две линии классами напряжения 10 и 0,4 кВ, то межопорный пролет выполняется для линии ВЛ - 0,4 кВ.

Анкерный пролет не должен превышать 200 метров, а переходной анкерный пролет равен ширине проезжей части плюс охранная зона автодороги.

Тип опор на схемах обозначается буквами: К - конечная; П - промежуточная; УП - угловая промежуточная; УА - угловая анкерная; А - анкерная.

Опоры могут быть из пропитанной древесины или железобетонные, на рисунках 6.2 и 6.3 показаны деревянные и железобетонные опоры.

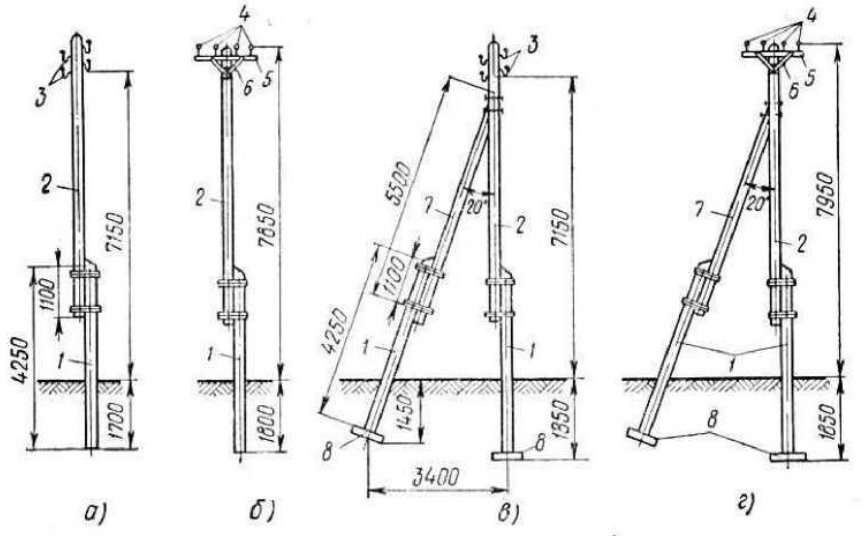


Рис. 6.2. - Деревянные опоры ВЛ напряжением до 1000 вольт

1 - железобетонный пасынок, 2 - деревянная стойка, 3 - крюки с изоляторами, 4 - штыри с изоляторами, 5 - траверса, 6 - подкос траверсы, 7 - подкос опоры, 8 – ригель.

а – промежуточная с креплением проводов на крюках,

б - промежуточная с креплением проводов на траверсе,

в - анкерная (угловая) опора с креплением проводов на крюках, г - анкерная (угловая) с креплением проводов на траверсе.

Для изготовления деревянных опор применяют сосну, лиственницу и реже ель. Древесина сосны и лиственницы содержит много смолы и поэтому хорошо противостоит влаге. Определенные требования имеются к стволу древесины: комель (нижняя часть) должен быть диаметром не менее 25 см; отруб (верхняя часть) не менее 18 см, а длина ствола зависит от длины пасынка и количества подвешиваемых проводов. Так, железобетонные пасынки ПТО выпускаются длиной 3,25 и 4,25 м; длина ствола стойки опоры 6,5 и 7,5 м для подвеса 5 проводов и соответственно 7,5 и 8,5 м для подвеса 8 проводов.

Стволы стоек деревянных опор сушат (40 - 50) дней, а затем пропитывают антисептиками (креозотом или доналитом).

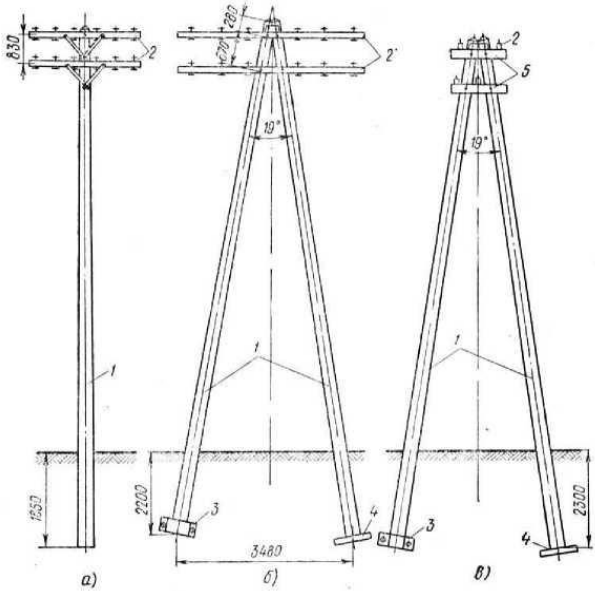


Рис. 6.3. - Железобетонные опоры ВЛ до 1000 вольт

1 - железобетонная стойка, 2 - траверса с изоляторами, 3 - анкерная плита, 4 - опорная плита, 5 – подтраверсник;
а - промежуточная, б - угловая, в - анкерная и концевая опора.

Железобетонные опоры монтируют из виброустойчивых или консольных железобетонных стоек марок СВ и СКУ. Стойки марок СВ имеют трапецеидальное сечение и длину 9, 10 и 11 метров и обозначаются как СВ - 10 - 1,0 - (10), что означает стойка виброустойчивая длиной 10 метров, массой 1 тонна, для линий напряжением 10 кВ. Стойки СКУ пустотелы и имеют круглое сечение маркировка аналогична стойкам СВ, например, СКУ - 15 - 1,5 - (35), что означает стойка консольная унифицированная длиной 15 метров, массой 1,5 тонны для линий напряжением 35 кВ.

Опоры линий электропередач устанавливаются спецтехникой, (рисунок 6.4)

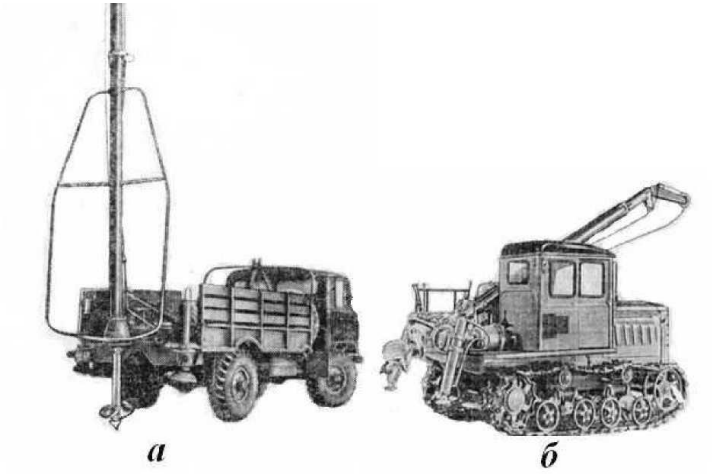


Рис. 6.4. - Бурильно-крановые машины для установки опор ВЛ.

а - бурильно-крановая машина БМ - 303 М на базе ГАЗ – 66,
б - бурильно-крановая машина БКГО - 67 на базе ДТ - 75М.

На крюках опор или штырях траверс устанавливаются изоляторы, которые показаны на рисунке 6.5. Изоляторы изготовляются из электротехнического фарфора, который покрывают слоем глазури и обжигают в специальных печах, а также из специального закаленного стекла. Механическая прочность стеклянных изоляторов выше, чем фарфоровых, кроме того, стеклянные изоляторы медленнее подвергаются старению, но электрическая прочность стеклянных изоляторов меньше, чем у фарфоровых.

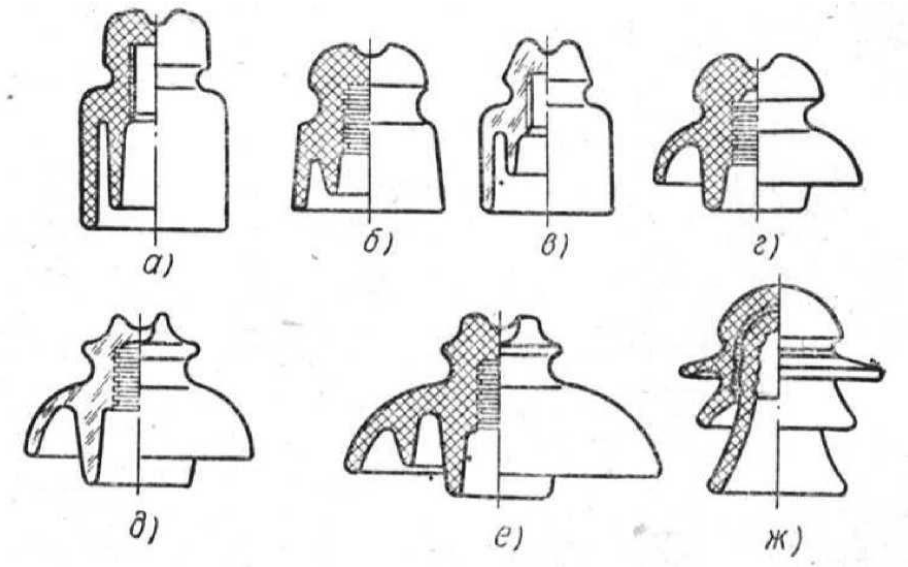


Рис. 6.5. - Штыревые изоляторы

а) - ТФ, б) - ШЛН, в) - ТСБ, г) - ШС, д) - ШСС, е) - ШЖБ (ШФ), ж) - ШД.

Изоляторы маркируют буквами, обозначающими конструкцию и назначение изолятора, и числами, указывающими рабочее напряжение. Для ВЛ - 0,4 кВ применяют штыревые изоляторы ТФ, ШЛН и ТСБ. Для ВЛ - 6/10 кВ используются изоляторы ШС, ШСС и ШЖБ (ШФ). По конструкции они не отличаются от низковольтных изоляторов, но имеют более высокие электрические характеристики и механическую прочность. Штыревые изоляторы ШД для ВЛ - 20/35 кВ имеют сложную конструкцию и состоят из двух частей, соединяемых цементной связкой.

Для монтажа провода на ВЛ 0,4/10 кВ применяется два типа вязки провода: одинарная и двойная (рис. 6.6). Одинарная вязка применяется вне населенных пунктов, а двойная вязка в населенных пунктах и на переходных анкерных пролетах через автострады и железные дороги, а также на угловых промежуточных опорах.

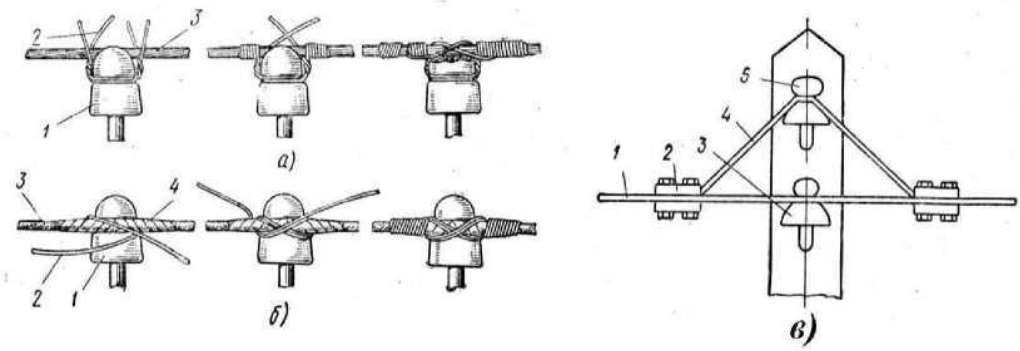


Рис. 6.6. - Типы вязки проводов к штыревым изоляторам

а - головная вязка: 1 - изолятор; 2 - вязальная проволока; 3 - провод
б - боковая вязка: 1 - изолятор; 2 - вязальная проволока; 3 - провод; 4 - прокладка:
в - двойная вязка: 1 - провод; 2 - планшетный зажим; 3 - изолятор; 4 - дополнительный провод; 5 - дополнительный изолятор.

Типы проводов показаны на рисунке 6.7.

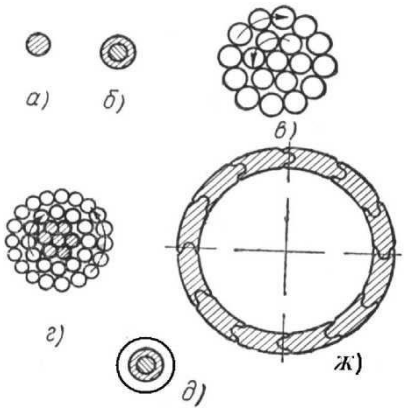


Рис. 6.7. - Типы проводов

а - однопроволочный до 25 мм^2
б - биметаллический до 25 мм^2
в - многопроволочный до 120 мм^2
г - многопроволочный комбинированный до 600 мм^2
д - самонесущий изолированный биметаллический провод до 25 мм^2 ж - полый провод до 600 мм^2.

Провода изготовляются из меди марка (М), алюминия (А), стали (ПС) и алюминиевых проволок, намотанных на несущие стальные проволоки (АС). Согласно ГОСТ 839 - 59 провода для воздушных линий электропередачи имеют следующие шаги сечений: марки (М) от 4 до 400, марки (А) от 16 до 600, марки (АС) от 10 до 400 мм2. Провод марки (ПС) по ГОСТ 5800 - 51 от 35 до 95 мм.

Для защиты линии ВЛ - 0,4 кВ от атмосферных перенапряжений применяются устройства типа РВН - 0,5 и ОПН - 0,38 УХЛ3, которые при ударе молнии в линию отводят излишнее напряжение в землю. Устройство РВН - 0,5 и ОПН - 0,38 УХЛ3 показано на рисунке 6.8.(а;б)

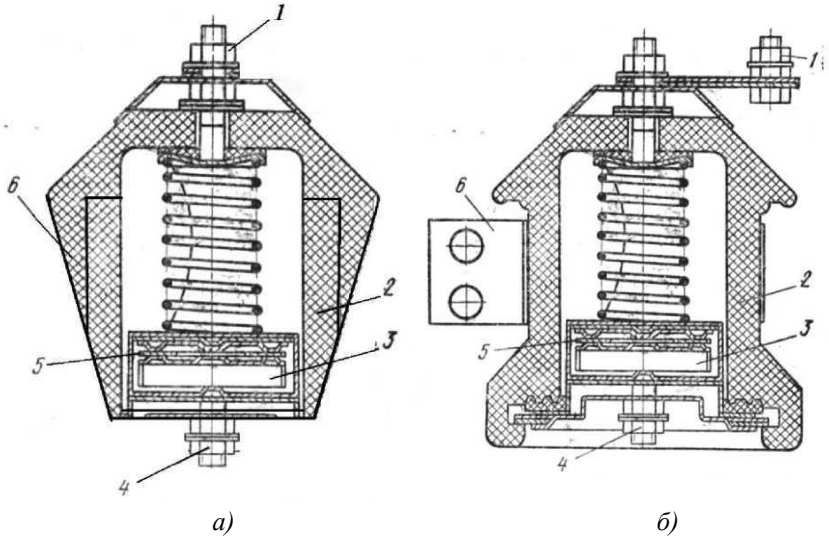


Рис. 6.8. - Устройство защиты от перенапряжений

а - вентильный разрядник РВН - 0,5: 1 - болт для присоединения фазного провода, 2 - фарфоровый корпус, 3 - рабочее сопротивление, 4 - болт для присоединения к заземлителю, 5 - искровой зазор, 6 - хомут крепежный.
б - ограничитель перенапряжений ОПН - 0,38 УХЛ3: 1 - болт для присоединения фазного провода, 2 - текстолитовая нижняя часть корпуса, 3 - рабочее сопротивление, 4 - болт для присоединения к заземлителю, 5 - искровой зазор, 6 - текстолитовая верхняя часть корпуса.

Вид смонтированного устройства защиты от перенапряжений показан на рисунке 6.9.

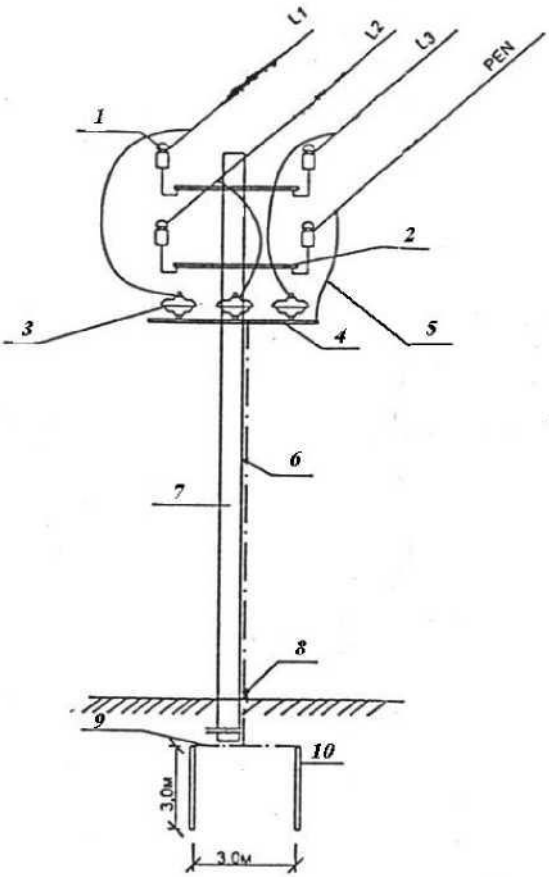


Рис. 6.9. - Вид смонтированного устройства защиты от перенапряжений и повторного заземления нулевого провода на ВЛ - 0,4 кВ

1 - изолятор, 2 - траверса, 3 - ОПН -0,38 УХЛ3, 4 - заземленная траверса, 5 - повторное заземление нулевого провода, 6 - спуск к заземляющему контуру, 7 - опора ВЛ -0,4 кВ, 8 - болтовое соединение, 9 - обвязка контура заземления, 10 - электрод контура заземления.

Электроды контура заземления выполняются из стального проката, обычно из толстостенных труб диаметром 75 мм или уголка 50х50х5 мм. Электроды изготовляются длиной 2,5 - 3 метра и забиваются в землю на расстоянии одной или двух длин электрода в предварительно выкопанную траншею глубиной 0,5 м. Обвязка и спуск выполняются из стальной полосы 4х40 или прута диаметром 16 мм, а перемычка повторного заземления нулевого провода из катанки диаметром 10 мм. Сопротивление контура повторного заземления ВЛ не должно превышать 30 Ом, а в связке с нулевым проводом 4 Ом.

3. Порядок работы

Используя вышеизложенный материал произведите монтаж провода на опоре ВЛ двойной вязкой, смонтируйте устройство защиты от перенапряжений и заземлите нулевой провод ВЛ.

4. Содержание отчёта

В отчёт занести последовательность произведённого монтажа и устройство перенапряжений (рис. 6.8;6.9)

5. Контрольные вопросы

5.1. Какие типы и марки опор ВЛ вы знаете?

5.2. Как производится установка опор ВЛ?

5.3. Какие типы изоляторов вы знаете и каково их назначение?

5.4. Какие методы вязки проводов вы знаете, назначение вязок?

5.5. Для чего нужно устройство защиты от перенапряжений, и как оно действует?

5.6. С какой целью и каким образом производится повторное заземление нулевого провода?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Изучение методов определения мест повреждения в кабельных линиях.

Цель работы:

Изучить методы определения повреждений в кабельных линиях;

Изучить особенности индукционного метода поиска мест повреждения кабеля;

На модели кабельной линии определить характер повреждения.

Приборы и инструменты: тестер, комплект штекеров, датчик для поиска обрывов в кабелях.

1. Краткие теоретические сведения

Выбору метода определения зоны повреждения кабелей предшествует выяснение характера повреждений, определяемых путем измерений мегомметром на 1000-2500 В. При этом измеряют сопротивление изоляции каждой токоведущей жилы относительно земли, сопротивление изоляции между каждой парой токоведущих жил, проверяют целостность токоведущих жил. Для обнаружения обрыва жил испытание следует проводить с обоих концов, закорачивая все три фазы на конце, противоположном подключению мегомметра. При наличии короткого замыкания определяют переходное сопротивление. Если оно в месте повреждения велико (более 5 МОм), а кабель не выдержал испытания, то для более точного определения места неисправности производят прожигание кабеля. Прожигание кабелей производят как на постоянном токе от специальных установок, так и на переменном токе от трехфазных повышающих трансформаторов. Целью прожигания кабелей является создание переходного сопротивления определенного значения в месте повреждения кабеля.

Выбор метода отыскивания мест повреждения кабелей зависит от вида повреждения, пробивного напряжения в месте повреждения и переходного сопротивления. Поиск места повреждения производят обычно в два этапа. На первом этапе отыскивают зону повреждения, для чего применяют импульсный метод, метод колебательного разряда, емкостный метод и метод петли. На втором этапе определяют точное место повреждения, для чего применяют метод накладной рамы, акустический и индукционный методы.

МЕТОД КОЛЕБАТЕЛЬНОГО РАЗРЯДА является одним из наиболее применяемых методов при “заплывающих пробоях”, которые часто наблюдаются в кабельных муфтах. Суть “заплывающего пробоя” заключается в том, что при имеющейся мощности выпрямительной установки при прожиге кабеля с увеличением его длины для заряда емкости кабеля до напряжения пробоя потребуется большее время. В результате этого частота разряда уменьшается, и место повреждения успевает “заплывать”.

Для определения места повреждения при большей длине кабеля необходимы выпрямительные установки большей мощности, которые и используются при проведении места повреждения методом колебательного разряда. Суть метода заключается в измерении периода (полупериода) свободных колебаний, возникающих в заряженной кабельной линии при пробое изоляции в месте повреждения. При измерении на жилу кабеля подается высокое напряжение, но не выше допустимого, отрицательной последовательности (рисунок 7.1). В месте повреждения в момент пробоя напряжение падает до нуля, что соответствует моменту времени **ti = lx / v**, где:

ti -время прохождения волны до места повреждения;

lx -расстояние от конца кабеля до места повреждения;

v - скорость распространения волны (равна для силовых кабелей 160 + 1 м/мкс);

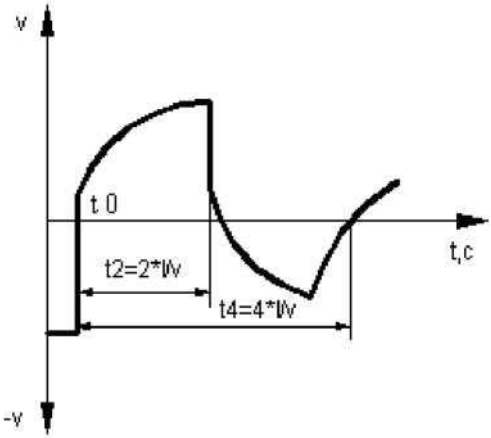


Рис.7.1. - Напряжение на зажимах при пробое изоляции.

Затем потенциал жилы резко возрастает и возникает волна напряжения положительной полярности, которая приходит к концу кабеля и, не меняя знака, возвращается к месту повреждения. В момент времени **t2 = 2ix/v** волна достигает места пробоя, потенциал жилы резко падает до нуля, и волна уходит к концу линии с переменой знака. В момент времени **t3 = 3ix /v** волна отрицательной полярности приходит к концу линии, возвращаясь к месту пробоя с тем же знаком. В момент **14 = 4ix/v** волна приходит к месту повреждения и в момент пробоя напряжение опять падает до нуля. На этом завершается полный период, за время которого волна четыре раза проходит расстояние от конца кабеля (места подключения кабеля к испытательной установке) до места повреждения. Поэтому **ix = Tv/4**, где **T** -период колебаний.

Для повышения точности обычно измеряют время первого полупериода, так как в связи с затухающим характером колебаний форма и значение напряжения сильно искажаются на экране осциллографа. Шкала прибора проградуирована в километрах, измерение времени (обычно полупериода 12) производится по секундомеру. Схема подключения прибора ЭМКС-58М, позво-

ляющего определять расстояния от 40 м до 10 км для кабелей до 10 кВ, изображена на рисунке 7.2.

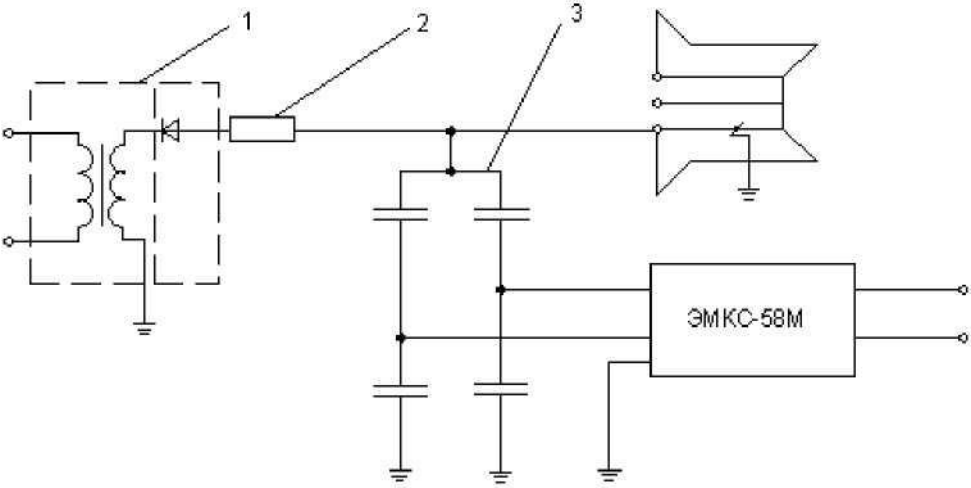


Рис.7.2. - Схема включения прибора ЭМКС-58М

1 - выпрямитель высокого напряжения, 2 - зарядное сопротивление, 3 - делитель высокого напряжения.

ИНДУКЦИОННЫЙ МЕТОД применяют для отыскания мест пробоя изоляции жил между собой или на землю, а также при обрыве линии с одновременным пробоем изоляции жил между собой или на землю. При пропускании тока по кабелю однофазного переменного тока вокруг кабеля образуется магнитное поле, значение которого зависит от значения тока. Если в поле кабеля внести рамку (антенну) из проволоки, то изменяющееся поле будет наводить в ней ЭДС, и при замыкании контура рамки в телефоне возникнет ток и появится звучание. Чем выше частота тока, тем отчетливее звук. Чтобы звучание от испытуемого кабеля отличалось от звучания других кабелей, по испытуемому кабелю с помощью генератора низкой частоты пропускают ток частотой 800-1200 Гц. Отыскание мест повреждения по цели жила-земля является особенно сложным из-за растекания тока в месте повреждения по оболочке кабеля в обе стороны на десятки метров. Поэтому практически однофазные повреждения путем прожига переводят в двух - трехфазные и

определяют повреждение по цепи жила-жила или искусственно создают цепь жила- оболочка кабеля, заземляя последнюю с обеих сторон и подключая генератор к жиле и оболочке. Наводимая в рамке ЭДС зависит от токораспределения в кабеле и взаимного пространственного расположения рамки и кабеля. Зная характер распределения поля для данного токораспределения в кабеле и при соответствующей ориентации рамки, по изменению силы звука в телефоне можно определить место повреждения.

МЕТОД НАКЛАДНОЙ РАМКИ применяют для определения непосредственно на кабеле при открытой прокладке места короткого замыкания жила-жила или жила- оболочка. Сущность метода аналогична индукционному. После подключения генератора на кабель накладывают рамку с телефоном и поворачивают вокруг оси. Если измерение производится до места повреждения, то за один поворот рамки будет прослушивается два максимума и два минимума сигналов от поля пары токов: жила-жила или жила-оболочка. За местом повреждения поле создается одиночным током и в телефоне при повороте рамки будет слышен монотонный звук.

ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД применяют для определения зоны таких неисправностей, как одно-, двух-, или трехфазное короткое замыкание, замыкание жил на землю, обрыва жил.

2. Порядок проведения работы

Ознакомиться с принципиальной электрической схемой лабораторной установки, изображенной на рис.3.

По заданию преподавателя собрать заданную схему с повреждением кабеля (на модели повреждение изоляции и кз в линии имитируется перемычкой, содержащей резистор 1-2МОм!; при кз линии на землю - перемычкой с резистром 1-2МОм! соединяют фазу и нейтраль; при кз между линиями - перемычку с резистром 1-2МОм! устанавливают между фазами; обрыв в линии имитируется отсутствием перемычки между участками кабеля).

По заданию преподавателя собрать заданную схему с повреждением кабеля (на модели повреждение изоляции и кз в линии имитируется перемычкой, содержащей резистор 1-2МОм!; при кз линии на землю - перемычкой с резистром 1-2МОм! соединяют фазу и нейтраль; при кз между линиями - перемычку с резистром 1-2МОм! устанавливают между фазами; обрыв в линии имитируется отсутствием перемычки между участками кабеля).

Рис.7.3. Схема электрическая модели кабельной линии.

3. Поиск обрыва в линии

По заданию преподавателя собрать схему с обрывом в линии. Предварительно проводится проверка линии на обрыв: для этого все линии на конце кабеля объединяются с нейтралью и затем поочередно прозваниваются омметром (используется тестер). Пример (рис.7.4). Для усложнения задачи для учащихся допускается применение перемычек со скрытым разрывом соединительного провода, тем самым визуально нельзя обнаружить место обрыва и учащемуся необходимо проделать всю цепочку измерений для вынесения заключения о месте обрыва.

Схема проверки обрыва линии(СТЕНД ОТКЛЮЧЕН)

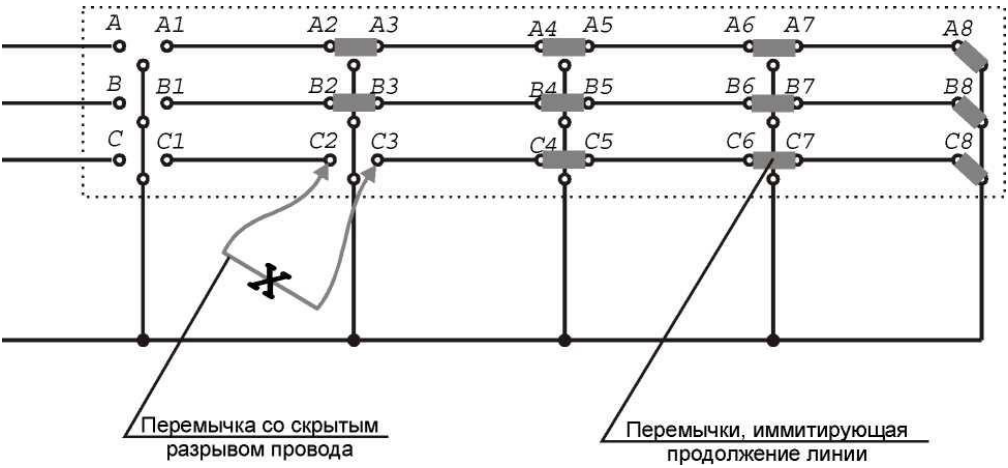


Рис.7.4

(отпаять провод от штеккера и завязать узел на конце провода, чтобы он не выезжал из корпуса)

После определения линии, содержащей обрыв, ее вывод на конце кабеля соединяют с нейтралью. Пример (рис.7.5).
Запитать стенд от сети. Подать напряжение на ввод поврежденной линии. С помощью датчика поиска обрывов кабеля произвести поиск места обрыва. Для этого подключить наушники к датчику через соответствующее гнездо. Приблизить датчик к вводу линии, на котором присутствует напряжение на расстоянии до 5 мм - в наушниках будет слышен 50Гц «фон», который существенно ослабляется при приближении к нейтральному проводу и отрезку линии, соединенному с нейтралью. Следуя вдоль линии, но не касаясь ее, определить место, где происходит резкое снижение уровня звука фона. Это и есть место обрыва.

Схема проверки обрыва линии (Стенд Включен)

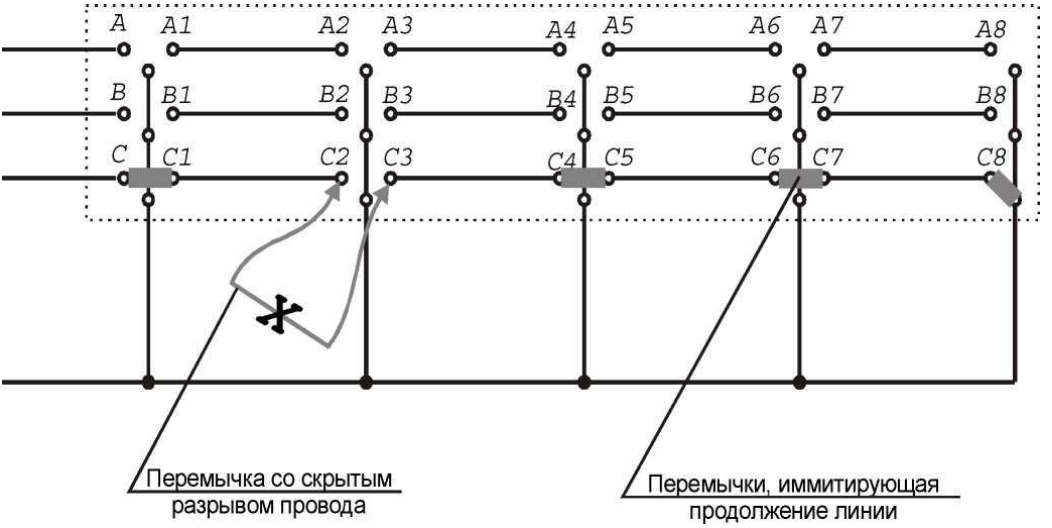


Рис.7.5 - Проверка сопротивления изоляции и кз в линии.

(отпаять провод от штекера и завязать узел на конце провода, чтобы он не выезжал из корпуса)

Произвести проверку сопротивления изоляции линии. По заданию преподавателя собрать схему модели для проверки кабельной линии с поврежденной изоляцией. (на модели повреждение изоляции и кз в линии имитируется перемычкой, содержащей резистор (1-2МОм!). Концы линий соединяют с нейтралью. Пример (рис.7.6).

Схема проверки повреждения изоляции и КЗ линии (СТЕНД ОТКЛЮЧЕН)

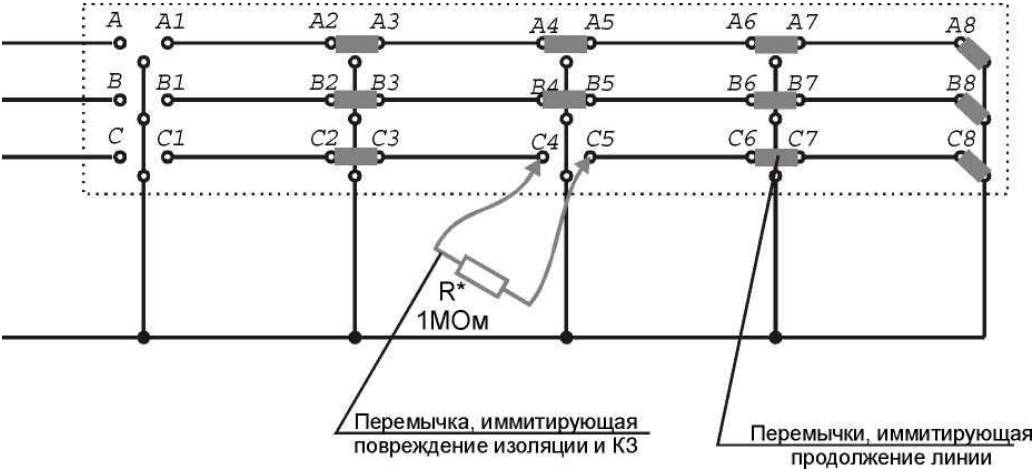


Рис.7.6.

1. Измерить сопротивление изоляции между линиями, линиями и землей (на модели в место промышленного мегомметра применяется цифровой тестер). Работу проводят при отключенном питании стенда! После обнаружения поврежденной линии стенд подключают к сети и на ее ввод подают напряжение. Пример (рис.7.7).
2. С помощью датчика поиска обрывов кабеля произвести поиск места повреждения. Для этого подключить наушники к датчику через соответствующее гнездо. Приблизить датчик к вводу линии на котором присутствует напряжение на расстояние до 5 мм - в наушниках будет слышен 50Гц фон, который существенно ослабляется при приближении к нейтральному проводу и отрезку линии, соединенному с нейтралью. Следуя вдоль линии, но не касаясь ее, определить место, где происходит существенное снижение уровня звука фона. Это и есть место повреждения.

Схема проверки повреждения изоляции и КЗ линии (СТЕНД ОТКЛЮЧЕН)

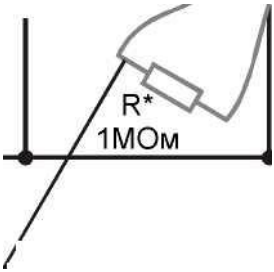


Рис.7.7 Перемычка, имитирующая повреждение изоляции и КЗ; Перемычки, имитирующая продолжение линии

4. Контрольные вопросы

4.1. Какие существуют способы поиска обрывов кабелей?

4.2. На каком принципе основан индукционный метод поиска обрыва кабеля?

4.3. Какие существуют виды неисправностей кабельных линий?

4.4. В чем суть «заплывающего пробоя»?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Испытание контура заземления

Цель работы: освоить методику расчета и измерения сопротивления защитного заземления.

1. Программа работы

Изучить методику расчета заземлителя.

Измерить сопротивление заземлителя.

Приборы и инструмент: тестер.

2. Краткие теоретические сведения

При монтаже все металлические нетокопроводящие части электроустановок, которые случайно могут оказаться под напряжением, подлежат заземлению. Такое намеренное заземление называется защитным.

Принцип защиты с помощью заземления состоит в том, чтобы уменьшить напряжение на корпусе электрооборудования при замыкании на него тока в случае повреждения электрической изоляции. Токи замыкания на корпус электрооборудования отводятся в землю через заземлитель и заземляющие проводники. Совокупность заземлителя и заземляющих проводников называется заземляющим устройством.

Каждое заземляющее устройство имеет паспорт, в котором указана его схема, основные расчётные данные, сведения о замерах сопротивления. Согласно правилам технической эксплуатации электроустановок, сопротивление заземляющего устройства должно измеряться после монтажа при вводе в эксплуатацию и периодически (например, для цеховых электроустановок не реже одного раза в год). Согласно существующим нормам сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом.

Существует ряд способов измерения сопротивления защитного заземления. Наиболее простым, удобным и достаточно точным является метод амперметра - вольтметра. Сущность его состоит в следующем. Измеряется ток Ix, проходящий через заземляющее устройство, и напряжение по отношению к достаточно удаленной точке земной поверхности - зонду (рис. 8.1). Вспомогательный заземлитель В и зонд 3 устанавливают на таком расстоянии друг от друга и от испытуемого защитного заземления Rx, чтобы их поля растекания не накладывались. Измеряемый ток 1X проходит через испытуемое защитное заземление Rx (заземлитель). Падение напряжения на этом защитном заземлении измеряется вольтметром V.

Сопротивление защитного заземления вычисляется по формуле:

$$Rx = Ua/Ix$$

Следует иметь в виду, что защитное заземление эффективно в том случае, если ток замыкания на землю не увеличивается с уменьшением сопротивления заземления. Это возможно в сетях с изолированной нейтралью, где при глухом заземлении на землю или на заземленный корпус ток практически не зависит от величины сопротивления заземления.

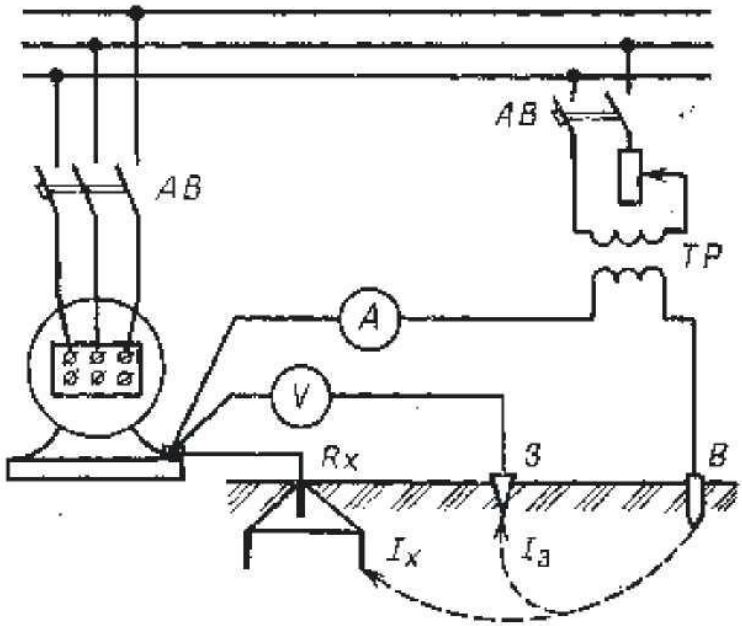


Рис.8.1. - Схема измерения сопротивления защитного заземления.

Защитное заземление применяется также в сетях с большими токами на землю, т. е. в сетях напряжением выше 1000 В с заземленной нейтралью.

3. Порядок проведения работы

По заданию преподавателя учащиеся рассчитывают заземлитель. При этом учитывается тип грунта и материал, из которого изготовлены заземлители. Расчетное сопротивление заземлителя должно соответствовать требованиям ПУЭ.

Испытание заземляющего устройства производится с помощью омметра непосредственно на примере заземления стенда в лабораторных условиях. Произвести осмотр технического состояния заземляющего устройства стенда:

- произвести внешний осмотр;
- проверку наличия цепи между корпусом стенда и контуром заземления лаборатории;

- измерить сопротивление заземляющего устройства (от корпуса стенда до шины заземления на силовом щите лаборатории);
- сделать заключение о соответствии заземляющего устройства нормам ПУЭ.

4. Содержание отчета

В отчет занести краткие сведения о заземляющих устройствах, схему измерения сопротивления защитного заземления, результаты измерения, выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

5.1. Какие существуют способы измерения сопротивления заземлителя? Нарисовать электрическую схему одного из них.

5.2. Для чего проводят измерение сопротивление петли фаза-нуль?

5.3. На каком принципе основаны защитные функции заземления?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

Монтаж ввода и вводное распределительное устройство ВРУ - 0,4 кВ

Цель работы:

Получить практические навыки по монтажу ввода и ВРУ - 0,4 кВ.

1. Программа работы

Изучить теоретический материал.

Выполнить монтаж ВРУ-0,4 кВ.

2. Общие положения

Вводы электропередачи в здания делят на два участка - ответвление от воздушной линии до ввода - участок проводов от опоры до ввода в здание; ввод в здание - участок от изоляторов на наружной стене здания до вводного устройства внутри здания. Если расстояние от опоры ВЛ до здания больше 10 м, то для ослабления натяжения проводов необходимо устанавливать промежуточную опору.

Ответвление от воздушной линии до ввода в строение длиной до 25 м, а также внутридворовые сети следует выполнять изолированными проводами или кабелем, проложенным на тросу или в земле. Сечение проводов в ответвлении должно быть не менее 6 мм (при длине до 10 м не менее 4 мм) для меди и не ме- 22 нее 16 мм для алюминия. Сечение жил кабеля - не менее 4 мм для алюминия и 2,5 мм для меди. Расстояние от проводов ответвления до земли должно быть не менее 6 м, в проезжей части и внутри дворов не менее 3,5 м, а расстояние от земли до изолятора ввода в здание - не менее 2,75 м (рис. 9.1).

Ответвления выполняют также кабельными линиями. В этом случае кабель прокладывают по опоре до перехода его в траншею. От случайных механических повреждений кабель защищают трубой или другой конструкцией на высоту до 2 м.

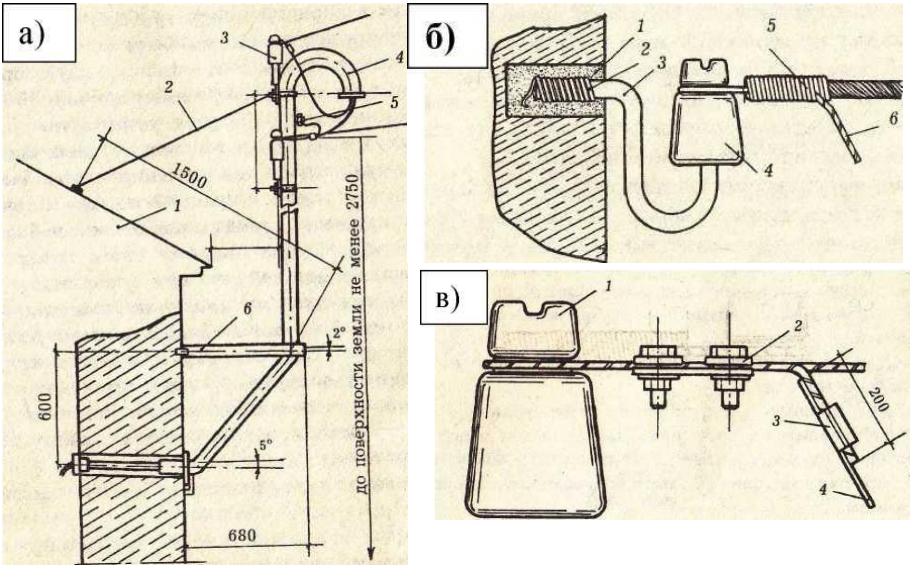


Рис. 9.1. - Конструкция вводов от воздушных линий

а - конструкция ввода при помощи трубостойки; 1 - крыша здания, 2 - опорный трос, 3 - линейный изолятор, 4 - влагозащитное искривление, 5 - контакт повторного заземления нейтрального провода.
б - способ крепления линейного провода к изолятору с помощью винтового контакта; 1 - изолятор, 2 - зажимные винты, 3 - обжимная муфта, 4 - ответвление линейного провода.
в - способ крепления линейного провода к изолятору с помощью вязки; 1 - цементирующий раствор, 2 - стальная проволока, 3 - опорный крюк, 4 - линейный изолятор, 5 - вязка, 6 - ответвление линейного провода.

Провода наружной электропроводки располагаются или ограждаются таким образом, чтобы они были недоступны для прикосновения. Провода, проложенные открыто и горизонтально по стенам, должны находиться на расстоянии не менее над балконом и крыльцом - 2,5 м; над окном - 0,5 м; под балконом - 1,0 м; под окном (от подоконника) - 1,0 м; при вертикальной прокладке - до окна - 0,75 м, а до балкона - 1,0 м. При подвеске проводов на опорах около зданий расстояние от проводов до балконов и окон должно быть не менее 1,5 м. Изолированные провода разрешается прокладывать на высоте не менее 2,5 м от

земли. Изоляторы укрепляют на крюках, заделываемых в гнезда при помощи цементного раствора.

Для трубостоек используют водогазопроводные трубы, внутренний диаметр которых из условий механической прочности должен быть не менее 20 мм при вводе двух проводов и не менее 32 мм - четырех. Верхний конец трубостойки загибают на 180°, чтобы в нее не могла попасть влага. К трубе под изгибом приваривают траверсу с двумя штырями для установки вводных изоляторов. Для траверс к трубостойкам диаметром 20 мм приваривают стальной уголок длиной 500 мм сечением 45х45х5. На трубостойке приваривают болт для зануления (соединения нулевой жилы с металлической трубой), который для предохранения от коррозии смазывают техническим вазелином. Острые края трубы обрабатывают напильником, чтобы не повредить о них изоляцию проводов при затягивании. Ближе к изгибу приваривают кольцо (гайку), в котором закрепляют проволочную оттяжку для компенсации усилия натяжения проводов ответвления от воздушной линии. Внешнюю поверхность трубы окрашивают в светлые тона.

3. Порядок выполнения работы

На рисунке 9.2 указана принципиальная схема ВРУ - 0,4 кВ, вам необходимо выполнить монтаж по указанной схеме. При монтаже следует учесть следующее:

расстояние между крайними болтами изоляторов губок предохранителей при напряжении до 1000 вольт должно быть не менее 50 мм. Клеммы И1 и И2 трансформаторов тока на всех трех фазах должны быть с одной стороны.

Подключение электросчетчика выполнить по прилагаемому к нему паспорту.

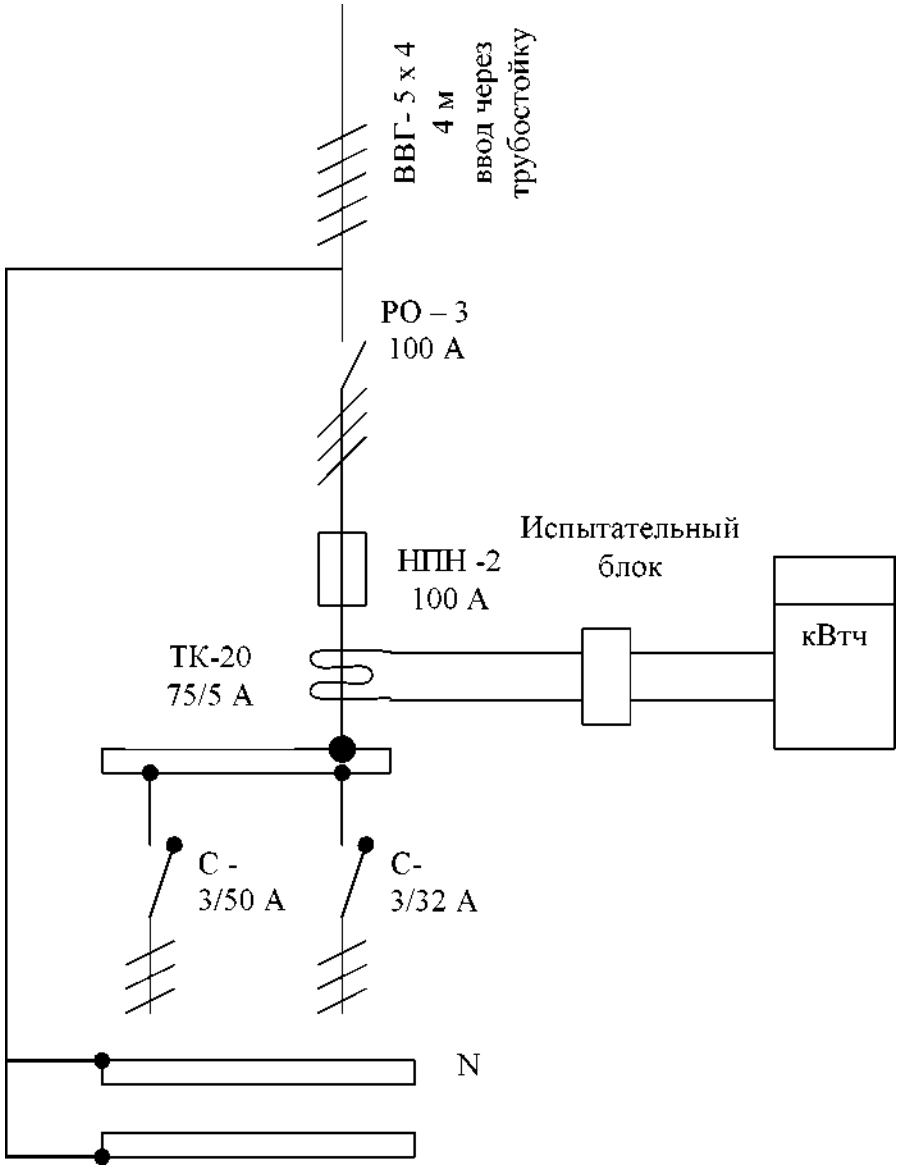
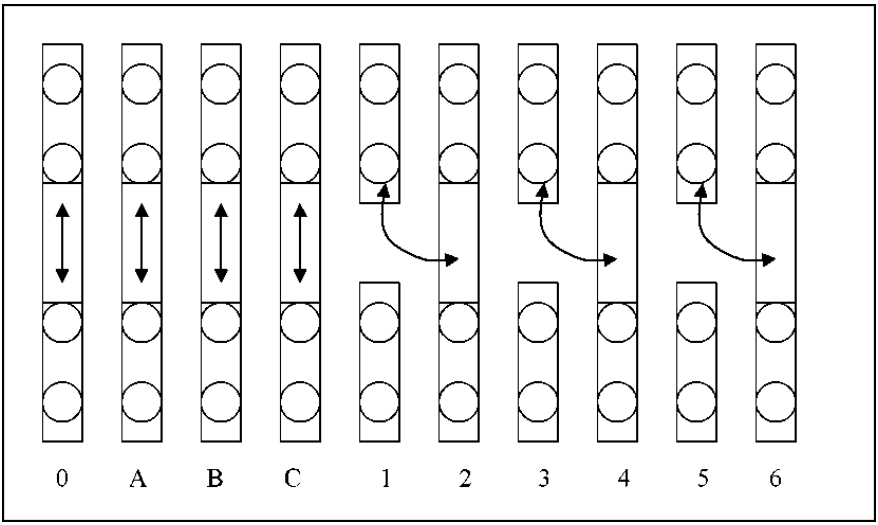


Рис. 6.2. - Принципиальная монтажная схема ВРУ - 0,4 кВ

На рисунке 9.3 показана схема испытательного блока, он предназначенного для монтажа косвенного или полукосвенного учета электроэнергии.



Цепи напряжения Токовые цепи

Рис.9.3. - Схема испытательного блока

Испытательный блок состоит из ряда контактов с перемычками. При необходимости замены электросчетчика следует разомкнуть цепи напряжения и закоротить цепи токовых обмоток счетчика. Цепи напряжения размыкают следующим образом, ослабляют винты перемычек и, подняв вверх перемычку, до образования визуального зазора, снова ее закрепляют. Токовые цепи закорачивают замыкая контакты токовых обмоток накоротко. После этой процедуры электросчетчик можно менять, не снимая напряжения с силовой цепи потребителя.

4. Содержание отчёта

В отчёт занести рисунок 9.1, краткое описание вводов в здание, занести рисунок 9.2 с последовательностью проведения монтажа.

5. Контрольные вопросы

5.1 Какие способы ввода электропроводки в здание вы знаете?

5.2 Расскажите, какие требования предъявляются к монтажу вводных проводок от линии ВЛ при помощи промежуточной опоры.

5.3 Расскажите, какие требования предъявляются к монтажу вводных проводок от линии ВЛ при помощи трубостойки.

5.4 Опишите, как вы выполняли монтаж ВРУ - 0,4 кВ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

Монтаж электрооборудования комплектной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ модели КТП - 100 - 10/0,4 кВ

Цель работы:

Изучить устройство комплектной трансформаторной подстанции, требования МПОТ к монтажу КТП и научиться производить монтаж основного электрооборудования КТП.

1. Программа работы

Ознакомиться с требованиями МПОТ и ПУЭ к монтажу КТП.

Ознакомиться с устройством основного оборудования КТП.

Произвести монтаж опорного изолятора высоковольтного предохранителя ПК, рубильника в РУ-0,4 кВ и опорного изолятора низковольтного предохранителя ПН-2.

2. Краткие сведения

Трансформаторной подстанцией называется электрическая установка, в которой электроэнергия преобразуется из высшего напряжения в низшее и наоборот. Если подстанция служит для повышения напряжения, то она называется повышающей, если для понижения - понижающей. Повышающие трансформаторные подстанции предназначены для отдачи электрической энергии в сеть и применяются, во-первых, когда генераторы вырабатывают низкое напряжение (в небольших электростанциях U<525 В), а распределение электроэнергии осуществляется на повышенном напряжении (обычно 6 - 10 кВ), во-вторых, в более крупных электростанциях с генераторами напряжением 6 кВ, когда повышающие трансформаторы необходимы для электроснабжения большого числа удаленных потребителей с целью снижения потерь электроэнергии в линиях электропередач.

Понижающие трансформаторные подстанции предназначены для преобразования энергии первичного высокого напряжения, получаемого из сети, в энергию вторичного низкого напряжения, при котором происходит ее дальнейшее распределение между потребителями.

По конструктивному исполнению различают мачтовые, встроенные и закрытые подстанции. Мачтовые подстанции смонтированы на А-образных, П-образных или АП-образных опорах. В сельских сетях широко применяют мачтовые понижающие подстанции напряжением 10/0,4 кВ. Встроенные подстанции монтируются из отдельных блоков, в каждом из которых размещается высоковольтное и низковольтное оборудование, поступающее в готовом виде и устанавливаемое внутри подстанции.

Закрытые подстанции сооружают из кирпича или другого строительного материала, кроме дерева; фундаменты делают из сборных бетонных блоков, а перекрытия из железобетонных плит с последующим перекрытием их водоизоляционным ковром.

В настоящее время весьма широкое распространение получили в сельских сетях трансформаторные подстанции, монтируемые с применением металлических оболочек, так называемые комплектные трансформаторные подстанции (КТП). КТП напряжением 10/0,4 кВ имеют обычно по нескольку отходящих линий 380/220 В.

В мачтовых подстанциях опоры выполняются либо деревянными, либо железобетонными. Электрооборудование подстанций размещается на специальных настилах. При этом трансформатор устанавливают на высоте не менее 3,2 м, а все высоковольтное оборудование - выше трансформатора. Линии напряжением 380/220 В, прокладываемые от низковольтного распределительного шкафа до изолятора, защищены стальными трубами. Низковольтный распределительный шкаф разделен на две части. В первом отделении, находящемся в ведении электро-

снабжающей организации, расположены общий рубильник и предохранители подстанции, измерительные трансформаторы тока и счетчик энергии. Во втором отделении шкафа, находящемся в ведении потребителя электроэнергии, размещены рубильники и предохранители отходящих линий 380/220 В.

Монтаж трансформаторных подстанций включает монтаж оборудования распределительных устройств, трансформаторов, ошиновки, контура заземления, силовой и осветительной сети и т. д. В настоящее время монтаж электрооборудования подстанций осуществляется с использованием унифицированных шинопроводов, зажимов, клемм, компенсаторов. Оборудование предварительно комплектуется в крупные блоки и узлы.

При монтаже подстанций необходимо тщательно следить за надежностью крепления аппаратуры и шин на своих основаниях, чтобы эти крепления смогли противостоять электродинамическим силам, возникающим при коротких замыканиях. Важно также принимать меры против утечки масла из маслонаполненных аппаратов. Так как утечка масла может привести к аварии, необходимо обеспечить надежность сварных швов, фланцевых соединений и других мест, через которые может вытекать масло.

На рисунке 10.1 показан вид поселковой комплектной трансформаторной подстанции типа КТП -100 - 10/0,4 кВ мощностью 100 кВА.

Электромонтажные работы на трансформаторной подстанции выполняются в две стадии. На первой стадии устанавливают строительные конструкции, в мачтовых подстанциях производится сборка и установка опорных конструкций, ведется подготовка трасс проводок, монтируется контур заземления, шины заземления, крепежные детали. На второй стадии производятся монтажные и установочные работы: установка комплектных распределительных устройств, монтаж комплектовочных узлов и блоков, трансформаторов, прокладка проводов и кабелей,

присоединение кабелей и проводов к электрооборудованию и т.д.

Одной из наиболее ответственных операций при монтаже подстанций является монтаж силовых трансформаторов, которые достигают на мощных подстанциях весьма больших размеров. Перед монтажом трансформаторов производят их ревизию, в состав которой включают осмотр, взятие пробы масла и замер сопротивлений изоляции обмоток. Трансформаторы с увлажненными обмотками подвергаются сушке. Трансформаторы сушат, пропуская через обмотки низшего напряжения ток определенной величины.

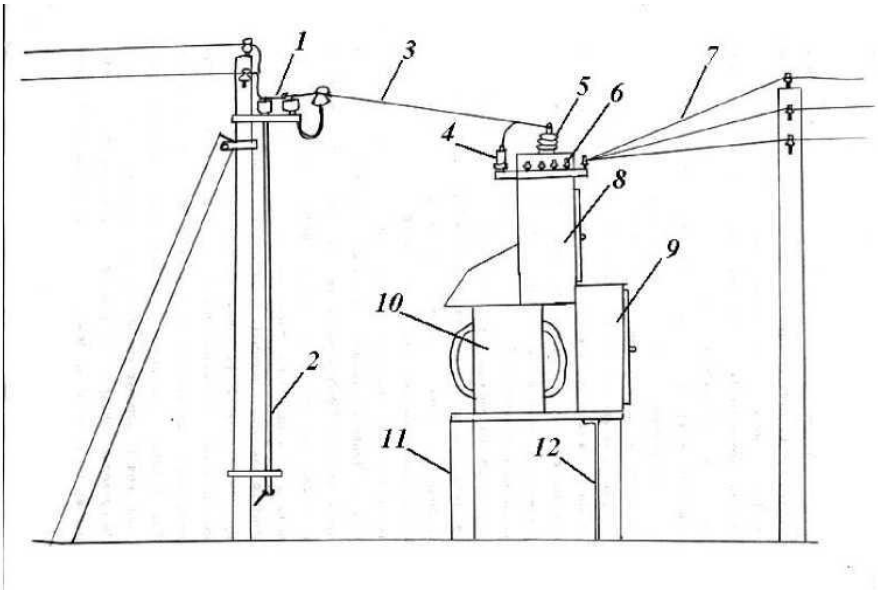


Рис. 10.1. - Поселковая КТП 10/0,4 кВ

1 - подстанционный разъединитель, 2 - привод подстанционного разъединителя, 3 - шлейф ВЛ - 10 кВ, 4 - вентильный разрядник, 5 - проходной высоковольтный изолятор, 6 - низковольтный изолятор, 7 - шлейф ВЛ - 0,4 кВ, 8 - РУ - 10 кВ, 9 РУ - 0,4 кВ и ЩУ, 10 - трансформатор ТСМА, 11 - опорная стойка КТП, 12 - спуск заземления.

Небольшие трансформаторы сушат горячим воздухом от калорифера. В закрытых помещениях монтаж трансформаторов производится в отдельных изолированных ячейках, что обеспечивает безопасный осмотр и ремонт трансформаторов, а также предупреждает возможность повреждений в соседних ячейках при взрыве и пожаре.

Масляные трансформаторы обычно устанавливают в камерах, расположенных на первом этаже, или в помещениях с огнестойкими полами. Монтаж и сборка силовых трансформаторов для закрытых и открытых установок состоит из нескольких основных операций и начинается с установки радиаторов, маслонаполняемых вводов, переключающих устройств, расширителя, газового реле, реле уровня масла, воздухоосушителя, термомет-

ров. Радиаторы до установки их на трансформатор испытывают повышенным давлением масла или сжатым воздухом на герметичность сварных швов. Замеченные дефекты устраняют газосваркой.

Монтаж высоковольтных масляных ВМП или вакуумных ВВП выключателей начинается с внешнего осмотра и проверки комплектности. Затем устанавливают раму выключателя и на нее монтируют полюса, проверяют свободное проворачивание вала выключателя при отсоединенных отключающих пружинах. По окончании монтажа выключателя типа ВМП его полости заливают трансформаторным маслом.

Выключатели многообъемные типа ВМБ-10 монтируют обычно на опорных металлоконструкциях. Такие выключатели поступают на монтаж в собранном и отрегулированном виде. Крепления выключателей к опорной конструкции производят после выверки по уровню и отвесу и центровки по осям распределительного устройства.

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП) не требуют постоянного обслуживания, их нормальная работа обеспечивается при температуре окружающего воздуха от —20° до +400С. КТП устанавливаются в помещениях или же снаружи с сетчатым ограждением.

Подстанции выпускаются в одно- и двухтрансформаторном исполнении и состоят из отдельных блоков, поставляемых на место монтажа в подготовленном виде. Блоки комплектуются всеми деталями для механических и электрических соединений. КТП состоит из трех основных элементов: высоковольтного блока, силового трансформатора и распределительного шкафа.

Блоки КТП устанавливают на подготовленные фундаменты и жестко закрепляют болтами. После установки всех элементов КТП производят сборку и соединение токоведущих частей между собой. Соединив все элементы, устанавливают автоматы и шкафы. Устранение неисправностей, регулировка и настройка

КТП производятся в соответствии с инструкциями завода- изготовителя.

Комплектная трансформаторная подстанция (КТП) предназначена для понижения напряжения, распределения и учета электрической энергии.

КТП 10/0,4 кВ состоит из:

- - подстанционный разъединитель;
- разрядников грозозащиты типа РВО, РВП или РТП;
- РУ - 10 кВ с высоковольтными предохранителями типа ПК;
- трансформаторного отсека ТР;
- РУ - 0,4 кВ с коммутационными аппаратами и предохранителями;
- ЩУ - щита учета с трансформаторами тока ТТ.

На монтаж КТП распространяются следующие требования ПУЭ:

- - при использовании ВЛ в качестве питающих и отходящих линий трансформаторные подстанции должны быть обеспечены защитой от атмосферных перенапряжений;
- трансформаторные подстанции и трансформаторы открытой установки должны окрашиваться в светлые тона;
- трансформаторная подстанция должна иметь подсыпку гравия толщиной 15 см и противопожарную борозду по периметру охранной зоны глубиной 0,5 м и шиеной 0,5 м;
- при начале монтажа КТП плодородный слой должен быть удален и вывезен на сельскохозяйственные поля;
- сопротивление растеканию тока заземляющего контура должно быть не более 4 Ом;
- подстанции устанавливают на расстоянии не менее 3 м от невозгораемых сооружений и 5 м от возгораемых.

На рисунке 10.2 показан высоковольтный отсек КТП. Такой отсек имеет оперативное наименование РУ-6 или 10 кВ

При монтаже высоковольтного отсека КТП следует учитывать то, что расстояние между краями фазных токоведущих частей должно быть не менее 200 мм, а между краями фазных токоведущих частей и корпусом отсека 120 - мм. Контактные соединения должны быть надежны.

РУ - 10 кВ шинопроводом соединяется с трансформатором, вид трансформатора типа ТСМА показан на рисунке 10.3.

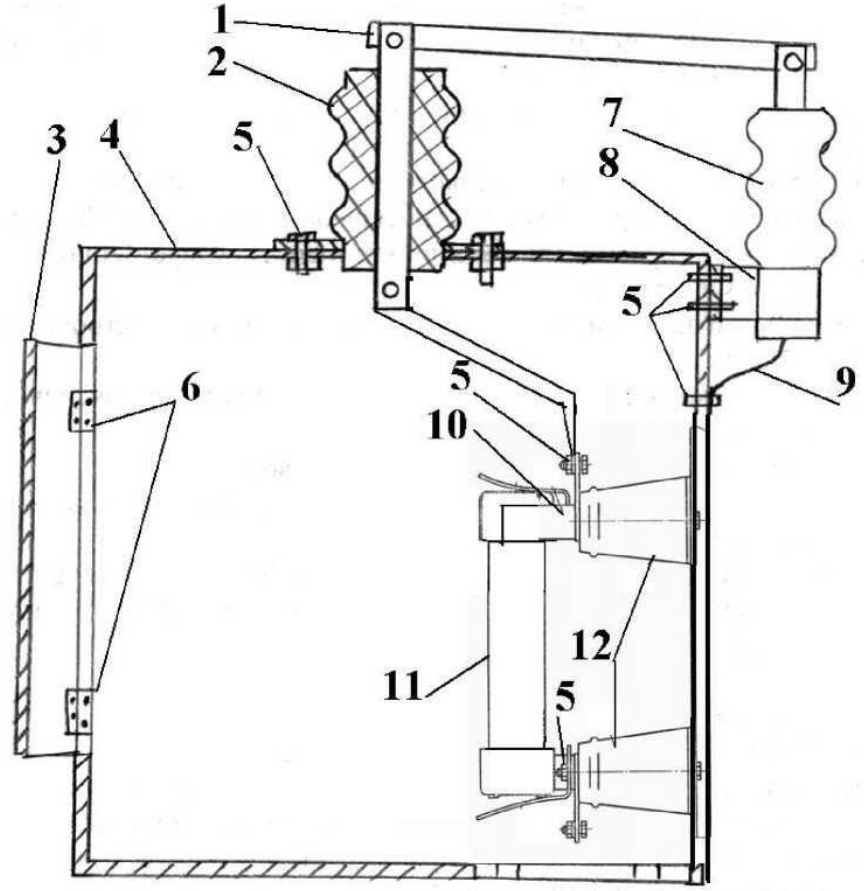


Рис. 10.2. - Высоковольтный отсек КТП

1 - шинопровод, 2 - проходной изолятор, 3 - дверца РУ, 4 - корпус РУ, 5 - болтовое соединение, 6 - петли дверцы, 7 - вентильный разрядник РВО - 10, 8 - хомут разрядника, 9 - заземляющий тросик, 10 - держатель предохранителя, 11 - предохранитель ПК, 12 - опорный изолятор.

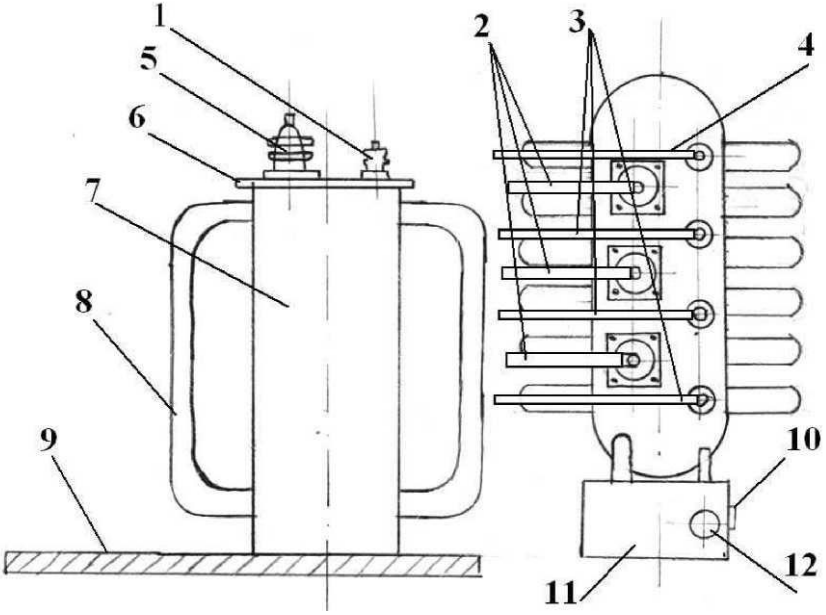


Рис. 10.3. - Вид трансформатора ТСМА

1 - низковольтный проходной изолятор ФПИ - 1; 2 - высоковольтные шины от РУ-10 кВ; 3 - низковольтные шины к РУ-0,4 кВ; 4 - шина N или нулевая; 5 - высоковольтный проходной изолятор ФПИ - 10; 6 - крышка ярма трансформатора; 7 - корпус трансформатора; 8 - радиатор охлаждения; 9 - несущая конструкция; 10 - указатель уровня масла; 11 - расширительный бачок; 12 - крышка горловины расширительного бачка.

От низковольтных шпилек трансформатора шинопроводом или кабелем монтируется линия на РУ-0,4 кВ. В РУ-0,4 кВ обычно устанавливается главный низковольтный рубильник, а за ним ряд рубильников с предохранителями или автоматические выключатели по числу отходящих линий. В КТП в РУ-0,4 кВ монтируется щит учета. Вид РУ-0,4 кВ с ЩУ, главным и фидерными рубильниками и сборкой групповых предохранителей показан на рисунке 10.4.

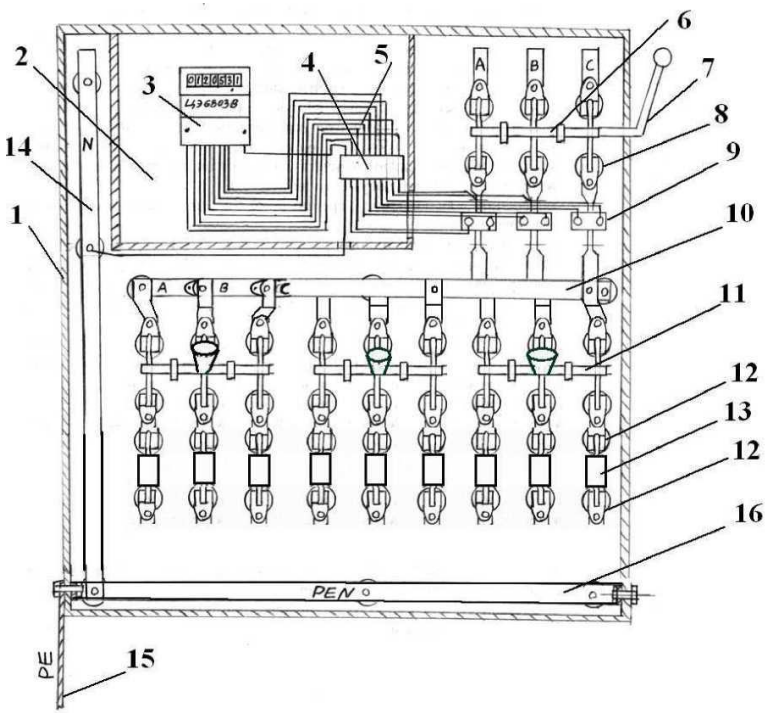


Рис. 10.4. - Низковольтный отсек КТП

1 - корпус РУ-0,4 кВ; 2 - щит учета ЩУ; 3 - электросчетчик; 4 - испытательный блок; 5 - десятипроводная учетная проводка; 6 - главный рубильник; 7 - привод рубильника; 8 - опорный изолятор; 9 – трансформатор тока; 10 - фазный шинопровод; 11 - фидерные рубильники; 12 - держатель предохранителя; 13 - плавкий предохранитель; 14 - шина N; 15 - шина PE; 16 - совмещенная шина PEN.

При монтаже низковольтного отсека следует соблюдать нормированное расстояние между краями токоведущих частей, которое равно согласно ПУЭ 25 мм. Следует обеспечить плавность включения и отключения рубильников и надежность контактных соединений.

3. Порядок выполнения работы

Используя вышеизложенный материал, изучить на макете КТП - 100 - 10/0,4 кВ схему соединения электроустановочных изделий и их назначение. В том числе замерить габаритные и присоединительные размеры основных узлов КТП. Начертить эскизы РУ-10 кВ, РУ-0,4 кВ и трансформатора.

4. Содержание отчёта

В отчёт занести рис. 10.1, устройство и назначение основных узлов КТП.

5. Контрольные вопросы:

5.1. Назначение комплектной трансформаторной подстанции.

5.2. Требования к монтажу трансформаторной подстанции.

5.3. Назначение и устройство РУ-10 кВ.

5.4. Назначение и устройство трансформатора типа ТСМА.

5.5. Назначение и устройство РУ-0,4 кВ.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баран А. П. Технология электромонтажных работ /А.П.Баран, Н.Г. Качан, А.М. Шедько. - Мн..: Дизайн ПРО, 2000.

2. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации /А.П. Коломиец, Н.П Кондратьева, С.И. Юран, и др. - М.: КолосС, 2007.

3. Электробезопасность на предприятиях /А.П. Коломиец и др.: учеб. пособие для студентов вузов. - Ижевск: РИО «Шеп», 2003.

4. Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации. Кат. - М.: Овен, 2003.

5. Корякин-Черняк С. Л. Справочник домашнего электрика. / С. Л. Корякин-Черняк - СПб: Наука и техника, 2004.

6. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.

7. Нестеренко В.М. Технология электромонтажных работ / В.М Нестеренко, А. М. Мысьянов: учеб. пособие для нач. проф. образования. - М.: Изд. центр «Академия», 2002.

8. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.

9. Правила устройств электроустановок (ПУЭ), Изд. 7-е. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.

10. Сибикин Ю.Д. Справочник электромонтажника. / Ю.Д. Сибикин - М.: Изд. центр «Академия», 2003.

11. Устройство, ремонт и обслуживание электрооборудования в сельскохозяйственном производстве: учебник для вузов /А. П. Коломиец, Г. П., Ерошенко, Н. П. Кондратьева и др. - М.: Изд. центр «Академия», 2003.

12. Янукевич Г.И. Электроснабжение сельскохозяйственных потребителей/ Г. И . Янукевич, В. П. Счастный. - Мн.: Дизайн ПРО, 2000.

Монтаж электрооборудования и средств автоматизации
Методические указания по выполнению лабораторных работ
Издается в авторской редакции
Подписано в печать 2018г.
Формат 60х84/16 уч. изд.
Тираж 10 экз.
Отпечатано в Издательстве ПГУ