

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



Н.А. Гранкина
О.С. Турчанин
А.С. Лыков
Д.Е. Кучеренко

МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРАКТИКУМ

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Н.А. Гранкина
О.С. Турчанин
А.С. Лыков
Д. Е. Кучеренко

МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Практикум

Краснодар
2018

УДК 621.31 (076.5)
ББК 31.26
М77

Р е ц е н з е н т :

О.В. Григораш - доктор технических наук,
профессор кафедры электротехники и ВИЭ
(Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина)

Гранкина Н.А.

М77 Монтаж электрооборудования и средств автоматизации : практикум /
Н. А. Гранкина, О. С. Турчанин, А. С. Лыков, Д. Е. Кучеренко./ – Краснодар :
КубГАУ, 2018. – 85с.

Создание экономичных, надежных систем электроснабжения предприятий, электроустановок различного назначения и подстанций на базе комплектного электрооборудования высокой заводской готовности, автоматизированных систем управления требует постоянного совершенствования технологий и организации электромонтажных работ.

В практикуме учтены современные тенденции в области различных видов электромонтажных работ, даны описания лабораторных работ, ход их выполнения по разделам учебного курса «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации».

Предназначен для обучающихся высших учебных заведений очной и заочной форм обучения, занимающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» направленностей «Электрооборудование и электротехнологии» и «Автоматизированные системы управления технологическими процессами».

УДК 621.31 (076.5)
ББК 31.26

© Гранкина Н.А., Турчанин О.С., Лыков А.С.,
Кучеренко Д.Е., 2018

© ФГБОУ Кубанский государственный
аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	стр. 4
1. Работа № 1.МЕХАНИЗАЦИЯ КРЕПЕЖНЫХ РАБОТ В ЭЛЕКТРОМОНТАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	7
2. Работа №2.ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЯ, ОКОНЦЕВАНИЯ И ПРИСОЕДИНЕНИЯ ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЙ.....	13
3. Работа №3.ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ В ТРУБАХ.....	19
4. Работа №4.ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ТРОСОВЫХ ПРОВОДОВ.....	26
5. Работа №5.ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ.....	33
6. Работа №6.МОНТАЖ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ.....	40
7. Работа №7.ВВОДЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ДО 1000В В ЗДАНИЯ.....	47
8. Работа №8.ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЕЙ В УСТАНОВКАХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В.....	54
9. Работа №9.ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	61
10. Работа №10.ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ до 1000В.....	69
11. Работа №11.МОНТАЖ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ.....	77

ВВЕДЕНИЕ

Перед началом выполнения работ в лаборатории "Монтажа электрооборудования и средств автоматизации" студент обязан изучить приведенные ниже правила и принять их к обязательному выполнению.

Подготовка к лабораторным работам

Лабораторные занятия преследуют цель более глубокого усвоения теоретических вопросов путём экспериментальной проверки основных положений курса. Кроме того, эти занятия способствуют выработке навыков проведения исследований и анализа, полученных в результате эксперимента данных.

Приступая к выполнению работы, студент должен иметь ясное и конкретное представление о поставленной перед ним задаче. Хорошо знать устройство тех приборов и аппаратов, которыми предстоит пользоваться при выполнении работы, а также понимать работу исследуемого оборудования.

Так как изучение теоретического курса и лабораторные занятия проводятся параллельно, студенту часто придется выполнять лабораторные работы по разделам курса, которые на теоретических занятиях ещё, не рассматривались, либо по разделам, которые вынесены для самостоятельной проработки. Для облегчения подготовки к лабораторным работам в описаниях работ приводятся краткие сведения по вопросам, недостаточно освещенным в литературе, а также указывается дополнительная литература.

Каждый студент обязан подготовиться к самостоятельному выполнению лабораторной работы. Предварительная подготовка состоит в изучении описания лабораторной работы и соответствующего теоретического материала по конспекту, учебным пособиям и типовым проектам. Рекомендуются заранее вычертить электрические схемы принципиальные, эскизы, таблицы для записи перечня электрооборудования.

Порядок проведения лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в количестве 3-4 человек. Каждая бригада должна выполнить все лабораторные работы, предусмотренные календарно-тематическим планом.

Первые 2 часа студенты должны ознакомиться с содержанием лаб. работы, подготовить отчёт (написать название, цель работы, сделать краткое описание, вычертить требуемые эл. схемы, выполнить контрольное задание по вариантам). На втором занятии выполняется монтажная часть лабораторной работы, что предполагает сборку схемы, оборудования, стенда, согласно приведённым указаниям в учебном пособии. Стенд должен быть полностью собран за 10 минут до конца учебного занятия. В оставшиеся 10 минут стенд должен быть разобран полностью, провода аккуратно сложены, выданные принадлежности для работы должны быть возвращены преподавателю. Рабочее место должно выглядеть так, как до начала занятия.

Перед началом работы нужно подробно ознакомиться с входящим в данную лаб. работу оборудованием и инструментом, назначение каждого элемента

оборудования, основные паспортные данные каждого оборудования.

Начинать работу следует с выписки паспортных данных аппаратов и приборов, размещенных на монтируемом стенде, а затем приступить, если это необходимо, к сборке схем. При выполнении работы бригадой студенты должны распределить обязанности и затем ими меняться. При этом все должны активно вникать в смысл проводимых испытаний.

За порчу электрооборудования, вызванную самовольным включением электрических схем под напряжение, виновные несут материальную ответственность.

Включать напряжение (рубильниками, автоматами) можно лишь только с разрешения преподавателя, убедившись в том, что никто из присутствующих в лаборатории не может попасть под напряжение!!! При включении предупреждать товарищей словом "ВКЛЮЧАЮ!".

Во время выполнения лабораторных работ студенты должны строго выполнять правила техники безопасности и соблюдать учебную дисциплину. Лица, нарушающие правила безопасности, отстраняются от выполнения работы.

Монтажная часть работы считается выполненной только после проверки и утверждения правильности сборки схемы преподавателем.

После окончания лабораторной работы необходимо разобрать стенд и аккуратно сложить провода, инструмент, принадлежности, выданные преподавателем, вернуть ему обратно. Рабочее место оставить в том состоянии, в котором оно было до занятия. После этого студенты приступают к оформлению отчёта.

Оформление и сдача отчёта по лабораторной работе

Оформленный отчёт о проделанной работе представляется и защищается каждым студентом на следующем занятии. Без представления отчёта по предыдущей работе студент к следующему занятию не допускается.

Отчёт оформляется в рабочей тетради. Записи в отчёте выполняются шариковой ручкой, эскизы, рисунки и схемы вычерчиваются карандашом. Следует строго придерживаться правил начертания и обозначения элементов согласно ГОСТам и ЕСКД.

Отчёт должен содержать:

- название работы, цель работы;
- электрические схемы всех цепей, исследованных в данной работе;
- таблицы, рисунки, эскизы или иные оборудования, что приведены в задании;
- выполненное контрольное задание;
- анализ результатов и выводы, ответы на контрольные вопросы согласно варианту.

Работа засчитывается в том случае, если студент показывает знание цели; методики сборки стенда, схемы; принципа действия данного электрооборудования использованных аппаратов, приборов и машин; работы схем управления; а также может объяснить и проанализировать полученные результаты вычислений и графики.

Техника безопасности при проведении лабораторных работ

Во избежание несчастных случаев, аварий и поломок оборудования студент обязан выполнять правила техники безопасности и правила эксплуатации электрооборудования. Основным условием безопасной работы в лаборатории является исключение прикосновения к токоведущим неизолированным частям электроустановок при наличии на них напряжения незащищённых частей тела. Для этого к оборудованию в лаб. работе подводится трёхфазное линейное напряжение в 36 В с изолированной нейтралью. Однако в дополнение к этому необходимо:

1). При каждом включении напряжения предупреждать товарищей словом "ВКЛЮЧАЮ".

2). Переключения под напряжением производить только с помощью рубильников, контакторов и других предназначенных для этого устройств, предусмотренных в схеме.

3). При обнаружении в электрических установках, приборах, предохранителях, и других технических устройствах неисправности студент обязан поставить в известность преподавателя. Если установка неисправна и выполнение работы опасно, студент обязан немедленно прервать работу до приведения установки в надлежащий порядок.

4). Запрещается самовольно снимать ограждения безопасности (кожухи приборов, аппаратов, фанерные отгораживающие полосы и т.д.) предупредительные таблички если последние имеются.

5). Запрещается устанавливать самодельные предохранители, производить включения, разборки, снимать провода или какие-либо работы на других стендах без разрешения преподавателя.

6). Не следует помещать на лабораторном столе посторонние предметы, особенно металлические (линейки, инструменты, провода и т.д.).

7). При выполнении лабораторной работы следует находиться только на своем рабочем месте, не трогать оборудования и приборов, не относящихся к работе, не переносить со стола на стол аппараты, приборы и прочее оборудование.

8). Категорически запрещается садиться или ставить ноги на электрические установки или другое оборудование, касаться рукой вращающиеся частей электрических машин или производить их торможение.

9). Во избежание ожогов запрещается прикасаться к колбам ламп накаливания.

10). Запрещается включать собранную электроустановку в сеть без разрешения преподавателя.

При несчастном случае немедленно оказать первую помощь пострадавшему. Аптечки скорой помощи находятся у заведующего лабораторией. В случае необходимости вызвать скорую помощь по телефону 03.

При пожаре немедленно принять меры к ликвидации загорания и в случае необходимости вызвать пожарную команду по телефону 01.

Работа 1. МЕХАНИЗАЦИЯ КРЕПЕЖНЫХ РАБОТ В ЭЛЕКТРОМОНТАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель работы. Ознакомиться с механизмами, инструментами и приспособлениями для крепления электроконструкций. Изучить способы и методы выполнения крепежных работ [1, 3, 9, 12, 22, 23].

Порядок выполнения работы. 1. Изучить образцы деталей, механизмов и инструмента для крепежных работ.

2. Проверить исправность электроинструментов, измерить сопротивление изоляции инструмента и кабеля.

3. Закрепить к основанию электроконструкцию одним из предлагаемых способов.

Содержание работы и методика ее выполнения. Монтаж электрооборудования связан с выполнением крепежных работ, которые отличаются большой трудоемкостью. Поэтому дыропробивные и крепежные работы должны быть максимально механизированы. Для этих целей широко применяют электрифицированный и пороховой инструменты.

Электрифицированный инструмент. Промышленность выпускает электросверлилки с двойной изоляцией серии ИЭ-1022 Вис одинарной изоляцией серии С. Электросверлилки для дыропробивных работ комплектуют специальным инструментом, оснащенным пластинками шли зубьями из твердого сплава типа ВК.

Для выборки борозд под скрытые электропроводки в кирпичных, гипсолитовых и им подобных основаниях применяют электрические бороздоделы: основной рабочий орган - дисковая фреза с зубьями. Для пробивки борозд в бетонных основаниях, бурения гнезд и отверстий, чистки поверхностей используют электрические молотки.

Для работы с ручным электроинструментом допускаются обученные лица не моложе 18 лет, имеющие первую квалификационную группу по технике безопасности и получившие удостоверение.

Персонал, работающий с электроинструментом, обязан выполнять следующие требования:

инструмент серии С (с одинарной изоляцией) подключать только трехжильным кабелем и занулять, работать только в диэлектрических перчатках и в галошах или на диэлектрическом коврике;

запрещается работать без очков, с приставных лестниц, под дождем, ремонтировать и передавать инструмент другому лицу, оставлять или переносить его во включенном состоянии;

перед включением в электрическую сеть проверить исправность электроинструмента.

При осмотре и проверке электроинструмента до включения в сеть необходимо убедиться в исправности всех его составных частей и сборочных единиц. Шпиндель редуктора должен легко и без шума проворачиваться усилием руки.

Отверткой или ключом проверяют затяжку винтов, крепящих узлы и детали. Мегомметром проверяют сопротивление питающих проводов. При отключенном положении выключателя электроинструмента мегомметр должен показывать не менее 0,5 МОм, при включенном - нуль.

При измерении сопротивления изоляции один зажим мегомметра З (земля) присоединяют к металлической части корпуса электроинструмента, другой зажим Л (линия) - к одному из выводов вилки. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

При включении в сеть электросверлилок серии С необходимо проверить, чтобы вилка штепсельного разъема имела три контакта. Удлиненный контакт (для зануления корпуса) присоединяют к нулевому проводу. Такие инструменты подключают только трехжильным медным гибким кабелем в общей оболочке (рис. 1, а, б, в). Не допускается в цепь нулевого провода устанавливать предохранители или выключатели и подключать инструмент двухжильным кабелем и занулять его перемычкой от нулевого провода внутри или на вводе в корпус.

Электроинструмент серии ИЭ (с двойной изоляцией) не зануляют, его подключают двухжильным кабелем.

Пороховые инструменты. К ним относятся ручные инструменты, где в качестве источника энергии применяют патроны с пороховым зарядом. Такие инструменты предназначены для забивки дюбелей из термически обработанной стали в бетонные, кирпичные и металлические основания.

Принцип работы пистолета заключается в следующем (рис. 2, а): дюбель-гвоздь или дюбель-винт 1 вставляют в направлятель пистолета 2, а в ствол 3 с подвижным поршнем 4 заряжают патрон 5. На строительное основание 9 устанавливают монтажное изделие 8 и прижимают к основанию прижимом 7, при помощи спускового механизма б осуществляется выстрел. Пороховые газы в канале ствола 3 разгоняет поршень 4, он ударяет по дюбелю 1 и забивает его.

Аналогично работает колонка (рис. 2, б) с той только разницей, что поршень 4 выполнен как одно целое с пробойником 10, которым делают отверстия в бетонных перекрытиях толщиной до 50 мм.

Для работы с пороховым инструментом допускаются обученные лица не моложе 18 лет с образованием не ниже семи классов и квалификацией по основной специальности не ниже третьего разряда, проработавшие не менее двух лет и получившие удостоверение.

Инженерно-технические работники (ИТР) должны быть обучены и аттестованы на право руководства работами с применением пороховых инструментов.

Рисунок 1. Подключение электроинструмента серии С:

а - правильно; б, в - неправильно.

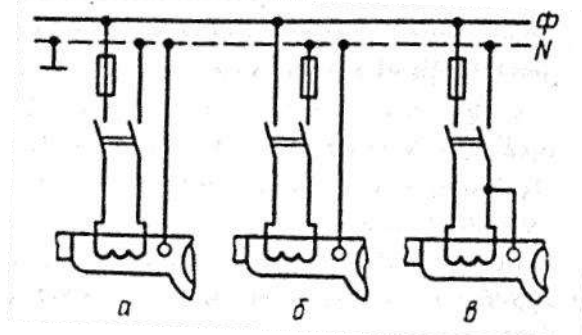
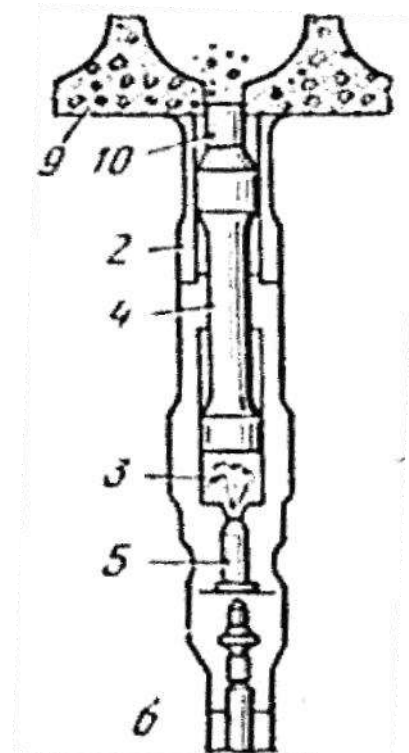
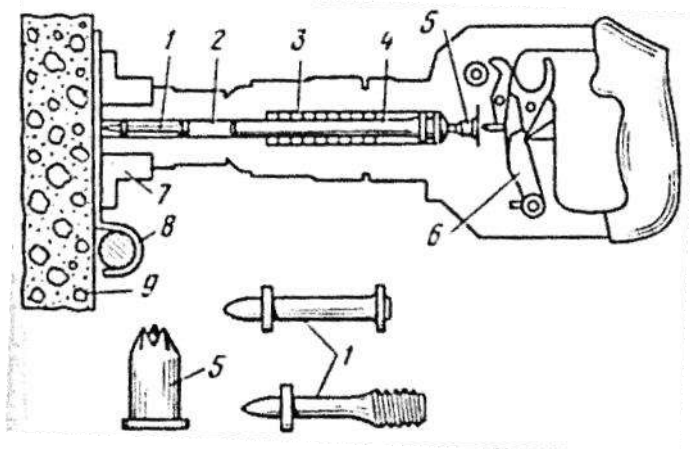


Рисунок 2. Устройство пороховых инструментов:
а- монтажный поршневой пистолет ПЦ-84;
б-ударная пороховая колонка УК-6



Запрещается крепить дюбелями конструкции, подверженные вибрации и динамическим нагрузкам; вести пристрелку в присутствии посторонних лиц; оставлять или переносить пистолет в заряженном состоянии; передавать пистолет посторонним.

Крепление электроконструкций пороховым инструментом. До начала работ ИТР (мастер) обязан осмотреть рабочее место, проинструктировать рабочих и обеспечить инвентарем, проверить наличие индивидуальных средств защиты и соблюдение правил безопасности.

При разметке места закрепления электроконструкций необходимо: изучить чертеж и определить способ крепления; определить материал строительного основания (бетон, кирпич, марка стали и т. п.), выбрать тип дюбеля и патрона; при помощи шаблона разметить точки крепления; в железобетонных основаниях определить места расположения арматуры арматуроискателем типа ИА-25.

Оператор, выполняющий монтаж, должен работать в специальной одежде, в рукавицах, в каске, с противозумными наушниками. Лицо должно быть защищено маской из небьющегося стекла, на поясе подвешивают сумки для патронов и дюбелей, на пистолете обязательно закрепляют прижим.

Крепление к закладным деталям. Закладные детали устанавливают в строительные основания: при кладке кирпича (рис. 3, *а*), при бетонировании или изготовлении железобетонных изделий на заводах.

Электроконструкции крепят к закладным деталям непосредственно сваркой или через переходные элементы - скобы, планки на болтах. Закладные детали обеспечивают наиболее экономичное и надежное крепление элементов электроустановок.

Крепление забивными дюбелями. Несъемные конструкции крепят к бетонным и кирпичным основаниям при помощи пистолета ПЦ-84 забиванием дюбель-гвоздей типа ДГП размерами от 3,7 x 20 до 6,8 x 100 мм; к стальным основаниям дюбель-гвоздями типа ДГН.

Съемные конструкции по бетону крепят дюбель-винтами типа ДВ размером от М4х35 до М 10х60 мм, по стали — дюбель-винтами типа ДВН (см. рис. 2, а). Способы крепления стальной полосы заземления на прокладках и кабельных конструкций показаны на рисунке 3,б.

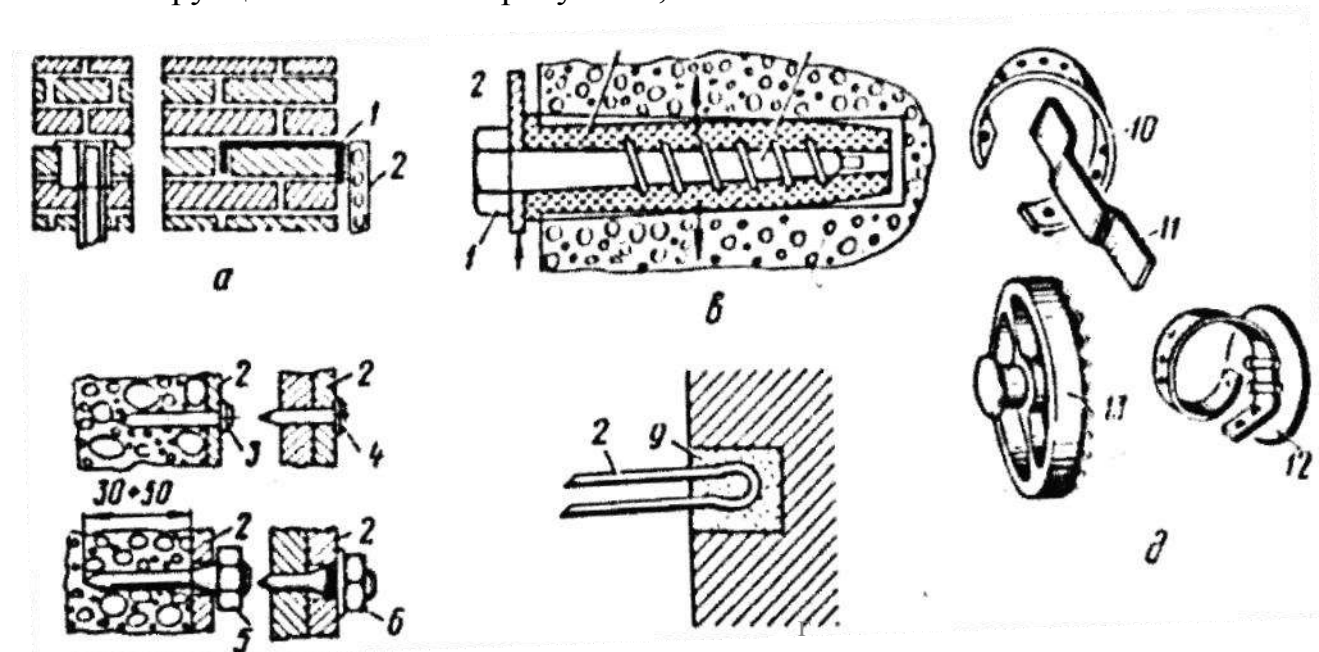


Рисунок 3.Способы крепления электрических конструкций:

а - к закладным деталям: 1 - закладная деталь; 2- электрическая конструкция;

б- забиваемыми дюбелями: 3,4 - дюбель-гвозди ДГП и ДГН; 5,6- дюбель-винты ДВ и ДВН; в- распорными дюбелями: 7- дюбель; 8- винт; г- алебастровым раствором: 9- раствор; д- приклеиванием: 10- лента; 11-скоба; 12-закреп-пряжка; 13-кнопка.

Крепление распорными дюбелями. В практике электромонтажных работ применяют пластмассовые и металлические дюбеля.

Принцип крепления распорными дюбелями основан на распирающей силе дюбеля винтом (рис. 3, в), в результате чего дюбель плотно закрепляют в отверстии строительного основания.

Технология крепления: в строительном основании электросверлилкой или ручным пробойником типа ПО-1У с оправкой ОПКМУ1 делают отверстие соответственно диаметру и длине дюбеля; выбирают типоразмер дюбеля и устанавливают его в отверстие заподлицо с основанием; устанавливают деталь, вставляют винт и закручивают его ключом. Запрещается использовать для крепления электроконструкций деревянные пробки вместо дюбелей, а также забивать винты или шурупы в дюбель.

Крепление алебастровым раствором. Применяют для крепления деталей массой до 5 кг при малых объемах работ и отсутствии средств механизации.

Принцип крепления основан на быстром твердении алебастрового раствора в отверстиях строительного основания с крепежной деталью (рис. 3, г).

Технология крепления: заготовить отверстие, удалить пыль и промыть его водой; размешать в гипсовке алебастр и воду (на 100 г алебаstra 40...70 г воды). Раствор использовать за 4...6 мин; заполнить отверстие раствором на $\frac{3}{4}$ глубины и установить деталь. Уплотнить раствор и через 20 мин зачистить заподлицо с основанием. Алебастр затвердевает через 1,5...2 ч.

Крепление приклеиванием. Приклеиванием можно крепить к любым строительным основаниям детали массой до 200 г с площадью соприкосновения не менее 6 см². Детали для приклеивания изготавливают из стали и пластмассы (рис. 3, д).

Технология приклеивания: строительное основание и деталь зачищают щеткой от побелки, краски, смазки и т. п.; клей БМК-5К наносят на основание слоем 0,5... 1 мм; деталь покрывают клеем такой же толщины, прижимают к основанию и удерживают 3...5 с до схватывания.

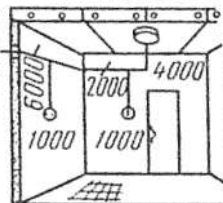
Последующие монтажные работы можно выполнять через 24 ч. Клей БМК-5К ядовит и пожароопасен, поэтому при работе с клеем необходимо строго соблюдать правила безопасности.

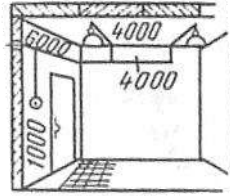
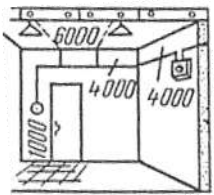
Содержание отчета. 1. В соответствии с вариантом индивидуального задания (табл. 1) вычертить эскиз электропроводки с элементами крепления и составить указания по монтажу.

2. Составить заявку на материалы и инструменты для монтажа узла крепления по заданию.

3. Составить протокол измерения сопротивления изоляции инструмента и кабеля.

Таблица 1. Справочные данные для выполнения индивидуального задания

Порядковый номер студента в бригаде	Характеристика строительных оснований помещения и электропроводки			Схема расположения электропроводок, светильников, выключателей в помещении	Номер листа (ТП 4.407-36/70)
	строительные основания	способ крепления проводов	марка, число и площадь сечения жил, мм ²		
	1. Стены (бетонные); потолок (плиты железобетонные)	Дюбель-гвоздями (ручная забивка); в зазорах перекрытий	АППВ (3х2,5)		11.40 11.50 17.00 17.10
	2. Стены (кирпичные); потолок (деревянный)	Скрыто под штукатуркой	АППВС (2х2,5)		17.00 17.20 17.30 17.40

	3. Стены (бетонные); потолок (плиты железобетонные)	По пристреливаемой стальной полосе; в пустотах перекрытий	АПВ 3(1х4)		11.20 11.21 11.22 17.10
	4. Стены (кирпичные); потолок (деревянный)	Скобами с двумя лапками	АВРГ (2х4)		11.00 11.60 11.80

Контрольные вопросы и задания.

1. Перечислите способы крепления электроконструкций. 2. Какие существуют средства механизации крепежных и пробивных работ? 3. Расскажите правила проверки и работы с электрифицированным инструментом. 4. Расскажите правила работы с пороховым инструментом. 5. Как используют для крепления электроконструкций деревянные пробки?

Литература.

1. Белоцерковец В.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий (Кн.1). – М.: «Энергоиздат», 1982. – 296 с.
2. Белоцерковец В.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий (Кн.2). – М.: «Энергоиздат», 1982. – 296 с.
3. Нестеренко В.М., Мысянов А.М. Технология электромонтажных работ. – М.: Академия, 2004. – 592 с.
4. Сибикин Ю.Д. Безопасность труда при монтаже, обслуживании и ремонте электрооборудования предприятий: справочник / Ю. Д. Сибикин. – М.: КНОРУС, 2016. – 288 с.

Работа 2. ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЯ, ОКОНЦЕВАНИЯ И ПРИСОЕДИНЕНИЯ ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

Цель работы. Ознакомиться с инструментами, приспособлениями и материалами для оконцевания и соединения жил. Изучить способы и методы соединений и оконцеваний [1, 3, 9]. Выполнить соединения и провести их сравнительные испытания.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить типовой проект [9], образцы инструмента для соединения жил и примеры соединений, выполненные различными способами.

2. Соединить провода марки АПВ площадью сечения 2,5...6 мм² следующими способами: сваркой угольным электродом; опрессовкой гильзой ГАО; болтовым присоединением.

3. На стенде милливольтметром измерить падение напряжения на каждом контакте и сравнить его с падением на целом проводе. Силу тока через контакт регулировать автотрансформатором [8].

Содержание работы и методика ее выполнения. Качество соединения проводников между собой и с контактными выводами электрооборудования значительно влияет на надежную работу электроустановок.

Особенно большие затруднения возникают при монтаже контактных соединений алюминиевых проводов:

- алюминий быстро (в течение нескольких секунд) окисляется на воздухе, пленка окиси алюминия обладает большой твердостью, большим электрическим сопротивлением и высокой температурой плавления (около 2000 °С), что препятствует пайке и сварке алюминия и ведет к перегреву контакта;

- алюминий в сравнении с другими металлами имеет низкую прочность и высокую текучесть. При многократных присоединениях провода ломаются около контактов. Болтовые присоединения алюминиевых проводов со временем самопроизвольно ослабевают;

- алюминий обладает большой теплоемкостью и теплопроводностью, что вызывает подгорание изоляции проводов при сварке;

- в контакте с медью во влажной среде образуется гальваническая пара, алюминий сильно окисляется и разрушается.

Соединения жил выполняют разъемными и неразъемными. Разъемные соединения монтируют при помощи болтов, винтов; неразъемные — при помощи сварки, пайки, опрессовки. Работы по монтажу контактных соединений должны поручаться только специально обученным электромонтажникам. Соединение алюминиевых жил болтовыми и винтовыми зажимами. Зажимы для соединения алюминиевых и медных однопроволочных жил проводов и кабелей площадью сечения до 10 мм² должны иметь ограничивающую шайбу-звездочку или другое устройство, препятствующее "выдавливанию" жилы, и разрезную пружинящую шайбу.

Все детали зажимов должны иметь гальваническое покрытие для защиты от коррозии. Проводники и контакты изолируют и смазывают кварцевазелиновой пастой.

Для монтажа соединений используют типовой набор инструментов электромонтажника НЭУ2 и набор инструментов коммутатчика НКОУ2. В комплект набора входят: инструмент МБ-1М для снятия изоляции, плоскогубцы универсальные электромонтажные, кусачки боковые, отвертки, ключи и другие инструменты. Кроме наборов применяют универсальные клещи КУ-1, инструмент М-1У1, клещи КСИ-2М и др.

Технология присоединения жил: определить длину жилы, необходимую для образования колечка. Удалить изоляцию клещами или ножом (нож держать под углом к жиле, чтобы не сделать на ней случайный поперечный надрез);

- жилу смазать слоем вазелина и зачистить наждачной бумагой. Сразу же после зачистки покрыть чистым слоем кварцевазелиновой пасты (50 % кварцевого мелкого песка и 50 % технического вазелина). Изогнуть конец жилы колечком по диаметру винта;

- определить площадь сечения жилы, выбрать винт, шайбу-звездочку, пружинящую шайбу (для проводов площадью сечения 2,5; 4 мм² используют винты М4, М5, М6 и звездочки с наружным диаметром 8,5; 9,5; 10,5 мм; для проводов 6, 10 мм² используют винты М6, М8 и звездочки с диаметром 12, 14, 16 мм). Присоединить провод, изгиб кольца направить по часовой стрелке. Винт или гайку затянуть до смыкания концов пружинящей шайбы в зазоре, но не допускать их расхождения.

Соединение проводов сети с медными проводами арматуры. Разобрать люстровый зажим КЛ-2,5УЗ (рис. 4). Одеть изолирующие половинки корпуса 1 на медный провод светильника 2 и алюминиевый провод сети 3. Зачистить, смазать провода и зажим. Присоединить провода и закрыть корпус.

Оконцевание и соединение алюминиевых жил проводов и кабелей опрессовкой. Внутренний диаметр наконечников и гильз должен соответствовать диаметру жил проводов. Запрещается выкусывание проволочек из жил или заполнение наконечника выкусенными проволочками. Не допускается опрессовывать молотком или зубилом. Соединение надежно изолируют. Для опрессовывания наконечников и гильз используют пресс-клещи ПК-1МУ1 и ПК-3У 1, а также ручной механический пресс РМП-7МУ1. Для перерезания проводов и кабелей применяют секторные ножницы НС-1У1; НС-2У1.

Технология соединения жил (рисунок 5): подобрать тип наконечника (ТА - для сухих помещений, ТАМ - с медным контактом для помещений с агрессивной и влажной средой); внутренний диаметр — по диаметру жилы; диаметр отверстия под болт - по диаметру болта; матрицу и пуансон пресса - по наконечнику; подготовить наконечник и жилу провода: зачистить внутреннюю поверхность, наконечника стальным ершиком; протереть тканью, смоченной бензином; смазать внутри кварцевазелиновой пастой; снять изоляцию и зачистить жилу щеточкой из кардоленты; протереть тканью с бензином; опрессовать наконечник (см. рисунок 5): надеть наконечник до упора на жилу; вставить в матрицу пресса и опрессовать; изолировать липкой лентой с 50 %-ным перекрытием тремя слоями; каждый слой покрыть влагостойким лаком; зачистить контакт и смазать кварцевазелиновой пастой.

Рисунок. 4. Соединение алюминиевых проводов сети смежными проводами осветительной арматуры:

1- изолирующая половинка корпуса;

2- медный провод светильника;

3-алюминиевый провод сети.

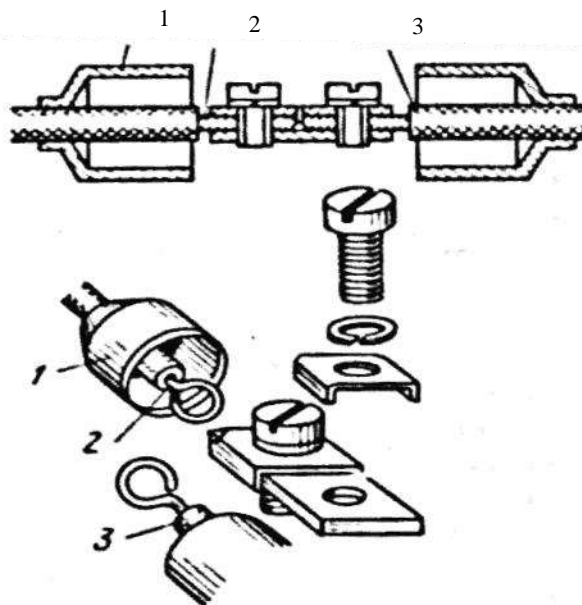
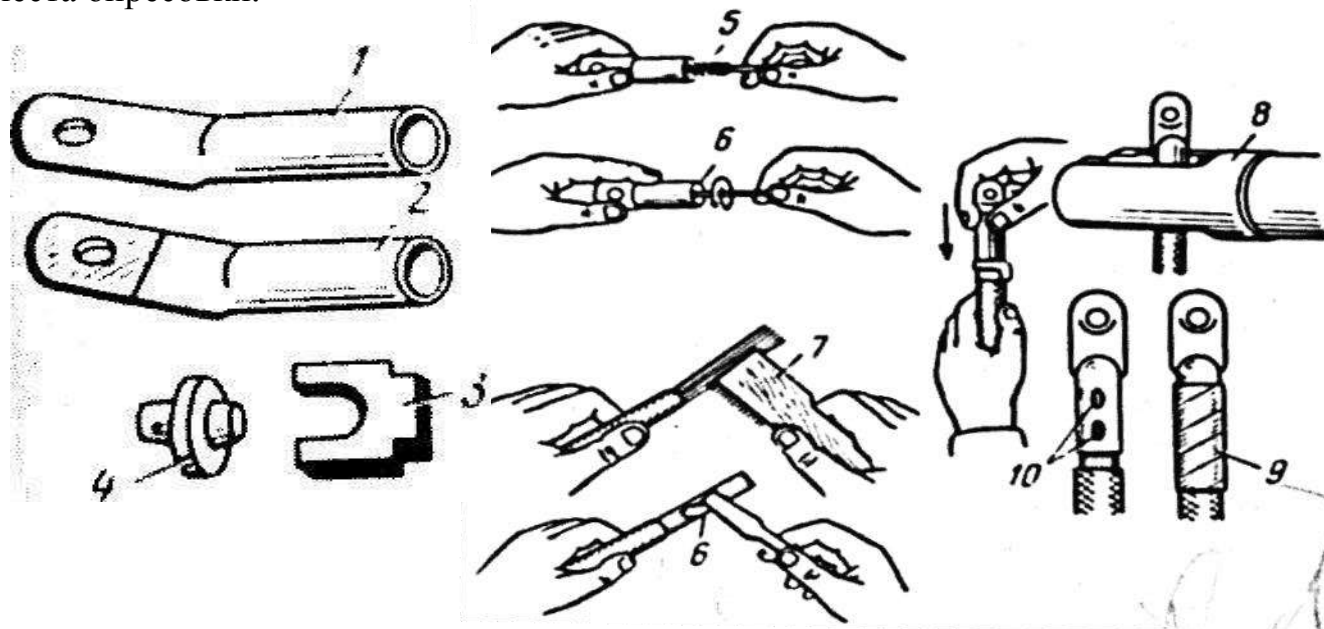


Рисунок 5.Последовательность оконцевания жилы провода опрессованием:

1 - наконечник типа ТА; 2 - наконечник ТАМ; 3, 4 - матрица пресса и пуансон; 5 - ершик; 6 - смазка; 7 - щеточка; 8 - пресс; 9 - изоляция; 10 - места опрессовки.



Соединение и оконцевание алюминиевых жил сваркой. Алюминиевые жилы сваривают электрической, термитной и газовой сваркой. В ходе работ необходимо строго соблюдать правила электрической и пожарной безопасности. Для растворения пленки окиси алюминия, препятствующей сварке, необходимо применять флюс ВАМИ. Сварное соединение изолируют.

Сварка жил угольным электродом: снять изоляцию клещами, зачистить жилы; скрутить жилы плоскогубцами; смазать их флюсом ВАМИ (состав флюса: 50 % - хлористый калий, 30 % - хлористый натрий, 20 % - криолит. Флюс разводят водой до сметанообразного состояния); закрепить скрутку в зажиме; расплавить провода угольным электродом до образования шарика; очистить от шлака и флюса, покрыть лаком; надеть изолирующий колпачок (рисунок 6, а).

Сварка жил кабелей термитными патронами: подготовить жилы 1 к варке, зачистить и смазать их вместе с присадочным пруток 5 флюсом (рис. 6, б); подобрать по размеру жилы термитный патрон 4; установить на жилы и уплотнить кокиль 7 асбестовым шнуром 8; установить асбестовые экраны 3 и охлади-

тели 2; термитной спичкой 9 зажечь патрон 4. При плавлении жил 1 добавлять пруток 5 и помешивать мешалкой 6; после остывания удалить массу и кокиль, зачистить место сварки, промыть бензином и изолировать соединение.

Контроль качества и приемо-сдаточные испытания контактных соединений.

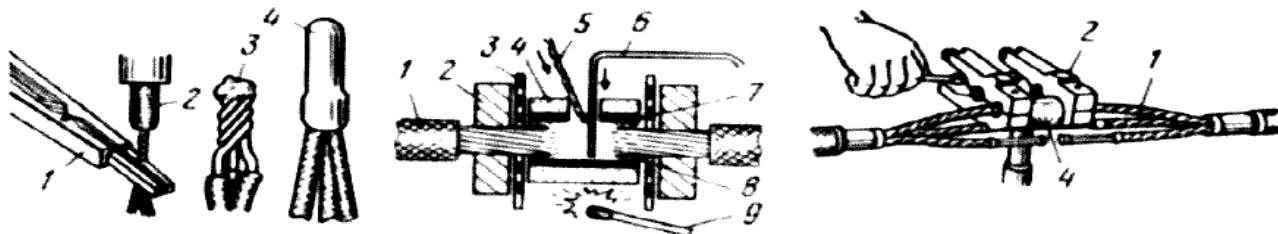


Рисунок 6. Соединение проводов свариванием:

а - угольным электродом: 1 - зажим; 2 - электрод; 3 - сварное соединение; 4 - колпачок; *б* - термитным патроном: 1 - провод; 2 - охлаждающие; 3 - экран; 4 - патрон; 5 - присадочный пруток; 6 - мешалка; 7 - кокиль; 8 - шнур; 9 - спичка.

Основные методы контроля - внешний осмотр: измерение падения напряжения или сопротивления.

Болтовые соединения - выборочно проверяют качество затяжки сборки и подготовки контактов с вскрытием 2...3 % соединений.

Опрессованные соединения - проверяют метрические размеры опрессованной части на соответствие диаметру провода, глубине вдавливания, обжатия; отсутствие на соединении трещин, механических повреждений и следов коррозии.

Сварные соединения - проверяют непосредственно после сварки, не допускаются трещины и усадочные раковины, пережог и под-плавление жил, подгорание изоляции, нарушение сварки при перегибе проводов, остатки в соединении флюса, шлака.

Все виды контактных соединений выборочно (3...5 %) испытывают на падение напряжения или переходное сопротивление. Принципиальная схема измерения падения напряжения на контактном соединении и точки подключения милливольтметра показаны на рисунке 7, *а*, *б*. Значение падения напряжения на контактном соединении длиной $l_{к1}$ не должно превышать падения напряжения на участке целого провода $l_{п}$ той же длины и площади сечения более чем в 1,2 раза. При этом $l_{к1}$ и $l_{п}$ выбирают в зависимости от площади сечения проводов и вида соединения.

Содержание отчета. 1. В соответствии с вариантом задания (табл. 2) вычертить эскиз соединения и составить указания по его монтажу [9].

2. Составить заявку на материалы и инструменты для монтажа соединений по варианту задания.

3. Записать результаты испытания соединений в форме таблицы с указанием значений падения напряжения на проводе и на соединении, сделать выводы.

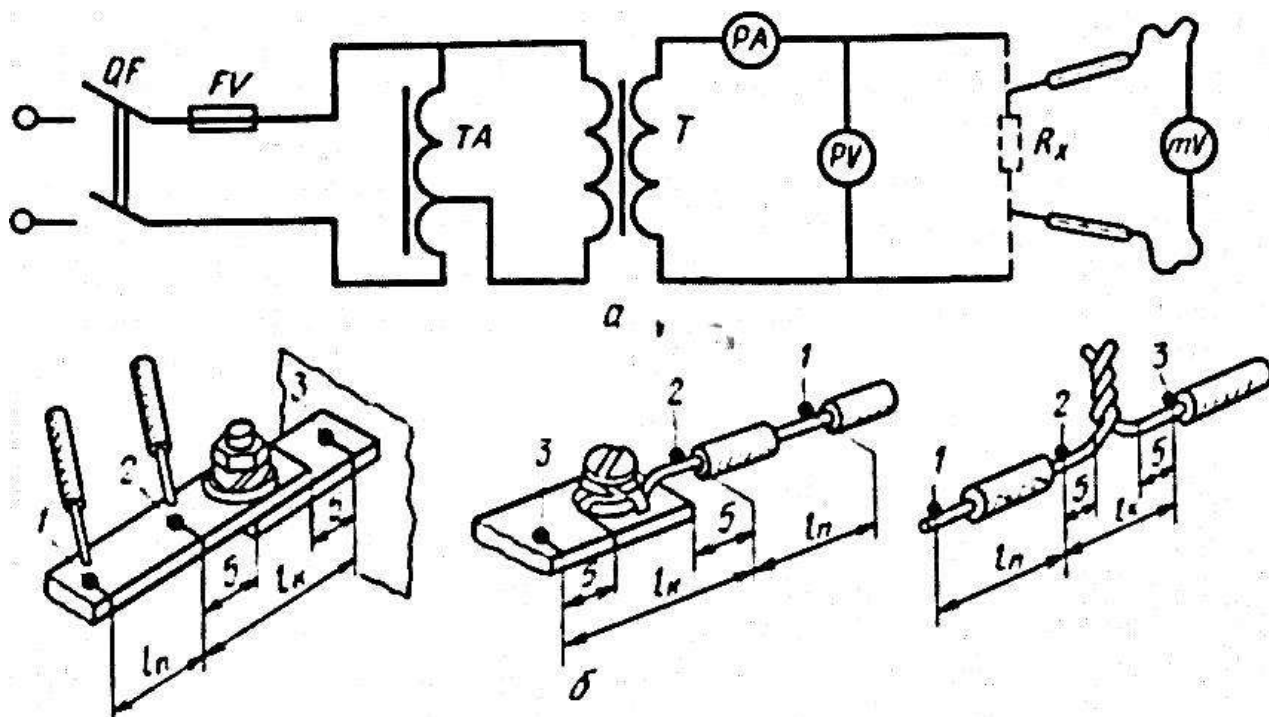


Рисунок 7.Измерение напряжения на контактах:

а - принципиальная электрическая схема стенда; *б* - подключение милли-
вольтметра при измерениях: l_n - участок целого проводника (точки 1,2); l_k -
участок контакта (точки 2, 3) принимают $l_n = l_k$

Таблица 2. Справочные данные для выполнения индивидуального задания

Порядковый номер сту- дента в бригаде	Вид соединения и оконцевания жил проводов и кабелей	Номер листа (ТП 4.407- 36/70)
1	Соединение алюминиевых жил площадью сече- ния до 10 мм^2 сваркой и опрессовкой в коробках.	30.12
2	Присоединение алюминиевых и медных жил к за- жимамаппаратов и планок	30.42
3	Оконцевание многопроволочных алюминиевых жил опрессовкой и газовой сваркой	30.41 30.32
4	Соединение алюминиевых и медных жил пайкой	30.51

Контрольные вопросы и задания.

1. Назовите требования предъявляемые к контактным присоединениям.
2. Перечислите особенности соединения алюминиевых проводов.
3. Какие спо-
собы соединения проводников вы знаете.
4. Назовите особенности соединения
алюминиевых и медных проводов
5. Расскажите технологию соединения жил
площадью сечения до 6 мм^2 в коробках и контроля качества соединения.

Литература.

1. Белоцерковец В.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий (Кн.1). – М.: «Энергоиздат», 1982. – 296 с.
2. Белоцерковец В.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий (Кн.2). – М.: «Энергоиздат», 1982. – 296 с.
3. Нестеренко В.М., Мысянов А.М. Технология электромонтажных работ. – М.: Академия, 2004. – 592 с.
4. Сибикин Ю.Д. Безопасность труда при монтаже, обслуживании и ремонте электрооборудования предприятий: справочник / Ю. Д. Сибикин. – М.: КНОРУС, 2016. – 288 с.

Работа 3. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ В ТРУБАХ

Цель работы. Ознакомиться с материалами и инструментом для монтажа электропроводок. Изучить технические условия и технологию монтажа [1, 2, 7, 8, 9, 22, 23]. Научиться выполнять замеры, составлять эскизы и заявки на электропроводки.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить типовой проект [9], образцы материалов и инструмента для монтажа проводок в трубах.

2. Собрать трубопровод из элементов заготовок и затянуть провода.

3. Измерить сопротивление изоляции электропроводок и проверить непрерывность цепи зануления.

4. Под руководством преподавателя подключить проводки к электроприемнику и сети, проверить их работу.

Содержание работы и методика ее выполнения. Электропроводки в трубах выполняют с целью их защиты от механических повреждений или от воздействия окружающей среды (например, сырость, взрывоопасные смеси, химически активные газы).

Для электропроводок применяют: стальные обыкновенные водогазопроводные трубы; стальные легкие (тонкостенные) водогазопроводные трубы; полиэтиленовые и полипропиленовые трубы; винипластовые трубы; металлические глухие стальные короба; металлические гибкие рукава.

Правилами устройства электроустановок [12] установлены ограничения на применение труб:

обыкновенные водогазопроводные трубы рекомендуют только для электропроводок в наружных установках, помещениях со взрывоопасной или химически активной средой; во всяких других помещениях — только как исключение, при наличии экономических обоснований.

Запрещено применение: стальных тонкостенных труб и коробов (с толщиной стенок 2 мм и меньше) в сырых, особо сырых помещениях и в наружных установках;

неметаллических труб Во взрывоопасных помещениях, а при открытой прокладке в зрелищных предприятиях, клубах, детских и лечебных учреждениях и на чердаках;

полиэтиленовых и полипропиленовых в перечисленных выше помещениях для открытой и скрытой прокладки;

полипропиленовых труб для прокладки в животноводческих помещениях.

Винипластовые трубы по сгораемым основаниям должны прокладываться по намету штукатурки 5 мм или по асбесту толщиной 3 мм. Запрещено прокладывать провода в трубах, проложенных в земле вне зданий. Работы по монтажу электропроводок в трубах выполняют в две стадии при помощи механизмов и промышленных заготовок.

Заготовка трубопроводов для электропроводок. Заготовку ведут на поточных линиях МЭЗ или в мастерских на участках энергетической службы хозяйства по предварительным замерам. Материал и диаметр труб должен соответствовать проекту. Замеры и эскизы электропроводок в трубах выполняют

специально обученные лица или ИТР. Трубы очищают и окрашивают внутри и снаружи. Изгибы труб выполняют с нормализованными радиусами и углами.

Разметка трубных трасс и составление эскизов на заготовку. Трассы размечают в соответствии с их расположением на чертежах. Сначала отмечают расположение концов труб, подходящих к щитам, электроприемникам, аппаратам управления. Затем размечают трассы электропроводок, места установки коробов, углы поворотов, точки крепления.

При составлении замерочных эскизов используют условные графические обозначения, приведенные в таблице 3.

Заготовка элементов трубопроводов. Стальные трубы сначала осматривают, отбраковывают мятые, выправляют гнутые; очищают от грязи, ржавчины металлической щеткой; внутри очищают электросверлилкой с ершиком на гибком валу; окрашивают внутри и снаружи краскопультом или покрывают битумным лаком.

Затем трубы размечают и режут ножовкой или абразивным кругом на маятниковой пиле; накатывают или нарезают резьбу (не менее пяти полных ниток) резьбонакатным патроном; снимают заусенцы в торцах райбером или напильником; изгибают ручным или механическим трубогибом (например, типа ТРТ-24), придерживаясь стандартных углов изгиба - 90°, 105, 120, 135, 150° и радиусов изгиба - 800 мм и 400 мм; готовые элементы укомплектовывают коробками, муфтами, гайками, собирают в блоки, маркируют и отправляют на место монтажа.

Пластмассовые трубы изгибают только в горячем состоянии при температуре 100... 130 °С; соединение выполняют склеиванием или сваркой на муфтах или раструбах, которые изготавливают приспособлением из нагретых отрезков пластмассовой трубы.

Монтаж труб и электрических проводов. Электропроводки в трубах должны монтироваться с учетом условий окружающей среды. Трубы укладывают с уклоном (не нормируется), чтобы не собиралась конденсирующаяся влага. Соединение труб во взрывоопасных и пожароопасных зонах, в наружных установках, во влажных, сырых и особо сырых помещениях, а также при скрытой прокладке выполняют только на резьбе с уплотнением лентой ФУМ или паклей с суриком.

Приваривать трубы электропроводок к конструкциям или оборудованию запрещено. Число и площадь сечения проводов в трубах определяют по проекту. Выполнять сварочные работы на трубах с проводами запрещено.

Все металлические элементы должны быть защищены от коррозии. Металлические части электропроводок в трубах зануляют или заземляют.

Соединение и присоединение труб. Для соединения труб в сухих, влажных, пыльных помещениях кроме муфт на резьбе применяют муфты ТР. Соединение труб с корпусами электроприемников выполняют сгоном муфты с трубы на приваренный патрубок или двумя заземляющими гайками (рис. 8, а). При соединении трубопроводов используют трубный ключ. Для гибкого подвода проводов, например к вибрирующему оборудованию, используют гибкие вводы из покрытого пластиком отрезка металлоукава.

Таблица 3. Условные графические обозначения для замерочных эскизов.

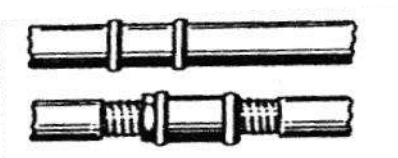
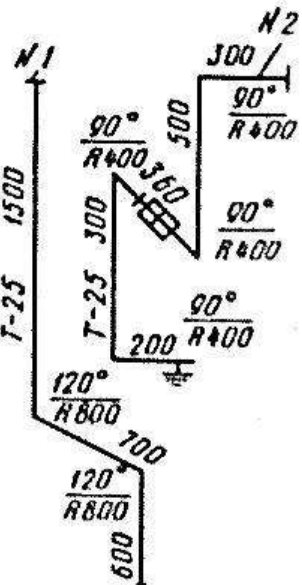
Эскиз элемента	Условное обозначение	Наименования и пояснения
		<p>Отрезки стальных труб без резьбы: 1 - труба диаметром 20 мм длиной 1620 мм; 2 - труба с флангом для болта зануления</p> <p>Труба оканчивается короткой резьбой: полусгон - 0.5 длины муфты, труба оканчивается длинной резьбой: сгон для муфты и контргайки</p>
		<p>Трубы соединены муфтой на полусгонах; то же муфтой на сгоне и полусгоне</p>
		<p>Коробка ответвительная с присоединением труб к корпусу:</p> <p>1-Патрубок с заземляющими царапающими гайками; 2- муфта приварена к коробке; 3- ввод трубы с полусгоном в коробку</p>
		<p>Труба изогнута в горизонтальной плоскости под углом 105° с радиусом 400 мм (условное обозначение -острый угол) Труба изогнута в вертикальной плоскости (условное обозначение прямой угол)</p>
		<p>Пример выполнения замерочно-го эскиза для трубной заготовки на ответвление к электродвигателю:</p> <p>1 - участок от коробки ответвления до пускателя магнитного; 2 - участок от пускателя до электродвигателя. Диаметр труб выбирают [9 (лист 15.10)] в зависимости от числа, площади сечения проводов и сложности трассы. По эскизам заготовки составляют ведомость (таблица. 4)</p>

Таблица 4. Пример трубозаготовительной ведомости.

Мар- киро- вка эле- эле- мента	Труба		Трасса		Длина участков труб; размеры углов; радиу- сы изгибов, мм
	Материал и размер, мм	Длина, м	Начало	конец	
1	T-25	2,8	Короб- ка КР1	Магнитный пускатель №1	1500; $\frac{120^\circ}{R800}$; 700; $\frac{120^\circ}{R800}$; 600

На концах труб для защиты изоляции проводов устанавливают разъемные или неразъемные пластмассовые втулки.

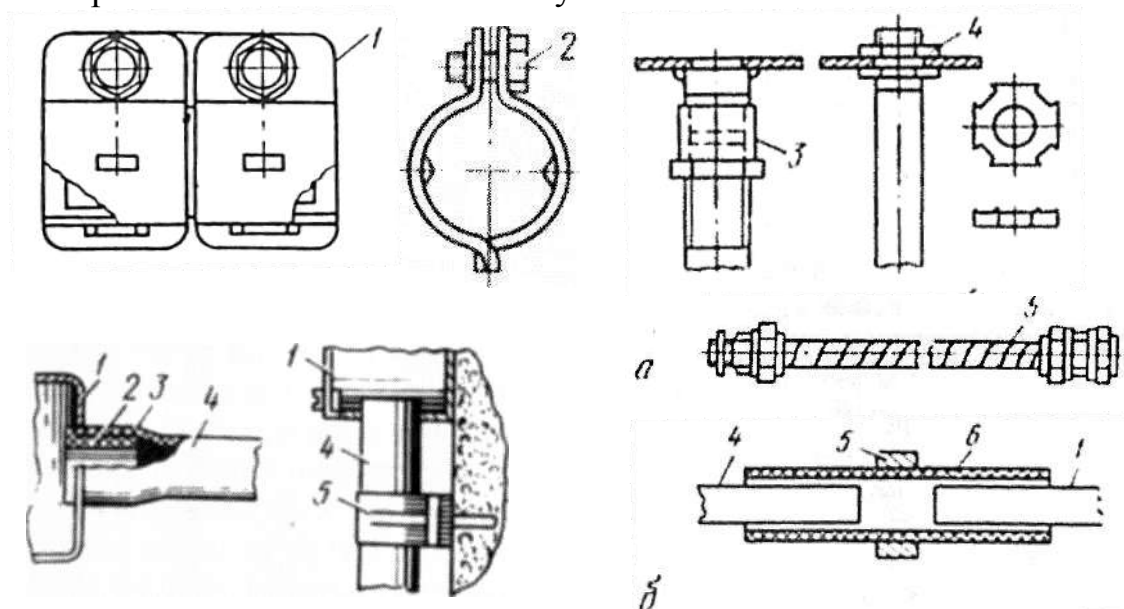


Рисунок 8. Соединение и присоединение труб.

а- стальных: 1- муфта типа ТР; 2-болт с гайкой; 3 - сгон; 4 –заземляющие гайки; 5-гибкий ввод; б-пластмассовых: 1 - коровка; 2 - втулка; 3- раструб; 4 - труба; 5 - скоба; 6- компенсатор.

Пластмассовые трубы присоединяют к коробке при помощи пластмассовой втулки и раструба, или свободно вводят в корпус и крепят скользящей пластмассовой скобой (рисунок 8, б).

Винипластовые трубы при колебаниях температуры изменяют свою длину (до ± 1 мм на 10° С на 1 м трубы). Для компенсации температурного удлинения труб устанавливают сальниковый компенсатор в виде отрезка винипластовой трубы, закрепленной в скобе.

Зануление и заземление электропроводок выполняют гибкой медной перемычкой от трубы к корпусу или через трубу заземляющими гайками. Вставки

из металлорукава соединяют заземляющей перемычкой из троса при помощи муфты ТР-3 (рисунок 9).

Затягивание проводов. Перед затягиванием проводов трубопроводы проверяют и продувают воздухом или протягивают ершик. В трубы затягивают стальную проволоку диаметром 1,5...3,5 мм с петлей на конце. Провода выравнивают, протягивая их через зажатую сухую тряпку, присоединяют к проволоке и затягивают два монтера в рукавицах - один тянет проволоку, другой с противоположной стороны подает провода в трубу.

В коробках и у концов труб оставляют запас провода для присоединения. Соединение проводов делают только в коробках (в трубах соединять запрещено) и тщательно изолируют. На выводах проводов из труб укрепляют маркировочные бирки с указанием их назначения, марки и площади сечения проводов. Проверка и испытание трубных проводок. Смонтированные электропроводки осматривают ИТР и сверяют с проектом. Допущенные отступления от проекта, согласованные с заказчиком и не нарушающие требований ПУЭ, СНиП, ПТБ и ПТЭ, вносят в исполнительные рабочие чертежи.

Проверке подлежат: надежность креплений, соединения, наличие зануления, соединения проводов в коробках и с оборудованием.

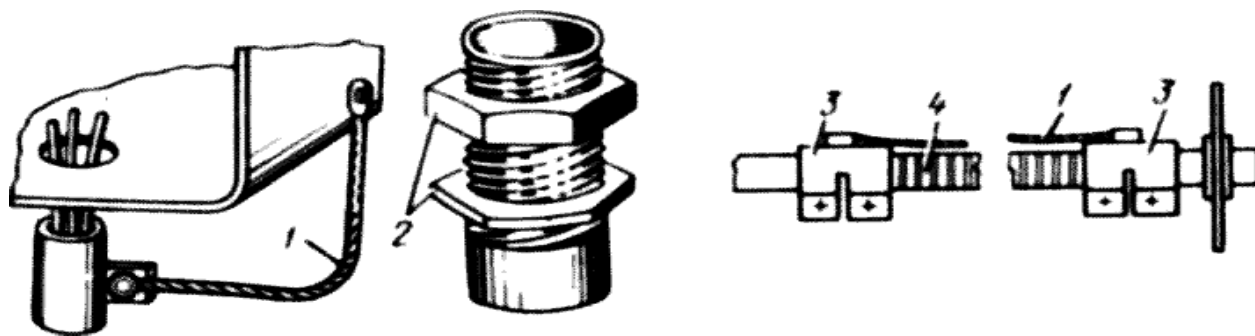


Рисунок 9. Зануление (заземление) труб: 1 - гибкая перемычка; 2 - заземляющие гайки; 3 - муфта типа ТР; 4 - металлорукав.

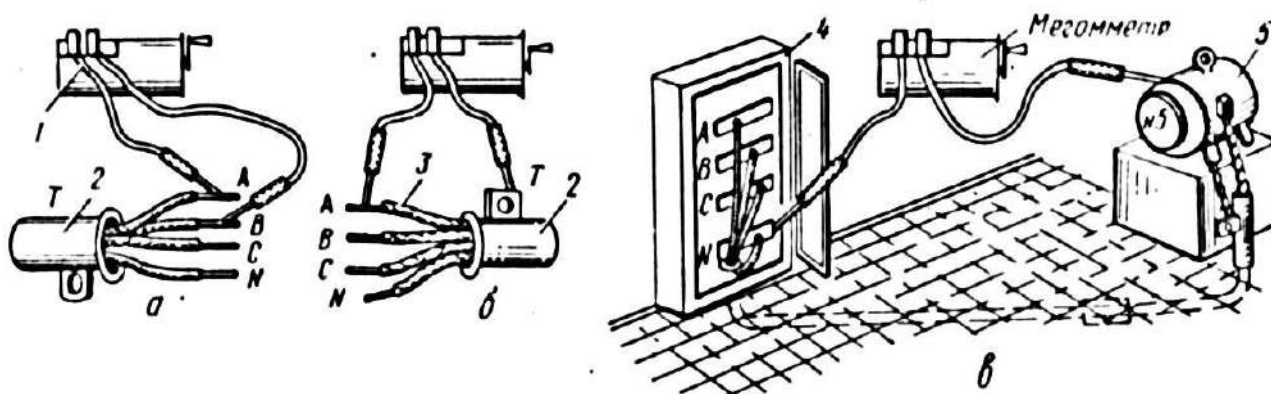
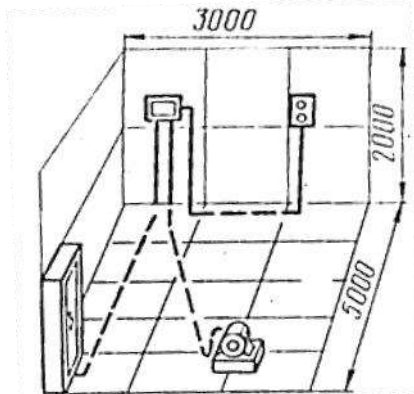
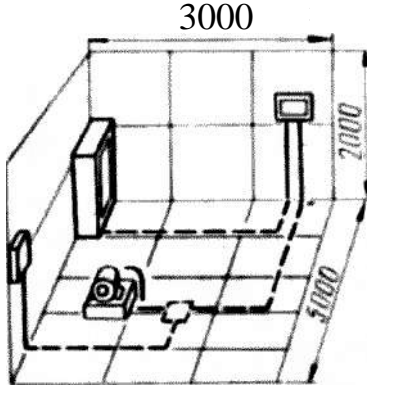
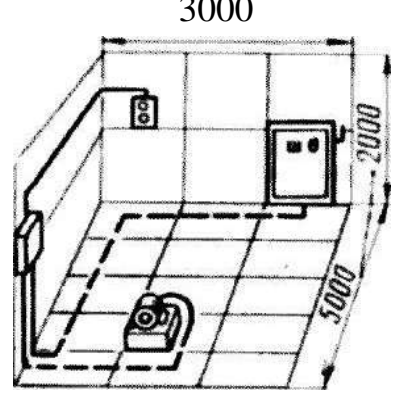
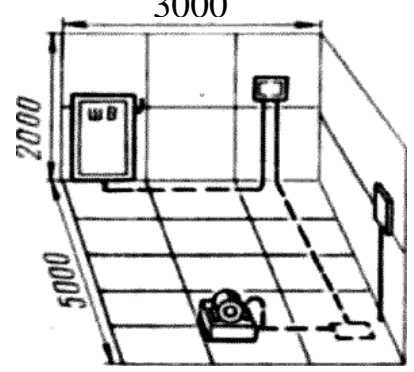


Рисунок 10. Измерение сопротивления изоляции трубных электропроводок: а - между проводами; б - между каждым проводом и трубой; в - проверка непрерывности цепи зануления электродвигателя; 1 - мегомметр; 2 - труба; 3 - провод; 4 - шкаф; 5 - электродвигатель.

Таблица 5.Справочные данные для выполнения индивидуального задания

Порядко- вый но- мер сту- дента в бригаде	Характеристика электропро- водок в трубах		Схема расположения шкафа ввода, электродви- гателя, пускателя и кноп- ки управления в помеще- нии	Номер листа (ТП 4.407- 36/70)
	Материал труб для прокладки проводов	Марка провода и площадь се- чения жил, мм ²		
1	Силовые цепи (вини- пластовые) Цепи управления (стальные)	АПВ 4 (1х6) АПРВ 3 (1х2,5)		14.00 14.10 14.20 15.00 15.10 15.30
2	Силовые цепи (стальные) Цепи управления (полиэтиле- новые)	ПВ 3 (1X10) ПВ4 (1X1.5)		15.00 15.10 15.40 14.00 14.10 14.30
	Силовые цепи (поли- этиленовые) Цепи управления (стальные)	АПРВ4 (1X16) АПВ 3(1X2,5)		14.00 14.10 14.20 15 00 15.10 15.20
	Силовые цепи (вини- пластовые) Цепи управления (стальные)	АПВ 4 (1X25) АПВ 4 (1X2,5)		14.00 14.10 14.30 15.00 15.10 15.30

У электропроводок в трубах испытывают: сопротивление изоляции проводов между собой и между каждым проводом и землей (трубой), норма не менее 0,5 МОм; непрерывность цепи зануления между корпусом электроприемника и нулевой шиной вводного щита. Испытания проводят мегомметром на 1000 В [8] в последовательности, показанной на рисунке 10 (а, б, в).

Содержание отчета.

1. Вычертить эскиз электропроводки в соответствии с вариантом задания (табл. 5) и составить указания по монтажу [8,9]
2. Вычертить замерочные эскизы и составить трубозаготовительную ведомость-заявку (см. табл. 4) на материалы и инструменты.
3. Составить протокол измерений сопротивления изоляции электропроводок и непрерывности цепи зануления.

Контрольные вопросы и задания.

1. Назовите область применения стальных и пластмассовых труб для электропроводок.
2. Назовите порядок составления замерочных эскизов.
3. Какова последовательность заготовки трубных электропроводок?
4. Как затягивают провода в трубы?
5. Как проверяют и испытывают трубные электропроводки?

Литература.

1. Белоцерковец В.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий (Кн.1). – М.: «Энергоиздат», 1982. – 296 с.
2. Белоцерковец В.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий (Кн.2). – М.: «Энергоиздат», 1982. – 296 с.
3. Нестеренко В.М., Мысьянов А.М. Технология электромонтажных работ. – М.: Академия, 2004. – 592 с.

Работа 4. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ТРОСОВЫХ ПРОВОДОК

Цель работы. Ознакомиться с устройством электропроводок, выполняемых проводами, монтируемыми на тросе [7, 9, 12, 22, 23]. Научиться оформлять заказы и технические документы на тросовые проводки. Получить практические навыки выполнения одного из способов монтажа тросовых проводок.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить типовой проект [9], образцы материалов и инструмента для монтажа тросовых электропроводок.

2. Проверить исправность светильников и ламп на стендах. Проверить пускорегулирующую аппаратуру (ПРА) для газоразрядных светильников.

3. Собрать тросовую проводку, присоединить светильники, занулить трос, измерить сопротивление изоляции проводов и проверить непрерывность цепи зануления.

4. Под руководством преподавателя подключить тросовые проводки к сети и проверить на световой эффект.

Содержание работы и методика ее выполнения. Тросовыми называют электропроводки, у которых провода или кабели укреплены на натянутом несущем стальном тросе.

В сельском хозяйстве тросовые электропроводки применяют в производственных помещениях всех типов, в животноводческих и хозяйственных постройках и в наружных установках, как для осветительных, так и для силовых сетей.

Проводки на собственном несущем тросе (рис. 11, а) выполняют специальными тросовыми проводами марок АРТ, АВТ-1; АВТС-1 и другими, содержащими в своей конструкции многопроволочный трос, вокруг которого навиты 2...4 изолированных проводника. Для отыскания одноименных жил в процессе монтажа на изоляции проводов имеется отличительная маркировка в виде полосок.

Проводки с креплением проводов и кабелей непосредственно к натянутому тросу или проволоке (рис. 11, б) выполняют незащищенными проводами марок АПВ, АПРВ, ПВ и другими, а также кабелями - АВРГ, АВВГ, ВРГ и др. Разновидность таких проводок - струнные электропроводки (рис. 11, в). Струну изготавливают из стальной проволоки диаметром 2...4 мм. Ее закрепляют вплотную к строительным основаниям, например, привариванием к закладным деталям или пристреливанием.

Струнные проводки применяют для монтажа проводов по железобетонным стенам, балкам и другим конструкциям, где крепление проводок другими способами затруднено.

Методы заготовки тросовых проводок. При больших объемах работ по монтажу тросовых проводок организуют их централизованное изготовление на технологических линиях.

Для изготовления тросовых проводок составляют замерочные эскизы, где указывают: марку, площадь сечения и число жил проводов или кабелей; общую

длину и размеры отдельных участков проводок; марку и диаметр несущего троса; способы закрепления проводов к тросу; типы концевых анкерных креплений, промежуточных подвесов и другие сведения (рис. 12).

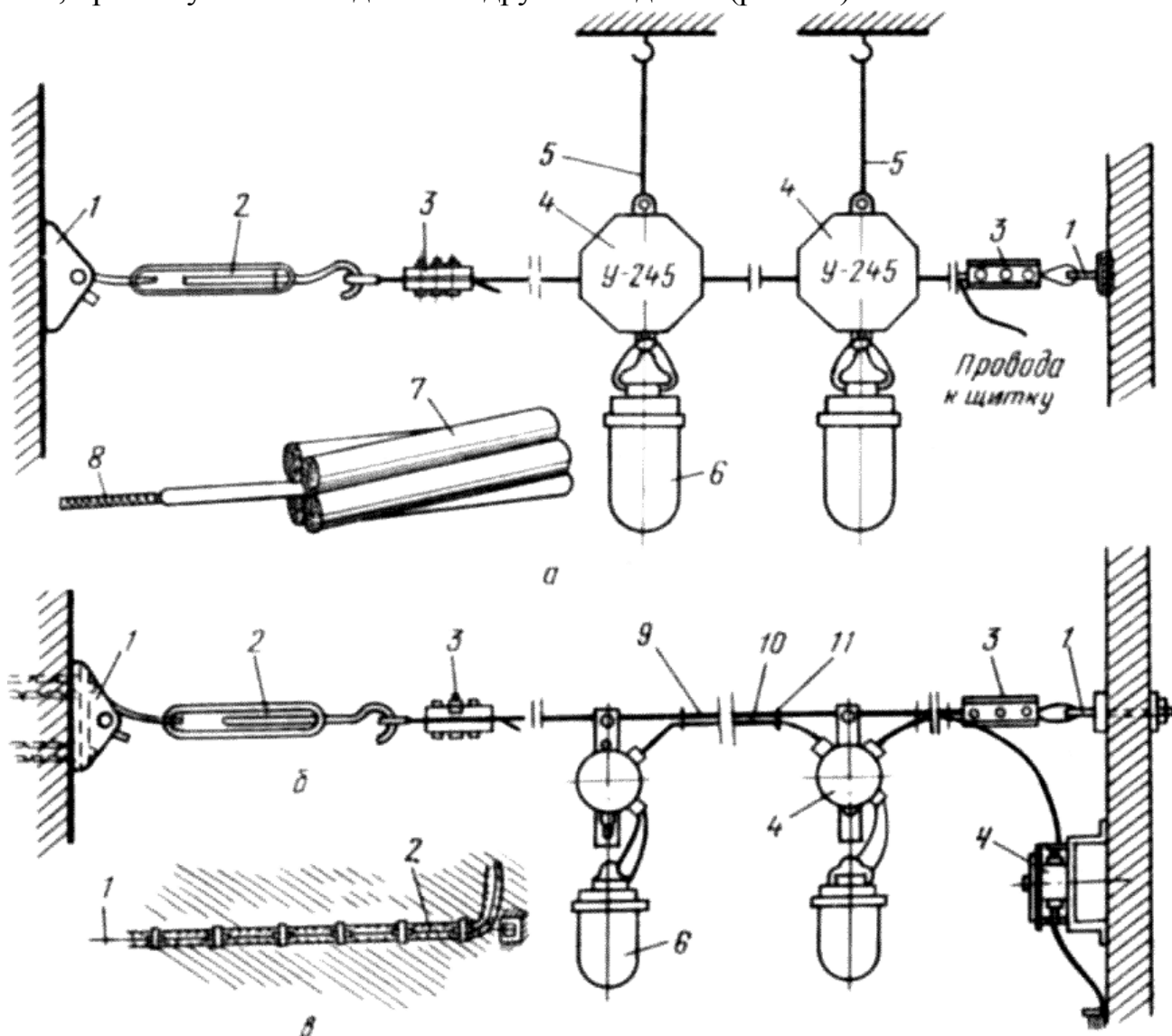


Рисунок 11. Виды проводок:

а- тросовая; б- кабельная; 1-анкерное крепление; 2 - натяжная муфта; 3 - тросовый зажим; 4 - ответви тельная коробка; 5 - струнная подвеска; 6- светильник; 7 - провод АРТ; 8 - трос; 9 - несущий трос; 10 - кабель; 11 - крепление кабеля к тросу; в - струнная: 1 - струна; 2 - провод.

В условиях электромонтажного участка заготовку тросовых проводок организуют в мастерской, оснащенной инструментом и приспособлениями для работы.

Отрезок или часть несущего троса приспособлениями натягивают между противоположными стенами на высоте 1,2...1,5 м. На верстаке при помощи механизмов для резки, зачистки и оконцевания проводов и тросов по замерочному эскизу нарезают отрезки проводов и кабелей. Предварительно подготовленные провода и материалы укладывают на передвижной монтажный столик, расположенный под тросом. Электромонтер, перемещаясь со столиком вдоль троса,

собирает проводку в соответствии с эскизом. По мере готовности проводку наматывают на барабан и в таком виде доставляют на объект.

В специализированных электромонтажных организациях создают технологические линии для поточной заготовки проводок, оснащенные более производительными механизмами.

Технология монтажа проводок. Монтаж тросовых проводок выполняют в две стадии.

На первой стадии по фактическим замерам на объекте составляют замерочные эскизы и выдают задания на заготовку проводок. В зависимости от условий и сложности монтажа проводки выполняют полностью с установкой ответвительных коробок и светильников (без стекла) или секциями со светильниками или без них.

В качестве несущего троса рекомендуют использовать многопроволочные оцинкованные тросы диаметром 3...6,5 мм. Допускается использовать оцинкованную проволоку, а также горячекатаную проволоку (катанку) диаметром 5...8 мм, опрессованную слоем поливинилхлорида или защищенную другим антикоррозийным покрытием. Материал и диаметр несущего троса выбирают в соответствии с проектом.

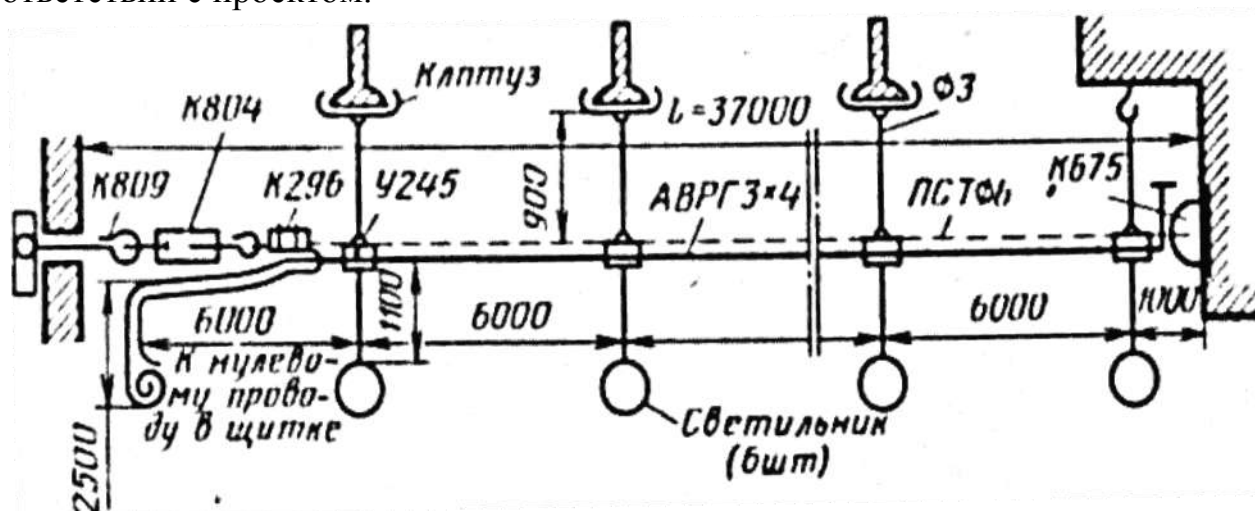


Рисунок 12. Пример составления замерочного эскиза осветительной тросовой электропроводки.

Концевое крепление троса к строительным основаниям называют анкерным, оно воспринимает усилие натяжения троса. Анкерные крепления различают по конструкции: болтовой анкер с крюком; анкеры для крепления дюбелями или привариванием; анкер для крепления к металлическим фермам и др. Конструкцию анкера выбирают в зависимости от строительного основания.

Соединение несущего троса с анкером выполняют через натяжную муфту, которая предназначена для натяжения и регулирования стрелы провеса троса. В качестве натяжной муфты можно использовать болтовой анкер с удлиненной резьбой.

Трос закрепляют на крюке муфты или анкера болтовым зажимом при помощи коуша, а проволоку — стальной обоймой или закручиванием. На конец

троса или проволоки устанавливают заземляющий наконечник для присоединения нулевого защитного проводника (рисунок 13).

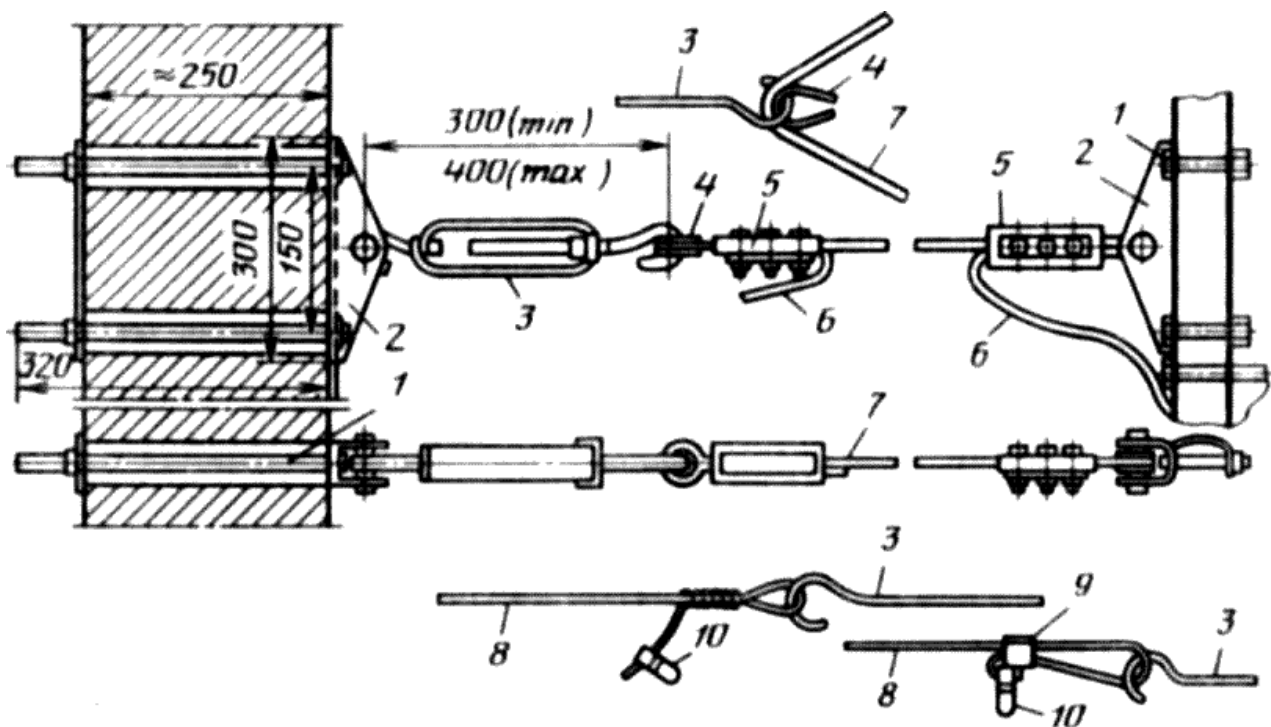


Рисунок 13. Технология крепления анкеров и тросов:

1 - шпилька; 2 - анкер К300; 3 - натяжная муфта К-679; 4 - коуш; 5- тросовый зажим; 6 - конец троса для зануления; 7-трос; 8-проволока; 9-обойма; 10 - наконечник для зануления.

Крепление проводов и кабелей к тросу выполняют стальными полосками с пряжками или пластмассовыми перфорированными лентами (рисунок 14). Расстояние между креплениями не более 500 мм. Кабели и провода на тросе и в местах перехода их с троса на конструкции зданий должны быть разгружены от механических усилий.

Ответвительные коробки для присоединения светильников к проводам и кабелям крепят к монтажной полосе или к пластине, которые подвешивают на трос. Можно крепить коробки при помощи скоб непосредственно к тросу. Для ответвления от тросовых проводов устанавливают специальные тросовые коробки типа У-245.

Ответвление проводов в коробке выполняют только ответвительными сжимами без разрезания провода. Светильники подвешивают к пластинам или коробкам на подвесах. Подвешивать светильники на проводах не допускается.

На второй стадии монтажа заготовленные в мастерских секции проводок доставляют на объект, раскатывают на полу вдоль линии расположения светильников и временно подвешивают на подставках высотой 1,2...1,5 м для осмотра проводки, выпрямления проводов и подключения светильников.

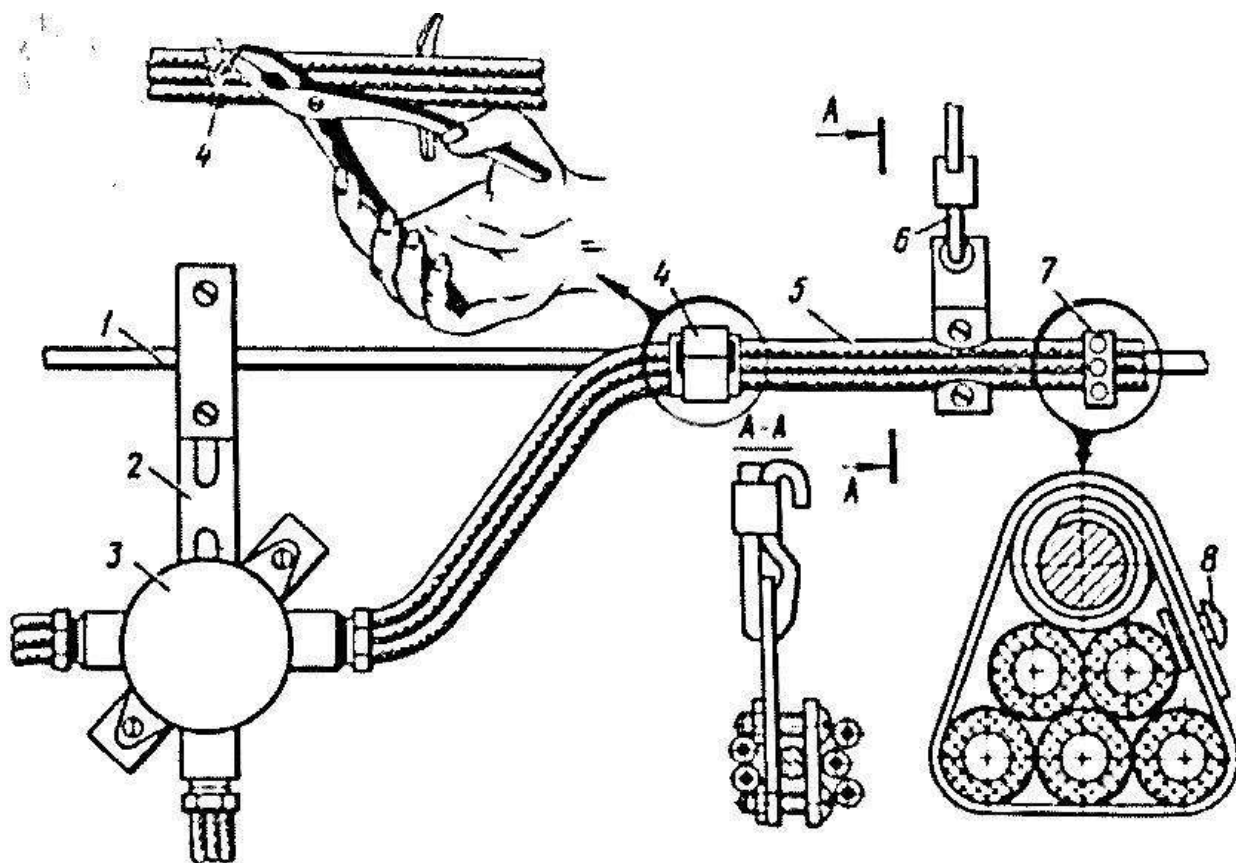


Рисунок 14. Технология крепления проводов и коробок к тросу:

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

Подготовленную проводку поднимают и одним концом крепят к анкерной конструкции, натягивают вручную или полиспастом и крепят другой конец к противоположному анкеру.

В сетях с глухозаземленной нейтралью несущий трос зануляют в двух точках на концах линий - соединением троса и нулевого провода гибкой перемычкой.

Окончательно полиспастом или лебедкой натягивают трос. Стрелу провеса троса контролируют динамометром или прямым замером (визированием) так, чтобы она была в пределах от $1/40$ до $1/60$ длины пролета (для пролетов 6 м рекомендуют стрелу 100...150 мм, а для пролетов 12 м - 200...250 мм). Стрелу провеса регулируют натяжными муфтами.

По завершении монтажа до установки ламп в светильники измеряют сопротивление изоляции электропроводки (норма 0,5 МОм). Затем элементы светильников испытывают на стендах (рис. 15, а, б). После установки ламп и защитных стекол электропроводки опробывают под напряжением на световой эффект.

Содержание отчета. 1. В соответствии с вариантом задания (табл. 6) составить замерочный эскиз, принципиальную схему на тросовую проводку (см. рис. 11, 12) и технические требования на монтаж [9, 12].

2. Составить заявку на материалы и инструмент для монтажа проводки по варианту задания.

3. Записать результаты испытания сопротивления изоляции проводок и светильников.

4. Записать результаты испытания пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) для газоразрядных светильников.

Нарисовать монтажные схемы для проверки люминесцентных ламп, ПРА, ламп накаливания и стартеров.

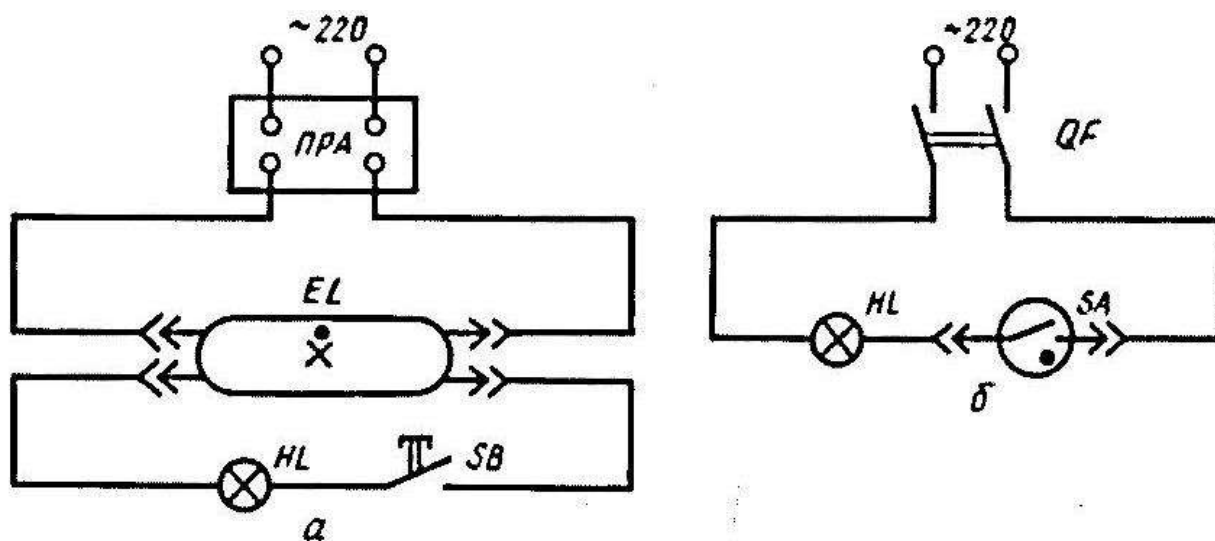


Рисунок 15. Электрические схемы стендов:

а- для проверки люминесцентных ламп и пускорегулирующей аппаратуры (ПРА): **EL** - люминесцентная лампа; **HL** - лампа накаливания; **SB** - кнопка; б - для проверки ламп накаливания и стартеров: **SA** - стартер; **HL** - лампа накаливания.

Таблица 6. Справочные данные для выполнения индивидуального задания

Порядковый номер студента в бригаде	Способ выполнения проводки	Марка и площадь сечения провода (кабеля)	Длина проводки, м и число групп светильников	Число светильников в линии. шт.	Номер листа (ТП 4.407-36/70)
1	Кабель на тресе	Кабель АНРГ (3X25 мм ²)	80(2 гр.)	18	16.10
2	Тросовый провод	Провод АВТС	64(2 гр.)	16	16.20, 16.21
3	Провода на тресе	Провод АПВ(6 мм ²)	50(2 гр.)	13	16.10
4	Провода на клипсах	Провод АПР(4 мм ²)	70(2 гр.)	15	16.30, 16.31

Контрольные вопросы и задания.

1. Перечислите способы выполнения тросовых электропроводок. 2. Каков порядок составления замерочного эскиза проводок и сведений, содержащихся в нем? 3. Расскажите последовательность сборки тросовой проводки в мастерских. 4. Назовите требования, предъявляемые к стреле провеса и занулению несущего троса. 5. Как измеряют сопротивление изоляции тросовых электропроводок?

Литература.

1. Белоцерковец В.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий (Кн.1). – М.: «Энергоиздат», 1982. – 296 с.
2. Белоцерковец В.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий (Кн.2). – М.: «Энергоиздат», 1982. – 296 с.
3. Масанов Н.Ф. Тросовые электропроводки. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 32 с.

Работа 5. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Цель работы. Ознакомиться с марками кабелей и их назначением. Изучить способы и методы прокладки кабелей [2,7,8, 12,22, 23]. Изучить способы соединения и оконцевания кабелей.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить образцы кабелей, концевых заделок, материалов и инструмента.

2. Выполнить прокладку кабелей по конструкциям.

3. Заделать концы кабеля одним из предлагаемых способов.

4. Измерить сопротивление изоляции жил кабеля.

Содержание работы и методика ее выполнения. В зависимости от назначения и конструкции кабелей им присваивают марку, состоящую из буквенных и цифровых символов. Марку кабеля и способ его прокладки указывают в проекте.

К началу монтажа кабельных линий должны быть полностью закончены строительные работы по сооружению каналов, траншей, подготовлены трассы, включая установку закладных деталей, выполнены отверстия и т. д.

Кабельные траншеи и здания до начала монтажа кабелей осматривает комиссия и принимает по акту.

Прокладка кабелей в земле. Кабельную трассу выполняют в соответствии с проектом. Расстояние между кабелями и инженерными сооружениями в местах пересечения и сближения должны удовлетворять требованиям ПУЭ. Траншеи, пересечения и вводы в здания выполняют строительные организации после сооружения всех подземных коммуникаций и планировки площади.

Подготовка трассы. Размеры траншеи должны соответствовать размерам, указанным на рисунке 16, а. На дно подсыпают слой мелкой земли 100 мм, не содержащей камней, мусора, шлака. По трассе укладывают защитные трубы и глиняный обыкновенный кирпич (применение силикатного или дырчатого кирпича не допускается).

При близком расположении силовых кабелей с инженерными сооружениями необходимо соблюдать расстояния, указанные на рисунке 16, б. На участках пересечения кабеля с инженерными сооружениями при условии его защиты асбоцементной или керамической трубой придерживаются размеров, показанных на рисунке 16, в [8].

Раскатка и прокладка кабеля. Кабель до прокладки осматривают и испытывают, доставляют на трассу только при вертикальном положении барабана, сбрасывать барабаны с машин запрещается. Кабель раскатывают в траншею одним из способов: кабелеукладчиком, трубоукладчиком, домкратом.

Не допускается тянуть кабель по земле без раскаточных роликов. Кабель укладывают в траншею с запасом по длине 1...3 % (змейкой). При отрицательной температуре кабель прогревают и кладут с запасом 3...4 %.

В местах установки соединительных муфт оставляют запас кабеля для повторной разделки и компенсации температурных деформаций (рисунок 17, а). Комиссия проверяет кабель в траншее, составляет акт и дает разрешение на засыпку.

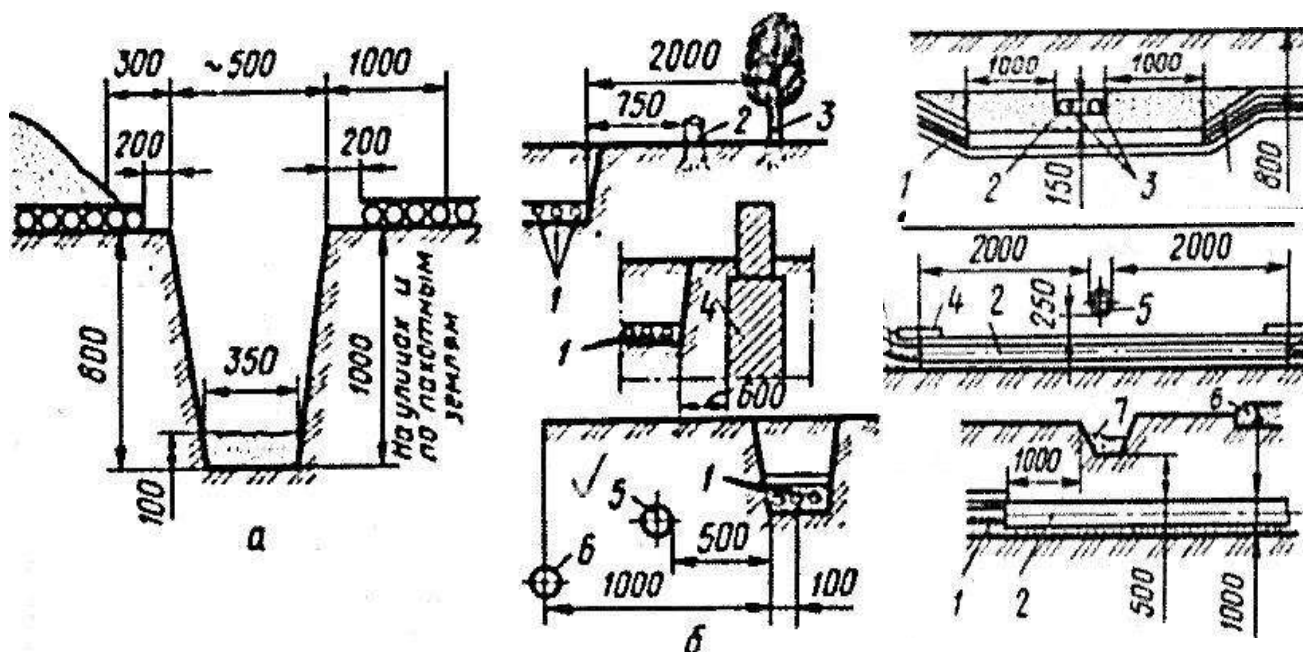


Рисунок 16. Подготовка трассы для прокладки кабелей в земле:

а - размеры траншеи для кабеля; **б** - минимальные расстояния при сближении силовых кабелей с насаждениями и сооружениями: **1** - кабель; **2** - кустарник; **3** - дерево; **4** - фундамент; **5** - водопровод; **6** - газопровод низкого давления; **в** - минимальные габаритные размеры при пересечении силовыми кабелями подземных сооружений и дорог: **1** - кабель; **2** - защитная труба; **3** - кабель связи; **4** - кирпичное покрытие; **5** - трубопровод; **6** - дорога; **7** - кювет.

Кабель присыпают мягкой землей 100 мм, в местах защиты укладывают кирпич плотно, без зазоров и полностью засыпают траншею. Оповестительные знаки устанавливают в местах пересечений коммуникаций, на поворотах, на муфтах и на прямых участках трассы через: 100 м (рис. 17, б).

Ввод кабеля в здание выполняют в трубе длиной не меньше 0,6 м с уплотнением и гидроизоляцией прохода (рис. 17, в).

Прокладка кабелей в производственных помещениях. Кабельные линии должны быть доступны для осмотра и ремонта. Кабели должны быть защищены на опасных участках от случайных механических повреждений и агрессивной среды. Прокладываемые кабели не должны иметь горючих защитных покрытий. При монтаже необходимо строго соблюдать нормируемые расстояния от кабелей до строительных оснований, оборудования, проходов. Металлические кабельные конструкции, оболочки кабелей зануляют или заземляют и окрашивают.

Способы прокладки кабелей. Кабели прокладывают непосредственно по строительным основаниям с креплением скобами или по кронштейнам с креплением хомутами.

При большом числе кабелей их прокладывают по сборным кабельным конструкциям, которые состоят из кабельных стоек и кабельных полок или закладных подвесок. Потоки кабелей прокладывают в лотках или в коробках, закрепляемых на конструкциях (рис. 18).

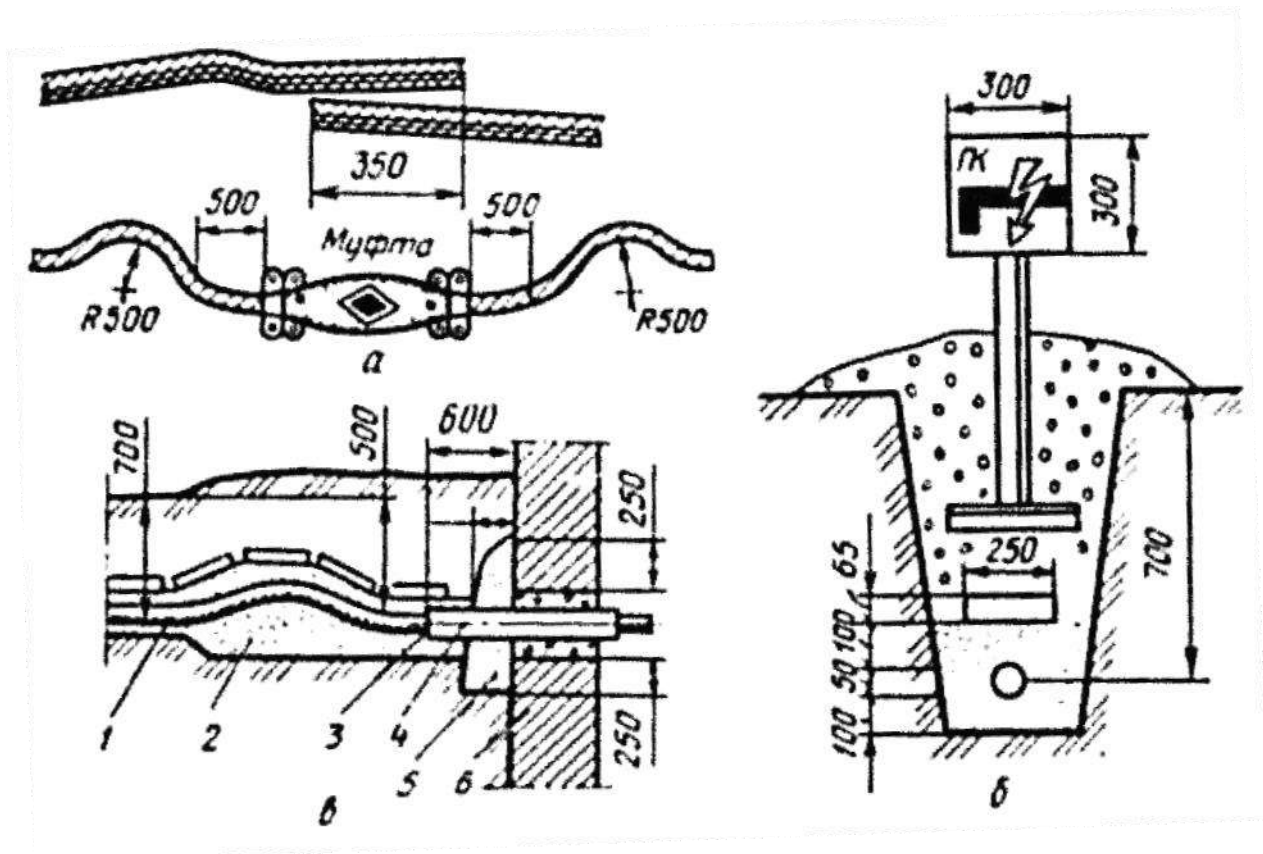


Рисунок 17. Прокладка кабелей в траншеях:

а- запас кабеля для повторной разделки; б- размещение в траншее кабеля, кирпича и опознавательного знака; в- устройство ввода кабеля в здание: 1- кабель; 2- песок; 3- уплотнение (джут); 4- труба; 5- гидроизоляция (глина); 6- стена.

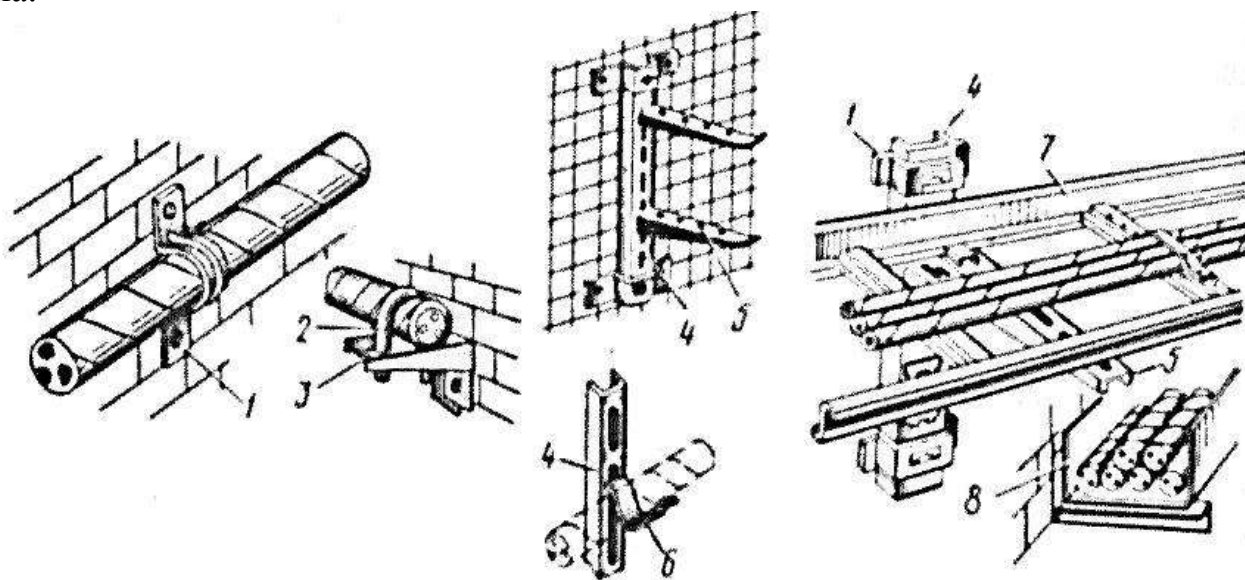


Рисунок 18. Прокладка кабелей в производственных помещениях:

1 - скоба; 2 - хомут; 3 - кронштейн; 4 - кабельная стойка; 5 - кабельная полка; 6 - подвеска кабельная закладная; 7 - лоток; 8 - короб

Прокладку кабелей по железобетонным перекрытиям и конструкциям выполняют на тросах.

Технология прокладки кабелей. До начала работ проверяют состояние трассы, расстояния до других инженерных конструкций, наличие проемов. Для прокладки используют кабели с несгораемой наружной изоляцией.

Технология монтажа включает: раскатку кабеля с барабана по раскаточным роликам; подъем кабеля при помощи монтажных блоков; укладку кабеля на подвесы или в лотки. В лотках и коробах кабели лежат в 1...3 ряда без зазора.

Соединение и оконцевание кабелей напряжением до 1000 В. Конструкции соединительных муфт и концевых заделок выбирают с учетом условий работы и окружающей среды согласно указаниям в рабочих чертежах. При этом необходимо строго соблюдать технологию монтажа. Все металлические элементы заделок, броню и металлическую оболочку кабелей зануляют.

У кабельной линии на напряжение до 1000 В с заделками и муфтами испытывают сопротивление изоляции всех жил между собой и каждой относительно земли мегомметром на 2500 В. Сопротивление должно быть не меньше 0,5 МОм. Монтаж муфт выполняют только обученные электромонтажники.

Последовательность разделки кабелей: отрезают кабель ножницами НС-ЗУ 1, снимают покров и режут бронь специальной ножовкой с ограничителем глубины реза; делают поперечные и продольные надрезы оболочки специальным приспособлением и снимают оболочку; последовательно ступенями снимают изоляцию. Длину 1 жил кабеля, который присоединяют к контактам оборудования, определяют по замерам (рис. 19,а). Пластмассовую оболочку кабеля снимают специальным ножом, делая продольные и поперечные надрезы. Жилы разделявают также ступенчато.

Монтаж соединительных муфт. Для соединения кабелей напряжением до 1000 В между собой применяют муфты различных конструкций.

Соединительные чугунные муфты типа СЧ. Технология монтажа: кабель разделяют и жилы соединяют гильзами. Между жилами устанавливают изолирующие распорки, разделанный кабель помещают в разъемный чугунный корпус, и после уплотнения вводов муфту заливают разогретой битумной мастикой. Зануляющий проводник припаивают к броне и оболочке кабеля и присоединяют к корпусу муфты (рис. 19,б).

Соединительные муфты ПСсл. Технология монтажа: кабель разделяют, на жилы одевают термоусаживаемые изоляционные трубки, жилы соединяют гильзами, которые изолируют подмоткой из самосклеивающейся электроизоляционной ленты типа ЛЭТСАР.

Подогретой термоусаживаемой трубкой изолируют жилы. Бронь и оболочку кабелей соединяют медной перемычкой. Смонтированную муфту помещают в стеклопластиковый кожух (рис. 19, в).

Монтаж концевых заделок внутренней установки. Концевую заделку в стальной воронке типа КВ Б применяют в сухих помещениях и монтируют в следующей последовательности: подбирают воронку по площади сечения и одевают на кабель; разделяют кабель обычным способом, обматывают жилы 3...4 слоями поливинилхлоридной ленты; припаивают провод заземления, уплотняют горловину и устанавливают воронку на место (рис. 20,а); заливают воронку битумной мастикой, разогретой до 130° С.

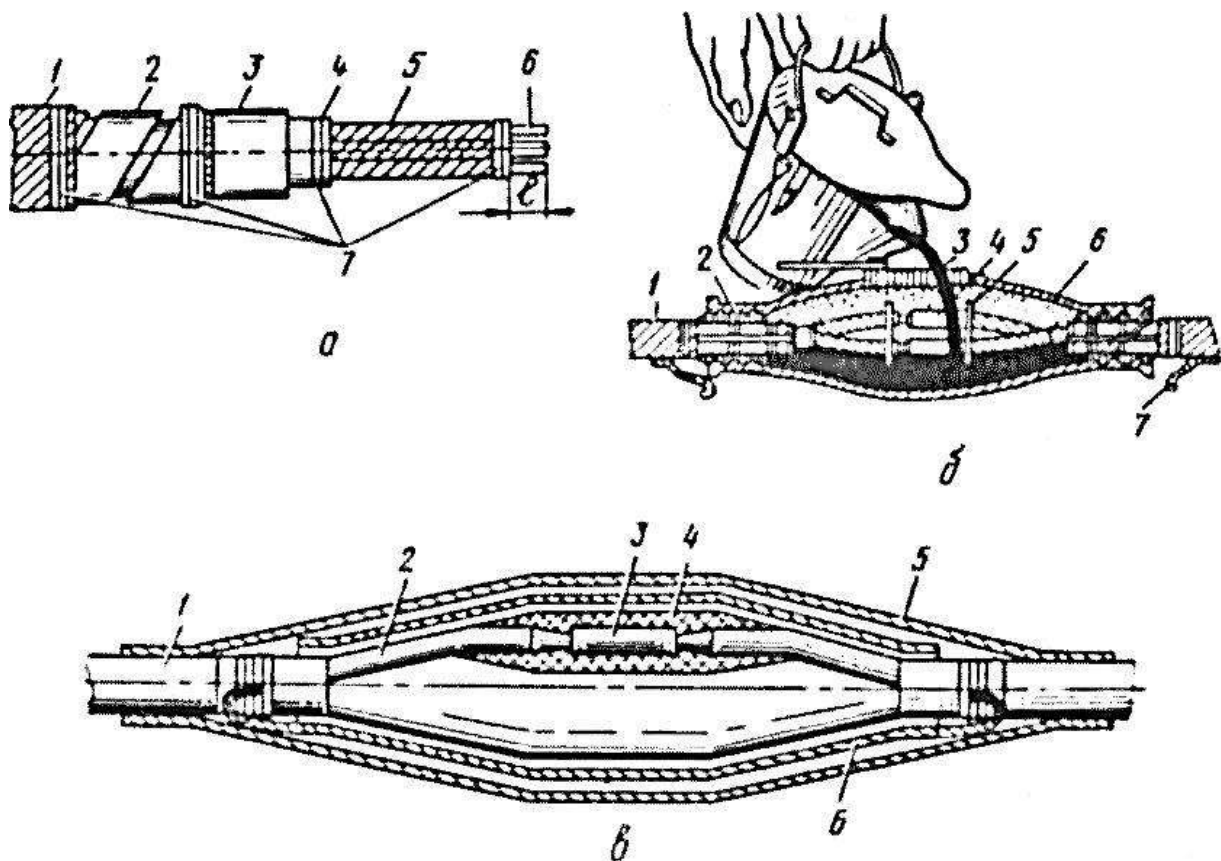


Рисунок 19.Монтаж соединительных муфт:

а - разделка кабеля и жил: 1 - защитный покров; 2 - броня; 3 - оболочка; 4 - поясная изоляция; 5 - изоляция жилы; 6 - жила; 7 - бандаж; б - монтаж муфты СЧ: 1 - кабель; 2 - уплотнение; 3 - мастика; 4 - гильза; 5 - распорка; 6 - корпус; 7 - зануляющий проводник; в - монтаж муфты ПСсл: 1 - кабель; 2 - трубки; 3 - гильзы; 4 - подмотка; 5 - кожух; 6 - переключатель.

Концевую заделку типа КВЭн (эпоксидная с защитой жил наиритовыми трубками) и заделку типа ПКВЭ (с подмоткой липкой поливинилхлоридной лентой) применяют для влажных и сырых помещений.

Заделку разделяют по обычной технологии, на жилы для изоляции одевают наиритовые трубки или подматывают липкую ленту. Радиус Ризгиба жил принимают не менее десятикратного диаметра $d_{\text{жила}}$ (рис. 20, б).

Съемную воронку заливают эпоксидным компаундом с отвердителем.

Монтаж концевой мачтовой муфты до 1000 В типа К М А. Применяют для установки на опорах при переходе кабельной линии в воздушную. Муфту после разделки заливают массой битумной марки МБ или МБМ (рис. 20, в).

Испытания и сдача кабельных линий в эксплуатацию. Кабели напряжением до 1000 кВ испытывают в течение 1 мин мегомметром на 2500 В, при этом не должно быть пробоя изоляции или нарастания тока утечки между каждой жилой и заземленной оболочкой и между жилами. Все кабели, муфты, заделки снабжают бирками: квадратными — кабели до 1000 В; круглыми - кабели выше 1000 В; треугольными - контрольные кабели.

На бирках указывают марку кабеля, напряжение, число и площадь сечения жил, куда и откуда идет кабель. На бирках заделок пишут дату монтажа, фамилию монтера, назначение и номер кабеля.

Содержание отчета. 1. В соответствии с вариантом задания (табл. 7) вычертить эскиз пересечения и сближения кабеля с инженерным сооружением, указать необходимые размеры.

2. Составить указания на монтаж кабеля и заделок.
3. Составить заявку на материалы и инструменты.

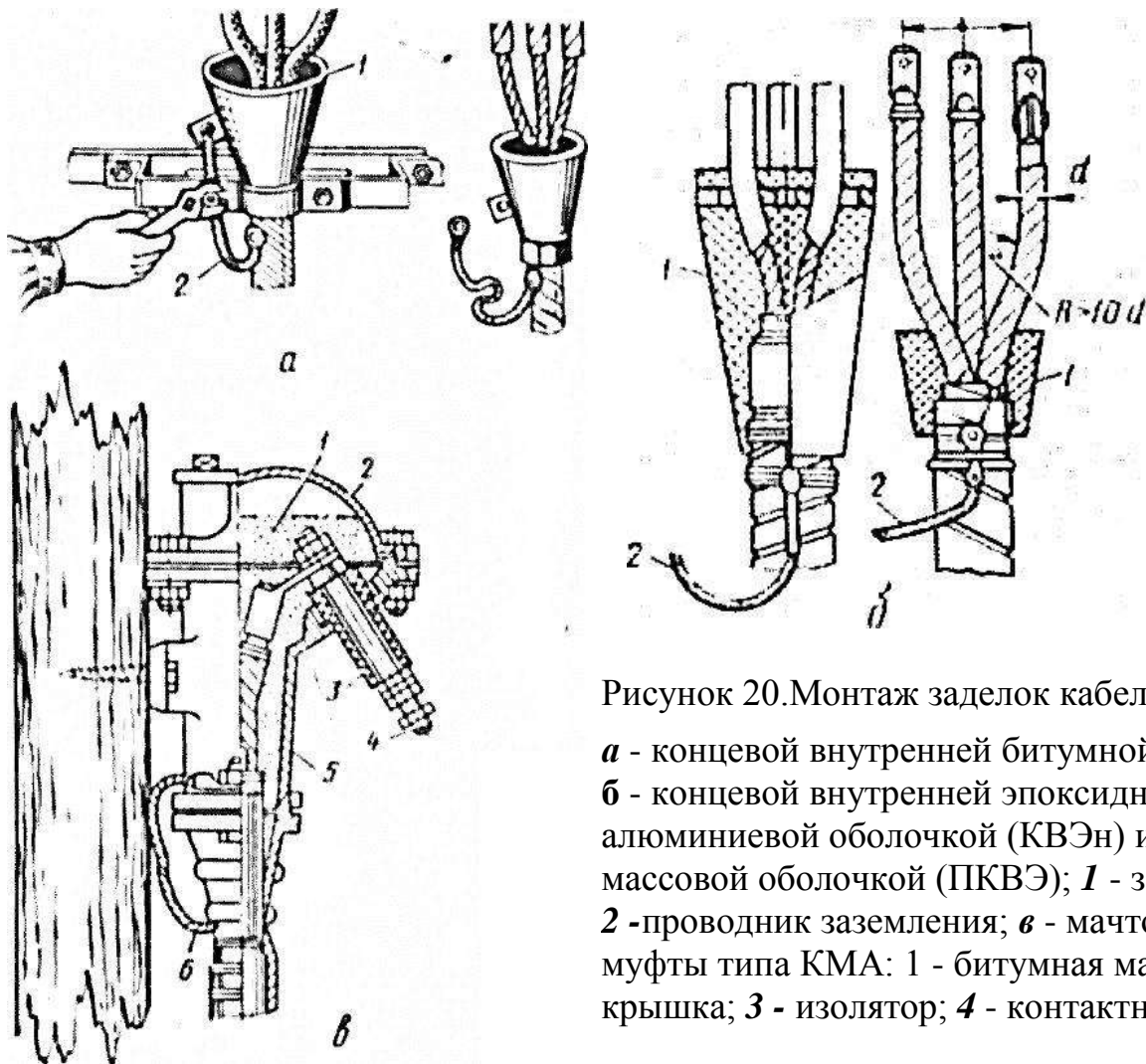


Рисунок 20.Монтаж заделок кабелей:

а - концевой внутренней битумной (КВБ);
б - концевой внутренней эпоксидной с алюминиевой оболочкой (КВЭн) и пластмассовой оболочкой (ПКВЭ); **1** - заделка; **2** -проводник заземления; **в** - мачтовой муфты типа КМА: **1** - битумная масса; **2** - крышка; **3** - изолятор; **4** - контактный

Таблица 7.Справочные данные для выполнения индивидуального задания

Порядковый номер студента в бригаде	Марка и место прокладки кабеля	Пересекаемое сооружение	Марка заделок
1	ААШв (в земле)	Шоссе, водопровод	СЭ, КВР
2	АВВ Б Г (по стене)	Газопровод, радио	КНЭ,КВЭТ
3	ААБВГ (в канале)	канализация, связь	С Ч, КВБ
4	АВВГ (в коробе)	Паропровод, стена	СЭ, КВЭ

Контрольные вопросы и задания.

1. Как прокладывать кабель в земле? 2. Назовите особенности монтажа кабелей на тросах. 3. Как соединяют кабели? 4. Назовите типы концевых кабельных заделок и область их применения. 5. Как испытывают кабельные линии напряжением до 1000 В?

Литература.

1. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
2. Тарасов Е.В. Монтаж, наладка, эксплуатация электрооборудования. Часть I. Воздушные и кабельные линии электропередачи: учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2010. – 146 с.
3. Филипов А.С. Ремонт и монтаж кабельных линий. – Мн.: Техноперспектива, 2005. – 375 с.
4. Шингаров В.П. Монтаж кабельных линий: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2002. – 95 с.
5. Короткевич, М. А. Монтаж электрических сетей : учеб.пособие / М. А. Короткевич. - Минск :Выш. шк., 2012. - 512 с. : пл

Работа 6. МОНТАЖ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Цель работы. Ознакомиться с видами электропроводок и способами прокладки проводов, материалами, арматурой и инструментом. Освоить элементы инженерной подготовки производства работ и технологию монтажа электропроводок [1, 7, 9, 12, 22, 23]. Научиться на практике собирать узлы схем электропроводок.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить типовой проект [9], образцы проводов, установочной арматуры, инструмент.

2. Выполнить монтаж узла электропроводки, соединить провода в коробке, подключить арматуру и светильники.

3. Проверить сопротивление изоляции проводок.

4. Под руководством преподавателя подключить к сети и проверить установку на световой эффект.

Содержание работы и методика ее выполнения. Электропроводкой называется совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями.

Электропроводки разделяют на виды:

открытая — проложенная по поверхности стен, потолков, по фермам и т. п. При открытой электропроводке применяют различные способы прокладки проводов и кабелей: непосредственно по поверхности стен и потолков, на струнах, тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, на лотках, в электротехнических плинтусах и т. п.;

скрытая — проложенная внутри конструктивных элементов зданий (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях). При скрытой электропроводке провода и кабели прокладывают в замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой, замоноличиванием в строительных конструкциях, в трубах и т. п.

Электропроводки выполняют проводами и кабелями, которые различают по буквенно-цифровой маркировке. Площадь сечения токопроводящих жил стандартная. Например, для алюминиевых жил установлена шкала площадей сечений: 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35 мм² и больше.

Провода, предназначенные для электропроводок, называют установочными. По конструкции установочные провода делят на: защищенные, имеющие поверх электрической изоляции металлическую оболочку для защиты от механических повреждений, и незащищенные - изоляция не защищена от повреждений.

Наиболее часто для проводок применяют одножильные провода марок АПВ, АЛЛ, АПР, АПРТО, ПВ и плоские провода марок АППВ, АППЛ, АППР, АППВС и др.

Для электропроводок применяют установочную арматуру: выключатели, штепсельные розетки, патроны и коробки.

Аппаратуру управления и защиты сетей, учета электроэнергии устанавливают в щитках и шкафах различного назначения.

Основной документ на выполнение монтажа электропроводок - утвержденная проектно-сметная документация.

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

Открытые электропроводки должны прокладываться с учетом архитектурных линий помещений (карнизов, плинтусов и т. п.). Опорные конструкции (кронштейны, скобы) электропроводок должны закрепляться на строительных конструкциях зданий без ослабления их прочности, а незащищенные провода должны крепиться к конструкциям с применением изоляционных прокладок.

Проходы проводов и кабелей через несгораемые стены и перекрытия должны выполняться в отрезках пластмассовых труб, а через сгораемые - в отрезках стальных труб, которые после прокладки проводок уплотняют легко-съемными материалами (шлаковатой и т. п.). Заготовку элементов электропроводок из проводов, кабелей, труб следует выполнять в мастерских электромонтажных участков.

Электропроводки по стенам прокладывают только вертикально и горизонтально на расстоянии 100...200 мм от потолка, проемов окон и дверей. Выключатели устанавливают на высоте 1,5 м от пола у входной двери со стороны ручки, а розетки - на высоте 0,8...1 м и на расстоянии не менее 0,5 м от заземленных частей (трубопроводы, раковины и др.). В детских учреждениях выключатели и розетки устанавливают на высоте 1,8 м. Выключатели подключают к фазному проводу так, чтобы неподвижный контакт был присоединен к фазному проводу, приходящему от ввода или щитка.

Установка выключателей, предохранителей, автоматических выключателей в нулевых рабочих проводниках запрещена.

Патроны и пробочные аппараты должны подключаться так, чтобы винтовая гильза оставалась без напряжения. Все остальные аппараты, в том числе и установленные в щитках, подключают в сеть на неподвижные контакты. Штепсельные розетки подключают так, чтобы фазный провод присоединялся к контакту левого гнезда, а нулевой провод к правому. Соединения и ответвления проводов монтируют только в ответвительных коробках сваркой или болтовыми зажимами.

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

Подготовка электромонтажных работ. Такие работы должны выполняться индустриальными методами с максимальным использованием механизации.

Для этого составляют проект производства работ (ППР), где предусматривают монтаж электропроводок в две стадии.

На первой стадии выполняют работы по комплектованию материалов и изготовлению отдельных узлов электросети — магистрали, стояки, элементы групповых проводок, а также проверяют в ходе строительства выполнение строительной организацией борозд и отверстий для электропроводок, ниш и проемов для щитов, закладных деталей для крепления оборудования и проводок. На второй стадии выполняют работы непосредственно на объекте в монтажной зоне: прокладывают узлы электропроводок, устанавливают и подключают выключатели, щитки, светильники, испытывают проводники под напряжением.

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

Схемой электрических проводок на плане называется чертеж, на котором представлено расположение элементов электроустановки относительно строительных конструкций здания или сооружения. Размеры щитков, линий электропроводки, электроустановочных изделий, как правило, не соизмеримы с размерами помещений, поэтому их на планах изображают не в масштабе, а при помощи условных графических изображений [13, 14].

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

Электрическая схема проводок на плане (рисунок 21) обязательно сопровождается расчетно-монтажной схемой, где дано обозначение и тип устанавливаемого оборудования и пускозащитной аппаратуры, марки и способы прокладки проводов, другие расчетные данные, необходимые для монтажа и наладки электроустановки. Схему электропроводок на плане (рис. 21) и монтажную схему для расчета освещения (рисунок 22) всегда читают совместно.

Технология монтажа плоских проводов скрыто под штукатуркой. Технология определяет последовательность и содержание монтажных операций. При скрытой прокладке проводов под штукатуркой выполняют следующие технологические операции.

Разметка - включает разметку мест ввода, установки группового и квартирного щитка, линий прокладки проводов, а также мест установки светильников, ответвительных коробок, штепсельных розеток, выключателей.

Заготовка трасс проводок - включает заготовку отверстий для прохода проводов через стены; сверление или пробивание вручную гнезд под коробки для ответвления проводов, установку выключателей и розеток; пробивку борозд при помощи электромолотка или электрофрезы; установку конструкций: крюков для светильников, коробок под выключатели и для ответвления проводов и других крепежных элементов.

Групповой щиток					Групповая линия			Токоприём-ники			Расчётные данные			
№ по плану, тип, P _y , P _p , кВт; I _p , А	№ группы	Тип автомата	Ток тепловорас- цепителя	Ток электромаг.. расцепите	марка, число жил, площадь сечения проводники	способ прокладки	длина	Светильники, шт	Штепс. розетки, шт	Выключатели, шт	Мощность, кВт	Ток, А	Потеря напряже- ния, %	Фаза
ЩО32-21 A311 P _y =4.1 кВт P _p =3.4 кВт I _p =6.9 А		ВА47-29			АВРГ(2х4) АП-	на ско- бах	16							
	1		15		ПВС(2х2.5)	скрыто	50	16	1	7	1.4	6,3	0,6	А
	2	ВА47-29	15		ПВС(2х2.5)	скрыто	53	16	1	8	8	6,2	0,7	В
		ВА47-29			АВРГ(2х4) АП-	на ско- бах	27				1.3			
	2		15		ПВС(2х2.5)	скрыто	47	15	1	10	2	6.0	0.2	С
								ЯТП-0.25					24	

Рисунок 22. Принципиальная монтажная схема для расчета осветительной электропроводки санитарного пропускника

Прокладка проводов предусматривает: правку проводов путем протягивания провода через сухую тряпку, зажатую в руке электромонтажника (рис. 23, а); заготовку концов проводов и протягивание их в коробки (рис. 23,б); изгибание проводов на поворотах (рис. 23, в); прокладку проводов в готовых бороздах (рис. 23, г); прокладку проводов по стенам с "примораживанием" их алебастровым раствором (рис. 23, д).

Запрещается крепить провода скрытых электропроводок гвоздями. Прозвонку и подключение проводов выполняют после затвердевания алебастрового раствора в местах крепления проводов и коробок. Работы выполняют в следующей последовательности:

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

Мастер (бригадир) обязан до оштукатуривания стен и заделки борозд составить исполнительную схему проводок и акт на скрытые работы по монтажу электропроводок. По окончании штукатурных работ необходимо проверить жилы электропроводок на обрыв, присоединить и установить выключатели, штепсельные розетки, светильники. Монтаж скрытых электропроводок узловым методом. Монтаж электропроводок в жилых типовых зданиях рекомендуют вести узловым методом с изготовлением узлов на стендах в мастерских.

При подготовке заказа на стендовую заготовку необходимо проверить соответствие проекту фактических размеров помещений и их расположение.

На схеме электропроводок на плане выделяют узлы для размещения ответвительных коробок так, чтобы отходящие проводники протягивались не более чем через одно отверстие в стене. Затем вычерчивают эскизы всех узлов с

указанием числа и длины проводов, отходящих от узловой коробки до установочной арматуры.

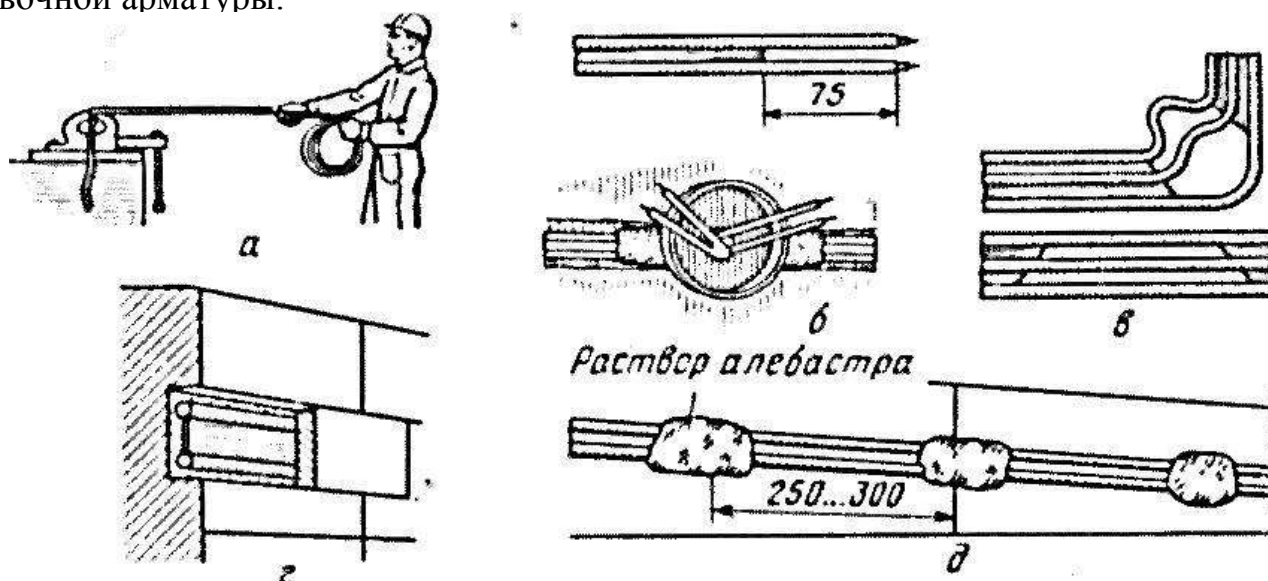


Рисунок 23. Прокладка проводов скрытых электропроводок: а - правка провода; б - протягивание проводов в коробку; в - изгибание проводов; г - прокладка в борозде; д - "примораживание" провода алебастровым раствором.

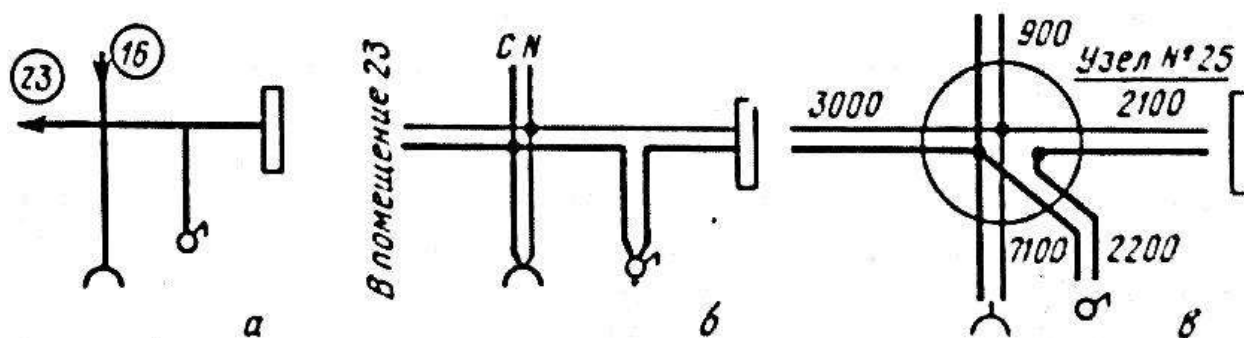


Рисунок 24. Схемы соединения осветительной электропроводки в узле № 25: а - однолинейная; б - многолинейная; в - соединение проводов в узловой коробке.

Например, для помещения № 25 (см. рисунок 21 в осях А-Б и 3-4) последовательность составления схемы соединений узла № 25 показана на рисунке 24, а, б, в. По схеме составляют спецификацию материалов.

Содержание отчета. 1. В соответствии с вариантом задания (таблица 8) составить схему соединений проводов в узлах электропроводки.

2. Составить спецификацию материалов арматуры для монтажа заданных проводов.

Таблица 8. Справочные данные для выполнения индивидуального задания

Порядковый номер студента в бригаде	Номера помещений (рисунок 21) для составления схем и узлов электропроводок
1	1, 2, 19, 20
2	3, 4, 8, 14
3	10, 11, 12, 13
4	16, 18, 21, 22

3. Заполнить протокол измерения сопротивления изоляции электропроводок.

Контрольные вопросы и задания.

1. Перечислите технические условия на монтаж электропроводок. 2. Перечислите требования к монтажу выключателей патронов, розеток. 3. Назначение и содержание проекта производства работ. 4. В чем заключается монтаж электропроводок промышленными методами? 5. Как составить схему соединений узла электропроводок?

Литература.

1. Ерошенко Г.П., Коломиец А.П., Кондратьева Н.П., Медведько Ю.А., Таранов М.А. Эксплуатация электрооборудования. – М.: КолосС, 2007. – 344 с.
2. Нестеренко В.М., Мысянов А.М. Технология электромонтажных работ. – М.: Академия, 2004. – 592 с.

Работа 7. ВВОДЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ДО 1 кВ В ЗДАНИЯ

Цель работы. Ознакомиться со способами и конструкциями вводов линий электропередачи в здания [6, 7, 11, 22]. Изучить типовой проект и освоить основные приемы монтажа вводов.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить типовой проект [11], образцы материалов и инструмент для монтажа вводов.

2. Выполнить монтаж ввода в здание и электроприемников.

3. Измерить сопротивление изоляции электропроводок и проверить непрерывность цепи зануления.

4. Под руководством преподавателя подключить ввод и электроприемники к сети, проверить на световой эффект.

Содержание работы и методика ее выполнения. Вводы воздушных линий электропередачи (ВЛ) в здания делят на два участка: ответвление от ВЛ до ввода — участок проводов от опоры ВЛ до ввода в здание; ввод в здание — участок от изоляторов на наружной стене здания до вводного устройства внутри здания.

Монтаж ответвлений от ВЛ. Устройство ответвлений, как правило, включают в проект на строительство ВЛ 0,38 кВ. Нормами [7, 11] определены минимальные расстояния от проводов ответвлений (как голых, так и изолированных) до проезжей части улиц и до пешеходных дорожек или тротуаров. Расстояние по вертикали от нижней точки проводов ввода до поверхности земли не меньше 2750 мм (рис. 25).

Если расстояние от опоры ВЛ до здания больше 10000 мм, то для ослабления натяжения проводов необходимо устанавливать подставную опору. Если это расстояние будет больше 25000 мм, то ответвление проектируют и строят по нормам на строительство ВЛ до 1000 В (см. работу 10).

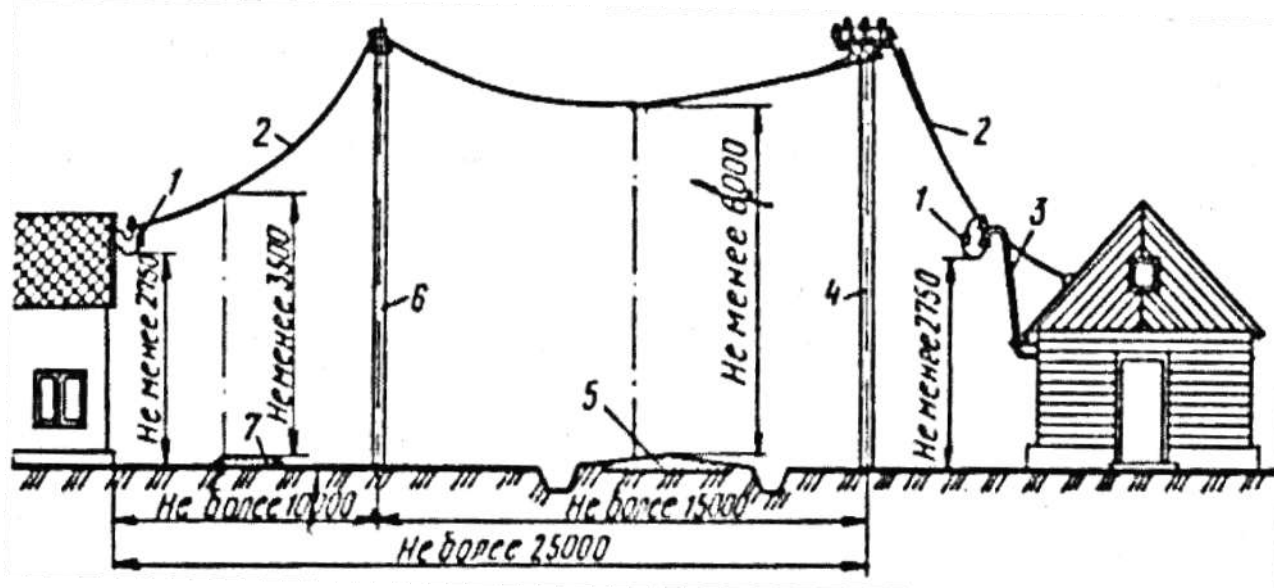


Рисунок 25. Схема ответвлений от ВЛ 0,38 кВ и вводов в здания.

1 - ввод; 2 - ответвление; 3 - трубостойка; 4 - опора; 5 - дорога; 6 - дополнительная (подставная) опора; 7 - тротуар.

Площадь сечения проводов ответвлений определяют проектом, но всегда при подвеске голых или изолированных алюминиевых проводов в пролете до 25 м их сечение должно быть не менее 16 мм².

Ответвления от ВЛ выполняют также кабельными линиями. В этом случае на опоре ВЛ устанавливают концевую мачтовую муфту, кабель прокладывают по опоре до перехода его в траншею. От случайных механических повреждений кабель защищают трубой или другой конструкцией на высоте до 200 мм.

Монтаж вводов в здания. Архитектурно-строительные отличия производственных и жилых зданий в каждом случае требуют устройства различных по конструкции вводов.

Вводы через стены зданий - получили широкое применение, они просты в исполнении, всегда находятся в поле видимости, удобны при обслуживании. При вводе в производственные и общественно-бытовые здания вводные изоляторы устанавливают на кронштейнах или на крюках. Расстояние между проводами у вводов, а также расстояние от проводов до выступающих частей зданий должно быть не меньше 200 мм. Разметка отверстий под крюки и воронки ввода показана на рисунке 26, а, б.

Концевые крепления алюминиевых многопроволочных проводов марок А-16...А-50 выполняют плашечными зажимами типа ПАБ составлением конца провода длиной не менее 200 мм для подключения ввода. Допускается концевое крепление проводов выполнять бандажной вязкой с соблюдением размеров и числа витков, указанных на рисунке (26, в, г). Недопустимо присоединение провода ввода непосредственно к натянутому проводу ответвления, так как это способствует обрыву проводов ответвления.

Вводы в здания выполняют только изолированными проводами. Каждый провод заключают в отдельную резиновую изоляционную трубку, как показано на рисунке 26, д. На концы трубок с наружной стороны здания устанавливают фарфоровые воронки таким образом, чтобы они находились на одной оси и были разнесены одна от другой в кирпичных стенах на 50 мм, в деревянных стенах на 100 мм. Внутри здания на трубки одевают втулки. Отверстия в стене заделывают алебастровым или цементным раствором.

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

Марки и площадь сечения проводов ввода указывают в проекте в зависимости от мощности приемников электроэнергии. По выбранной площади сечения проводов комплектуют остальные материалы, необходимые для устройства ввода [11]. Вводы через трубостойки - выполняют в тех случаях, когда высота зданий не позволяет обеспечить установленные Г1УЭ вертикальные габаритные размеры (см. рис. 25), например сараи, дворовые постройки колхозников.

По способу закрепления и прохода внутрь здания трубостойки подразделяют на: ввод трубостоек через стену; ввод трубостоек через крышу.

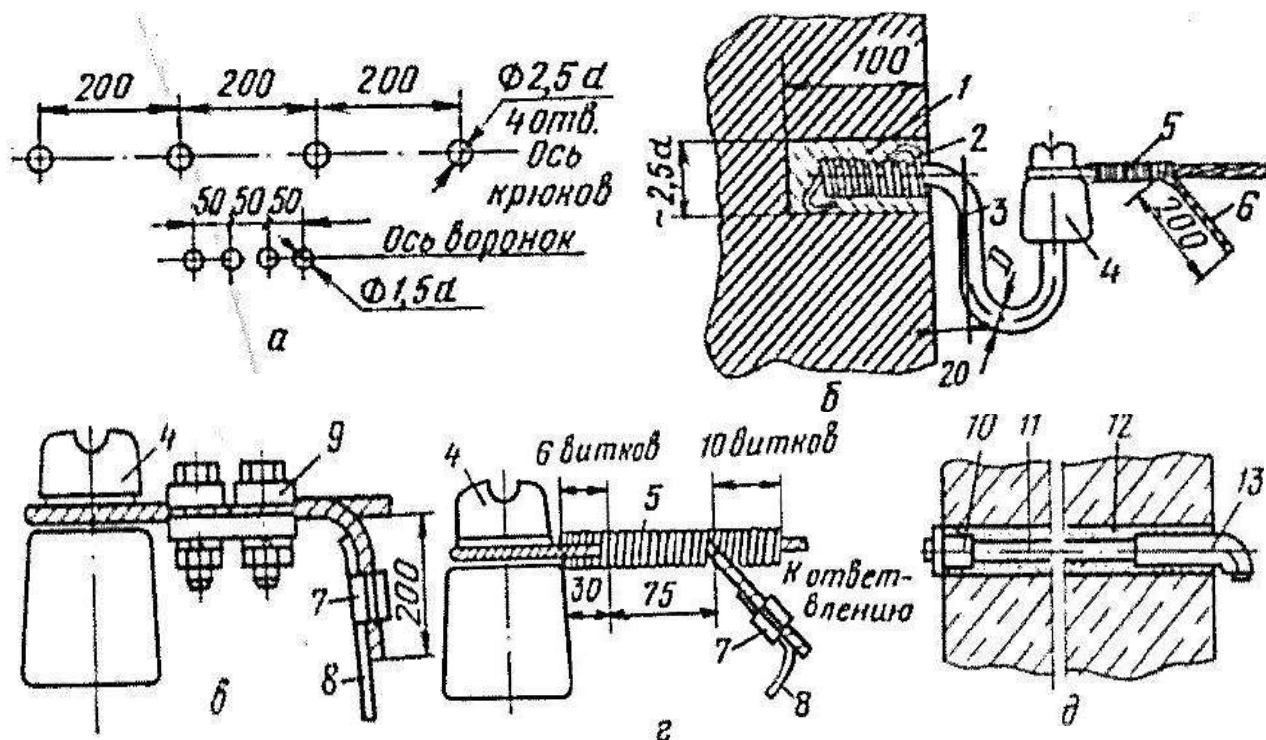


Рисунок 26.Монтаж элементов ввода:

а - разметка отверстий под четырехпроводный ввод; б - установка крюков и изоляторов; в - крепление провода к изолятору зажимом; г - крепление провода к изолятору вязкой; д - конструкция прохода через стену; 1 - цементный раствор; 2 - проволока; 3 - крюк; 4 - изолятор; 5 - вязка; 6 - провод для присоединения ввода; 7 - зажим ОАС; 8 - провод ввода; 9 - зажим ПАБ; 10 - втулка; 11 - трубка; 12 - цементноалебастровый раствор; 13 - воронка.

Ввод трубостойкой через стену (рисунок 27,а) более удобен. При монтаже трубостоек следят за тем, чтобы нижний горизонтальный конец трубы был установлен с уклоном 5° наружу, в нижней точке изгиба просверливают отверстие диаметром 5 мм для выхода конденсируемой влаги.

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

Трубостойки изготавливают по индивидуальным замерам в мастерских и доставляют на объект окрашенными внутри и снаружи с приваренным болтом для зануления и укомплектованными всем необходимым для монтажа. Перед установкой в трубостойку затягивают стальную проволоку для последующего протягивания проводов.

Верхний конец трубостойки двумя оттяжками из круглой стали диамет-

ром 5 мм крепят к стене или к стропилам крыши. Все болтовые крепления вводов должны выполняться с применением пружинящих шайб, предохраняющих гайки от самооткручивания при раскачивании трубостоек и проводов ветром.

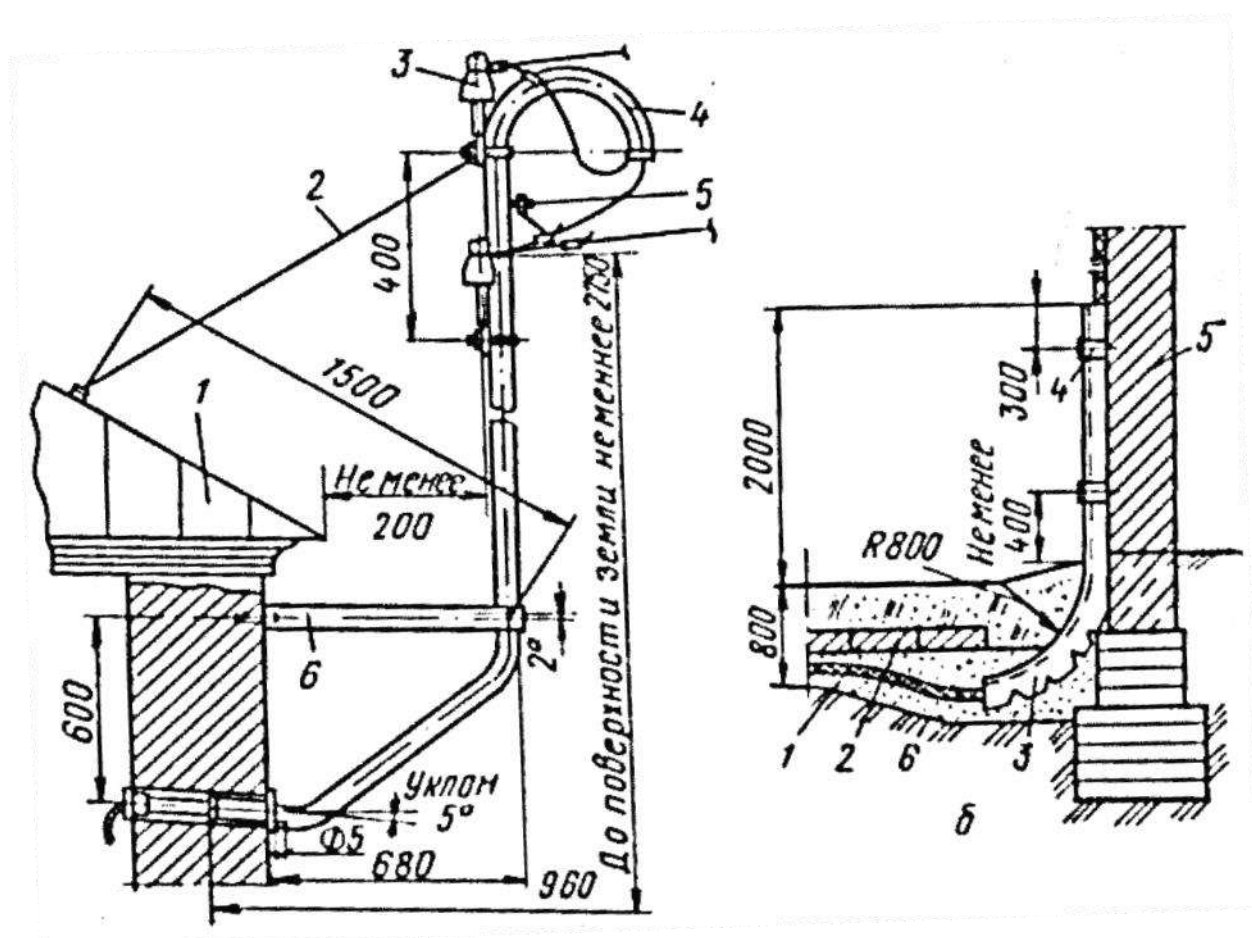


Рисунок 27. Конструкции вводов в здания:

а - ввод трубостойкой через стену: 1 - крышка; 2 - оттяжка; 3 - изоляторы; 4 - трубостойка; 5 - болт зануления; 6 - кронштейн; *б* - ввод кабелем: 1 - кабель; 2 - кирпич; 3 - уголок (швеллер); 4 - скобы; 5 - стена; 6 - мягкий грунт

Болтовые соединения смазывают защитной смазкой ЗЭС или техническим вазелином. Расстояние от самого нижнего проводника ввода через трубостойку до крыши должно быть не менее 2,5 м. Запрещается прокладывать голые или изолированные провода по крышам жилых зданий.

Трубостойки с элементами крепления их к зданиям относятся к ВЛ и должны обслуживаться эксплуатационным персоналом энергосистем и находиться на их балансе. Вводы тросовыми проводами марки АВТ имеют самую простую конструкцию. В местности, отнесенной по гололедности к I и II районам, применяют провод АВТ-1 с площадью сечения жил не менее 4 мм², в III и IV районах гололедности вводы выполняют проводом АВТ-2 (с усиленным тросом) сечением не менее 6 мм².

Для крепления провода АВТ на стене или трубостойке устанавливают только один изолятор, к которому плашечным зажимом крепят несущий трос, а

жилы без разрезания вводят в здание через отверстие в неразрезанной изоляционной трубке.

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

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

Вводы в здания кабелем - выполняют как ответвление кабелем (рис. 27,б) от опоры ВЛ или как продолжение кабельной линии. В траншее до ввода кабель прокладывают с соблюдением габаритных размеров и правил монтажа кабельных линий (см. рис. 17, в).

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

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

При выходе из траншеи на стену кабели должны защищаться от механических повреждений на высоте не менее 2 м от уровня земли, для этого можно использовать трубы или профильный металл (рис. 27, б). Защитную трубу или короб заглубляют в землю не менее чем на 0,3 м.

Проход кабелей через стены и перекрытия внутри зданий выполняют в отрезках стальных труб. В целях пожарной безопасности кабель, прокладываемый в помещении, освобождают от наружных горючих покрытий (например, джута). По сгораемым основаниям кабель прокладывают на расстоянии 50 мм от них. Проходы через стены для защиты от проникновения огня заделывают легкопробиваемым негорючим материалом (цемент с песком 1 : 10 или глина с песком 1 : 3 по объему). Вводы в здания заземляющих проводников. В электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью на вводах от ВЛ к электроустановкам, которые подлежат занулению, должны быть выполнены повторные заземления нулевого рабочего провода [12]. Для этого у ввода в здание монтируют заземляющее устройство.

Конструкцию и размеры заземляющего устройства определяют по проекту, однако площадь сечения заземлителей, выполняемых из полосовой стали, не должна быть меньше 48 мм^2 ($4 \times 12 \text{ мм}$), а из круглой стали диаметром не менее 10 мм.

Траншея для заземлителей должна располагаться в местах, редко посещаемых людьми (газоны, огражденные площадки с насаждениями), вдали от грунтовых пешеходных и проезжих дорог, не ближе 5 м от входов в здания и въездов во дворы, а также не ближе 3 м от водопровода, газопровода и других коммуникаций. Глубина заложения заземлителей не менее 0,7 м. Вертикальные и горизонтальные заземлителюсоединяют между собой в траншее только сваркой, они не должны иметь окраски или окрашиваться. Траншеи засыпают грунтом без строительного мусора.

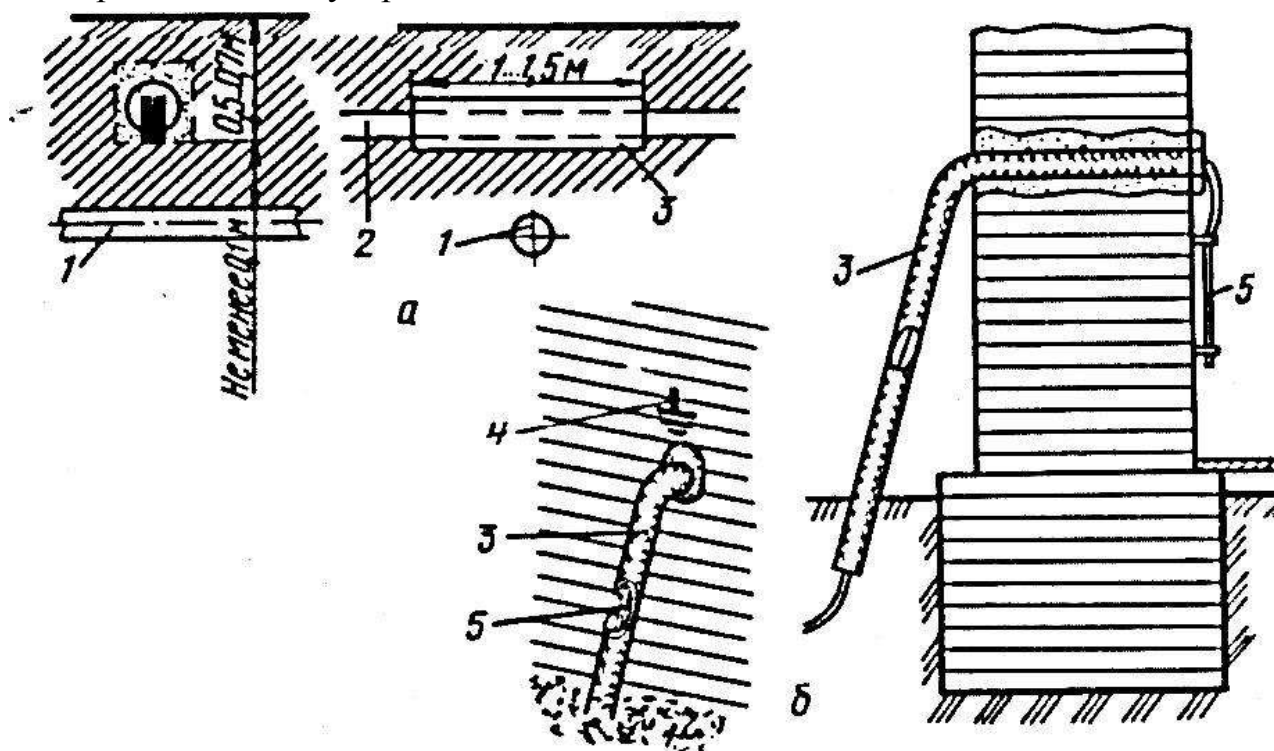


Рисунок 28. Монтаж вводов заземляющих проводников:

а - при пересечении кабелей; б - при вводе в здание: 1 - кабель; 2 - заземлитель; 3 - труба; 4 - опознавательный знак заземления; 5 - заземляющий проводник.

Заземлители и заземляющие проводники защищают от возможных механических повреждений при пересечениях подземных инженерных сооружений и на вводах в здания при помощи отрезков стальных труб (рис. 28). Места ввода должны обозначаться на стенах опознавательным знаком.

Содержание отчета. 1. Вычертить эскиз ввода в соответствии с вариантом задания (таблица 9) и составить указания по монтажу.

2. Составить заявку на материалы и инструменты для устройства ввода по заданию.

3. Заполнить протокол измерений сопротивления изоляции электропроводок и непрерывности цепи зануления.

Таблица 9. Справочные данные для выполнения индивидуального задания

Порядковый номер студента в бригаде	Вид ввода в здание	Высота стены, м	Число и площадь сечения проводов	Номер листа (ТП 3.407-82)
1	Воздушный на бетонную стену	4	4x25мм ²	3,5, 10, 11, 12
2	Трубостойкой через крышу	2,1	2x6 мм ²	25, 30, 41; 42
3	Кабельный через фундамент	3,5	3x16x1x10 мм ²	44,47,51
4	Трубостойкой через стену	3,3	4x10 мм ²	12, 25,34,41

Контрольные вопросы и задания.

1. Какие требования предъявляют к монтажу ввода в здание? 2. Назовите нормируемые габаритные размеры при устройстве ответвлений от ВЛ и воздушных вводов. 3. Расскажите правила ввода в здание заземляющих проводников. 4. Как выполняют вводы в здания кабелями? 5. Как выполняют гидроизоляцию воздушных и кабельных вводов через крыши, стены и фундаменты зданий?

Литература.

1. Анастасиев П.И., Фролов Ю.А. Воздушные линии до 1000 В. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 88 с.
2. Ерошенко Г.П., Коломиец А.П., Кондратьева Н.П., Медведько Ю.А., Таранов М.А. Эксплуатация электрооборудования. – М.: КолосС, 2007. – 344 с.
3. Магазинник Л.Т. Монтаж линий электропередач самонесущими изолированными проводами. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 77 с.

Работа 8. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЕЙ В УСТАНОВКАХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Цель работы. Изучить назначение и состав распределительных устройств сборного типа РУС [9, 13, 14, 23]. Ознакомиться с коммутационными аппаратами, встраиваемыми в ящики, и электрическими схемами. Научиться выполнять монтаж коммутационных аппаратов и вторичных цепей.

Порядок выполнения работы. 1. Проверить наличие аппаратов, первичных и вторичных цепей РУС.

2. Выполнить монтаж недостающих участков цепей и нанести маркировку на провода и планки.

3. Измерить сопротивление изоляции вторичных цепей.

4. Под руководством преподавателя подключить РУС к сети и электроприемнику, проверить работу.

Содержание работы и методика ее выполнения. Электроустановки состоят из совокупности машин, аппаратов, устройств, приборов, щитов и электрических цепей (шин, кабелей, проводов), которыми устройства соединены между собой.

В зависимости от назначения электрические цепи делят на первичные и вторичные. К первичным относят цепи, предназначенные для передачи и распределения электроэнергии электроприемникам (электродвигатели, электронагреватели и др.). К вторичным относят цепи, используемые для передачи токов управления, сигнализации, измерений.

Порядок соединения электрических устройств между собой определяется электрическими схемами. Наиболее часто используют схемы: принципиальные (полные), соединений (монтажные) и подключения.

Принципиальная схема (рис. 29) определяет полный состав элементов электроустановки и связей между ними и дает полное представление о принципах ее работы. Схему используют для изучения принципа работы установки. Электрические устройства и составляющие их элементы изображают на схемах условными графическими обозначениями, установленными ГОСТ и единой системой конструкторской документации (ЕСКД) [13,14].

Каждое устройство или элемент схемы имеет позиционное буквенно-цифровое обозначение, которое записывают справа от графического обозначения или над ним. Прописные буквы латинского алфавита указывают вид элемента и его функцию в схеме, а арабские цифры — его порядковый номер, например HL1 (см. рис. 29) - прибор световой сигнализации (лампа).

Сведения об элементах и устройствах схемы и расшифровку их позиционных обозначений помещают в перечне элементов на одном листе с принципиальной схемой. Кроме позиционных обозначений элементов на электрических схемах обозначают номера участков электрических цепей. Систему обозначений участков цепей называют маркировкой. Она служит для опознавания

(отыскания) участков цепей на схемах и в электрических установках при монтаже, наладке и ремонте электрооборудования.

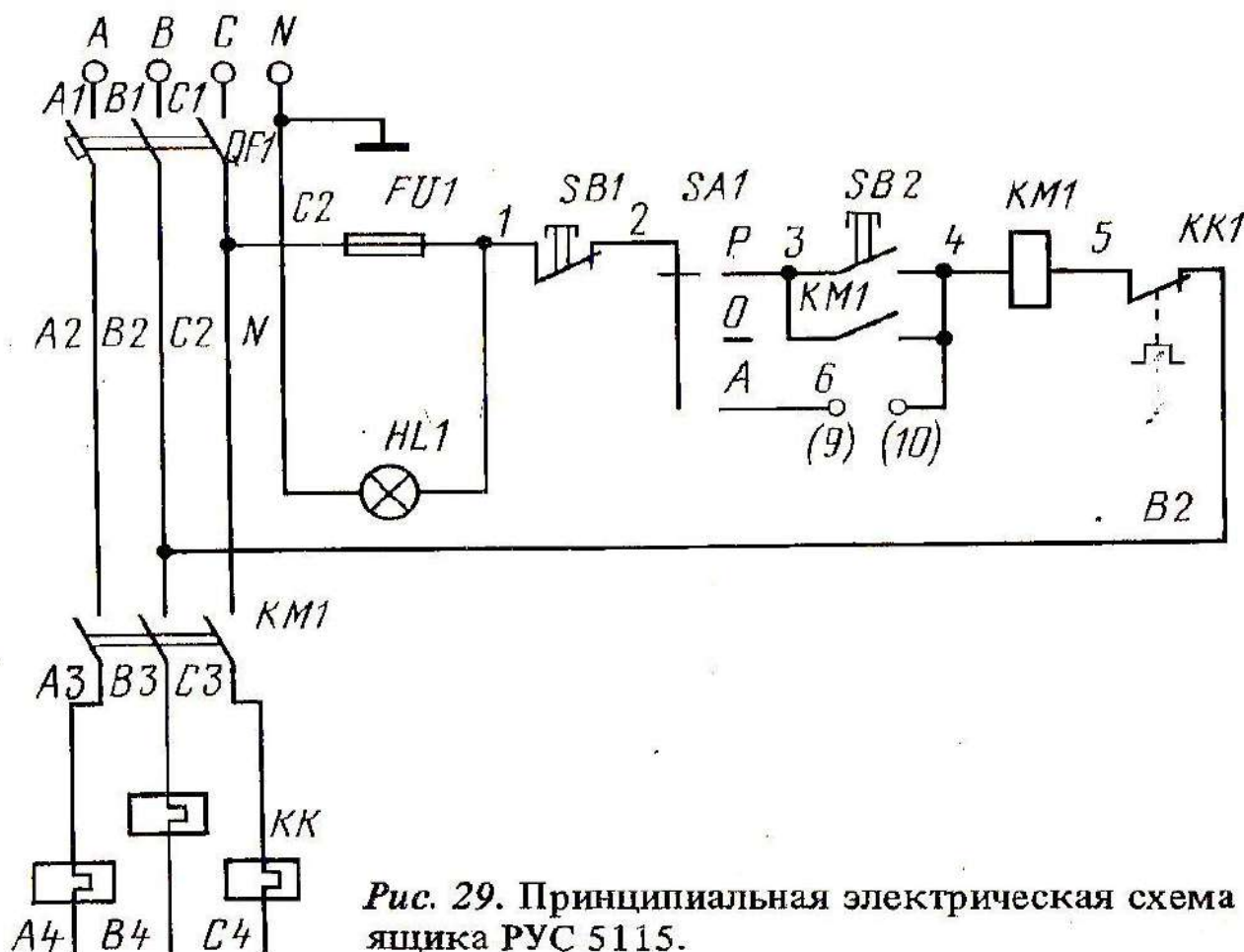


Рис. 29. Принципиальная электрическая схема ящика РУС 5115.

Первичные силовые или главные цепи переменного тока изображают на схемах жирными линиями, их маркируют буквами А, В, С, N, обозначающими фазы, и последовательными числами 1, 2, 3 и т. д., обозначающими номер участка цепи. Например, А2 обозначает: А - фаза, 2 - участок цепи.

Вторичные цепи изображают на схемах тонкими линиями, маркируют последовательными числами 1, 2, 3 и т. д. Участки цепей имеют разную маркировку, если они разделены контактами аппаратов, катушками, резисторами, лампами и др. Цепи, сходящиеся в один узел, считают одним участком цепи, они имеют одну маркировку, место соединения проводов на схеме изображают точкой.

Монтаж первичных и вторичных цепей выполняют в соответствии со схемой (рис. 30). Соединение электрических аппаратов и контактов между собой в монтажных схемах обозначают адресами. Адрес состоит из двух частей: первая включает знак позиционного обозначения, вторая — номер контакта, присвоенный заводом-изготовителем. На монтажных схемах заводские номера контактов проставляют в кружках, обозначающих контакты, или в скобках около контактов. Адрес записывают против обрыва проводника — это показывает позиционное обозначение и номер контакта того элемента схемы, к которому должен быть присоединен данный проводник.

Например (см. рис. 30), проводник А1, присоединенный к контакту 1 вы-

ключателя QF1, имеет адрес КМ1:1, который читается следующим образом: провод, отходящий от контакта 4 выключателя QF1, должен присоединяться к контакту 1 магнитного пускателя КМ1. У контакта 1 пускателя КМ1 пишут обратный адрес QF1: 4 указывающий, откуда к контакту приходит провод. Часто в проектах вместо **схемы** соединений составляют таблицу соединений по форме (таблица 10).

Таблица 10. Пример таблицы соединений.

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Марка провода, площадь сечения	Примечание
A1	-QF1:4	-КМ1:1	ПВГ (1,5 мм ²)	

В графе "обозначение провода" указывают обозначение участка провода по маркировке на принципиальной схеме (см. рис. 29). В последующих графах - адреса соединяемых элементов.

Схема подключения показывает, какие цепи и к каким зажимам устройства подключают провода и кабели внешнего монтажа. На рисунке 30 схема подключения объединена со схемой соединения ящика РУС.

Технические требования к монтажу. Щиты, ящики и другое оборудование должно поставляться заводами-изготовителями полностью смонтированными с аппаратами и приборами, прошедшими ревизию, регулировку и испытания.

Все аппараты перед установкой осматривают, проверяют их исправность, комплектность, соответствие паспортных данных проектным. Удаляют консервирующую смазку, опробывают от руки подвижность иметь маркировку, которую записывают на оконцевателях из пластмассы со вставной надписью или из полимерной трубки длиной 15...20 мм. Надписи на трубках-оконцевателях наносят с двух сторон несмываемыми чернилами. Маркировка на проводах должна соответствовать рабочим чертежам. Навешивать на провода бирки вместо оконцевателей запрещается.

Переключатели и ключи управления подключают в соответствии с диаграммой замыкания контактов, которую приводят на чертеже с принципиальной схемой.

Монтаж распределительных устройств серии РУС. Распределительные устройства РУС предназначены для ввода и распределения электроэнергии в производственных помещениях, управления электродвигателями и другими приемниками, учета электроэнергии, автоматизации технологических процессов.

Конструктивно устройства РУС выполнены в металлических ящиках со стандартными габаритными и установочными размерами. Это позволяет собирать из отдельных ящиков блочные распределительные устройства любых размеров и назначения.

Обозначение РУС расшифровывают следующим образом: Распределительное устройство сборное РУС.

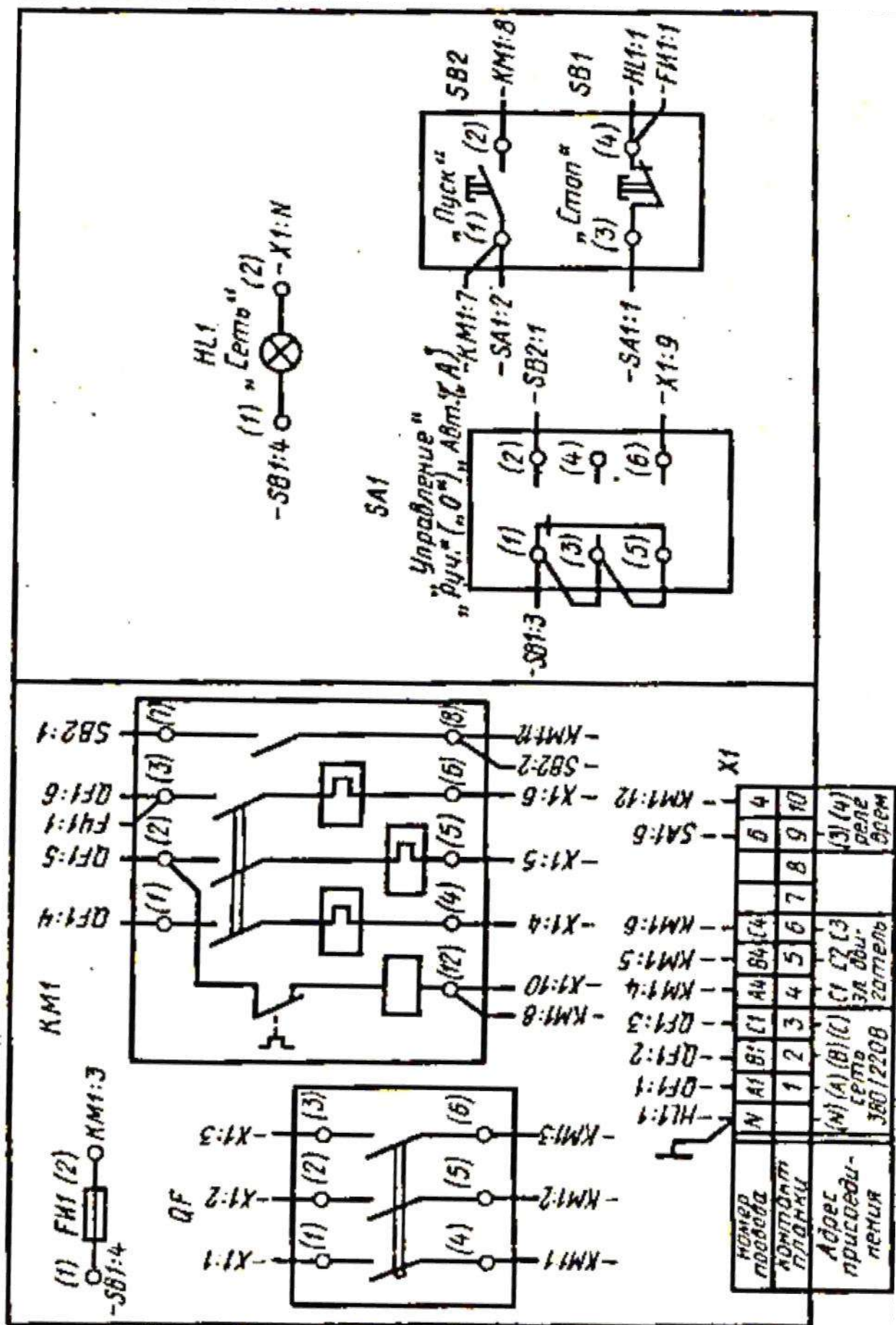


Рисунок 30. Электрическая схема соединений ящика РУС 5115. 52

Порядок выполнения работы.

1. Изучить типовые проекты, образцы материалов и инструмента для монтажа ВЛ.

2. Последовательность выполнения монтажа и наладки:

- прочитать принципиальные схемы РУС 5115 (см. рис. 29) и РУС 5407 (рис. 32) и отыскать в ящиках все аппараты, указанные на схеме;

- проверить первичные и вторичные цепи, а также контакты всех аппаратов, включенных в эти цепи;

- проверить исправность механической части аппаратов: включение и отключение без заеданий, срабатывание теплового реле при принудительном нажатии на биметаллическую пластинку, фиксацию положений рукояток;

- проверить исправность электрических цепей, замыкание и размыкание контактов индикатором с батарейками. При прозвонке на концы проводников нанести маркировку;

- измерить сопротивление изоляции вторичных цепей вместе с установленной в этих цепях аппаратурой. Вторичные цепи, рассчитанные на рабочее напряжение до 60 В, испытывают мегомметром на 500 В, а цепи, рассчитанные на напряжение свыше 60 В, — мегомметром на 1000 В.

До начала измерения изоляции в щитах, шкафах необходимо: проверить, на какое испытательное напряжение рассчитана изоляция проводов и аппаратов; снять предохранители и отсоединить нулевые защитные проводники от корпусов шкафа и аппаратов; очистить электрические цепи и контакты от пыли и загрязнений.

Сопротивление изоляции жил кабелей, проводов, обмоток измеряют по отношению к корпусам аппаратов и шкафов; между фазами в пределах одной цепи; между цепями, электрически не связанными одна с другой, например между первичными и вторичными цепями.

[illegible]

Рисунок 31. Структура обозначения автоматических расцепителей.

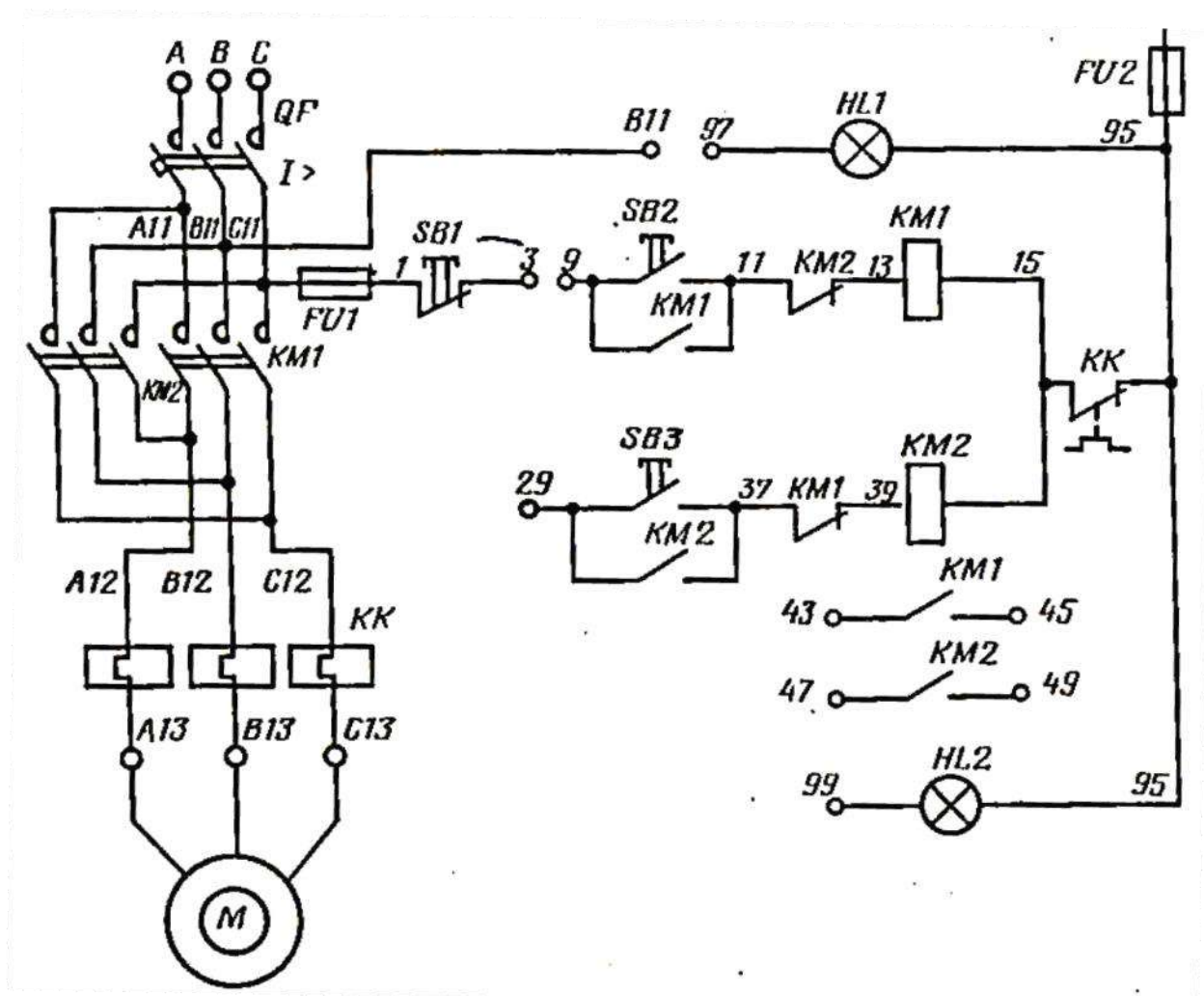


Рисунок 32. Принципиальная электрическая схема ящика РУС 5407.

Если сопротивление изоляции ниже 0,5 МОм, то участок с пониженной изоляцией разбивают на более мелкие элементы (отдельные проводники, обмотки и т. п.) и поочередно проверяют их сопротивление. Элемент с поврежденной изоляцией заменяют исправным и повторно измеряют сопротивление изоляции. Данные измерений заносятся в протокол.

Содержание отчета. 1. В соответствии с вариантом задания (таблица 11) составить таблицу соединений аппаратов.

2. Изложить требования ПУЭ [7,8] к монтажу аппаратов.

3. Составить заявку на материалы и инструмент.

4. Заполнить протокол измерения сопротивления изоляции.

Таблица 11. Справочные данные для выполнения индивидуального задания.

Номер записи студента в бригаде	Позиционное обозначение аппаратов (см. рис. 32) для составления таблицы соединений		
1	KM1	SB1	M
2	QF1	SB3	HL2
3	KM2	SB2	FU2
4	KK1	FU1	HL1

Контрольные вопросы и задания.

1. Каков порядок чтения принципиальной электрической схемы? 2. Как выполняют адресную маркировку электрических цепей? 3. Расскажите правила нанесения надписей на шкафах, аппаратах, цепях. 4. Расскажите технологию монтажа и присоединения к контактам вторичных цепей. 5. Как измеряют сопротивление изоляции вторичных цепей?

Литература.

1. Акимова Н.А., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. – М.: «Академия», 2008. – 304 с.
2. Нестеренко В.М., Мысьянов А.М. Технология электромонтажных работ. – М.: Академия, 2004. – 592 с.

Работа 9. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы. Ознакомиться с устройством электродвигателей и технологией их монтажа. Изучить типовой проект и освоить основные приемы монтажа электродвигателей [1, 3, 8,9,12,22].

Порядок выполнения работы. 1. Проверить электродвигатель и составить эскиз установочных размеров.

2. Установить двигатель и выполнить центровку валов.

3. Измерить сопротивление изоляции обмоток и электропроводок.

4. Под руководством преподавателя подключить двигатель к сети, выполнить зануление и проверить непрерывность его цепи, включить двигатель.

Содержание работы и методика ее выполнения. Устройство электродвигателя и его основные конструктивные элементы показаны на рисунке 33. Технические данные двигателей (мощность, напряжение, номинальный и пусковой ток, частота вращения и др.) указывают в паспорте, закрепленном на корпусе в виде таблички. В паспорте также указывают модификацию двигателя по исполнению и степени защиты от соприкосновения с токоведущими частями и от проникновения влаги. Тип двигателя для конкретного технологического механизма и условий работы выбирают в соответствии с проектом.

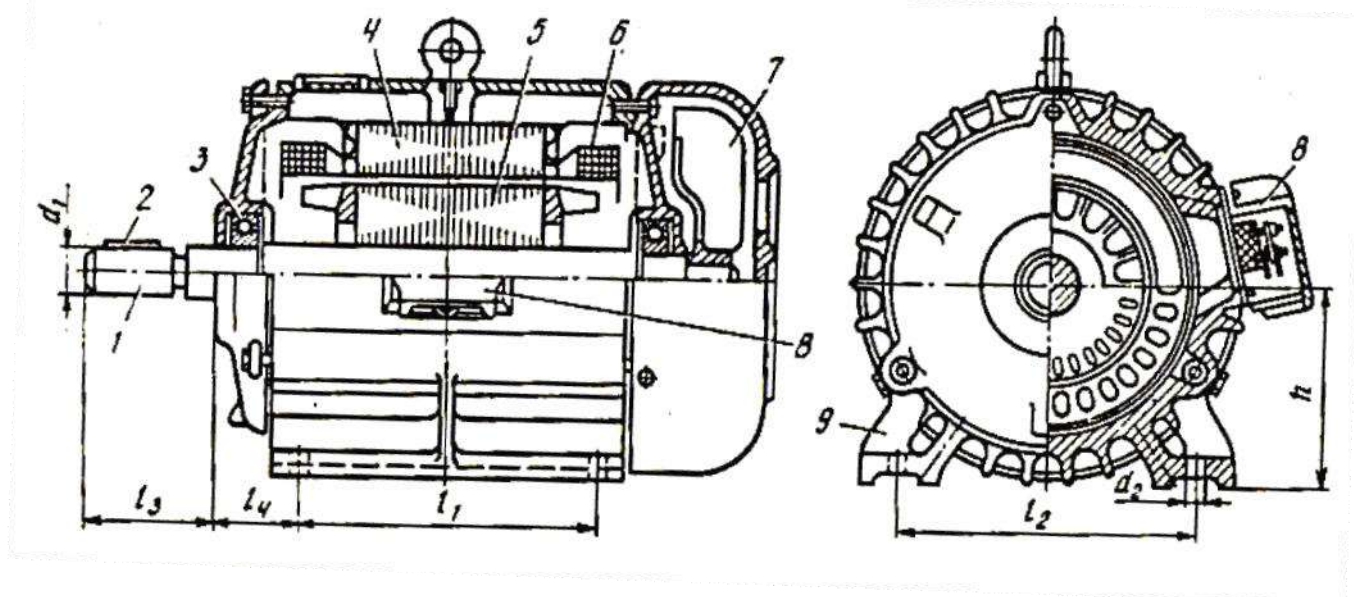


Рисунок 33. Устройство и установочные размеры электродвигателя серии 4А:

1 - вал; 2 - шпонка; 3 - подшипник; 4 - статор; 5 - ротор; 6 - обмотка; 7 - вентилятор; 8 - коробка выводов; 9 - лапа; l_1 , l_2 - продольное и поперечное расстояния между отверстиями в лапах; l_3 - длина выступающего конца вала; l_4 - размер выступающей крышки; h - высота оси вращения; d_1 , d_2 - диаметры вала и отверстия в лапах.

До начала монтажа необходимо изучить проект и получить от заказчика документацию на оборудование: технические условия, паспорт, инструкцию по монтажу и пуску, комплектуючую ведомость и др.

Помещения и фундаменты принимают под монтаж по акту. Фундаменты машин не должны соприкасаться с фундаментами колонн и других несущих конструкций зданий, чтобы им не передавалась вибрация машин. Не допускается связывать между собой фундаменты отдельных двигателей и соседних машин. Проходы для обслуживания между корпусами двигателей или частями зданий и оборудованием должны быть не менее 1 м.

В ходе приемки фундаментов проверяют: соответствие проекту их расположения и габаритных размеров, состояние бетона, расположение и габаритные размеры анкерных болтов или отверстий для них. Допускается отклонение строительных размеров от проектных: основных размеров фундамента в плане, ± 30 мм; осей анкерных болтов в плане, ± 5 мм; отметок верхних концов болтов, ± 25 мм.

Высота фундамента над полом должна быть 400 мм, но не меньше 100...150 мм. Для образования отверстий под анкерные болты используют деревянные клинья. Время выдержки бетонного фундамента до начала монтажа 10...15 дней.

Погрузочно-разгрузочные работы при монтаже оборудования, как правило, должны выполняться механизированным способом. При перемещении тяжестей необходимо соблюдать нормы подъема грузов (при возрасте старше 18 лет: женщины - 20 кг, мужчины - 50 кг). До начала работ проверяют исправность такелажа, расчищают пути перемещения груза, проверяют качество строповки. Подъем небольших двигателей (до 50 кг) при установке их на фундаменты вручную выполняют не менее двух человек. Запрещается выгружать с автомашин электродвигатели и другое оборудование сбрасыванием на землю.

Ревизия электродвигателей. Машины, полученные от заказчика или завода-изготовителя в собранном виде, на месте монтажа не разбирают. Перед установкой их расконсервируют (срок действия заводской консервации 3 года) и подвергают ревизии, включающей: внешний осмотр, отсутствие повреждений и загрязнений обмоток и корпуса; продувку двигателя сухим воздухом от пыли; снятие крышек подшипников и проверку заполнения смазкой (не более $\frac{2}{3}$ объема гнезда подшипника); проворачивание ротора (от руки); состояние коробки и контактных выводов; измерение сопротивления изоляции обмоток статора. Концы обмоток выводят в коробку выводов и обозначают буквами: начало обмотки первой фазы С1; второй С2; третьей С3, а концы обмоток соответственно С4, С5, С6. Обмотки соединяют в звезду или в треугольник.

Сопротивление изоляции асинхронных двигателей напряжением до 1 кВ измеряют мегомметром на 1 кВ (рис. 35, а, б). При температуре 10...30 °С сопротивление должно быть не меньше 0,5 МОм, если оно окажется меньшим - обмотки двигателя необходимо сушить.

Сушка электродвигателей. Способ сушки выбирают в зависимости от конструкции и мощности двигателя. Для двигателей мощностью до 15 кВт рекомендуют применять обогрев обмоток инфракрасными облучателями или лампами накаливания. Лампы располагают вблизи обмоток или внутри статора, а двигатель закрывают огнестойким кожухом с отверстиями для выхода испаряющейся влаги. Двигатели мощностью 15...40 кВт сушат горячим воздухом от тепловоздуховки Или теплом, выделяемым в обмотках при прохождении тока. Для этого затормаживают ротор и включают напряжение питания, пониженное До 12...15 % от номинального напряжения двигателя.

В обмотках устанавливают ток, равный 0,7 от номинального тока двигателя, в процессе сушки следят, чтобы температура обмоток не превышала 80...90 °С. Двигатели мощностью более 40 кВт сушат нагревом статора токами индукционных потерь (вихревыми токами). Режим сушки контролируют мегомметром и термометром. Сопротивление Изоляции измеряют через каждый час. Сушка считается законченной, если в течение 2...4 ч сопротивление изоляции не изменяется и равно не менее 1 МОм. По результатам сушки составляют протокол.

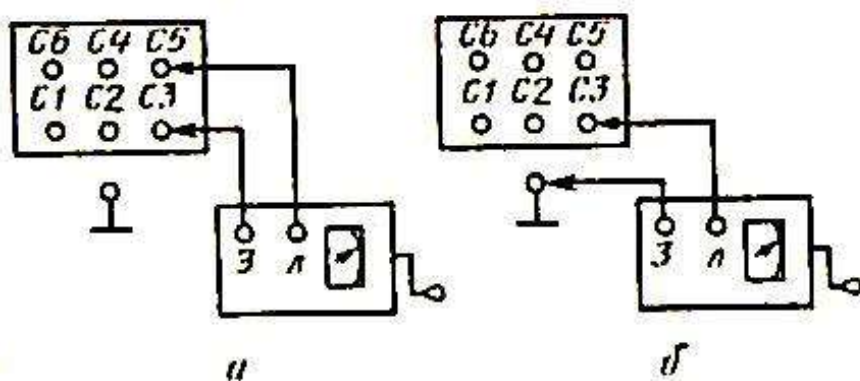


Рисунок 34. Измерение сопротивления изоляции мегомметром:
 а - между обмотками; б - между обмотками и корпусом.

Установка электродвигателей. Электродвигатели, входящие в комплект технологических механизмов (вентиляторы, насосы, дробилки и др.), монтируют организации, устанавливающие технологическое оборудование. На электромонтажников возлагается обязанность оценить состояние, выполнить ревизию, а в случае необходимости и сушку электродвигателей.

Для монтажа двигателя на основании размечают установочные размеры (см. рис. 33). При этом учитывают толщину прокладок (примерно 2...5 мм). Размечают отверстия для крепления салазок.

В соответствии с установочными размерами в отверстия фундамента монтируют анкерные болты, при установке болтов используют шаблон. Габаритные размеры болтов выбирают по проекту [9]. Фундамент очищают от грязи и промывают водой, цементный раствор готовят из расчета 1:1 по объему - чистый песок и цемент, заливку анкерных болтов осуществляют раствором.

Салазки и раму выравнивают при помощи прокладок по уровню в продольном и поперечном направлениях. Не допускается в качестве прокладок использовать дерево или кирпич. Продолжать монтажные работы или затягивать гайки болтов можно только через 10...15 суток.

Вал электродвигателя соединяют с валом рабочего механизма при помощи соединительной муфты, ременной или зубчатой передачи и другими способами. Соединительные муфты разделяют на жесткие, соединяющие валы жестко в единое целое, и на эластичные, допускающие боковые и угловые смещения валов в узлах сопряжения. Валы и муфты в местах посадки очищают от ржавчины керосином или наждачной шкуркой (№ 00 или 000), смазанной маслом. В шпоночную канавку закладывают шпонку, конец вала смазывают маслом. Полумуфту или шкив насаживают при помощи винтового приспособления или молотком, предварительно сняв крышку подшипника с противоположной стороны вала (рис. 35, а, б). При снятии шкива или полумуфты применяют и съемники (рис. 35, в). Если шкив, полумуфту насадить или снять трудно, их подогревают пламенем газовой горелки до 250...300°C.

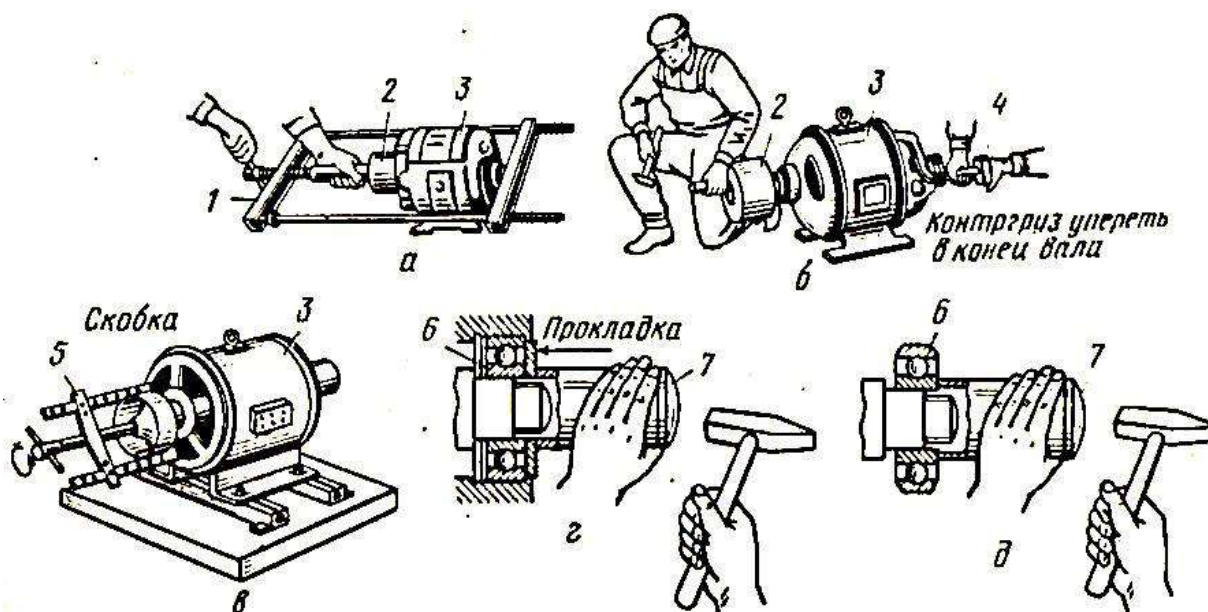


Рисунок 35. Способы насадки шкивов и подшипников на вал:

а — винтовым приспособлением; б - молотком с применением контргруза; в — снятие шкива съемником; г - посадка подшипника в гнездо; д - посадка подшипника на вал: 1 — винтовое приспособление; 2 - шкив; 3 - электродвигатель; 4 - контргруз; 5 - съемник; 6 - подшипник; 7 - труба с заглушкой.

При посадке новых подшипников их промывают бензином и смазывают минеральным маслом. Подшипник насаживают приспособлением из отрезка трубы с заглушкой (рис. 35, г, д). Для съема подшипников используют съемник с захватами. Если подшипник вставить или снять трудно, его подогревают горячим (100 °С) маслом.

Соосность валов машин устанавливают путем центрирования. Перед центровкой необходимо убедиться в плотности посадки полумуфт на валы (путем удара молотком по торцу полумуфты при одновременном обхвате рукой стыка

полумуфты с валом), проверить установку электродвигателя и машины по уровню, отсутствие биений при вращении валов. Валы центрируют при помощи скоб, укрепленных на полумуфтах (рис. 36). Замеры зазоров А и Б выполняют пластинчатым щупом в четырех точках через 90° при одновременном повороте валов. Корректируя положение двигателя, добиваются минимально допустимой разности замеров. Результаты заносят в таблицу 12.

Таблица 12. Форма заполнения таблицы результатов.

Зазоры, мм	Положение валов (град)			
	0	90	180	270
А				
Б				

Толщина прокладок должна быть не меньше 0,5 мм, а число укладываемых одна на другую - не более четырех. При сочленении машин эластичными муфтами разность показаний замеров зазоров в диаметрально противоположных точках на расстоянии 300 мм от оси вала для двигателей с частотой вращения 3000 и 1500 мин⁻¹ — не больше 0,08 мм.

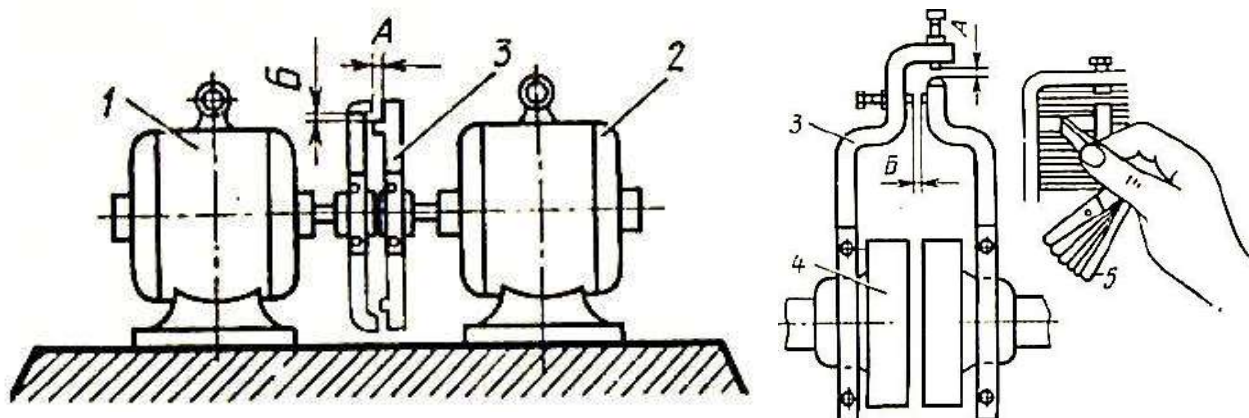


Рисунок 36. Центровка валов машины и электродвигателя:

1 - машина; 2 - скобы; 3 - двигатель; 4 - полумуфта; 5 - щуп.

При клиноременной передаче валы двигателя и механизма должны быть строго параллельны. Параллельность проверяют стальной струной или линейкой. Текстропный ремень выбирают по размеру канавки шкива. Выверенный двигатель закрепляют и окончательно проверяют сохранность центровки валов после затяжки гаек анкерных болтов.

Электропроводку для подключения двигателя к сети выполняют в стальных трубах или кабелем (рис. 37). Трубу подводят непосредственно к коробке выводов. Для соединения трубы с коробкой используют муфты и сгоны (рис. 37, а, б) или гибкие вводы (рис. 37, в).

Корпус электродвигателя обязательно должен зануляться (соединяться с нулевым проводом сети). В качестве зануляющего проводника используют четвертый провод в трубе или стальную трубу электропроводки, или отдельно

проложенный стальной проводник. Во всех случаях электрическая проводимость нулевого защитного проводника должна быть не меньше 50 % проводимости фазного провода. Проводники для зануления из круглой стали должны иметь диаметр не менее: 5 мм — при прокладке в здании, 6 мм — в наружных установках, 10 мм - в земле. К проводнику приваривают наконечник из полосовой стали с отверстием и присоединяют болтом с пружинящей шайбой к корпусу (рис. 37, г). Оборудование, подверженное вибрации, зануляют гибкой перемычкой (рис. 37, д).

Каждый электродвигатель и другое оборудование зануляют отдельным ответвлением от магистрали. Последовательное включение в нулевой защитный проводник нескольких электроустановок запрещается (см. рис. 37, г).

Для обеспечения безопасных условий эксплуатации установок их шкивы, муфты и другие движущиеся элементы ограждают кожухами, окрашенными в красный цвет.

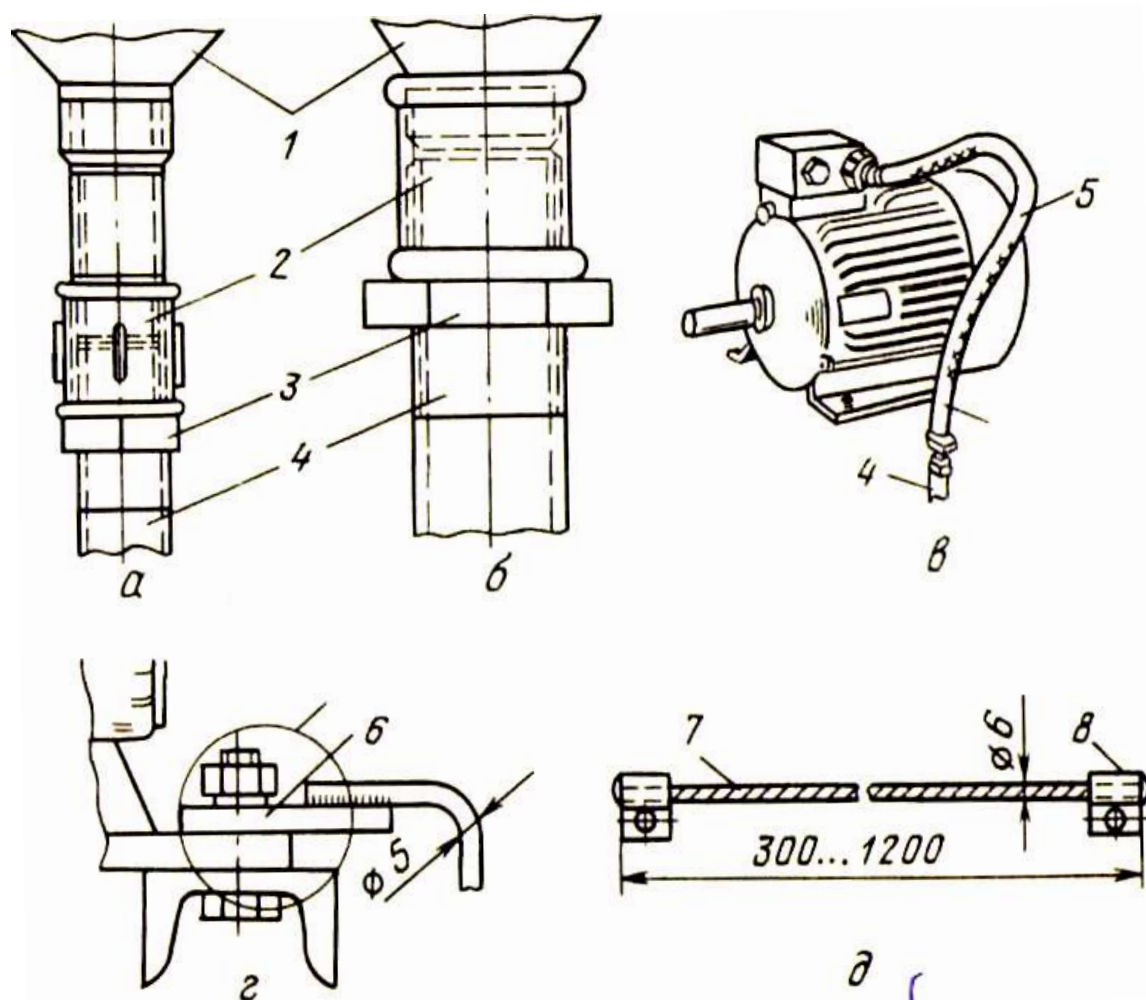


Рисунок 37. Способы подвода электропроводок и зануляющих проводников:

а - в трубах к двигателю мощностью до 5,5 кВт; б- в трубах к двигателю мощностью до 40 кВт; в- гибким вводом; г- подключение к корпусу зануляющего проводника; д - гибкой перемычкой для зануления; 1 -коробка; 2- муфта;

3- контргайка; 4 - трубы; 5 - гибкий ввод; 6 - шайба; 7 - стальной трос; 8 - флажок.

Качество монтажа электродвигателей проверяют включением в сеть холостую и под нагрузкой. Перед включением мегомметром измеряют сопротивление изоляции электропроводок и двигателя, проверяют исправность зануления и пускозащитных аппаратов.

При опробовании холостую двигатель отсоединяют от технологической машины и включают толчком в сеть. Не допуская полного раз-Эрота (25...30 % от номинальной частоты вращения), отключают и просушивают шумы в двигателе (не должно быть посторонних звуков). После пробного пуска двигатель включают на час и проверяют: отсутствие стуков и задеваний вращающихся частей, прочность крепления к основанию, степень нагрева подшипников (не более 95 °С), направление вращения ротора (при необходимости изменения направления вращения меняют местами два любых подводных провода в коробке).

При нормальной работе в холостом режиме двигатель соединяют с механизмом и испытывают под нагрузкой в течение трех часов. При этом виброметром измеряют вибрации двигателя в вертикальном, горизонтальном и осевом направлениях. Амплитуда вибрации должна быть не больше: 0,05 мм - для двигателей с частотой вращения 3000 мин⁻¹ и 0,1 мм - для двигателей с 1500 мин⁻¹.

В течение испытаний через каждые 30 мин измеряют температуру нагрева обмоток (не более 105 °С для двигателей с изоляцией класса А) и подшипников. Двигатель, прошедший испытания под нагрузкой, передают рабочей комиссии для приемосдаточных испытаний.

Содержание отчета.

1. В соответствии с вариантом задания (таблица 13) вычертить эскиз монтажа электродвигателя и пускателя. Составить указания по монтажу.
2. Составить заявку на материалы и инструмент для монтажа электродвигателя, пускателя и электропроводки между ними.
3. Заполнить ведомость центровки валов (см. таблица 12).
4. Заполнить протокол измерения сопротивления изоляции.

Таблица 13. Справочные данные для выполнения индивидуального задания.

Порядковый номер записи студента в бригаде	Мощность монтируемого электродвигателя, кВт	Способ установки	Марка пускового аппарата	Номер листа (ТП 4.407-36/70)
1	2,2	На консоли	АП-50	21.00; 21.50; 23.10
2	10	На раме	ПМЕ-222	21.00; 21.50; 22.30
3	17	На фундаменте	ПАЕ-332	21.00; 21.40; 22.20
4	22	На фундаменте	ПАЕ-422	21.00; 21.40; 22.10

Контрольные вопросы и задания.

1. Какие подготовительные работы предшествуют монтажу электродвигателей?
2. Расскажите последовательность ревизии электродвигателей.
3. Расскажите последовательность монтажа двигателей и центровки валов.
4. Как из-

менить направление вращения асинхронного двигателя и выполнить зануление? 5. Как опробовать двигатель вхолостую и под нагрузкой?

Литература.

1. Акимов Н.А., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. – М.: «Академия», 2008. – 304 с.
2. Котеленец Н.Ф., Акимов Н.А., Антонов М.В. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин. – М.: Академия, 2003. – 384 с.

Работа 10. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38 кВ

Цель работы. Изучить типовые проекты на железобетонные и деревянные опоры линий электропередачи напряжением 0,38 кВ. Ознакомиться с технологией сборки и монтажа опор и строительства линий [6, 8]. Научиться комплектовать материалы для строительства воздушных линий (ВЛ) по типовым проектам.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить типовые проекты, образцы материалов и инструмента для монтажа ВЛ.

2. Выполнить монтаж участка ВЛ и светильника для наружного освещения.

3. Измерить сопротивление изоляции линии и непрерывность цепи зануления.

4. Под руководством преподавателя подключить ВЛ к вводу в здание и проверить на световой эффект наружное освещение.

Содержание работы и методика ее выполнения. Основанием для строительства ВЛ служит проектно-сметная документация и проект организации строительства. План трассы ВЛ (рис. 38), чертежи пересечений инженерных сооружений и другие рабочие чертежи должны быть согласованы со всеми заинтересованными организациями. Срок действия согласований — 1 год.

Строительство ВЛ делят на два периода: подготовительный период - разбивка мест установки опор, рубка просек, комплектация материалов, развозка опор по трассе; основной период — развозка конструкций и проводов, сборка опор на пикетах, разработка котлованов, установка опор, монтаж проводов.

Сборка и установка опор ВЛ 0,38 кВ. Трасса ВЛ должна расчищаться для проезда транспорта и механизмов на ширину не менее 25 метров. Комплектация материалами и инструментом обеспечивается до начала строительства на 100 %. В случаях выполнения работ в зоне линий связи, автодорог, газопроводов и других инженерных сооружений, при вырубке леса и зеленых насаждений, а также при поправах посевов -обязательно получить от заказчика письменное разрешение на право выполнения работ в этой зоне с указанием сроков. Котлованы под опоры разрабатывают не раньше чем за сутки до их установки.

Порядок комплектации опор: сверяют место расположения пикета на местности с его расположением на плане ВЛ; планируют площадку для сборки опоры и установки крана; проверяют комплектность материалов, доставленных на пикет, их качество и соответствие чертежам.

У железобетонных опор и приставок проверяют марку, отсутствие трещин и раковин, наличие и состояние закладных деталей, наличие заземляющих и зануляющих проводников (при необходимости опоры ремонтируют); у деревянных опор - тип, марку и размеры элементов; у изоляторов и колпачков - тип и их число, чистоту и отсутствие на поверхности изолятора трещин, отколов, наличие резьбы; у металлоконструкций и метизов - их число и соответствие де-

талей опоре, качество сварки, качество резьбовых соединений (состояние и длина резьбы), наличие метизов (гайки, шайбы) и соответствие их болтам, качество покраски.

Технология сборки железобетонных опор включает: выкладку стойки так, чтобы центр тяжести располагался у пикета; крепление и заземление траверсы; установку колпачков и изоляторов; раскерновку и окраску резьбы.

Технология сборки деревянных опор: стойку и приставку выкладывают на деревянные прокладки, одновременно для вязки одевают проволоку; деревянные приставки крепят бандажами из оцинкованной проволоки, диаметром 4 мм по 6 витков, например, опоры ПН-1ДД; железобетонные приставки - хомутами, например, опоры ПН-1ДБ (рис. 39, а); устанавливают крюки, изоляторы в зависимости от назначения опоры, например, для одинарного или для двойного крепления проводов на пересечениях с линиями связи, дорогами и т. п. (рис. 39, б); присоединяют болтами подкос с последующей раскерновкой и покраской болтов (рис. 39, в).

Все конструктивные размеры при сборке выбирают по типовым проектам. Сборку опор поручают звену из двух электролинейщиков III и IV разрядов.

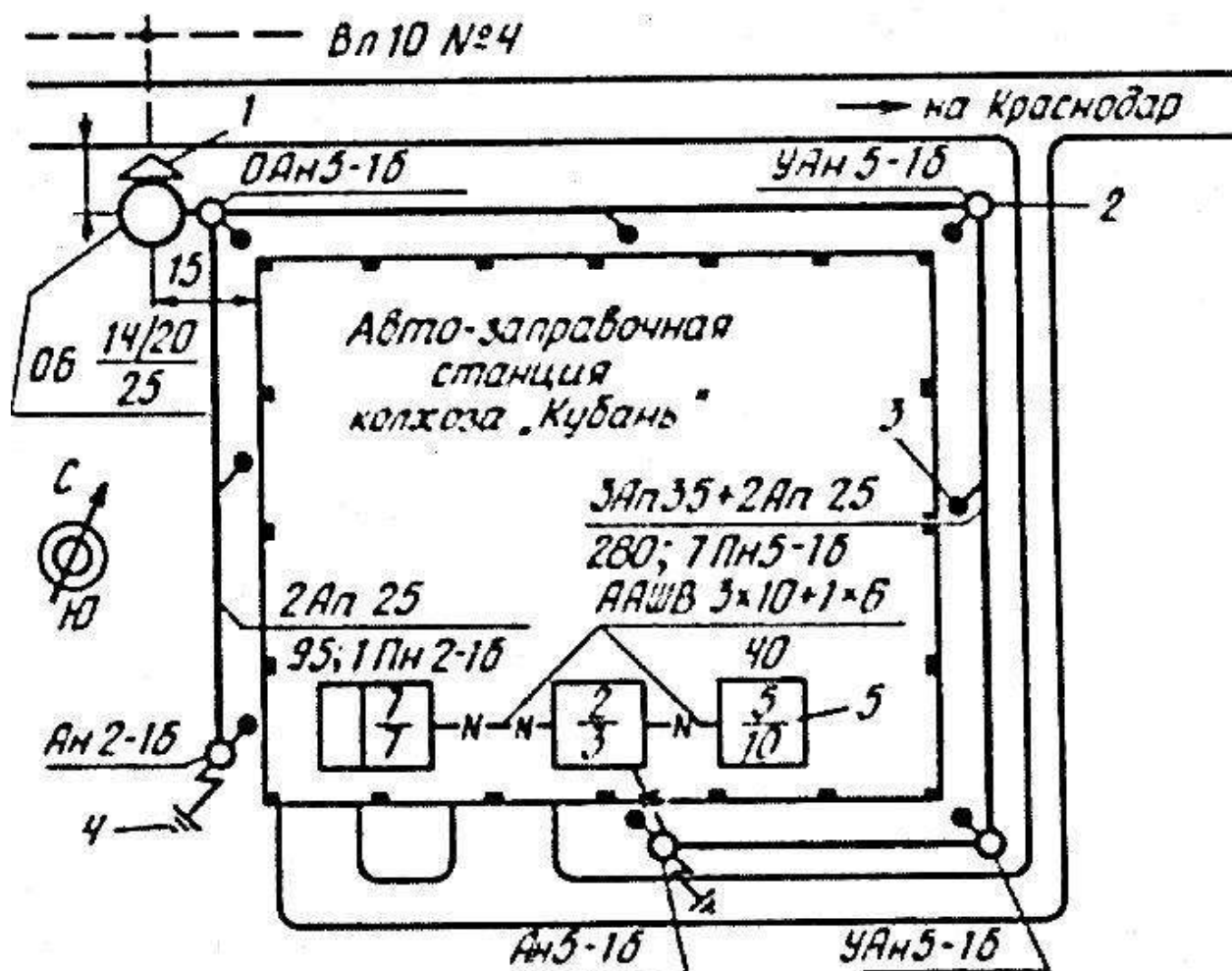


Рисунок 38. План расположения трассы ВЛ 0,38 кВ:

1 - трансформаторная подстанция; 2 - опоры ВЛ; 3 - светильники наруж-

ного освещения; 4 - заземление; 5 - приемники электроэнергии.

Бурение котлованов. Работой руководит электролинейщик III разряда. При установке сложных опор разбивают центры котлованов под подкосы: для угловых опор - по биссектрисе угла поворота линии; для концевых - вдоль трассы (рис. 40,а). Отрезок трассы I выбирают произвольно. При работе в зоне расположения инженерных коммуникаций (кабель, газопровод и др.) необходимо получить разрешение на земляные работы и пригласить представителя - владельца сооружения.

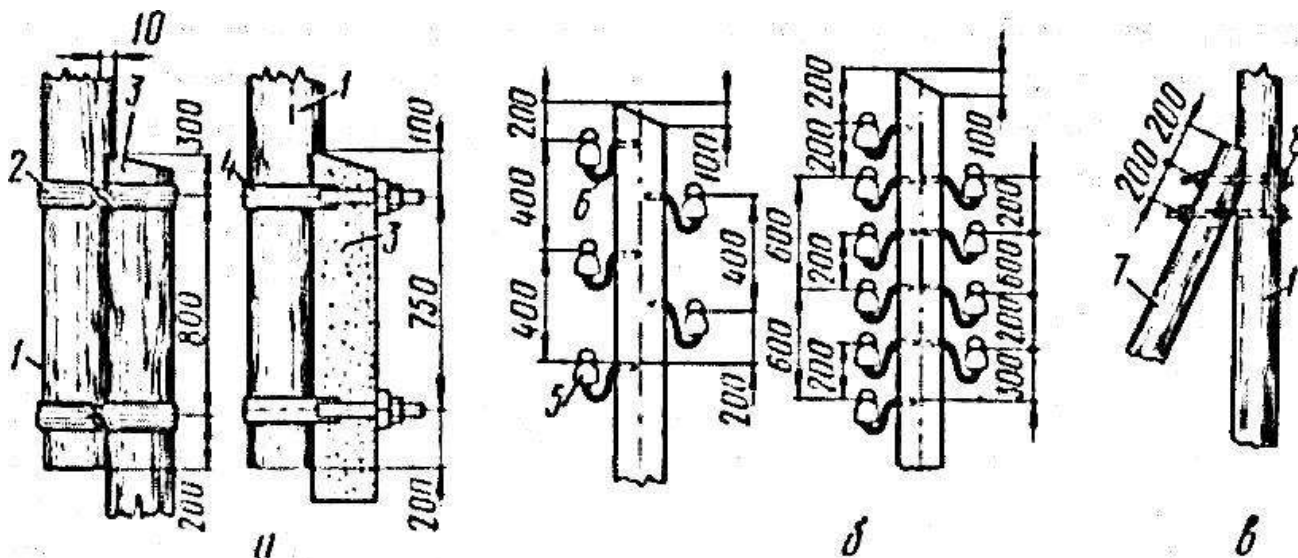


Рисунок 39. Технология сборки деревянных опор:

а - крепление деревянной и железобетонной приставок к стойке; б - установка крюков с изоляторами для одинарного и двойного крепления проводов; в - крепление подкоса к опоре;

1 - стойка; 2 - бандаж; 3 - приставка; 4 - хомут; 5 - изоляторы; б - крюки; 7 - подкос; 8 - болты.

При установке машины на пикет проверяют вертикальное положение штанги бура, при бурении котлована под подкос бур устанавливают под углом 15° . Электролинейщик должен находиться не ближе 2 м от бура (рис. 40,б). Котлованы роют вручную, придают им ступенчатую форму (рис. 40,в). Центр котлованов для промежуточных опор допускается смещать по оси трассы до 2 м. Установка опор. Звено состоит из пяти человек: звеньевой - электролинейщик IV разряда, два электролинейщика III разряда, машинист V разряда.

Способ закрепления опоры в грунте и ее заложение принимают по проекту. Перед установкой опоры проверяют: комплектность сборки, надежность крепления конструкций, отсутствие посторонних предметов, наличие и состояние стропов, тросов, ухватов. Машинист приводит машину в положение для установки опоры. На опору одевают строп и крепят "удавкой". Электролинейщики занимают места в безопасной зоне (рис. 42, а) и выполняют пробный подъем на 0,3 м над землей. Звеньевой проверяет качество сборки и строповки.

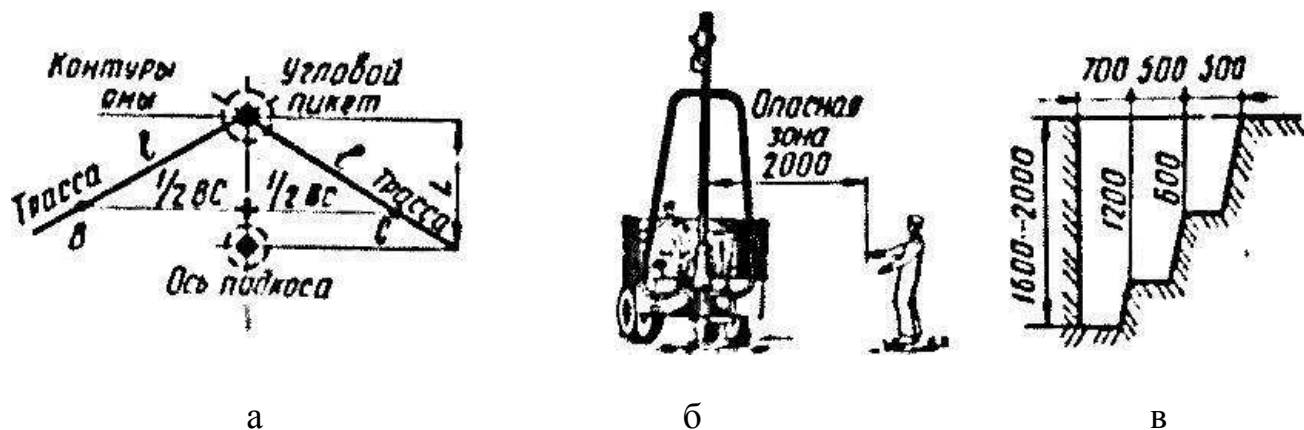


Рисунок 40. Рытье котлованов под опоры: а - разбивка центров котлованов для угловой опоры; б - установка машины на пикет; в - размеры котлована для установки опоры.

По команде звеньевой опору поднимают и ухватами направляют в котлован. Звеньевой отвесом проверяет вертикальное положение опоры и ее установку в створе, придерживаясь допустимых отклонений от вертикального положения — 0,01 м на 1 м высоты. Опоры, а выхода опоры со створа линии — не более 0,1 м (рис. 41, б).

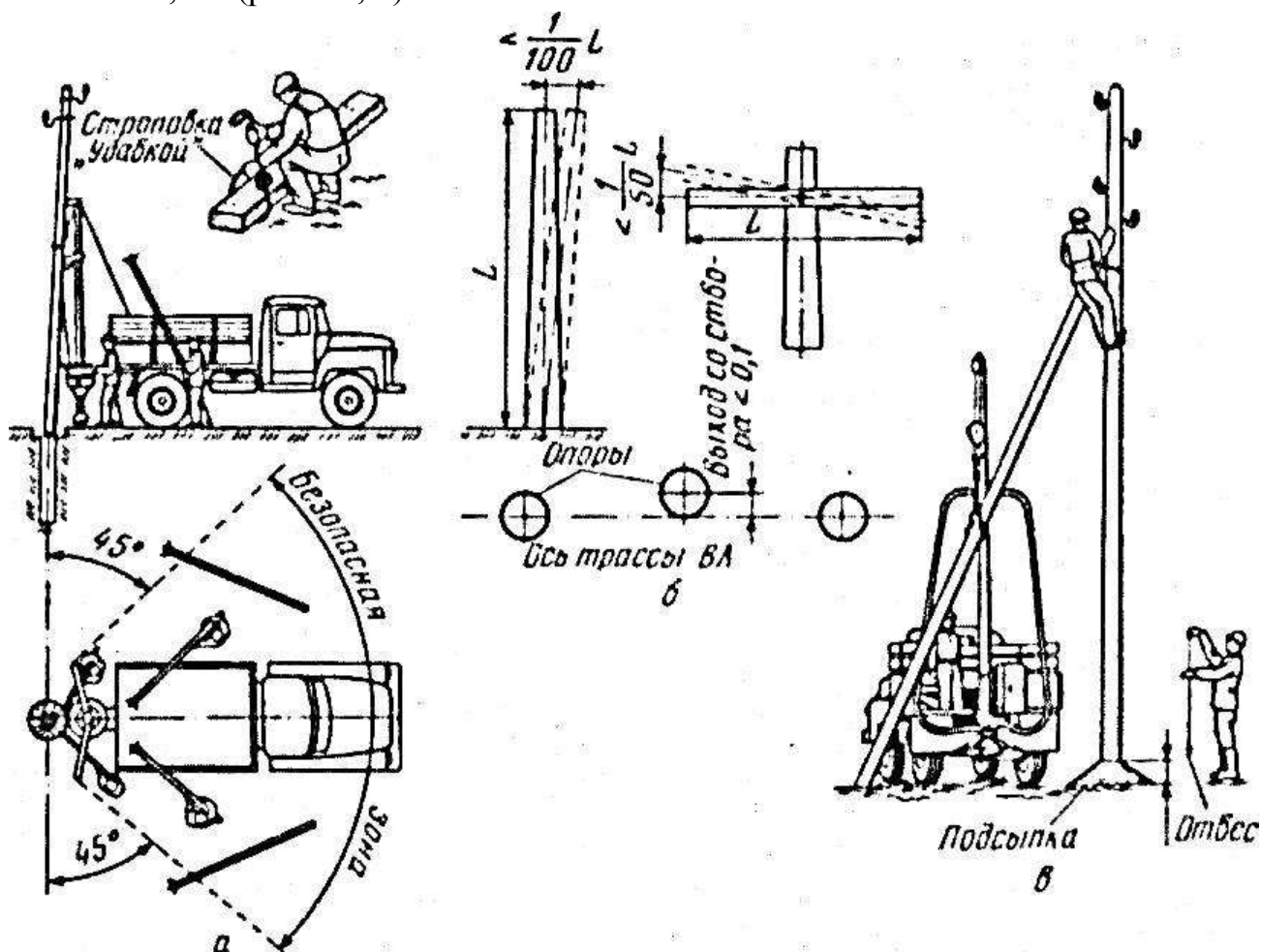


Рисунок. 41. Монтаж опор:

а— установка опоры; б- допустимые отклонения положения опоры и траверсы; в- установка подкоса.

Траверсы и крюки должны быть перпендикулярны оси линии, допускается отклонение траверсы от горизонтали не более 0,02 м на 1 м ее длины $L_{\text{траверсы}}$. Котлован засыпают грунтом с послойным трамбованием через 0,20...0,30 м. Стропы разрешается снимать после засыпки $\frac{2}{3}$ глубины котлована. Подсыпают опору не менее чем на 0,2 м. На опоры несмываемой краской при помощи трафаретов наносят порядковые номер и год установки (рис. 41, в).

Заземление опор. На линиях 0,38/0,22 кВ с глухозаземленной нейтралью все металлические элементы железобетонных опор и металлические элементы деревянных опор, на которых монтируют повторное или грозозащитное заземление, подлежат заземлению и соединению с нулевым проводом ВЛ.

В качестве заземляющих проводников используют арматуру железобетонных опор или специально проложенные по опоре проводники, к которым присоединяют металлические элементы в процессе сборки (рис. 42). Расстояние между заземлителями должно быть не меньше длины l заземлителя. Глубина заложения горизонтального заземлителя в траншее 0,7 м, а в пахотном слое - 1 м. Глубина погружения вертикального заземлителя не менее 2,5 м.

Все соединения заземляющих проводников сваривают, места сварки закрашивают. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 30 Ом.

Монтаж проводов ВЛ 0,38 кВ. Трасса должна быть полностью подготовлена к монтажу проводов: вырублены и расчищены просеки, переустроены пересекаемые линии, установлены защитные устройства через дороги и другие сооружения, проверено качество закрепления опор в грунте. Готовность трассы проверяет ИТР (мастер или прораб).

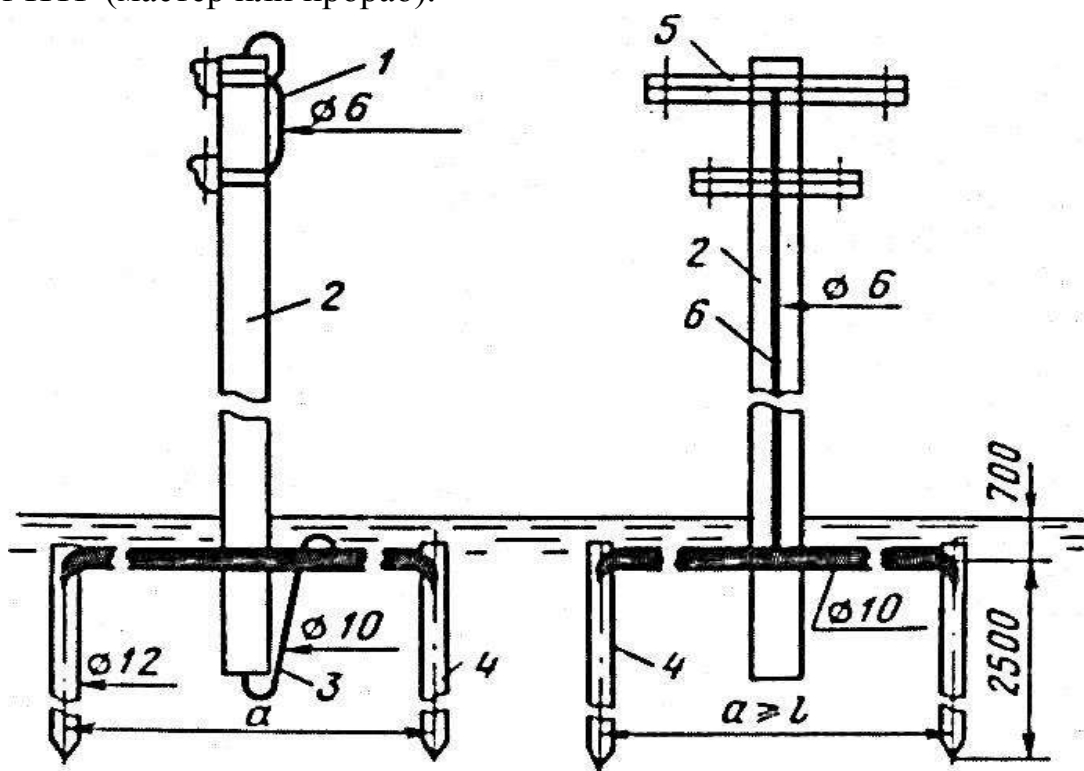


Рисунок 42. Заземление опор:

1, 3 - заземляющие проводники соединены с арматурой опоры; 2 - опора; 4 - заземлитель; 5 - траверса; 6 - заземляющий проводник проложен по опоре.

К монтажу проводов разрешается приступать только после устранения обнаруженных недоделок и получения письменного разрешения от лица, ответственного за установку опор. При монтаже проводов должны соблюдаться установленные ПУЭ расстояния от проводов до ближайших инженерных сооружений, древесных насаждений и земли.

Бригаду для монтажа проводов делят на звенья, которые последовательно выполняют операции: первое звено — раскатывает и соединяет провода второе — поднимает провода на опоры; третье — натягивает, регулирует и вяжет провода.

Порядок раскатки проводов. До погрузки барабана с проводом в машину проверяют площадь сечения провода и исправность барабана. Перевозить барабаны с проводом разрешается только в вертикальном положении с креплением в кузове растяжками. Разгружают барабаны грузоподъемными механизмами и устанавливают: на домкраты или на лаги впрямок так, чтобы провод сходил сверху. Запрещается разгружать барабаны сбрасыванием.

Раскатывают провода по трассе одним из способов: по раскаточным роликам, временно устанавливаемым на опорах, автомашиной с раскаточного устройства. Запрещается раскатывать провода волочением по земле.

Соединение проводов. При скручивании в овальных соединителях подбирают соединитель по площади сечения провода, зачищают его внутри стальным ершиком под слоем кварцевазелиновой пасты, обрезают провода, зачищают их под слоем пасты и вводят в соединитель, скручивая приспособлением типа МИ-189 4 раза (рис. 43, а). Болтовыми зажимами соединяют провода на опорах при отсутствии на них механических нагрузок (например, в петлях анкерных опор).

Подъем проводов на опору. Осуществляют механизмами или вручную. Запрещается поднимать провод на плечах или крепить к монтажному поясу при подъеме на опору.

Натяжка и регулирование проводов. После раскатки проводов их, насколько возможно, подтягивают вручную. Затем на провод устанавливают плащечный или клиновой зажимы (рис. 43, б). К зажиму крепят стальной трос, присоединенный к автомашине или другому механизму, которым натягивают провода.

Звеньевой по проекту определяет длину стрелы провеса проводов для конкретных условий монтажа. При выборе стрелы провеса учитывают: климатический район по гололеду и ветру, марку и площадь сечения проводов, длину пролета и температуру воздуха в момент регулирования провеса. Фактическую длину стрелы определяет (визирует) электромонтер, находящийся на опоре, при помощи двух мерных реек (рис. 43, в). Сначала провод натягивают так, чтобы стрела провеса оказалась на 20 % меньше заданной проектом, а затем отпускают до проектной отметки. Отклонение допускается $\pm 5\%$.

Стрелу провеса остальных проводов регулируют путем сравнения на глаз со стрелой провеса первого провода. Разрегулирование проводов допускается не более 10 % от проектной стрелы провеса.

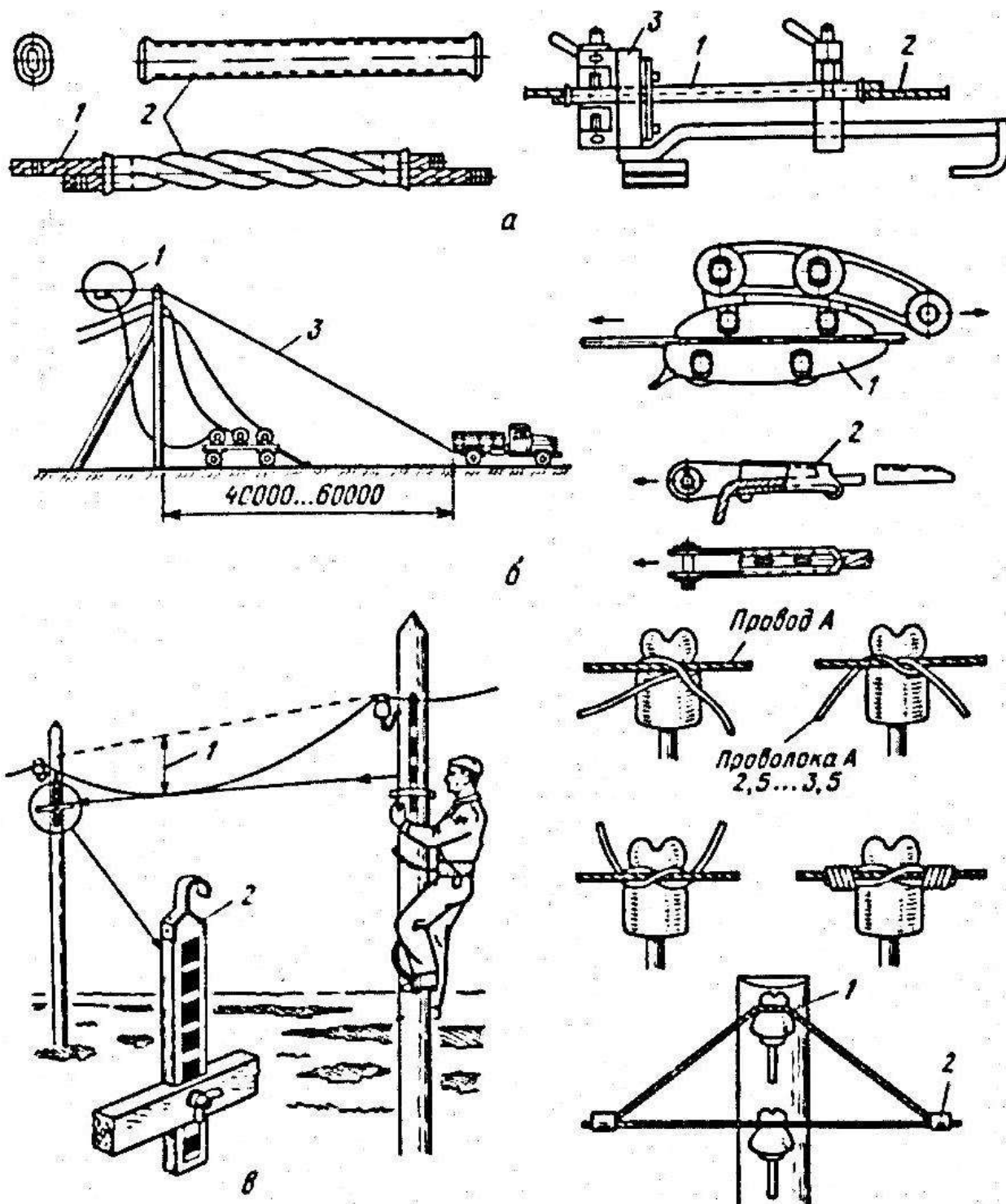


Рисунок 43. Монтаж проводов:

а- соединение проводов скручиванием: 1 - провод; 2 - овальный соединитель; 3 - приспособление МИ-189; б - установка тягового механизма и зажимов на проводе: 1 - плашечного; 2 - клинового; 3 - тяговый трос; в - регулирование стрелы провеса; 1 - стрела провеса; 2 - рейка; г - боковая вязка к изоляторам и двойное крепление проводов на опоре: 1 - вязка; 2 - зажим.

Крепление проводов к изоляторам. Первоначально провода крепят на концевых и анкерных опорах при помощи плашечных зажимов типа ПАБ или боковой вязки проволокой. Алюминиевые провода вяжут только алюминиевой проволокой диаметром 2,5...3,5 мм. На промежуточных опорах провода крепят вязкой (рис. 43, г), прочность крепления не должна превышать 1500 Н.

В пролетах пересечения инженерных сооружений выполняют двойное крепление проводов вязкой или зажимами. Включение ВЛ под напряжение проводит эксплуатационный персонал заказчика после получения разрешения энергоинспекции.

Содержание отчета. 1. В соответствии с вариантом задания (табл. 14) вычертить эскиз пролета ВЛ0,38 кВ, ограниченный опорами, с указанием сборочных и монтажных размеров, всех элементов участка ВЛ и стрелы провеса.

2. Составить технические требования на монтаж заданного пролета.

Составить заявку на материалы и инструменты.

Таблица 14. Справочные данные для индивидуального задания.

Номер записи студента в бригаде	Характеристика пролета ВЛ и условия монтажа проводов				
	толщина гололеда, мм	тип опорограничивающих пролет	марка провода	длина пролета, м	температура, С
1	10	УПн4-2б Он4-2б	Ан-35	40	-10
2	20	АКн5-1дб ППн5-1дб	Ас-50	50	25
3	5	УАн2-1б Пн2-1б	Ан-25	40	-20
4	15	УАн2-1д ОАн2-1д	А-35	25	10

Контрольные вопросы и задания.

1. Какие требования предъявляют к качеству опор, конструкций, изоляторов и проводов? 2. Расскажите о порядке установки опор ВЛ и допустимых отклонениях от норм. 3. Как устроены заземления и зануления опор ВЛ? 4. Как выбирают и визируют стрелу провеса проводов? 5. Как ведут монтаж проводов при пересечениях инженерных сооружений?

Литература.

1. Анастасиев П.И., Фролов Ю.А. Воздушные линии до 1000 В. – М-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 88 с.
2. Магазинник Л.Т. Монтаж линий электропередач самонесущими изолированными проводами. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 77 с.
3. Короткевич, М. А. Монтаж электрических сетей : учеб.пособие / М. А. Короткевич. - Минск :Выш. шк., 2012. - 512 с. : пл

Работа 11. МОНТАЖ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Цель работы. Изучить типовые проекты на установку комплектных трансформаторных подстанций [8, 10, 22]. Ознакомиться с устройством и технологией монтажа КТО. Научиться выполнять ревизию и заказы на комплектующие конструкции для КТО.

Порядок выполнения работы. 1. Изучить типовой проект [10] и принципиальную электрическую схему КТО.

2. Провести ревизию КТО, составить ведомость дефектов.

3. Выполнить монтаж недостающих аппаратов и участков цепей в шкафу низковольтного оборудования.

4. Измерить сопротивление изоляции оборудования и проводок, проверить непрерывность цепей заземляющих и нулевых защитных проводников КТО

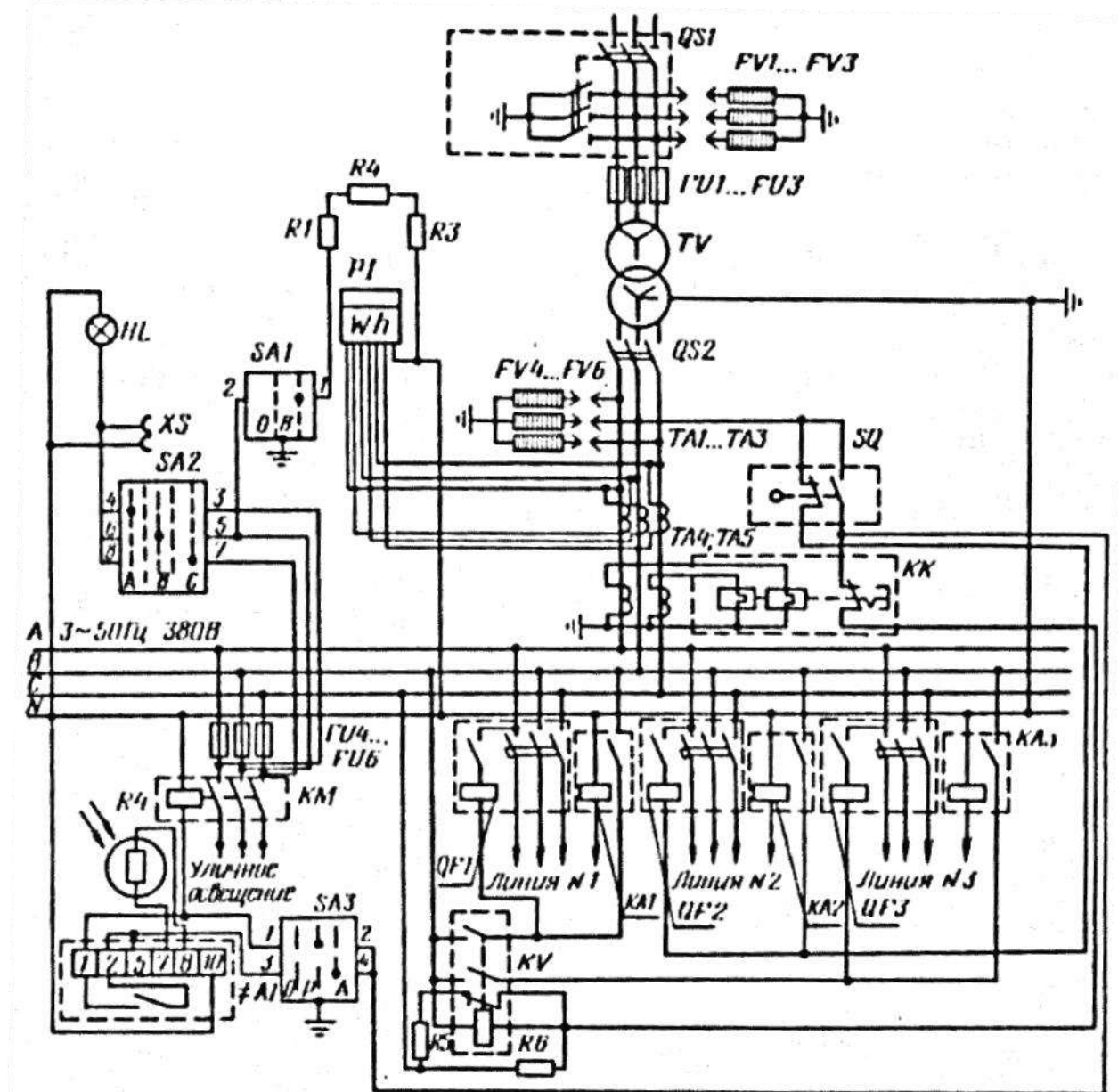


Рисунок 44. Принципиальная электрическая схема КТП 10/0,4 кВ мощностью 63... 160 кВ · А.

Содержание работы и методика ее выполнения. Трансформаторной подстанцией (ТО) называется электрическая установка, предназначенная для преобразования электрической энергии из одного напряжения в другое и распределения ее потребителям. ТП, изготовленная в заводских условиях в виде готового блока, называется комплектной трансформаторной подстанцией (КТП).

Конструкция КТП включает три основных части: силовой трансформатор, шкаф высоковольтного оборудования (10 кВ), шкаф низковольтного оборудования (0,38/0,22 кВ). Электрическое соединение оборудования внутри подстанции и подсоединение к нему отходящих линий показано на схеме (рисунок 44). Наименование и функциональное назначение оборудования КТП, изображенного на схеме, приведены в таблице 15.

Ревизия оборудования КТП. Ревизию КТП проводят при получении со склада, приемки от заказчика и сдаче в эксплуатацию.

До начала ревизии должно быть проверено: наличие паспорта и другой заводской документации на КТП и комплектующее оборудование, комплектность ТП в соответствии с заводской документацией; целостность корпусов КТП и блоков, отсутствие вмятин; наличие и прочность закрепления оборудования, приборов, ошиновки, электропроводок.

В ходе ревизии оборудование очищают от пыли и грязи, проверяют вес контактные и резьбовые соединения, исправность изоляции и состояние покраски. Для протирки используют чистую ветошь, смоченную неэтилированным бензином. В ревизию входит внешний осмотр оборудования.

В трансформаторе без вскрытия и подъема сердечника проверяют: целостность бака, радиаторов и наличие арматуры трансформатора; отсутствие трещин, сколов на изоляторах; комплектность гаек и состояние резьбы выводов; наличие и уровень масла в расширительном бачке; отсутствие течи масла в уплотнениях крышки, кранах, радиаторах, изоляторах и др. При осмотре удаляют временные уплотнения и пробки.

В опорных изоляторах, высоковольтных предохранителях проверяют: отсутствие трещин, сколов фарфора; крепление колпачков и фланцев изоляторов; присоединение контактных устройств, исправность пружинящих скоб и контактов; надежность крепления патронов предохранителей в контактах; целостность и герметичность патронов предохранителей; целостность плавкой вставки и исправность указателя срабатывания.

В разрядниках и проходных изоляторах проверяют: отсутствие повреждений и загрязнений фарфора; крепление изоляторов и разрядников к корпусу; наличие и состояние крепежных деталей, проходных шпилек, уплотнений; присоединение ошиновки; присоединение заземляющих перемычек разрядников. Запрещается очищать металлическими предметами или инструментами поверхность изоляторов и разрядников от следов краски и других загрязнений.

В рубильниках, переключателях проверяют: надежность крепления к основанию; свободу перемещения рукоятки; работу блокировок; состояние подвижных и неподвижных контактов, надежность их замыкания; подключение шин и проводов.

Таблица 15. Наименование и функциональное назначение оборудования КТП

Обозначение на схеме	Наименование и тип оборудования	Назначение
QS1	Разъединительный пункт РП 1У	Включение и отключение КТП
TV	Трансформатор ТМ-160/10	Преобразование напряжения 10 кВ в напряжение 0,38/ 0,22 кВ
FU1...FU3	Предохранитель ПК 1-10	Защита трансформатора от токов короткого замыкания (ТКЗ)
FV1...FV3	Разрядники РВО-10, РВН-0,5	Защита КТП от атмосферных перенапряжений на линиях 10 и 0,38 кВ
QS2	Рубильник Р-3243	Отключение низковольтного шкафа
TA1...TA5	Трансформатор тока ТК-20УЗ	Снижение тока для подключения счетчика энергии и реле защиты от перегрузок
FV4..FU6	Предохранитель Е 27	Защита линий уличного освещения от ТКЗ
KM	Магнитный пускатель ПМЕ-200	Автоматическое включение и отключение уличного освещения
P1	Счетчик СА4У	Учет потребления активной энергии
R1...R3	Резистор ПЭ-50	Подогрев счётчика в холодное время
SA1	Переключатель ПКП-10	Включение подогрева счётчика
SA2	Переключатель ПКП-10	Подключение лампы на фазы А, В, С для проверки наличия напряжения и освещения шкафа
HL	Лампа накаливания	Сигнализация наличия напряжения на фазах и освещение шкафа
SA3	Переключатель ПКП-10	Переключение на автоматическое или ручное управление уличным освещением
XS	Штепсельная розетка	Подключение приборов и электроинструмента
SQ	Конечный выключатель ВПК-2110	Отключение линий 0,38 кВ при открывании дверцы шкафа
KK	Тепловое реле ТРН-10	Защита трансформатора от токов перегрузок
QF1...QF3	Автоматические выключатели АЗ700	Включение и отключение линий 0,38 кВ
KA1...KA3	Токовое реле РЭ-571Т	Защита линий 0,38 кВ от однофазных замыканий проводов на землю
KV	Промежуточное реле РП-25	Отключение автоматических выключателей линий №1, 3
R5,R6	Резисторы ПЭ-50	Снижение напряжения на катушке промежуточного реле
R4	Фоторезистор ФКС-Г1	Преобразование светового сигнала в электрический
≠A1	Фотореле ФР-2УЗ	Автоматическое управление магнитным пускателем

В автоматах, магнитных пускателях, реле проверяют: целостность корпусов и крепление; опробуют работу контактной системы вручную на включение и отключение; отсутствие перекосов и заеданий при работе подвижной системы; тепловое реле; замыкание и размыкание контактов в первичной и вторичных цепях; надежность присоединений и состояние изоляции проводок.

В счетчиках и трансформаторах тока проверяют надежность закрепления, присоединение проводов, функционирование выключателей, кнопок при руч-

ном переключении. Расстояние между неизолированными токоведущими частями, а также между ними и металлическими нетоковедущими частями должно быть не меньше 20 мм по поверхности изоляции и 12 мм по воздуху.

В разъединителе РЛНД-10 проверяют: комплектность, крепление изоляторов к раме; отсутствие трещин, сколов опорных изоляторов; крепление колпачков, фланцев и токоведущих частей к изоляторам; состояние контактной части ножей, пружин; легкость вхождения в контакты токоведущих и заземляющих ножей (ножи должны входить по центру контактов без перекосов и ударов). Между витками контактных пружин при включенном состоянии должен оставаться зазор не менее 0,5 мм.

В приводе ПРН-10М проверяют: перемещение рукоятки переключений; состояние и работу блокировок.

Акт на приемку в монтаж КТП оформляют представители заказчика и подрядчика.

Строительно-монтажные работы. До начала работ изучить проектно-сметную документацию, составить графики производства работ и поставки материалов и оборудования на объект. Место размещения ТП должно быть согласовано с заказчиком и отмечено специальным пикетом. Монтаж ТП организуют в две стадии промышленными методами с максимальной механизацией работ.

Первая стадия (выполняют в мастерских) включает: проверку комплектности ТП, ревизию, предварительную наладку и испытания оборудования, изготовление нетиповых деталей и т. п.

Вторая стадия включает: монтаж конструкций и оборудования непосредственно на объекте.

Расстояния между КТП и опорами (рисунок 45), габаритные размеры до проводов и других сооружений выбирают по ПУЭ и типовому проекту. Сопротивление заземляющего устройства должно соответствовать проекту. Все металлические части КТП должны зануляться и заземляться, а разъединительного пункта — заземляться.

Последовательность выполнения работ. Проверить комплектацию материалов и оборудования, она должна быть 100 %-ной. Подготовить подъезды для доставки материалов и последующей эксплуатации ТП, завезти материалы. Территорию планируют с уклоном для отвода ливневых вод.

В соответствии с типовым проектом размечают места установки стоек КТП и траншей для монтажа заземляющего устройства. Котлованы под стойки размечают так, чтобы линия, проходящая через их центры, была перпендикулярна оси ВЛ 10 кВ, а центр КТП совпадал с осью ВЛ (см. рис. 45). Бурение котлованов под стойки и установку стоек выполняют при помощи бурильно-крановых машин, стойки устанавливают в котлован на подсыпку из гравия высотой 300 мм или на бетонную плиту, засыпают котлованы со стойками песчано-гравийной смесью с послойным трамбованием.

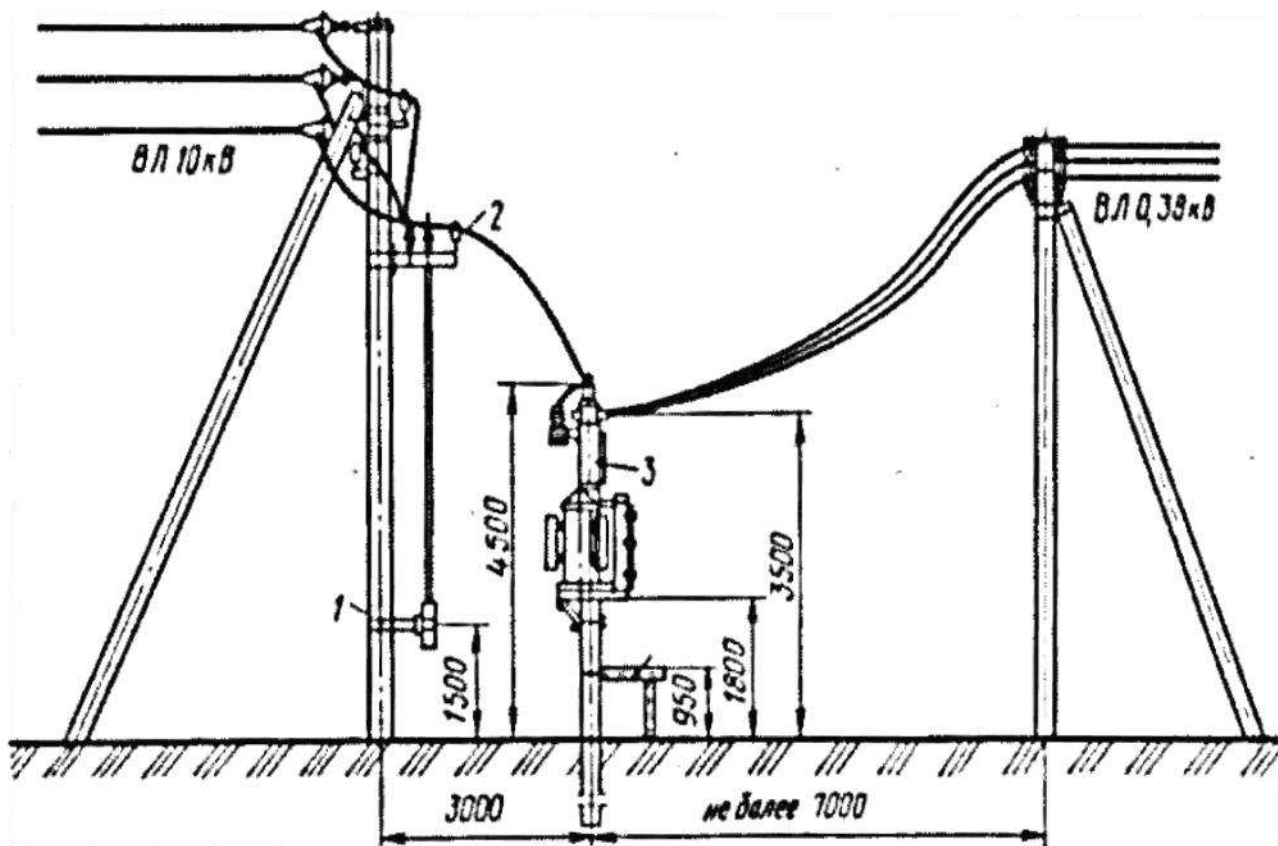


Рисунок 45. Размещение и присоединение КТП к ВЛ 10 и 0,38 кВ:
1 - привод разъединителя; 2 - провод 10 кВ; 3 - КТП.

На стойки монтируют металлоконструкции и устанавливают КТП. После выверки положения по уровню и отвесу КТП закрепляют болтами, все металлоконструкции окрашивают антикоррозионными красками (рис. 46, а). Для обслуживания КТП площадку устанавливают на шарнирах (после окончания работ площадку поднимают и запирают).

На КТП монтируют проходные изоляторы, разрядники, изоляторы ВЛ 0,38 кВ. Фотореле устанавливают так, чтобы исключить срабатывание от света фар автомашин. Контактные поверхности зачищают и смазывают техническим вазелином. На концевой опоре ВЛ 10 кВ монтируют разъединительный пункт, включающий разъединитель и привод (рис. 46, б).

Монтаж заземляющего устройства. Заземляющее устройство выполняют втрое из заземлителей (из круглой стали диаметром 12 мм и длиной 5 м), погруженных в грунт наклонно или вертикально, и соединяют между собой перемычками на сварке. Заземляющие проводники присоединяют к корпусу КТП. При отсутствии механизмов пробивку скважин для заземлителей выполняют вручную при помощи штыка из стали диаметром 12...14 мм со стальным заостренным наконечником диаметром 16...18 мм. На штык крепят переставляемую ручку, в скважину подливают воду (рис. 47, а, б).

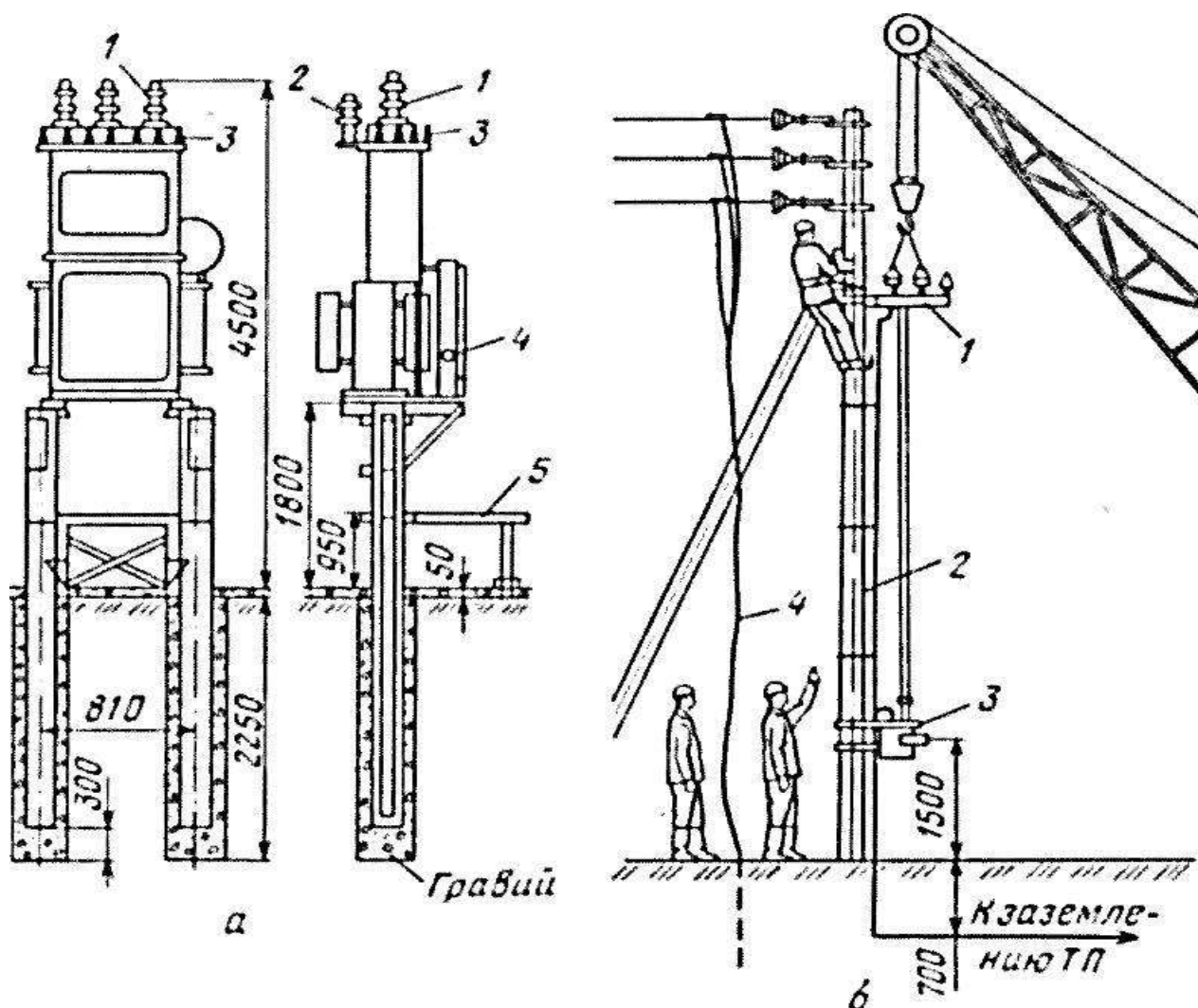


Рисунок 46. Монтаж КТП и разъединителя:

а - нормируемые установочные размеры КТП: 1 - проходные изоляторы 10 кВ; 2 - разрядники; 3 - изоляторы 0,38 кВ; 4 - фотореле; 5 - площадка; б - монтаж разъединителя 10 кВ: 1 - разъединитель; 2 - заземляющий проводник; 3 - привод; 4 - переносное заземление.

К заземляющему устройству присоединяют корпус, привод разъединителя, все металлические части оборудования и аппаратов КТП, которые могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции. После монтажа заземляющее устройство до засыпки траншеи осматривают заказчик и подрядчик и составляется акт на скрытые работы.

Подготовка КТП к сдаче в эксплуатацию. На КТП укрепляют предупредительные плакаты, выполняют надписи, маркировку, осматривают оборудование. Рукоятки всех аппаратов устанавливают в положение "Отключено". Проверяют наличие и надежность присоединения заземляющих проводников и заземляющего устройства. Проверяют исправность и соответствие проекту подключаемых ВЛ 0,38 кВ и плавких вставок предохранителей для их защиты. Очищают КТП и щиты от посторонних и забытых предметов.

Включение КТП, с разрешения Госэнергонадзора, осуществляет эксплуатационный персонал трехкратным толчком.

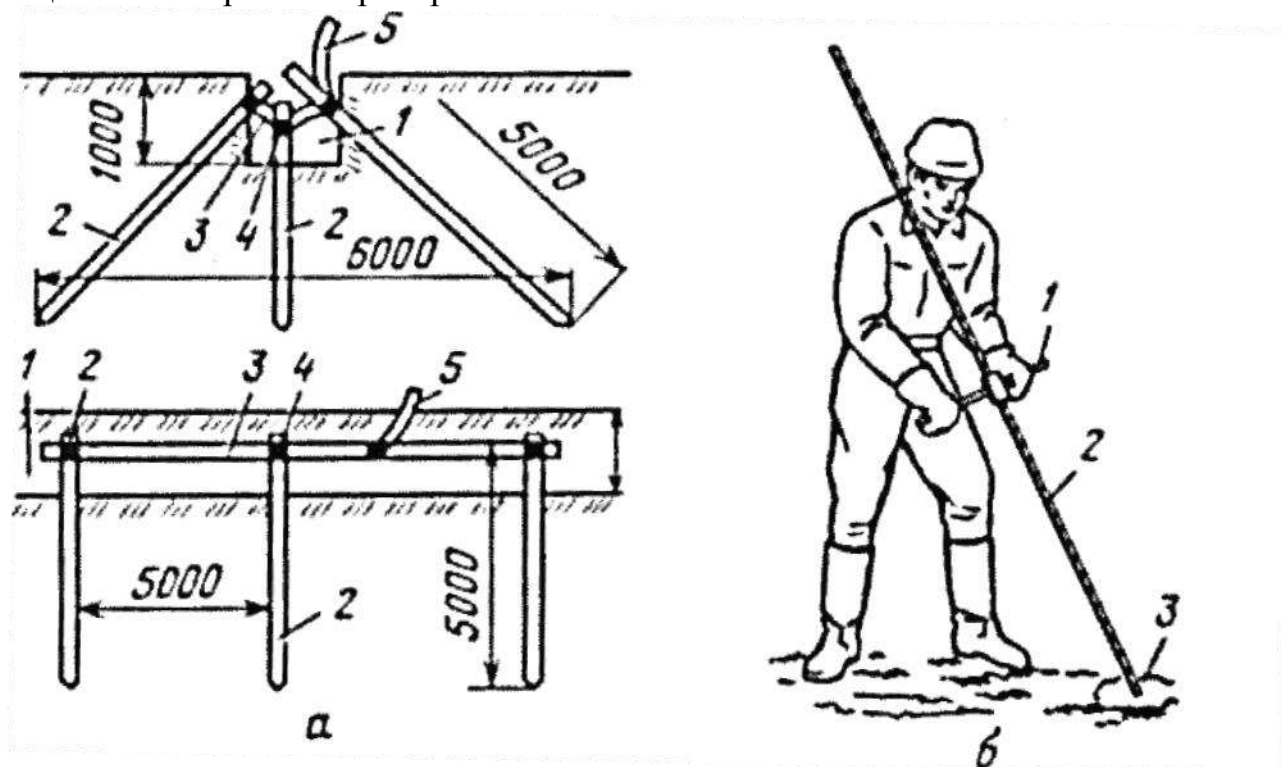


Рисунок 47. Монтаж заземляющего устройства КТП:

а - конструктивные размеры заземляющего устройства из наклонных и вертикальных заземлителей: 1 - траншея; 2 - заземлители; 3 - перемычки; 4 - сварные соединения; 5 - заземляющие проводники; б - техника погружения наклонных заземлителей вручную: 1 - переставная ручка; 2 - штык; 3 - вода.

Содержание отчета. 1. В соответствии с вариантом задания (табл. 16) составить заявку на материалы, металлоконструкции, инструменты и оборудование для монтажа КТП по заданию.

2. Составить технические требования на монтаж КТП.

3. Составить ведомость дефектов оборудования КТП.

4. Заполнить протокол измерения сопротивления изоляции.

Таблица 16. Справочные данные для индивидуального задания.

Порядковый номер студента в бригаде	Номера типовых проектов КТП и вариант установки или фундамента	Номер листа типового проекта
1	407-3-272 (вариант 2)	ЭЛ-5; КС-7
2	407-3-273 (вариант 1)	ЭЛ-2; КС-2; КС-3
3	407-3-327 (вариант 2)	ЭЛ-2; КС-3
4	407-3-272 (вариант 1)	ЭЛ-5; КС-5

Контрольные вопросы и задания.

1. Перечислите оборудование, установленное в КТП. 2. Перечислите назначение разрядников, трансформаторов тока, фотореле, резисторов, автоматов. 3. Как выполнить монтаж КТП? 4. Как выполнить монтаж заземляющего устройства? 5. Какие элементы КТП подлежат заземлению?

Литература.

1. Даценко В.А., Сивков А.А., Герасимов Д.Ю. Монтаж, ремонт и эксплуатация электрических распределительных сетей в системах электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2007. – 132 с.
2. Шубаков К.В. Монтаж типовых городских трансформаторных подстанций. – Мн.: РИВШ, 2008. – 84с.
3. Короткевич, М. А. Монтаж электрических сетей : учеб.пособие / М. А. Короткевич. - Минск :Выш. шк., 2012. - 512 с. : пл

У ч е б н о е и з д а н и е

Гранкина Наталия Александровна
Турчанин Олег Сергеевич,
Лыков Александр Сергеевич
Кучеренко Дмитрий Евгеньевич

МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И
СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Практикум

В авторской редакции

Дизайн обложки – А.Г. Кудряков

Подписано в печать 02.08.2017. Формат 60×84 1/8.

Усл. печ. л.-10,5. Уч.-изд.л.-5,8.

Тираж 50 экз. Заказ № .

Типография ООО "КРОН".
350044, г. Краснодар, ул. пр. Чекистов, 20