

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
“Иркутская государственная сельскохозяйственная академия”

Монтаж электрооборудования и средств автоматизации

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
КНИГА 1

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по агроинженерному образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия»

Иркутск 2012 г.

УДК [621.3(075.5)+696.6+621.315.29+621.315.68]

ББК [31.279-04: 31.279.2]

Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учеб. пособие: в 2 кн. Книга 1 / И.В. Алтухов, А.Д. Епифанов, А.Г. Черных. – 2-е изд., испр. и доп. – Иркутск: Издательство ИрГСХА, 2012. – 208 с.

Книга предназначена для студентов в качестве учебного пособия к лабораторным занятиям по одноименному курсу. Книга имеет своей целью дать студентам необходимое теоретическое понимание и возможность подготовки к проведению экспериментальной части работы, входящей в программу дисциплины, оказать им помощь в обработке результатов эксперимента, а также способствовать приобретению студентами при выполнении работ в лаборатории практических навыков.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" в рамках подготовки бакалавров по профилю "Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве" и "Технические системы в агробизнесе". Может быть рекомендовано студентам обучающихся по профилю "Электроснабжение" и "Энергообеспечение предприятий". Будет полезно инженерно-техническими работниками, специализирующимися в области наладки и эксплуатации электрооборудования и средств автоматизации.

Авторы-составители: **И.В. Алтухов, А.Д. Епифанов, А.Г. Черных.**

Рецензенты:

Кафедра электротехнологии в сельскохозяйственном производстве Московского государственного агроинженерного университета имени В.П.Горячкина (зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор А.М.Башилов; канд. техн. наук, доцент В.А.Королев);

Советник генерального директора ГУЭП «Облкомунэнерго» Иркутской области, к.т.н, с.н.с. СО РАН В.О. Головщиков.

ISBN 978-5-91777-072-7

© Алтухов И.В., Епифанов А.Д.,
Черных А.Г., 2012

© Иркутская государственная
сельскохозяйственная академии, 2012

ВВЕДЕНИЕ

В программе курса «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации» большое внимание уделяется лабораторным работам, которые помогают студентам закрепить пройденный теоретический материал, связать теорию с практикой. Повышение уровня электрификации производства требует постоянного увеличения объемов работ по монтажу и наладке технологического и электротехнического оборудования. К тому же электрооборудование постоянно усложняется, поэтому для его монтажа и наладки требуются инженеры-электрики высокой квалификации, хорошо знающие устройство электрооборудования, электроинструмент, прогрессивные индустриальные методы и приемы электромонтажных работ.

Во всех лабораторных работах в первую очередь обращается внимание на изучение проектной и технологической документации типовых проектов, ПУЭ, СНиП, ПТЭ и ТБ, государственных стандартов и инструкций по выполнению различных электромонтажных работ в промышленности и сельском хозяйстве в соответствии, с нормами и правилами, утвержденными органами строительного, энергетического, пожарного, санитарного, экологического и других надзоров.

При составлении перечня работ было проявлено стремление к тому, чтобы охватить все наиболее важные практические вопросы, входящие в программу соответствующих разделов курса «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации». Часть работ относится к монтажу электрооборудования, часть – к монтажу низковольтных комплектных устройств и часть – к изучению их конструкции, принципов действия и схем включения. Уделено внимание как отечественным, так и зарубежным новым технологиям, материалами и комплектующими изделиями для монтажа электрооборудования, сетей электроснабжения и средств автоматизации.

В ходе выполнения лабораторных работ студент овладевает практическими навыками к решению следующих профессиональных задач: монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных устройств, машин и установок; ведение технической документации, связанной с монтажом, наладкой и эксплуатацией оборудования, средств автоматики и энергетических установок.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Каждой работе должна предшествовать предварительная подготовка, в процессе которой студент повторяет пройденный теоретический материал по рекомендуемой литературе, подготавливает протокол работы. Перед началом выполнения лабораторной работы проводится проверка готовности студентов к данной лабораторной работе. В случае неподготовленности, студент к работе не допускается.

Перед сборкой электрических схем необходимо убедиться в отсутствии напряжения на клеммных зажимах источника питания лабораторного стенда. Сборку схемы рекомендуется начинать с последовательно соединяемых элементов и приборов, а затем подключают параллельные ветви как самой цепи, так и приборов.

Без проверки преподавателем напряжение на схему не подается. Все изучения методических материалов делают при отключенном напряжении.

В лаборатории монтажа электрооборудования и средств автоматизации при выполнении лабораторных работ применяется напряжение 220 и 380 В. Поражение электрическим током при таких напряжениях может привести к тяжелым последствиям. Поэтому, чтобы обезопасить себя и своих товарищей при выполнении работы, студенты должны строго соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности в лаборатории и расписавшиеся в кафедральном журнале по технике безопасности.

2. Приступая к работе, следует ознакомиться с источниками электропитания, способами их включения и отключения.

3. Перед сборкой схемы убедитесь, что автоматические выключатели и источники питания отключены, а указатель лабораторного автотрансформатора находится в позиции "Нуль". Помните, что отключенный конденсатор может сохранить опасный остаточный заряд, его следует разрядить до включения в цепь.

4. При сборке электрической схемы соединительные провода должны быть надежно присоединены к клеммам на стенде, иметь наименьшее число

пересечений, не закрывать шкалу измерительных приборов. Клеммы измерительных приборов не должны использоваться для промежуточных соединений проводов. Следует осмотреть и убедиться в исправности изоляции соединительных проводов. Нельзя пользоваться проводами без наконечников.

5. Включение схемы под напряжение должно производиться только после разрешения преподавателя. При подаче напряжения необходимо предупредить остальных членов звена словами: «Внимание! Включено!».

6. При обнаружении каких-либо неисправностей в процессе выполнения работы (шум, гудение, искрение, нагрев проводов и реостатов) немедленно отключить источник питания и пригласить преподавателя. Все изменения в схемах или устранение причин неисправности производить только при полном отключении источников питания.

7. Запрещается оставлять действующую электроустановку без наблюдения.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Выполненная лабораторная работа оформляется в виде отчета каждым студентом индивидуально. Отчет должен содержать следующее:

1. Наименование и цель работы.
2. Принципиальные электрические схемы, исследуемые в работе, выполненные с соблюдением требований ГОСТа.
3. Таблицы, графики или другие результаты опытов, проведенных в работе в соответствии с указаниями, помещенными в описании каждой работы в разделе «Содержание отчета».
4. Расчетные формулы и результаты вычислений.
5. Краткие выводы, содержащие объяснения полученных результатов с точки зрения теории.

Отчет подписывается студентом и должен быть защищен перед началом выполнения следующей работы.

МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 ВОЛЬТ

Монтаж электропроводки – важный этап электромонтажных работ. Качество проведенного монтажа напрямую влияет на последующую безопасную и безаварийную эксплуатацию электропроводки.

Выполнение требований безопасности начинается с момента реализации начальной стадии выполнения электромонтажных работ – составления примерного плана электропроводки. При разработке плана необходимо учитывать правила: расположения электрических счетчиков, разветвительных коробок, розеток и выключателей; прокладки проводов; выполнения соединения и ответвления проводов; присоединения и соединения жил заземляющих и нулевых защитных проводов к электроприборам, подлежащих заземлению или занулению.

После составления плана электропроводки можно приступить к следующей стадии электромонтажных работ – разметке. Разметка электропроводки необходима для определения мест прокладки пути основного пучка проводов, ответвлений от него, указания поворотов и проходов сквозь стены, мест монтажа ответвительных, соединительных и установочных коробок, розеток, выключателей, светильников и электроприборов.

Заготовительная стадия, включает в себя подбор и подготовку проводов, кабелей, электроустановочных изделий и т.п. На этой стадии производится порезка проводов и кабелей кусками, длиной равной расстоянию между ответвительными коробками или ответвительной коробкой и электроустановочными изделиями (розетками, выключателями, светильниками).

После составления плана, разметки и подбора комплектации приступают к завершающей стадии – монтажным работам, как правило, одним из трех способов: скрытая проводка, открытая проводка и комбинированная.

Работы, сгруппированные в этом разделе, имеют своей целью уяснения общего характера подготовки и выполнения отмеченных выше стадий выполнения электромонтажных работ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1
**УСТРОЙСТВО И ПРАВИЛА МОНТАЖА
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ**

Цель работы:

1. Изучить общие требования к электропроводам.
2. Изучить марки проводов и кабелей, применяемые при монтаже осветительных и силовых электропроводок.
3. Освоить методику выбора различных марок проводов и кабелей, способов их прокладки в зависимости от категории помещения по условиям окружающей среды и опасности поражения людей и животных электрическим током.
4. Изучить методику расчёта сечения жил проводов по допустимой плотности тока и по потере напряжения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить общие требования, предъявляемые к электропроводам, с помощью настоящего учебного пособия.
2. Изучить маркировку проводов и кабелей, используя учебное пособие, специальную литературу и набор проводов.
3. По заданию преподавателя выбрать марку провода или кабеля и способ монтажа электропроводки для производственного сельскохозяйственного помещения, рассчитать сечение токопроводящей жилы в зависимости от нагрузки, длины линии и приложенного напряжения.

Общие сведения устройства электропроводок

Электропроводкой называется совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплением, поддерживающими, защитными конструкциями и деталями. Электропроводки выполняют внутри зданий и сооружений, на наружных стенах, территориях хозяйств, учреждений и предприятий, на строительных площадках с применением изолированных установочных проводов всех сечений, а также небронированными силовыми кабелями с резиновой, пластмассовой, или поливинилхлоридной изоляцией, или оболочкой с площадью поперечного сечения фазных жил до 16 мм².

Основные виды электропроводок: открытая, скрытая, наружная, струнная, тросовая, трубная, электропроводки в коробах, лотках и

электротехнических плитусах.

Нормальная работа электропроводки зависит от различных факторов окружающей среды, таких как температура и её изменение, влажность, пыль, агрессивные газы, солнечная радиация и др. Эти факторы могут ухудшать условия работы электропроводки, вызывать аварийные ситуации и сокращать срок службы электропроводки.

Согласно ПУЭ (седьмое издание, раздел 1) помещения с точки зрения техники безопасности в зависимости от окружающей среды подразделяют на следующие категории (табл. 1). Категория сельскохозяйственных помещений (ПТЭ, глава ЭШ-II) определяется в зависимости от характера и условий окружающей среды, а также с учётом возможности поражения людей и животных электрическим током. Категорию помещений учитывают при проектировании электроустановок и электропроводок, поэтому любое произвольное изменение проектных решений недопустимо.

Таблица 1

Категории помещений

№ п/п	Категория помещения	Характеристика (признаки)
1.	Нормальное	Сухое помещение, в котором отсутствуют признаки, свойственные жарким, пыльным помещениям и помещениям с химически активной средой
2.	Сухое	Относительная влажность воздуха в помещении не превышает 60%.
3.	Влажное	Пары или конденсирующая влага выделяются в помещении временно и в небольших количествах. Относительная влажность воздуха в помещении более 60%, но не превышает 75%.
4.	Сырое	Относительная влажность воздуха в помещении длительное время превышает 75%.
5.	Особо сырое	Относительная влажность около 100% (потолок, стены и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).
6.	Жаркое	Температура в помещении длительное время превышает 30 ⁰ С.
7.	Пыльное	По условиям производства технологическая пыль в помещении выделяется в таком количестве, что может оседать на проводах, проникать внутрь машин и аппаратов. Пыльные помещения делятся на помещения с токопроводящей и непроводящей пылью.

Продолжение таблицы 1

8.	С химически активной средой	По условиям производства в помещении содержатся (постоянно или длительное время) пары или образуются отложения, разрушающе действующие на изоляцию и токопроводящие части электрооборудования.
----	-----------------------------	--

Сельскохозяйственные помещения отличаются рядом специфических особенностей. Они имеют повышенную опасность в отношении поражения людей и животных электрическим током, повышенную пожароопасность, имеют особое содержание внутренней среды и др.

Вид электропроводки с учётом категории сельскохозяйственных помещений рекомендуется выбирать (или сверять) по проектной документации. По условиям пожарной безопасности электропроводки выбирают с учётом группы возгораемости строительных оснований и оболочек проводов и кабелей.

Кабель – это одна или несколько скрученных вместе изолированных жил, заключенных, как правило, в общую оболочку. Оболочка может быть резиновой, пластмассовой, из сшитого полиэтилена (СПЭ) и даже металлической. Она служит для защиты изоляции жил от внешних воздействий (света, влаги, различных химических веществ), а также предохраняет ее от механических повреждений.

Область применения кабелей:

- кабели с ПВХ изоляцией:
 - пониженной пожароопасности (-нг),
 - не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением (нг-LS),
 - пожаробезопасные (-нг-HF; -нг-FRLS);
- кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена;
- кабели силовые с бумажной изоляцией;
- кабели контрольные;
- кабели оптические;
- кабели судовые;
- кабели для подвижного состава с изоляцией из термоэластопласта.

Провод – это одна неизолированная, либо одна или более изолированных жил, поверх которых имеется оболочка (ПВХ изоляция,

сшитый полиэтилен и т.д.), обмотка или оплетка волокнистыми материалами или проволокой. Провода могут быть голыми и изолированными.

Область применения проводов:

- провода для воздушных ЛЭП:
 - самонесущие изолированные (СИП),
 - с защитной изоляцией,
 - неизолированные;
- провода с ПВХ изоляцией для электрических установок;
- провода осветительные;
- провода обмоточные;
- провода гибкие неизолированные;
- провода установочные для водопогружных двигателей;
- провода со стальным несущим тросом;
- провода для подвижного состава с изоляцией из термоэластопласта;
- провода с ПВХ изоляцией кроссовые стационарные.

Шнур – это провод, состоящий из двух и более изолированных гибких или особо гибких жил сечением до 1,5 мм², скрученных или уложенных параллельно, покрытых в зависимости от условий эксплуатации неметаллической оболочкой или другими защитными покровами.

Электропроводки осветительных и силовых сетей выполняют незащищёнными изолированными проводами, защищёнными проводами и кабелями (см. табл. 2).

Таблица 2

Основные данные установочных проводов и кабелей

№ п/п	Марка, число жил	Сечение жилы, мм ²	Область применения
1.	ПРТО 1 2,3 7,10,14	0,75-120 1-120 1,5-2,5	Для прокладки в негорючих трубах.
2.	АПРТО 1	2,5-120	Для прокладки в негорючих трубах.
3.	ПРН 1	1,5-120	Для прокладки в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах негорючих конструкций, а также на открытом воздухе.

Продолжение таблицы 2

4.	АПРН 1	2,5-120	Для прокладки в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах несгораемых конструкций, а также на открытом воздухе.
5.	ПРГН 1	1,5-120	Для прокладки при повышенной гибкости при монтаже и для соединений подвижных частей ОУ в сухих и сырых помещениях и на открытом воздухе.
6.	ПРИ 1	0,75-120	Для прокладки в сухих и сырых помещениях
7.	АПРИ 1	2,5-120	Для прокладки в сухих и сырых помещениях
8.	ПРГИ 1	0,75-120	Для прокладки при повышенной гибкости при монтаже и для соединений подвижных частей ОУ в сухих и сырых помещениях и на открытом воздухе.
9.	АППР 2,3,4	2,5-10	Для прокладки по деревянным поверхностям и конструкциям жилых и производственных помещений, включая животноводческие и птицеводческие помещения.
10.	АПВ 1	2,5-120	Для монтажа вторичных цепей, прокладки в трубах, пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и для монтажа силовых и осветительных цепей.
11.	ПВ1, ПВ2 1	0,5-95	Для монтажа вторичных цепей, для гибкого монтажа при скрытой и открытой прокладок.
12.	ПВ3 1	0,5-95	Для особо гибкого монтажа вторичных цепей при скрытой и открытой прокладках.
13.	ПВ4 1	0,5-6	Для монтажа силовых и осветительных цепей для неподвижной открытой прокладки.
14.	АППВ 2, 3	2,5-6	Для монтажа силовых и осветительных цепей для неподвижной открытой прокладки.
15.	ППВ 2, 3	0,75-4	Для неподвижной скрытой прокладки под штукатуркой, для прокладки в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций.
16.	АППВС 2, 3	2,5-6	Для неподвижной скрытой прокладки под штукатуркой, для прокладки в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций.

Продолжение таблицы 2

17.	ППВС 2, 3	0,75-4	Для прокладки в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах несгораемых конструкций, а также на открытом воздухе.
18.	АПРН 1	2,5-120	Для прокладки в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах несгораемых конструкций, а также на открытом воздухе.
19.	ПРН, ПРГН 1	1,5-120	Для прокладки при повышенной гибкости при монтаже и для соединений подвижных частей электроустановки в сухих и сырых помещениях, а также на открытом воздухе.
20.	ПРВД, ПРД 2	0,5-6	Для монтажа электропроводок на изолирующих основаниях.
21.	АВТ, АВТУ АВТВ, АВТВУ 2,3	2,5-6	Для наружной и внутренней электропроводок, для подводов к зданиям, а также в животноводческих помещениях.
22.	АПРФ ПРФ 2	2,5-6	Для открытой прокладки в сухих помещениях непосредственно по сгораемым и трудно сгораемым основаниям.
23.	АВВГ 1,2,3,4,5	2,5-185	Для прокладки в пожароопасных и в помещениях с химически активной средой.
24.	АВРГ, ВРГ, АНРГ, НРГ, АВВБ 1,2,3,4,5	2,5-185	Для открытой прокладки внутри сырых и особо сырых помещений, в каналах при наличии агрессивных сред.
25.	ВВГнг-LS, ВВГ-Пнг-LS ВБШнг-LS 1,2,3,4,5	1,5-95	Для прокладки и монтажа электрических сетей на специальных кабельных эстакадах, в сооружениях и производственных помещениях, к которым предъявляются повышенные требования пожарной безопасности. Рекомендуется прокладывать в блоках и на специальных кабельных эстакадах. Не рекомендуется прокладывать в земле или траншеях.
26.	NUM –J (имеет провод для заземления), NUM – O (без заземления) 1,2,3,4,5	1,5-35	Для открытой прокладки внутри помещений (сухих и с повышенной влажностью) и для наружного монтажа, в трубах, в закрытых прямых и изогнутых каналах. Нежелательно попадание на провод прямых солнечных лучей.

27.	ПВС 2,3,4,5	0,5-25	В качестве удлинительного шнура, шнура питания для аппаратуры и бытовой техники (стиральные и посудомоечные машины, электрический инструмент), а так же при изготовлении открытой и скрытой проводки.
-----	----------------	--------	---

Примечание. Стандартный ряд сечений проводов: 0,35; 0,5; 0,75; 1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240 мм². Для каждой марки проводов установлена определенная шкала сечений. Сечения 0,35; 0,5 и 0,75 мм² – только для медных жил.

Требования к выбору видов электропроводок, способам их прокладки, а также типу проводов и кабелей в зависимости от характеристики помещений и условий окружающей среды приведены в табл. 3.

*Определение сечений проводов и кабелей
по допустимому нагреву*

Сечение проводов и кабелей напряжением до 1000В по условию нагрева выбирается в зависимости от длительно допустимой токовой нагрузки. Выбор сечения производится:

- 1) по условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{н.доп} \geq I_p / k_1 \cdot k_2$$

- 2) по условию соответствия выбранному аппарату максимальной токовой защиты

$$I_{н.доп} \geq k_3 \cdot I_3 / k_1 \cdot k_2,$$

где I_p – расчетный ток нагрузки; $I_{н.доп}$ – длительно допустимый ток на провода и шнуры (табл. 4); k_3 – коэффициент защиты или кратность защиты (отношение длительно-допустимого тока для провода к номинальному току или току срабатывания защитного аппарата); I_3 – номинальный ток или ток срабатывания защитного аппарата; k_1 – поправочный коэффициент на условия прокладки проводов и кабелей (табл. 5); k_2 – поправочный коэффициент на число работающих кабелей, лежащих рядом в земле в трубах или без труб (табл. 6).

Таблица 3

Указания по выбору и применению проводов и кабелей для силовых и осветительных сетей

Вид электропроводки	Способ прокладки проводов и кабелей	Марка проводов и кабелей	Характеристика помещений и зон по условиям среды																	
			Сухие с нормальной средой	Влажные	Сырые	Особо сырые	С химически активной средой	Пыльные	Жаркие	Пожароопасные				Взрывоопасные					Наружные установки	
										П-1	П-2	П-2а	П-3	В-1	В-1а	В-1б	В-2	В-2а		В-1г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Открытая по несгораемым и трудно сгораемым основаниям	Непосредственно по поверхности стен, потолков и на струнах, лентах, полосах	АПРН, ПРН АПВ, ПВ1 АПРИ, ПРИ АППВ, ППВ АПРФ, ПРФ	+	+	+	+		+	+											
	По поверхности стен, потолков, покрытых сухой или мокрой штукатуркой на роликах и клицах	АППВ, ППВ АПРИ, ПРИ АПВ, ПВ1 ПРД, ПРДВ	+	+	+	+		+												
	На изоляторах	АПРИ, ПРИ АПВ, ПВ1	+	+	+	+	+	+	+											
	На лотках и коробах с открывающимися крышками	АПВ, ПВ1 АПРН, ПРН АПРФ, ПРФ	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+						+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Открыто по стораемым поверхностям и конструкциям	Непосредственно по поверхности стен, потолков и на струнах, лентах, полосах	АПРФ, ПРФ АПРН, ПРН АППР, ППР	+	+	+				+												
	С подкладкой под провода несгораемых материалов	АПВ, ПВ1 АППВ, ППВ АПРИ, ПРИ	+	+	+	+			+												
	На роликах и клицах	АПРИ, ПРИ АПВ, ПВ1 ПРД, ПРДВ	+	+	+ ¹	+ ¹															
	На изоляторах	АПРИ, ПРИ АПВ, ПВ1	+	+	+	+				+											
	На лотках и коробах с открывающимися крышками	АПВ, ПВ1 АПРН, ПРН	+	+	+	+			+ ³	+										+ ³	
	В стальных трубах ⁹	АПРТО	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+							+
		ПРТО	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+							
АПВ, ПВ1		+	+	+	+			+	+												
АППВС		+	+	+	+			+	+	+	+	+	+							+	
ППВС АПРН, ПРН																					
На тросах	АВТВ, АПВ ПВ1, АПРН ПРН	+	+	+	+			+	+												
	АВТВУ	+	+	+	+			+	+											+	
	АВТ	+	+	+	+			+	+												
	АВТУ																			+	
																				+	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Скрыто по несгораемым и трудно сгораемым конструкциям и поверхностям	Непосредственно в винипластовых трубах по поверхностям стен и потолков	АПВ, ПВ1 АПРТО ПРТО АППВС ППВС АПРН, ПРН	+	+	+	+	+													+
	В полиэтиленовых трубах, замоноличенных в бороздах и т.п., в сплошном слое несгораемых материалов ¹¹	АПВ, ПВ1 АППВС ППВС АПРН, ПРН АПРТО ПРТО	+	+	+	+	+													+
	В стальных трубах и глухих стальных коробах непосредственно	АПРТО, ПРТО, АПВ, ПВ1 АППВС, ППВС, АПРН, ПРН	+	+	+	+			+	+	⁶	⁶	⁶	⁶	⁴	⁴	+	+	+	+
	В каналах несгораемых строительных конструкций (стеновых панелей, перегородок, сплошных панелей, перекрытий) ¹²	АВТВ, АПВ ПВ1, АПРН ПРН, АВТВУ, АВТ, АВТУ	+	+	+	+			+											

Пояснения к табл. 3.

- ¹ На роликах для сырых мест.
- ² В жилых и общественных зданиях при реконструкции.
- ³ Только в коробах с открываемыми крышками.
- ⁴ Только ПРТО.
- ⁵ Только ПВ1.
- ⁶ ПРТО в тех случаях, когда требуется применение проводов с медными жилами.
- ⁷ ПВ1 в тех случаях, когда требуется применение проводов с медными жилами.
- ⁸ Внутри зданий в сельской местности.
- ⁹ Запрещается применение стальных труб и стальных глухих коробов с толщиной стенки 2 мм и менее в сырых и особо сырых помещениях и в наружных установках.
- ¹⁰ С подкладной листового асбеста толщиной не менее 3 мм, выступающего в обе стороны от провода или трубы на 10 мм.
- ¹¹ В сплошном слое штукатурки, алебастрового, цементного раствора или асбеста толщиной не менее 10 мм.
- ¹² То же путем закладки (замоноличивания) проводов в несгораемые конструкции при их изготовлении.

Таблица 4

Допустимый длительный ток для проводов и шнуров
с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией

Сечение жилы S, мм ²	Токовая нагрузка, А, на провода, проложенные												
	открыто		в трубе										
	с медными жилами	с алюминиевыми жилами	с медными жилами					с алюминиевыми жилами					
			два одножильных	три одножильных	четыре одножильных	один двухжильный	один трехжильный	два одножильных	три одножильных	четыре одножильных	один двухжильный	один трехжильный	
0,5	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	17	-	16	15	14	15	14	-	-	-	-	-	-
1,2	20	-	18	16	15	16	14,5	-	-	-	-	-	-
1,5	23	-	19	17	16	18	15	-	-	-	-	-	-
2	26	-	24	22	20	23	19	-	-	-	-	-	-
2,5	30	24	27	25	25	25	21	20	19	19	19	19	16
3	34	27	32	28	26	28	24	24	22	21	22	22	18
4	41	32	38	35	30	32	27	28	28	23	25	25	21

5	46	36	42	39	34	37	31	32	30	27	28	24
6	50	39	46	42	40	40	34	36	32	30	31	26
8	62	46	54	51	46	48	43	43	40	37	38	32
10	80	60	70	60	50	55	50	50	47	39	42	38
16	100	75	85	80	75	80	70	60	60	55	60	55
25	140	105	115	100	90	100	85	85	80	70	75	65
35	170	130	135	125	115	125	100	100	95	85	95	75
50	215	165	185	170	150	160	135	140	130	120	125	105
70	270	210	225	210	185	195	175	175	165	140	150	135
95	330	255	275	255	225	245	215	215	200	175	190	165
120	385	295	315	290	260	295	250	245	220	200	230	190
150	440	340	360	330	-	-	-	275	255	-	-	-
185	510	390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	605	465	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	695	535	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	830	645	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5

Поправочные коэффициенты на температуру земли и воздуха
для токовых нагрузок на кабели, голые и изолированные провода

Расчетная температура среды, °С	Нормируемая температура жил, °С	Поправочный коэффициент k_1 при фактической температуре среды, °С												
		-5 и ниже	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50	
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,0	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68	
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74	
25	70	1,29	1,24	1,2	1,15	1,11	1,05	1,0	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67	
15	65	1,18	1,14	1,1	1,05	1,0	0,95	0,89	0,84	0,71	0,71	0,63	0,55	
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	
15	60	1,2	1,15	1,12	1,06	1,0	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,41	
25	60	1,36	1,31	1,25	1,2	1,13	1,07	1,0	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54	
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,0	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,5	0,36	
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,0	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,0	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-	
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,0	0,89	0,78	0,63	0,45	-	

Таблица 6

Поправочные коэффициенты на число работающих кабелей,
лежащих рядом в земле (в трубах или без труб)

Расстояние в свету, мм	Коэффициент k_2					
	при числе кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

В случае, когда требуемая длительная токовая нагрузка проводника, выбранная по условиям нагрева, не совпадает с требуемыми данными по приведенным выше условиям, допускается применение проводника ближайшего меньшего сечения, но не менее чем это требуется по расчетному току.

*Определение сечений проводов и кабелей
по допустимой потере напряжения*

Сечение проводов и кабелей по допустимой потере напряжения определяют главным образом для осветительных сетей. Для силовых сетей этот метод расчета применяют лишь при сравнительно большой их протяженности (внецеховые сети). Сечение проводов и кабелей с одинаковым сечением по всей длине рассчитывают по следующим формулам.

1. Для трехфазной сети с сосредоточенной нагрузкой в конце линии, мм²:

$$s = P \cdot l \cdot 10^5 / \gamma \cdot U^2 \cdot \Delta U \%,$$

где P – расчетная нагрузка, кВт; U – линейное напряжение, В; ΔU – допустимая потеря напряжения сети, %; l – общая длина линии, м; γ – удельная проводимость, м/(Ом·мм²) [γ в расчетах принимается для алюминия 34,5 м/(Ом·мм²); для меди 57 м/(Ом·мм²)].

2. Для трехфазной сети с несколькими нагрузками и одинаковым сечением проводов:

$$s = (P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2 + \dots) \cdot 10^5 / \gamma \cdot U^2 \cdot \Delta U \%,$$

где l_1, l_2, \dots – длины отдельных участков линии, м; P_1, P_2, \dots – нагрузки отдельных участков линии, кВт.

Согласно ПУЭ допустимую потерю напряжения от шин подстанций до

наиболее отдаленной нагрузки (в процентах номинального напряжения) можно принимать:

для силовых сетей $\pm 5\%$;

для сетей электрического освещения промышленных предприятий и общественных зданий от $+5$ до $-2,5\%$;

для сетей электрического освещения жилых зданий и наружного освещения $\pm 5\%$.

В приведенных выше расчетах линий переменного тока сделано допущение, что провод линии обладает только активным сопротивлением.

Для алюминиевых и медных проводов с учетом активного и индуктивного сопротивлений сечение провода, мм^2 :

$$s = P \cdot l \cdot 10^5 / \gamma \cdot U^2 \cdot \Delta U_r,$$

где $\Delta U_r = \Delta U - \Delta U_x$ – потеря напряжения в активном сопротивлении, %; $\Delta U_x = Q \cdot x_0 \cdot l \cdot 10^5 / U^2$ – потеря напряжения, %, в реактивном (индуктивном) сопротивлении; $Q = S \cdot \sin \varphi$ – реактивная мощность, квар; S – полная нагрузка, $\text{kB} \cdot \text{A}$; l – длина линии, км; x_0 – индуктивное сопротивление проводов, Ом/км.

Значения индуктивных сопротивлений проводов и кабелей из цветного металла приведены в табл. 7.

Таблица 7

Активные и индуктивные сопротивления для проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами

Сечение провода, мм^2	Сопротивление, мОм/м							
	активное r для жил				индуктивное x_0			
	медных		алюминиевых		трехжильных кабелей с бумажной изоляцией до 1 кВ	проводов в трубе	проводов, проложенных открыто	воздушных линий до 1 кВ
	температура, $^{\circ}\text{C}$							
	30	50	30	45				
1,5	12,3	13,3	-	-	0,113	0,126	0,374	-
2,5	7,4	8	12,5	13,3	0,104	0,116	0,358	-
4	4,63	5	7,81	8,34	0,095	0,107	0,343	-
6	3,09	3,34	5,21	5,56	0,09	0,0997	0,33	-
10	1,85	2	3,12	3,33	0,073	0,099	0,307	-
16	1,16	1,25	1,95	2,08	0,0675	0,0947	0,293	0,354
25	0,741	0,8	1,25	1,33	0,0622	0,0912	0,278	0,339

Продолжение таблицы 7

35	0,53	0,57	0,89	0,951	0,0637	0,0879	0,268	0,33
50	0,371	0,4	0,62	0,666	0,0625	0,0854	0,256	0,317
70	0,265	0,29	0,45	0,447	0,0612	0,0819	0,245	0,307
95	0,195	0,21	0,33	0,351	0,0602	0,0807	0,236	0,297
120	0,154	0,17	0,26	0,278	0,0600	0,0802	0,229	0,293

Для осветительных сетей сечение, мм², проводов по допустимой потере напряжения:

$s = P \cdot l / c \cdot \Delta U$ – для сетей с сосредоточенной нагрузкой в конце линии;

$s = (P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2 + \dots) / c \cdot \Delta U$ – для сети с несколькими нагрузками и одинаковым сечением проводов,

где c – коэффициент, зависящий от напряжения и удельного сопротивления (табл.8); P – расчетная нагрузка, кВт.

Таблица 8

Значение коэффициента C

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Коэффициент C	
		для медных проводов	для алюминиевых проводов
380/220	Трёхфазная с нулевым проводом	77	46
380/220	Двухфазная с нулевым проводом	34	20
220	Двухпроводная переменного или постоянного тока	12,8	7,7
220/127	Трёхфазная с нулевым проводом	25,6	15,5
220/127	Двухфазная с нулевым проводом	11,4	6,9
127	Двухпроводная переменного или постоянного тока	4,3	2,6
120	Двухпроводная переменного или постоянного тока	3,8	2,3
110	То же	3,2	1,9
42	»	0,34	0,21
24	»	0,153	0,092
12	»	0,038	0,023

Заземление электрических проводов

Заземлению подвергают металлические части электрических проводов переменного тока напряжением выше 36 В и постоянного тока напряжением 110 В. К элементам, подлежащим заземлению относятся: металлические оболочки проводов и кабелей, стальные трубы электропроводок, коробки, металлические короба, лотки, кабельные конструкции, кронштейны и другие металлические элементы крепления электропроводок. Не требуется заземление металлических скоб, креплений, отрезков стальных защитных труб в местах прохода кабелей через стены и перекрытия. В качестве основных заземляющих проводников применяют: металлические короба и лотки, предназначенные для прокладки проводов и кабелей; стальные, трубы электропроводок; специально предусмотренные для этой цели проводники (жилы кабелей, проводов, полосовые и угловые стали и т.п.); алюминиевые оболочки кабелей. Не допускается использование в качестве заземляющих проводников брони и свинцовых оболочек кабелей, металлокалатов. Заземляющие проводники должны образовывать непрерывную электрическую цепь по всей их длине. В местах соединения нулевых защитных (заземляющих) проводников между собой и присоединения их к зануляемым (заземляемым) элементам должен быть обеспечен надежный электрический контакт. В сухих помещениях заземляющую сеть прокладывают непосредственно по стенам, а в сырых – на расстоянии не менее 10 мм от стен. При использовании в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников нулевых рабочих или отдельных медных и алюминиевых проводов и жил кабелей их соединение между собой должно осуществляться с помощью зажимов с пружинящими шайбами, пайкой, сваркой и т.п. Отдельные нулевые защитные (заземляющие) медные и алюминиевые проводники должны прокладываться вместе с фазными или другими проводниками, подключаемыми к зануляемому (заземляемому) элементу в одной трубе, кабеле, коробе, лотке. Соединение стальных защитных труб электропроводок, используемых в качестве заземляющих проводников, должно производиться с помощью резьбовых муфт. Соединение коробов, лотков, стальных полос, угловой стали должно производиться с помощью сварки или болтовых соединений, имеющих приспособления против самоотвинчивания.

Контрольные вопросы.

1. Что называют электропроводкой? Перечислите основные виды электропроводок. Какие требования предъявляют к электропроводкам?
2. Провода каких марок применяют для открытых электропроводок?
3. Провода каких марок применяют для скрытых электропроводок?
4. Как проводят выбор проводов для электропроводок по длительно допустимому току и по потере напряжения?
5. Каковы преимущества и недостатки, правила и последовательность монтажа скрытых проводок, проводок в стальных и пластмассовых трубах, тросовых и струнных проводок?
6. Что входит в состав приемо-сдаточных испытаний внутренних проводок?
7. Перечислите особенности электропроводок производственных сельскохозяйственных помещений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

СОЕДИНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ И МЕДНЫХ ЖИЛ ПРОВОДОВ

Цель работы:

Изучить правила и способы соединения жил проводов и требования, предъявляемые к различным способам соединения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить способы и методы соединения жил проводов и кабелей из различного материала токоведущих жил.
2. Изучить вспомогательные материалы и инструмент, применяемые при монтаже контактных соединений жил проводов и кабелей.

Содержание работы

Соединение – стыковка концов двух жил проводов с целью увеличения длины линии.

При монтаже электропроводов необходимо соблюдать определенные правила соединения токоведущих жил. Выполненные правила обеспечивают надежность и долговечность мест соединения с учетом срока службы электропроводки в целом.

Строительные нормы и правила (СНиП) рекомендуют следующие способы соединений и ответвлений медных и алюминиевых жил проводов и кабелей:

- Сварка
- Пайка.
- Опрессовка

Выбор того или иного способа соединения или ответвления жил проводов зависит от условий и места работы и наличия соответствующего оборудования.

1. СОЕДИНЕНИЕ, ОКОНЦЕВАНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ МЕДНЫХ И АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИЛ СВАРКОЙ

При соединении жил проводов кабелей и выполнении ответвления способом сварки существуют три способа: пропано-воздушная и пропано-кислородная сварка, соединение электросваркой и термитная сварка.

Первый способ из-за сложности оборудования, специальной подготовки, дополнительных условий по ТБ и правил производства работ применяется в специализированных монтажных организациях.

1.1 ЭЛЕКТРОСВАРКА КОНТАКТНЫМ РАЗОГРЕВОМ

СОЕДИНЕНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ ОДНОПРОВОЛОЧНЫХ ЖИЛ ПРОВОДОВ В СКРУТКЕ СУММАРНЫМ СЕЧЕНИЕМ ДО 12,5 мм²

Контактные соединения в электропроводках сетей освещения жилых и общественно-бытовых зданий выполняют сваркой контактным разогревом аппаратами ВКЗ-1 и ТПС-2000 УЗ.

С концов жил удаляют изоляцию на длине 35-40 мм и зачищают жилы до металлического блеска щеткой из кардоленты или наждачной бумагой; скручивают жилы.

При сварке аппаратом ВКЗ-1 (рис.1, а) взводят спусковой механизм с угольным электродом 3 и зажимают скрученные жилы 1 в губки держателя 2 так, чтобы торцы жил упирались в лунку электрода. Нажимают на спусковой крючок 4 аппарата, после срабатывания спускового механизма подается напряжение, и угольный электрод, продвигаясь под действием пружины вперед, сваривает жилы. Сварка происходит автоматически: она прекращается в момент оплавления жил на заданную длину.

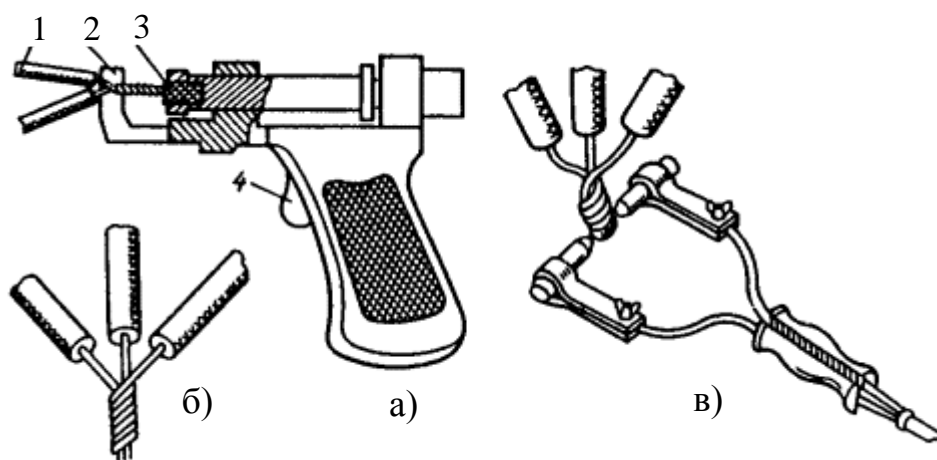


Рис. 1. Электросварка алюминиевых жил контактным разогревом с помощью аппарата ВКЗ-1 (а) и двух угольных электродов (б, в)

Сварку жил контактным разогревом в монтажной зоне выполняют с применением клещей с двумя угольными электродами (рис.1, б, в), подключенными к полюсам источника питания (трансформатора) мощностью 0,5 кВ×А при напряжении 9-12 В.

Перед сваркой жилы зачищают, скручивают (рис.1, б) и покрывают тонким слоем флюса ВАМИ на длине 5-6 мм.

Жилы располагают вертикально вниз скруткой. Угольные электроды клещей должны быть замкнуты и раскалены; после этого их прижимают к торцам жил (рис.1, в) и держат в таком положении до образования шарика расплавленного металла. На этом сварка заканчивается и электроды отводят от скрутки. После остывания место сварки очищают от шлака, остатков флюса и изолируют лентой или полиэтиленовым колпачком.

СОЕДИНЕНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ МНОГОПРОВОЛОЧНЫХ ЖИЛ СУММАРНЫМ СЕЧЕНИЕМ 32-240 мм², СПЛАВЛЕНИЕМ В ОБЩИЙ МОНОЛИТНЫЙ СТЕРЖЕНЬ

Для выполнения контактных соединений применяют: сварочный трансформатор мощностью 1-2 кВ×А с вторичным напряжением 8-12 В; электрододержатели и электроды из графитированного угля; охладители и опорную стойку из набора НСПУ; разъемные цилиндрические формы; материалы согласно табл.1.

Таблица 1

№ п/п	Материал	Назначение
1.	Сварочная проволока СВАК5 или СВА5С* диаметром, мм: 2 4	Присадочный металл при сварке жил сечением, мм ² : 16-50 70-240
2.	Асбестовый шнур диаметром 2-4 мм	Уплотнение сварочных форм
3.	Асбестовый картон толщиной 2-10 мм	Защита охладителей и изоляции от пламени горелки
4.	Бензин или ацетон	Промывка жил и готового соединения
5.	Электродный мел	Покрытие внутренних поверхностей сварочной формы
6.	Шлифовальная шкурка № 8	Зачистка присадки и монолита соединения
7.	Обтирочная ветошь	Протирка присадки и соединения
8.	Суровые нитки	Наложение бандажей на изоляцию кабеля у среза
9.	Флюс ВАМИ	Растворение пленки окиси алюминия при сварке

*При отсутствии сварочной проволоки допускается использовать проволоку из повивов жил.

С концов жил удаляют изоляцию на длине (см. табл. 2)

Таблица 2

Суммарное сечение жил, мм ²	Длина удаляемой изоляции, мм
До 50	60
» 75	65
» 105	70
» 150	72
» 240	75

На жилах с бумажной изоляцией у места ее обреза выполняют бандаж из ниток и с оголенных жил удаляют маслоканифольный состав ветошью, смоченной бензином или ацетоном.

Сварочную форму подбирают по суммарному сечению соединяемых жил проводов (применяется форма для ближайшего большего сечения).

К трансформатору подключают электрододержатель и охладитель.

Концы жил располагают вертикально.

На жилах выполняют асбестовый бандаж 9 (рис. 2, б) толщиной 1-1,5 мм так, чтобы сплавляемый участок жил был свободен от асбеста, и устанавливают разъемную сварочную форму. Торцы жил должны быть на одном уровне с верхним краем формы.

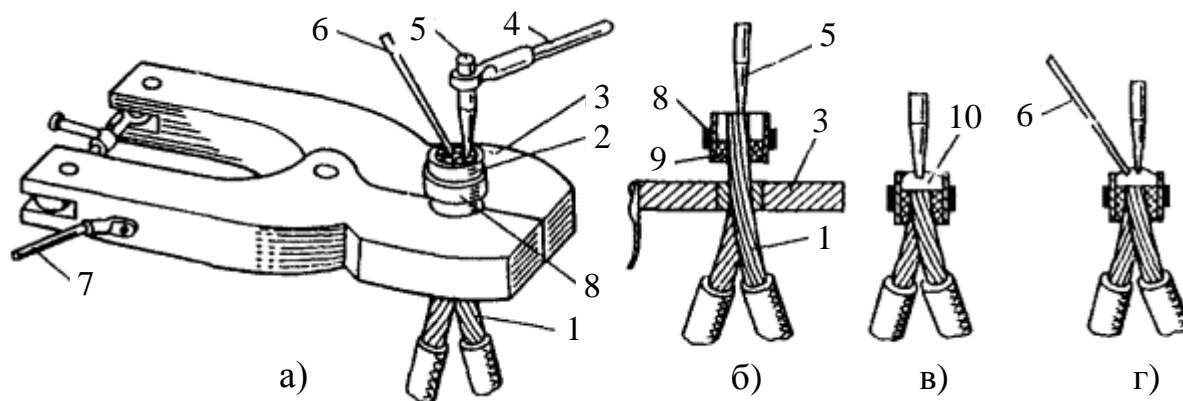


Рис.2 Сварка алюминиевых жил сплавлением в общий монолитный пучок.

Половники формы скрепляют жестяным хомутом или проволочным бандажом 8.

На очищенном от изоляции участке жил 1 (рис. 2, а) между формой 2 и обрезом изоляции устанавливают охладитель 3, подключенный гибким проводом 7 к сварочному трансформатору.

На торец жилы кисточкой наносят тонкий слой флюса.

Для расплавления концов жил электрод Л, закрепляемый в электрододержателе 4, плотно прижимают к их торцу (рис.2, б), задерживают на одном месте до появления очага плавления, после чего медленно перемещают по торцам жил, последовательно расплавляя все проволоки (рис. 2, в).

После образования расплавленного металла 10 в форму вводят присадочный пруток 6 из алюминия, погружая его в расплавленный металл под электрод (рис. 2, г).

В процессе сварки расплав перемешивают концом электрода круговыми движениями.

После заполнения формы алюминием до краев электрод отводят в сторону и заканчивают сварку.

После затвердения металла охладитель и форму снимают, место сварки и прилегающий к нему участок жил очищают от шлака щеткой из кардоленты.

Основным методом контроля является внешний осмотр мест сварки, который производят после удаления со шва шлака, брызг металла и остатков флюса. Поверхность сварных соединений не должна иметь трещин, прожогов, непроваров и надразов. Если качество швов вызывает сомнение, сваривают образцы – "свидетели" при тех же режимах и испытывают их. Сварные соединения при испытании должны иметь механическую прочность не ниже прочности отожженного металла и электрическую проводимость не ниже электрической проводимости целой жилы.

1.2 ТЕРМИТНАЯ СВАРКА

СОЕДИНЕНИЕ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ ДО 10 кВ, СЕЧЕНИЕМ 16-240 мм²

Перечень необходимых материалов приведен в табл. 3.

Перед сваркой выполняют следующие подготовительные операции*:

- подбирают термитные патроны по сечению свариваемых жил;
- покрывают внутреннюю поверхность кокиля термитного патрона слоем мела, разведенного водой до пастообразного состояния; слой мела следует высушить до начала сварки;
- собирают термитные патроны, для чего вводят кокиль с двумя алюминиевыми колпачками (в термитных патронах ПА-300 ÷ ПА-800 вместо

колпачков применяют втулки) в муфель таким образом, чтобы литниковые отверстия кокиля и муфеля были расположены соосно.

*Указанные операции рекомендуется выполнять заблаговременно в мастерской.

Таблица 3

№ п/п	Материал	Назначение
1.	Термитные патроны ПА	Нагрев и расплавление жил
2.	Секторные втулки А	Соединение однопроволочных секторных жил
3.	Сварочная проволока СпАК5 диаметром 2 мм или проволока из повивов многопроволочных жил	Присадочный металл
4.	Термитные спички	Поджигание термитных патронов
5.	Асбестовый шнур диаметром 2-4 мм	Уплотнение
6.	Асбестовый картон толщиной 2-10 мм	Защита охладителей и изоляции от нагрева и искр
7.	Бензин или ацетон	Промывка жил и готового соединения
8.	Шлифовальная шкурка № 8	Зачистка присадки и монолита соединения
9.	Обтирочная ветошь	Протирка присадки и соединения
10.	Электродный мел	Покрытие внутренних поверхностей кокилей термитных патронов
11.	Флюс ВАМИ	Растворение пленки окиси алюминия на жилах

С концов жил удаляют изоляцию на длине (см. табл. 4).

Таблица 4

Сечение жилы, мм ²	Длина удаляемой изоляции, мм
16-50	45
70; 95	50
120; 150	55
185; 240	60

У жил с бумажной изоляцией маслоканифольный состав удаляют ветошью, смоченной бензином или ацетоном.

Жилы зачищают до блеска щеткой из кардоленты и протирают тканью, смоченной бензином или ацетоном.

Покрывают жилы тонким слоем флюса, разведенного водой до пастообразного состояния.

Внутренние поверхности алюминиевых колпачков, входящих в комплект термитных патронов, зачищают до блеска и насаживают колпачки на концы соединяемых жил. При жировых загрязнениях колпачки протирают тканью, смоченной бензином или ацетоном.

Комбинированные и многопроволочные секторные жилы предварительно скругляют плоскогубцами. При соединении секторных однопроволочных жил вместо алюминиевых колпачков применяют секторные втулки А. При отсутствии секторных втулок допускается использовать колпачки; секторные жилы на участке насадки колпачка следует запилить напильником так, чтобы они свободно входили в колпачок.

Свободное пространство между стенками колпачка и жилой заполняют отрезками присадки.

Сварочную проволоку для присадки нарезают на отрезки длиной 0,5-1 м, протирают их чистой ветошью, смоченной бензином или ацетоном, зачищают щеткой из кардоленты или шлифовальной шкуркой и протирают чистой сухой ветошью. При сварке жил сечением до 50 мм² включительно применяют присадочный пруток из одной проволоки диаметром 2 мм, при сварке жил больших сечений предварительно свивают две-четыре проволоки. Присадку покрывают тонким слоем флюса, разведенного водой до пастообразного состояния.

Термитный патрон надевают на слегка отогнутую в сторону жилу и сдвигают на расстояние, равное длине патрона; соединяют торцы жил и сдвигают патрон обратно таким образом, чтобы стык жил находился в центре литникового отверстия. Жилы, как правило, устанавливают в патроне без зазора, однако допускается зазор 2-3 мм. Патроны устанавливают на всех соединяемых жилах.

Зазор между жилой 1 (рис.3, а) и кокилем 3 термитного патрона уплотняют асбестовым шнуром 4.

На оголенные участки жил устанавливают охладители, закрепленные на соединительной планке, подводят под охладители опорную стойку* и закрепляют ее.

*При соединении проводов допускается охладители, закрепленные на соединительной планке, не крепить на стойке. В этом случае охладители кладут на огнестойкую подкладку (кирпичи, асбоцемент, асбест и т.п.)

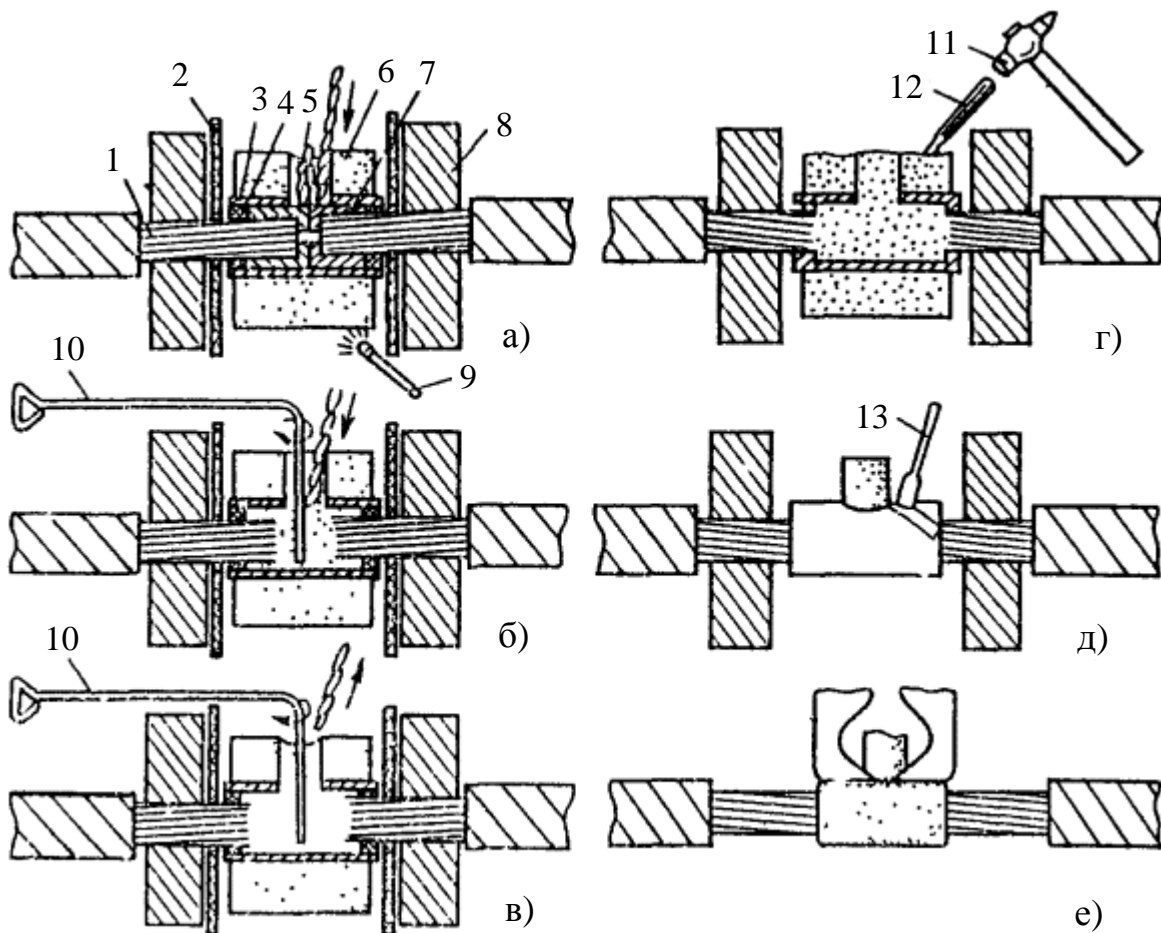


Рис. 3. Термитная сварка алюминиевых жил кабелей до 10 кВ сечением 16-240 мм²:

1 – жила; 2 – защитный экран; 3 – кокиль; 4 – асбестовый шнур; 5 – присадочный пруток; 6 – муфта; 7 – колпачок; 8 – охладитель; 9 – термитная спичка; 10 – мешалка; 11 – молоток; 12 – зубило; 13 – отвертка.

Между охладителем и формой (вплотную к охладителю) устанавливают тепловой экран из асбестового картона, выступающий за края охладителя не менее чем на 10 мм.

Бумажную изоляцию жил за охладителем защищают сухим асбестовым картоном или подмоткой асбестовым шнуром по жилам; при сварке жил с пластмассовой и резиновой изоляцией на участок изоляции длиной около 80 мм за охладителями накладывают слой увлажненного асбеста толщиной не менее 10 мм. Жилы кабеля, не подвергаемые сварке, защищают от нагрева и искр асбестовым картоном.

В литниковое отверстие термитного патрона вводят присадочный пруток 5 (рис. 3, а), конец прутка складывают несколько раз для увеличения массы присадки, вводимой в начале сварки.

Муфель 6 (рис. 3, а) термитного патрона поджигают термитной спичкой 9, плотно прижав ее к торцу муфеля. Сварку рекомендуется начинать с жилы, расположенной вверху разделки.

После окончания горения муфеля в литниковое отверстие вводят мешалку 10 и перемешивают расплавленный металл сварочной ванны для удаления газов и шлака (рис. 3, б). При необходимости в литниковое отверстие добавляют присадку. Расплавление жил контролируют мешалкой (рис. 3, в), которая должна свободно доходить до дна кокиля.

После застывания металла в литниковом отверстии муфель скалывают зубилом 12 с помощью молотка 11 (рис. 3, г) и удаляют кокиль, отогнув его края отверткой 13, конец которой вставляют в зазор между кромками кокиля (рис. 3, д).

Удаление литниковой прибыли клещами ПК-1М показано на (рис. 3, е).

СОЕДИНЕНИЕ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ 20 и 35 кВ, СЕЧЕНИЕМ 25-185 мм²

Для выполнения соединений применяют: а) набор НСПУ; б) пресс-клещи ПК-1М или ручную ножовочную рамку с ножовочным полотном для металла; в) слесарное зубило длиной 125 мм с лезвием шириной 10 мм; г) отвертку длиной 200 мм с лезвием шириной 9 мм; д) конопатку с полукруглым лезвием шириной 8 мм; е) плоский напильник длиной 200 мм с насечкой № 2; ж) молоток массой 0,4-0,5 кг; з) плоскогубцы; и) кисточку для нанесения флюса. Вместо соединительных колпачков используют соединительные гильзы (рис. 4), входящие в комплект термитных патронов ПА. Геометрические размеры алюминиевых гильз к термитным патронам для сварки кабелей 20 и 35 кВ приведены в табл. 5. Перечень материалов приведен в табл. 3.

С концов жил, соединяемых в муфтах СЛО и СЭО, удаляют изоляцию на длине 70 мм.

Остальные операции по подготовке, сварке и разборке соединения выполняют согласно требованиям, приведенным для соединения жил кабелей до 10 кВ. Кокиль 3 (рис. 5.) уплотняют асбестовым шнуром 4, наматываемым на выступающие концы кокиля и гильзы 2, а также на жилу 1.

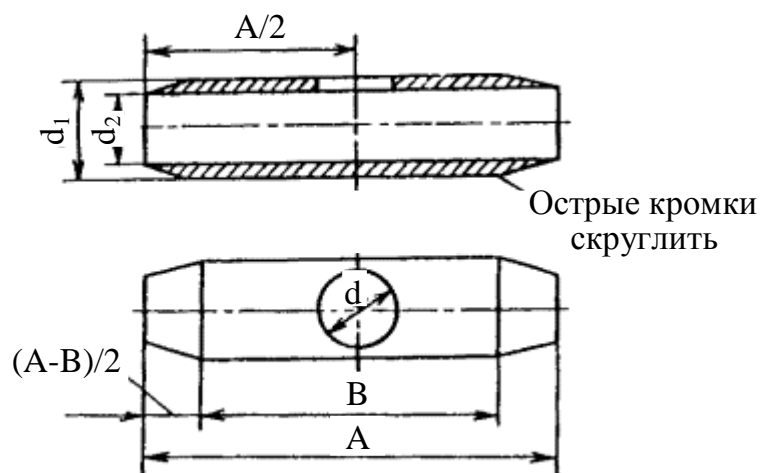


Рис. 4

Таблица 5

Сечение жилы, мм ²	Размеры, мм					Сечение жилы, мм ²	Размеры, мм				
	A	B	d	d ₁ -0,2	d ₂ +0,25		A	B	d	d ₁ -0,2	d ₂ +0,25
25	47	33	5	9,9	6,7	95	66	50	12	17,5	13,3
35	48	34	5,5	11,1	7,9	120	74	54	13	19,2	14,8
50	52	38	8	12,8	9,5	150	74	54	14	21	16,3
70	58	44	10	14,5	11,3	185	76	58	16	22,9	18,3

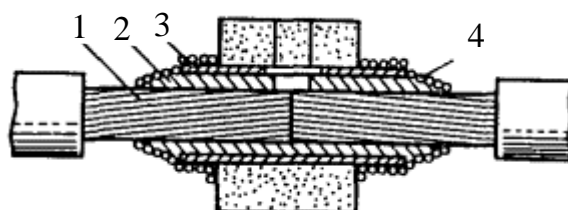


Рис. 5. Подготовка алюминиевых жил кабелей 20 и 35 кВ сечением 25-185 мм² к термитной сварке

СОЕДИНЕНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ ЖИЛ ПРОВОДОВ СУММАРНЫМ СЕЧЕНИЕМ 70-240 мм², СПЛАВЛЕНИЕМ ПО ТОРЦАМ

Для выполнения соединений и ответвлений применяют те же принадлежности и инструменты, что и для соединения жил кабелей 10, 20 и 35 кВ, а также термитные патроны ПАТ. Маркировка патронов соответствует максимальному суммарному сечению свариваемых проводов. Перечень необходимых материалов приведен в табл. 3 (пп. 3-9, 11).

С концов жил удаляют изоляцию на длине (см. табл. 6).

Жилы зачищают до блеска щеткой из кардоленты и протирают тканью, смоченной бензином или ацетоном.

Таблица 6

Сечение жилы, мм ²	Длина удаляемой изоляции, мм
70	80
95; 120	90
150; 185	95
240	100

Концы жил соединяют в общий пучок и плотно связывают у обреза изоляции временным биндажом из двух-трех витков стальной проволоки; плоскогубцами придают пучку круглую форму.

Жилы покрывают флюсом, подготавливают и насаживают на жилы втулки. Готовят присадку.

Термитный патрон 1 (рис. 6) надевают на жилы, оконцованные алюминиевой втулкой 2 так, чтобы нижняя часть кокиля 5 выступала за край втулки не менее чем на 7 мм. Кокиль уплотняют подмоткой жил асбестовым шнуром 8, которую сдвигают в зазор между жилами и кокилем. Временный биндаж удаляют и устанавливают охладитель 7 на сложенные вместе жилы.

Муфель поджигают термитной спичкой; одновременно с началом горения муфеля в кокиль патрона вводят присадочный пруток 4. После расплавления концов жил плавно перемешивают сварочную ванну мешалкой и добавляют присадку до заполнения кокиля.

После застывания металла муфель скалывают, снимают кокиль и зачищают соединение.

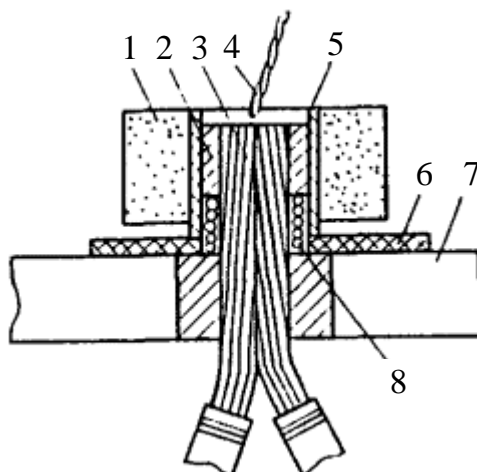


Рис. 6. Термитная сварка алюминиевых проводов сплавлением по торцам: 1 – термитный патрон; 2 – алюминиевая втулка; 3 – жилы; 4 – присадочный пруток; 5 – кокиль; 6 – асбестовая подкладка; 7 – охладитель; 8 – асбестовый шнур

2. СОЕДИНЕНИЕ, ОКОНЦЕВАНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ МЕДНЫХ И АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИЛ ПАЙКОЙ

2.1 СОЕДИНЕНИЕ, ОКОНЦЕВАНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ ЖИЛ СЕЧЕНИЕМ ДО 10 мм² ПРОПАЯННОЙ СКРУТКОЙ И ОФОРМЛЕНИЕМ В КОЛЬЦО

Для выполнения соединений, окончаний и ответвлений применяют наборы НСПУ, НСП-1 или паяльник (электротигель), стальную щетку, плоскогубцы или круглогубцы. Для пайки алюминиевых жил применяют припои, перечисленные в табл. 7.

Таблица 7

Припой	Температура плавления, °С	Состав припоя, %			
		Цинк	Олово	Медь	Алюминий
Оловянно-медноцинковый А	400-425	58-58,5	40	1,5-2	-
Цинкооловянистый ЦО-12	500-550	88	12	-	-
Цинкоалюминиевый ЦА-15	550-600	85	-	-	15

Для пайки медных жил применяют мягкие оловянно-свинцовые припои, перечисленные в табл. 8, канифоль или флюс КСп.

Таблица 8

Припой (ГОСТ 21930-76)	Температура плавления, °С	Область преимущественного применения
ПОССу61-0,5	183-189	Лужение и пайка электроаппаратуры, пайка элементов печатных плат и обмоток электрических машин
ПОССу40-0,5	183-235	Лужение и пайка обмоток электрических машин, пайка монтажных элементов, моточных и кабельных изделий
ПОССу35-0,5	183-245	Лужение и пайка свинцовых кабельных оболочек электротехнических изделий
ПОССу40-2	185-229	Припой широкого назначения

С концов жил удаляют изоляцию на длине, указанной в табл. 9.

Жилы зачищают до металлического блеска.

Алюминиевые жилы складывают внахлестку, соединяют их концы двойной скруткой (рис. 7, а, б) или оформляют в кольцо круглогубцами.

При пайке алюминиевых жил скрутку нагревают пламенем газовой горелки, одновременно вводя в пламя прутки припоя. После нагрева жил до температуры плавления припоя натирают желобок и место скрутки с одной стороны прутком припоя. В результате трения пленка окиси разрушается,

желобок и скрутка облуживаются и заполняются припоем. Аналогично пропаивают другую сторону скрутки.

Таблица 9

Сечение жилы, мм ²	Длина снимаемой изоляции*, мм	
	при пайке скрутки алюминиевых жил	при пайке скрутки медных жил
До 1	-	20
1,5	-	25
2,5	60	35
4	60	45
6	80	50
10	90	60

*При оформлении медных жил в кольцо изоляцию удаляют на длине 30-35 мм.

При пайке медных жил на скрутку (рис. 7, а) или кольцо наносят мелко истолченную канифоль или флюс КСп, пропаивают скрутку припоем с помощью паяльника или погружают оформленную в кольцо жилу в расплавленный припой на 1-4 с.

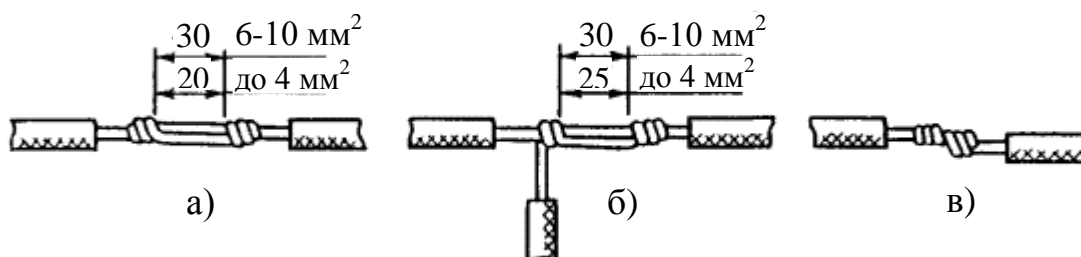


Рис. 7. Соединение и ответвление жил сечением до 10 мм² пайкой

Излишки припоя удаляют с поостывшего соединения чистой ветошью; место пайки изолируют.

2.2 СОЕДИНЕНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ ЖИЛ СЕЧЕНИЕМ 16-240 мм² НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ СПЛАВЛЕНИЕМ ПРИПОЯ В ФОРМАХ (МЕДНЫХ ГИЛЬЗАХ) ИЛИ ПОЛИВОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО РАСПЛАВЛЕННЫМ ПРИПОЕМ

Для соединения и ответвления применяют набор НСПУ (для пайки непосредственным сплавлением припоя) или тигель, паяльную ложку, разъемные формы или формы из кровельной стали для пайки поливом, защитный экран, стальную щетку, напильник длиной 200 мм с насечкой № 2,

кисточку для нанесения флюса и стальной скребок, мешалку (проволочный щуп), ручную ножовочную рамку с ножовочным полотном для металла; для соединения или ответвления в гильзах – медные соединительные или ответвительные гильзы; термометр со шкалой 0-300° С.

При пайке алюминиевых жил применяют припои, указанные в табл. 7, медных – оловянно-свинцовые припои (табл. 8) и мелко истолченную канифоль или флюс КСп.

С концов алюминиевых жил удаляют изоляцию на длине (табл. 10):

Таблица 10

Сечение жилы, мм ²	Длина удаляемой изоляции, мм
16-35	50
50-95	60
120 и выше	70

С концов медных жил удаляют изоляцию на длине, равной половине длины гильзы плюс 10 мм.

У кабелей с бумажной изоляцией с оголенной части жилы удаляют масло-канифольный состав чистой ветошью, смоченной бензином или ацетоном.

Секторные жилы скругляют, используя необходимые механизмы и инструмент. Жилы зачищают до металлического блеска.

С зачищенных концов жил снимают повивы ступенями (рис. 8, а-в соответственно для жил сечением 16-35; 50-95 и 120-240 мм²) или отрезают жилы 1 под углом 55° с помощью шаблона 2 (рис. 8, г, д).

Края изоляции жил обматывают несколькими витками асбестового шнура.

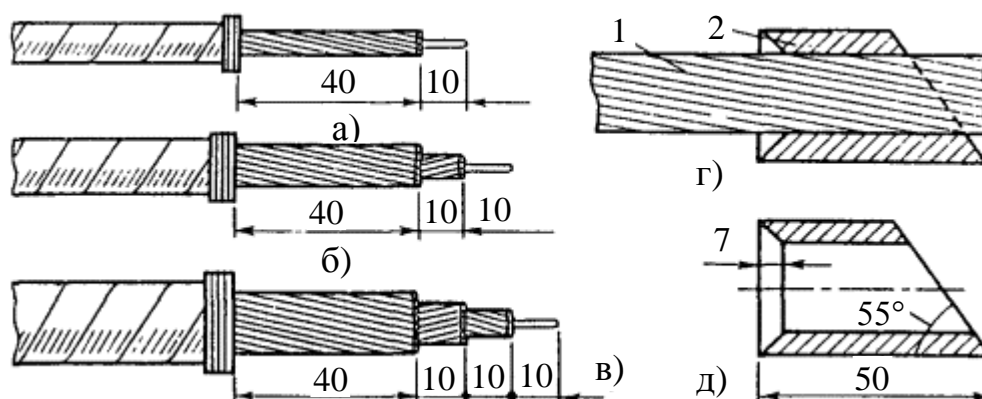


Рис. 8. Разделка концов жил сечением 16-240 мм² перед пайкой

Облуживают концы жил следующим образом:

– алюминиевые жилы при соединении и ответвлении непосредственным сплавлением припоя прогревают до плавления припоя, вводят палочку припоя в пламя горелки и наносят припой на всю ступенчатую поверхность концов жил, включая их торцы, тщательно растирают припой стальной кисточкой до полного облуживания жилы;

– концы алюминиевых жил при соединении сплавлением припоя в медных гильзах облуживают сначала припоем, а затем припоем ПОССу. Припоем ПОССу после предварительной очистки облуживают медные соединительные гильзы;

– медные жилы облуживают оловянно-свинцовым припоем.

Концы жил 1 (рис. 9, а) вводят в формы (гильзы) 2 так, чтобы стык жил находился в середине формы (для жил со срезанными под углом 55° концами зазор между торцами около 2 мм). Разъемные формы скрепляют бандажами из мягкой стальной проволоки, формы из кровельной стали – с помощью замка.

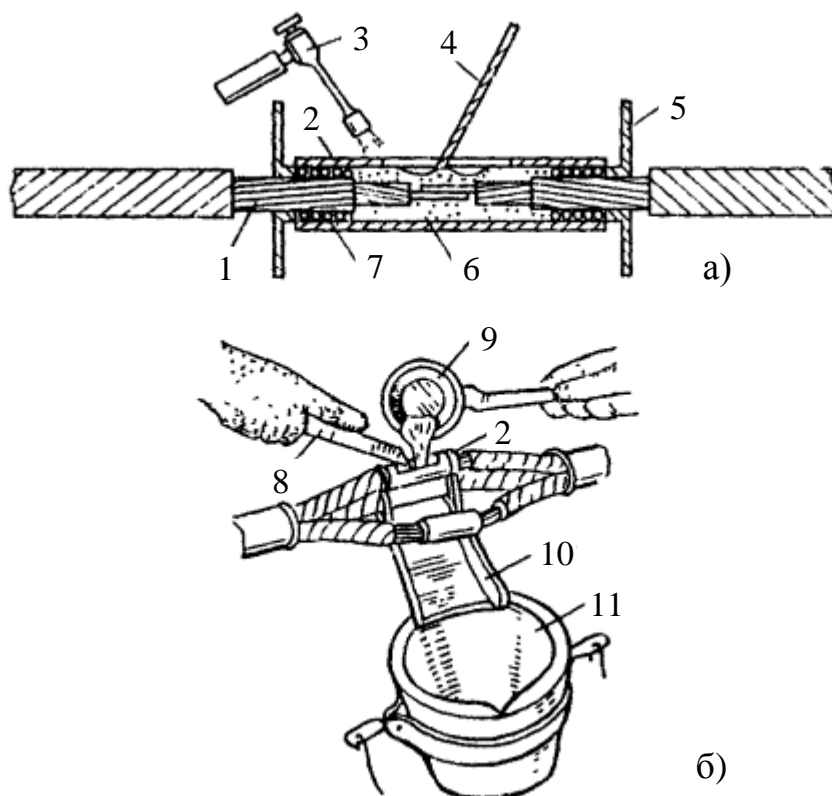


Рис. 9. Соединение жил сечением 16-240 мм² пайкой

Место входа жил в форму уплотняют подмоткой из асбестового шнура 7. Формы устанавливают горизонтально для обеспечения полной заливки

припоем, надевают на жилы защитные экраны 5. При соединении жил сечением 120 мм² и более рекомендуется дополнительно устанавливать охладители. В этом случае длина первой ступени разделяемого конца кабеля увеличивается от 40 до 55 мм (рис. 9, в).

Пламенем горелки 3 нагревают форму (гильзу) с введенными в нее облуженными концами жил. Одновременно в пламя вводят палочку припоя 4, расплав которого должен заполнить форму до верха. Расплавленный припой 6 перемешивают мешалкой и удаляют шлаки, затем прекращают нагрев и уплотняют припой легким постукиванием по форме.

При пайке поливом, предварительно расплавленным припоем тигель 11 (рис. 9, б) с расплавленным припоем устанавливают несколько в стороне от места пайки, чтобы выделяемое им тепло дополнительно не нагрело жилы и не воспламенило кабельный пропиточный состав. Для стекания излишков припоя между местом пайки и тиглем устанавливают лоток 10, который крепят к оголенным жилам так, чтобы он не касался бумажной изоляции.

При пайке алюминиевых жил температура расплавленного припоя ЦО-12, ЦА-15 должна составлять 600-700°C (определяется началом плавления погруженной в припой алюминиевой проволоки); медных жил оловянно-свинцовым припоем – 270-280°C (определяется термометром со шкалой 0-300°C). Масса припоя в тигле во избежание быстрого остывания должна быть 7-8 кг.

Припой заливают паяльной ложкой 9 (рис. 9, б) через литниковое отверстие формы. При пайке алюминиевых жил заливку припоя продолжают до расплавления торцов соединяемых жил, что определяется путем прикосновений проволочным щупом. С поверхности жил со скошенными концами под слоем припоя удаляют пленку окиси скребком 8, изготовленным из ножовочного полотна.

Тигель с расплавленным припоем подогревают перед соединением жил кабеля каждой фазы.

Длительность пайки во всех случаях не должна превышать 1-1,5 мин. Припой после остывания дает усадку, поэтому во избежание образования раковин следует долить припой в форму или гильзу до затвердения его верхнего слоя, сохраняя неизменным положение жил, чтобы избежать образования трещин.

Излишки незастывшего припоя удаляют, осторожно протерев форму (гильзу) чистой ветошью.

После остывания соединения снимают охладители, экраны, форму и опиливают шероховатости. Соединение протирают чистой ветошью, смоченной бензином или ацетоном. Место пайки изолируют.

Ответвления (рис. 10) выполняют аналогично соединениям, применяя ответвительные гильзы или Т-образные формы.

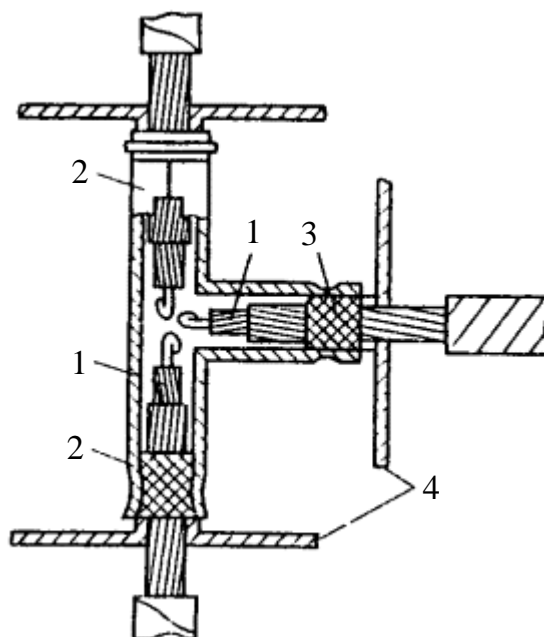


Рис. 10. Подготовка жил сечением 16-240 мм² к ответвлению пайкой
1 – жила; 2 – форма; 3 – асбестовая подмотка; 4 – защитные экраны

2.3 ОКОНЦЕВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ И МЕДНЫХ ЖИЛ НАКОНЕЧНИКАМИ П

С конца жилы удаляют изоляцию на длине, равной длине наконечника плюс 10 мм.

Секторные жилы скругляют.

С конца жилы удаляют маслоканифольный состав ветошью, смоченной бензином; у алюминиевых жил опиливают концы под углом 55° в стальном шаблоне (рис. 8, г, д); жилы зачищают до металлического блеска.

Облуживают жилу и наконечник (внутреннюю гильзу): алюминиевые жилы – припоем А, затем оловянно-свинцовым припоем; медные оловянно-свинцовым припоем с применением канифоли или флюса КСп.

На жилу 2 (рис. 11, а) надевают наконечник 1 и уплотняют зазоры в его нижней части асбестовым шнуром 3, устанавливают защитный экран 4.

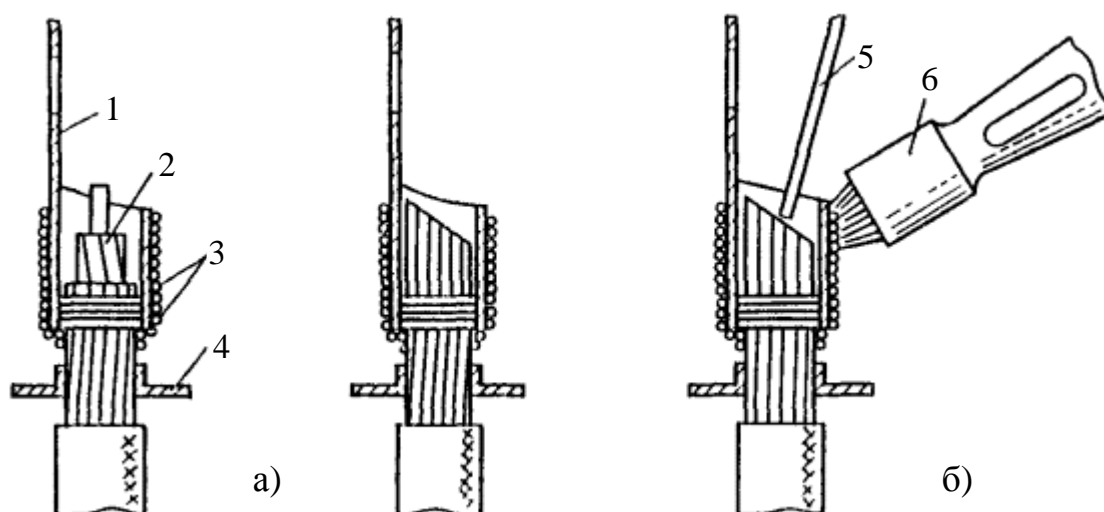


Рис. 11. Оконцевание жил наконечниками П пайкой

Конец жилы и наконечник прогревают горелкой 6 (рис. 11, б) и наплавляют в наконечник оловянно-свинцовый припой 5. При заполнении гильзы наконечника припоем необходимо следить за тем, чтобы он проник в зазоры между проволоками и наконечником. Образовавшиеся при пайке подтеки припоя разглаживают ветошью по поверхности наконечника.

После полного застывания припоя снимают подмотку из асбеста.

3. СОЕДИНЕНИЕ, ОКОНЦЕВАНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ МЕДНЫХ И АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИЛ ОПРЕССОВКОЙ

Опрессовка давлением применяется для оконцевания, соединения и ответвления алюминиевых и медных жил проводов и кабелей с использованием стандартных гильз и наконечников. Оконцевание однопроволочных жил, кроме того, может быть выполнено формированием наконечника из конца однопроволочной жилы.

В основу опрессовки с применением стандартных гильз и наконечников положен принцип деформирования материала контактной пары жила - наконечник (гильза) с образованием зоны контактирования между ними. Форму деформирования и степень деформации определяют с помощью специального инструмента согласно требованиям ГОСТ 10434-82 и ГОСТ 17441-78 к качеству контактных соединений.

Для получения требуемого качества контактного соединения перед опрессовкой необходимо выполнить подготовительные технологические операции: с поверхности алюминиевых жил удалить слой окисной пленки и

нанести на зачищенные жилы слой кварцево-вазелиновой пасты; зачистить поверхность медных жил и внутренние поверхности гильзы или хвостовика наконечника.

Механизмами для опрессовки наконечников и гильз на жилах проводов и кабелей служат ручные пресс-клещи, механические и гидравлические прессы, гидравлические прессы с электроприводом, в которых устанавливаются сменные матрицы и пуансоны в зависимости от материала, сечения и класса жил.

Для формирования наконечников из однопроволочных жил применяются пороховые прессы с наборами сменных комплектов матриц и пуансонов.

3.1 ОПРЕССОВКА АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИЛ

СОЕДИНЕНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ ОДНОПРОВОЛОЧНЫХ ЖИЛ СЕЧЕНИЕМ 2,5-10 мм² С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИЛЬЗ ГАО

Для выполнения соединений и ответвлений применяют механизмы и инструмент (табл. 11), стальную щетку и щетку-ежик, гильзы ГАО (рис. 12; табл.12), изолирующие колпачки К, изоляционную ленту, кварцево-вазелиновую пасту, ветошь, бензин.

Таблица 11

Суммарное сечение жил в гильзе, мм ²	Матрицы (числитель) и пуансоны (знаменатель) инструментов при использовании механизма				Остаточная толщина h материала в месте опрессовки, мм (±0,2мм)
	Гильзы	ГКМ*	ПК-1М*	ПК-2М* ПК-3	
7,5 15	ГАО-4-1 ГАО-4-2	A4/A4	-	A4/A4 A4/A4	3,5
13 26	ГАО-5-1 ГАО-5-2	A5/A5	A5/A5	A5/A5 A5/A5	4,5
20,5 41	ГАО-6-1 ГАО-6-2	A5,4; A6/A5,4; 6; 7	1A5,4; 6/1A5,4; 6; 7; 8	- A6/A6	4,5
32,5 65	ГАО-8-1 ГАО-8-2	-	1A8/1A5,4; 6; 7; 8	-	6,3

*Допускается применять.

Соединение и ответвление жил выполняют одним местным вдавливанием с односторонним вводом проводов в гильзу. При большом количестве соединяемых жил применяют гильзы двойной длины с двусторонним вводом проводов; их опрессовывают двумя вдавливаниями.

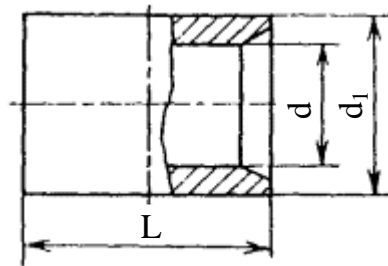


Рис. 12

Таблица 12

Гильза*	Размеры, мм			Гильза*	Размеры, мм		
	d	d ₁	L		d	d ₁	L
ГАО-4-1	4	7	11	ГАО-6-1	6	10	18
ГАО-4-2	4	7	22	ГАО-6-2	6	10	36
ГАО-5-1	5	9	14	ГАО-8-1	8	14	18
ГАО-5-2	5	9	28	ГАО-8-2	8	14	36

*Г – гильза; О – закрепляемая опрессовкой; первая цифра – внутренний диаметр d; вторая – одностороннее заполнение.

С концов жил удаляют изоляцию на длине 20 мм при использовании гильз ГАО-4; 25 мм – гильз ГАО-5; 30 мм – гильз ГАО-6 и ГАО-8. Жилы и внутреннюю поверхность гильз зачищают до металлического блеска и немедленно смазывают контактирующие поверхности кварцево-вазелиновой пастой плоской лопаткой шириной 4 мм (зачистку и смазку производят, если они не были выполнены на заводе-изготовителе).

Гильзы, матрицы и пуансоны выбирают по табл. 12 в зависимости от суммарного сечения жил и устанавливают в соответствующий механизм. При суммарном сечении соединяемых жил, менее указанного в табл. 12, в гильзы вводят дополнительные проволоки жил (рис. 13, а, б).

Гильзу с размещенными в ней жилами устанавливают в матрице (рис. 13, в) и спрессовывают до соприкосновения пуансона с матрицей; измеряют остаточную толщину h материала в месте опрессовки (рис. 13, г), которая должна соответствовать указанной в табл. 12. Контактное соединение (рис. 13, д) снаружи протирают ветошью, смоченной в бензине.

Место соединения или ответвления изолируют полиэтиленовыми колпачками К-1, К-2, К-3 соответственно для гильз ГАО-4-1, ГАО-5-1, ГАО-6-1 и изоляционной лентой для гильз ГАО-4-2, ГАО-5-2, ГАО-6-2, ГАО-8-1, ГАО-8-2 (рис. 13, е).

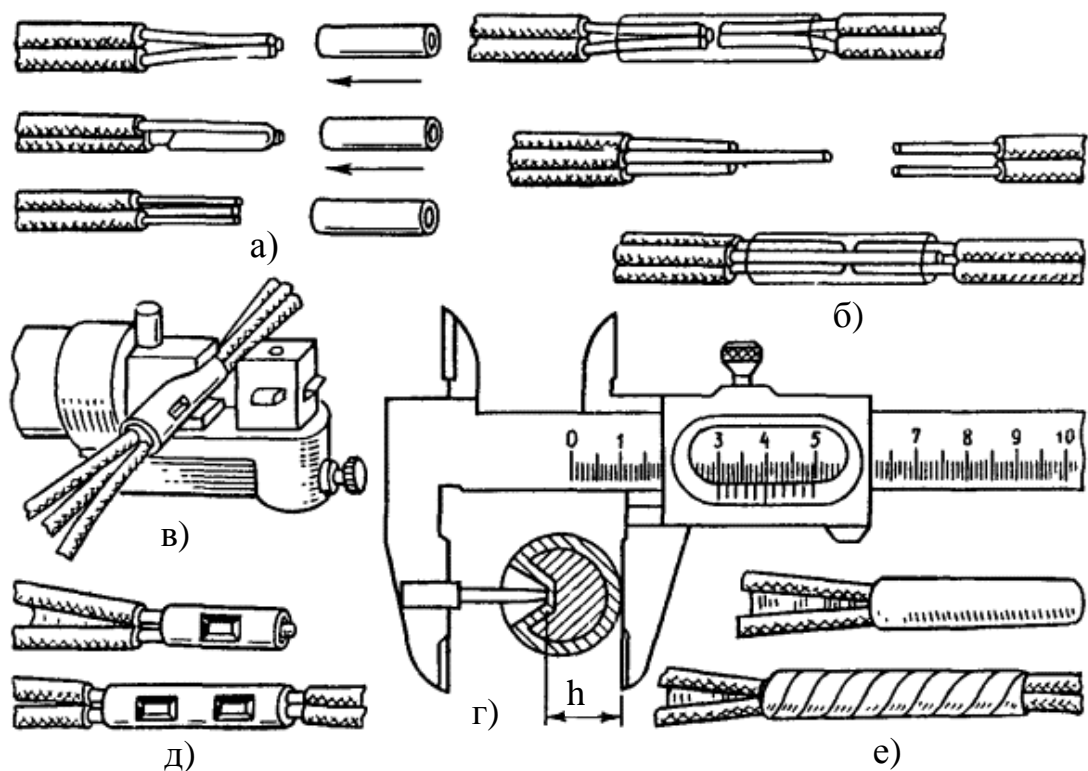


Рис. 13. Опрессовка гильз ГАО

СОЕДИНЕНИЕ ЖИЛ СЕЧЕНИЕМ 16-240 мм²
С ПРИМЕНЕНИЕМ КАБЕЛЬНЫХ ГИЛЬЗ

Для выполнения соединений применяют механизмы и инструмент типа УСА с прессами РПМ-7М, ПГЭП-2М или НИСО с прессами ПГЭ-20, ПГР-20М1, гильзы (рис. 14; табл. 13), наконечники (рис. 15; рис. 16; табл. 14), стальную щетку и щетку-ежик, универсальные электромонтажные плоскогубцы, кварцево-вазелиновую пасту, ветошь, бензин.

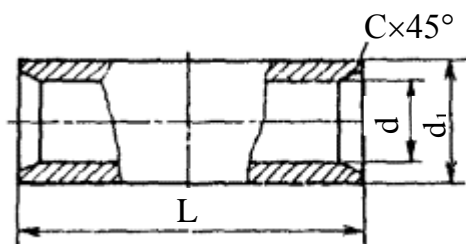


Рис. 14

Таблица 13

Гильза*	Размеры, мм				Гильза*	Размеры, мм			
	d	d ₁	C	L+1		d	d ₁	C	L+1
16-5,3	10	5,3	1,2	60	50-9	16	9	1,8	71
25-7,1	12	7,1	1,3	63	70-11	18	11	1,8	80
35-8	14	8	1,5	71	70-12	18	12	1,5	80

Продолжение таблицы 13

95-13	20	13	1,8	85	185-19	26	19	1,8	100
120-14	22	14	2	100	240-20	28	20	2	110
150-16	24	16	2	100	240-22	30	22	2	120
150-17	24	17	1,8	100	300-24	34	24	2,5	140
185-18	26	18	2	100					

*Первая цифра – сечение жилы, мм; вторая – диаметр гильзы, мм.

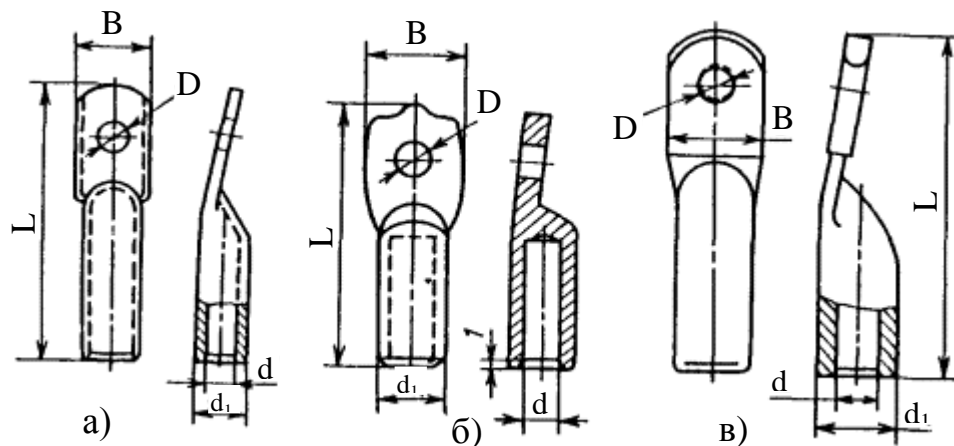


Рис. 15. Аллюминиевые ТА и медно-аллюминиевые ТАМ кабельные наконечники, закрепляемые опрессовкой
а – наконечники из трубки; б – из прутка; в – медно-аллюминиевые
Размеры наконечников см. в ГОСТ 9581-68

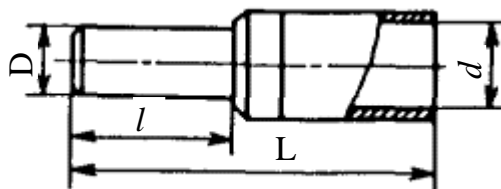


Рис. 16 Штифтовые медно-аллюминиевые кабельные наконечники

Таблица 14

Наконечник	Сечение жилы, мм ²	Размеры, мм			
		D	d	L	l
ШП5-10	16	10	5,4	58	30
ШП7-15	25	15	7	59	32
ШП8-15	35	15	8	64	31
ШП9-15	50	15	9	69	30
ШП11-15	70	15	11	72	30
ШП13-15	95	15	13	74	30
ШП14-15	120	15	14	83	30
ШП16-15	150	15	16	83	30
ШП18-15	185	15	18	86	30
ШП20-15	240	15	20	86	30

Гильзы, матрицы и пуансоны выбирают в зависимости от сечения соединяемых жил и устанавливают в соответствующий механизм.

Внутреннюю поверхность гильзы протирают ветошью, смоченной в бензине, зачищают до металлического блеска и немедленно смазывают кварцево-вазелиновой пастой (рис. 17, а, б). Зачистку и смазку выполняют, если они не были произведены на заводе-изготовителе.

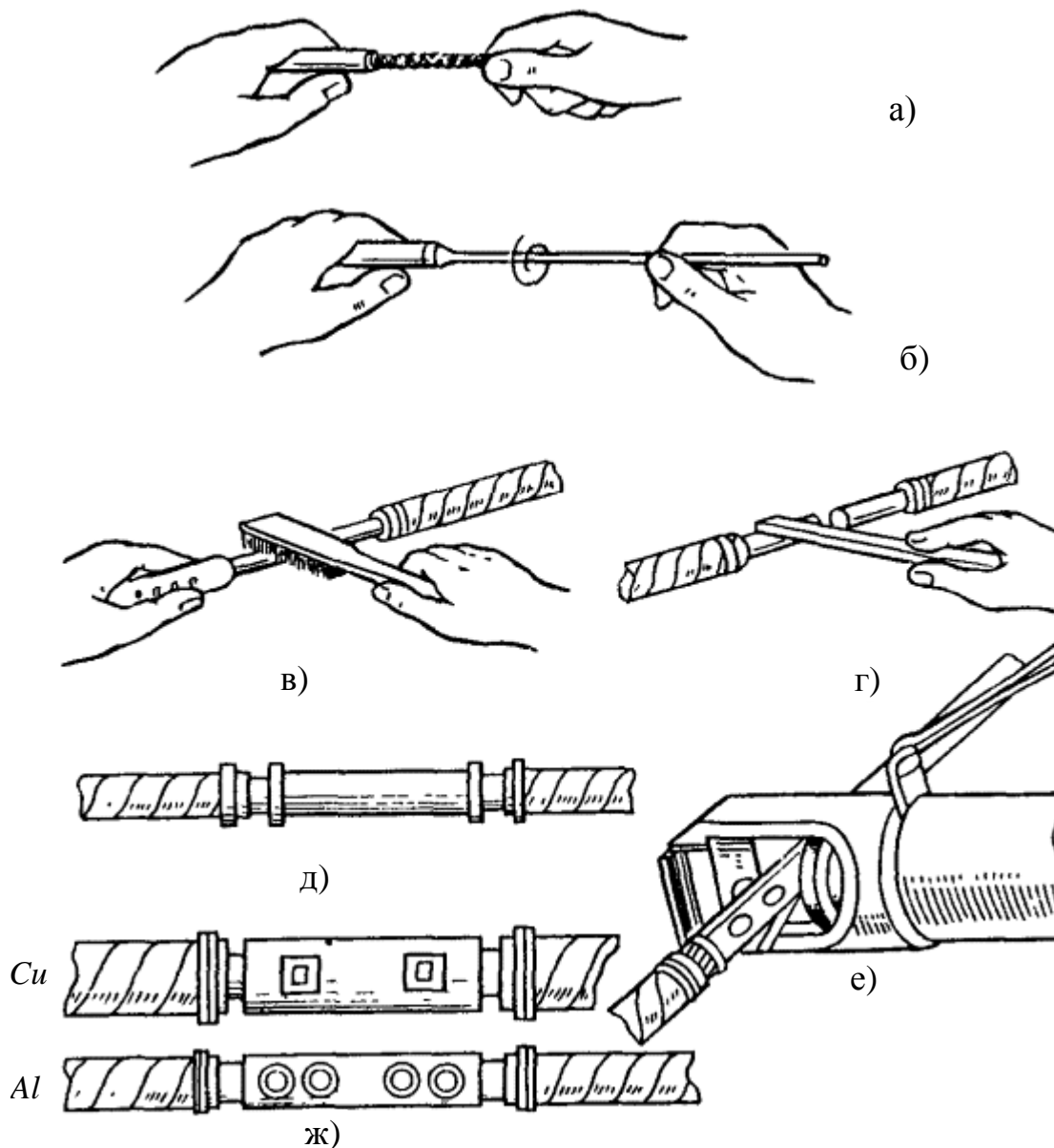


Рис. 17. Соединение жил опрессовкой

С концов жилы удаляют изоляцию на длине, указанной в табл. 15.

Жилы зачищают до металлического блеска и немедленно смазывают кварцево-вазелиновой пастой (рис. 17, в, г). Жилы с бумажной изоляцией перед зачисткой протирают ветошью, смоченной в бензине.

Таблица 15

Тип жилы (ГОСТ 22483-77)	Длина удаляемой с жил изоляции, м		Тип жилы (ГОСТ 22483-77)	Длина удаляемой с жил изоляции, м		Тип жилы (ГОСТ 22483-77)	Длина удаляемой с жил изоляции, м	
	нако- нечник	гильза		нако- нечник	гильза		нако- нечник	гильза
161;162	35	37	163; 251; 252	35	37	253; 351; 352	35	41
353; 501	41	-	502; 701; 702	43	45	503; 951	43	45
703; 952	45	48	1201	53	55	953; 1202; 1851	53	55
1203; 1501; 1502	53	55	1852	55	55	1503	55	55
2401	58	60	2402	61	65			

Концы соединяемых секторных жил предварительно скругляют: многопроволочных – плоскогубцами, однопроволочных и комбинированных – специальным инструментом (табл. 16).

Таблица 16

Сечение однопроволочных секторных жил, мм	Механизм для округления жил с использованием прессов		
	РМП-7М с инструментом ИСК	ПГЭП-2М с инструментом КС	ПГЭ-20, ПГР-20М1 с инструментом НИСО
25	A7-СО	-	A25
35	A8-СО	-	A35
50	A9-СО	-	A50; 70
70	A9-СО	-	A50; 70
95	A11-СО; 12-СО	-	A95
120	A13-СО	-	A120
120*	-	КС120; 150	A185; 120СК; 150СК
150	-	-	A150
150*	-	КС120; 150	A185; 120СК; 150СК
185	-	-	A185; 120СК; 150 СК
185*	-	КС185	A240; 185СК
240	-	-	A240; 185СК

Соединяемые жилы размещают в гильзе таким образом, чтобы их торцы упирались друг в друга в середине гильзы (рис. 17, д).

Гильзу устанавливают в основание матрицы и спрессовывают (рис. 17, е) до полного соприкосновения пуансона и матрицы. Выполненное контактное соединение протирают ветошью, смоченной в бензине, и изолируют в соответствии с действующими нормативными документами.

ОКОНЦЕВАНИЕ ЖИЛ СЕЧЕНИЕМ 16-240 мм² НАКОНЕЧНИКАМИ

Для выполнения оконцеваний применяют механизмы, инструмент и материалы (табл. 15), наконечники (рис. 15, рис. 16), стальную щетку и щетку-ежик, плоскогубцы, кварцево-вазелиновую пасту, ветошь, бензин.

Подготовку к оконцеванию и опрессовку выполняют согласно требованиям, изложенным выше, для случая соединения жил с применением кабельных гильз. Необходимо следить за тем, чтобы жила входила в наконечник до упора, а лунки от вдавливания пуансонов и оси наконечника были соосны.

3.2 ОПРЕССОВКА МЕДНЫХ ЖИЛ

СОЕДИНЕНИЕ ЖИЛ СЕЧЕНИЕМ 16-240 мм², С ПРИМЕНЕНИЕМ КАБЕЛЬНЫХ ГИЛЬЗ

Для выполнения соединения применяют механизмы и инструмент (табл. 17), стальную щетку и щетку-ежик, плоскогубцы и гильзы (рис. 18; табл. 18). Гильзы, матрицы и пуансоны выбирают по табл. 17 в зависимости от сечения соединяемых жил и устанавливают в соответствующий механизм.

Таблица 17

Тип жилы (ГОСТ 22483-77)	Наконечник (ГОСТ 7386- 80)	Гильза (ГОСТ 23469.3- 79)	Матрица и пуансон рабочего инструмента					h, мм (±0,2 мм)
			ПК-2М, ПК-3	ГКМ	НИОМ с прессами			
					РМП- 7М	ПГЭП- 2М	ПГР- 20М1, ПГЭ-20	
41, 43, 44	2,5-3-2,6; 2,5-4-2,6; 2,5-5-2,6; 2,5-6-2,6	2,5-2,6	М3	М3	-	-	-	2,5
45, 61	4-4-3; 4-5-3; 4-6-3	4-3	М3	М3	-	-	-	2,5
46, 62, 63, 64, 65, 101	6-4-4; 6-5-4;	6-4	М4	М4	-	-	-	3
102, 103, 104, 161	10-5-5; 10-6-5;	10-5	-	М5	-	-	-	5
161-166	16-6-6; 16-8-6	16-6	-	-	16	16	16	4,3
251-256	25-6-8; 25-8-8; 25-10-8	25-8	-	-	25	25	25	5

Продолжение таблицы 17

351-356	35-8-10; 35-10-10; 35-10-12	35-10	-	-	35	35	35	5,5
501-506	50-8-11; 50-10-11; 50-12-11	50-11	-	-	50	50	50	6,5
701-706	70-10-13; 70-12-13	70-13	-	-	70	70	70	7,3
951-956	95-10-15;	95-15	-	-	-	95	95	8,5
1201-1206	120-12-17; 120-16-17	120-17	-	-	-	-	120	11
1501-1506	150-12-19; 150-16-19	150-19	-	-	-	-	150	12

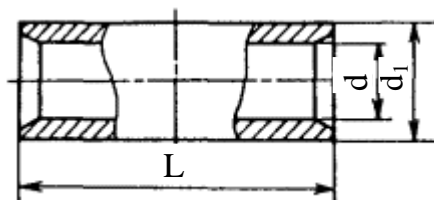


Рис. 18. Медные кабельные гильзы

Таблица 18

Гильза	Сечение жилы (ГОСТ 22483-77), мм ²	Размеры, мм		
		d	d ₁	L
16-6	16	6	9	30
25-8	25	8	11	40
35-10	35	10	13	50
50-11	50	11	14	50
70-13	70	13	16	53
95-15	95	15	19	53
120-17	120	17	22	67
150-19	150	19	25	67
185-21	185	21	27	75
240-24	240	24	32	75

С концов жил удаляют изоляцию на длине.

Внутреннюю поверхность гильзы и жилы зачищают до металлического блеска.

Соединяемые жилы размещают в гильзе таким образом, чтобы торцы жил упирались друг в друга в середине гильзы,

Гильзу устанавливают в матрицу и производят опрессовку (рис. 17, е) до упора пуансона в торец матрицы. Остаточная толщина h материала в месте опрессовки должна соответствовать указанной в табл. 17.

ОКОНЦЕВАНИЕ ЖИЛ СЕЧЕНИЕМ 4-240 мм² НАКОНЕЧНИКАМИ

Для выполнения оконцеваний применяют механизмы, инструмент и материалы (табл. 17), наконечники (рис. 19; табл. 19), стальную щетку и щетку-ежи.

Подготовку к оконцеванию и опрессовку выполняют согласно требованиям, изложенным выше, для случая соединения жил с применением кабельных гильз. Необходимо следить за тем, чтобы жила входила в наконечник до упора.

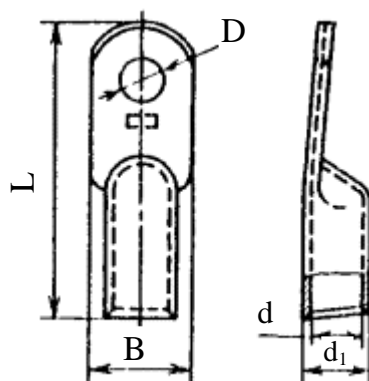


Рис. 19. Медные кабельные наконечники Т,
закрепляемые опрессовкой

Таблица 19

Наконечник	Сечение, мм ² , и класс жилы	Размеры, мм				
		d	d ₁	B	D	L
T3-4	4 IV	3	5	10	4,5	32
T4-4	6 I, 6 II, 6 III, 6 IV, 10 II	4	6	10	4,5	32
T5-5	10 I, 10 II, 10 III, 10 IV	5	8	14	5,5	40
T6-6	16 I, 16 II (16)	6	9	14	6,5	40
T7-6	16 III, 16 IV, 25 I	7	10	14	6,5	45
T8-6	25 II, 25 III, 25 IV, 35 I (25)	8	11	16	6,5	50
T9-8	35 II	9	12	18	8,5	60
T10-8	35 III, 35 IV, 50 I (35)	10	13	20	8,5	60
T11-8	50 II, 50 III, 70 I (50)	11	14	23	8,5	62
T13-10	50 IV, 70 II, 70 III, 70 IV, 95 I (70)	13	16	23	10,5	65
T15-10	95 II, 95 III, 95 IV, 120 I (95)	15	19	28	10,5	75
T16-10	150 I	16	20	28	10,5	75
T17-12	120 II, 120 III, 120 IV, 150 I, 185 I	17	24	34	12,5	85
T19-12	150 II, 150 IV (150)	19	25	36	12,5	90
T20-12	150 III, 185 II, 240 I	20	26	38	12,5	90
T23-16	240 II, 300 I	23	30	45	17	105

Примечание. В скобках указаны сечения медных жил, оконцовываемых наконечниками с применением набора инструментов НИОМ.

3.3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОКОНЦЕВАНИЙ И СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ОПРЕССОВКОЙ

Контроль качества предусматривает:

внешний осмотр: лунки вдавливания должны быть расположены симметрично относительно середины гильзы или трубчатой части наконечника, в местах вдавливаний не допускаются прорывы;

измерение остаточной толщины материала в месте опрессовки (рис. 13, г), которая должна соответствовать значениям, указанным в табл. 11 и 17, в зависимости от применяемых инструментов.

Для обеспечения требуемого качества опрессовки запрещается:

– применять наконечники и гильзы, не соответствующие сечению и классу жил, а также матрицы и пуансоны, не соответствующие типоразмерам наконечников и гильз, подлежащих опрессовке;

– "выкусывать" проволоки жил для облегчения ввода жилы в наконечник или гильзу, опрессовывать наконечники и гильзы на алюминиевых жилах без предварительной зачистки и смазки кварцево-вазелиновой пастой контактирующих поверхностей;

– заканчивать опрессовку до упора пуансона в торец матрицы.

Для обеспечения надежного электрического контакта при оконцевании необходимо, чтобы жила входила в наконечник до упора, а при соединении – торцы жил упирались друг в друга в середине гильзы; вдавливания были расположены соосно с гильзой; торцы гильз и наконечников были установлены заподлицо с матрицей.

Контрольные вопросы.

1. Перечислите способы соединения и ответвления жил проводов и кабелей.
2. Какие виды сварок часто применяют при монтаже?
3. Как осуществляют сварку проводов суммарным сечением до 12,5 мм?
4. Какова технология термитной сварки?
5. Как производят сварку жил в пропано-кислородном пламени?

6. Как осуществляют оконцевание и соединение жил медных и алюминиевых проводов методом опрессования?

7. В каких случаях для соединения и оконцевания жил проводов и кабелей применяют пайку?

8. Какие припои и флюсы используют при пайке алюминия и меди?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ПРОЗВОНКА ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ МОНТАЖ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ДВУХ РАБОЧИХ МЕСТ

Цель работы:

Изучить методику прозвонки концов жил проводов и кабелей.

Программа работы:

1. Изучить методику и выполнить прозвонку жил проводов на клеммных колодках.
2. Заполнить, по данным результатов прозвонки, кабельный журнал.
3. Собрать схему управления электродвигателем с 2-х рабочих мест.

Теоретические сведения

Для нахождения среди многих проводников, проложенных потоком, одного из них по доступным концам, удалённым друг от друга и не присоединённым к другим цепям, или нахождение одноимённых концов жил кабеля и проводов, проложенных скрыто, используют способ «прозвонки». Происхождение термина «прозвонка» объясняется тем, что первоначально в качестве сигнала о нахождении цепи применяли электрические звонки – зуммеры.

Прозвонка кабеля, концы которого расположены в различных помещениях, производится путем прослушивания через телефонные трубки. Для прозвонки этим способом необходимы две обычные микротелефонные низкоомные трубки и источник постоянного тока на 4–6 В (сухие элементы или аккумулятор). Прозвонка ведется, как показано на рис. 1, следующим образом:

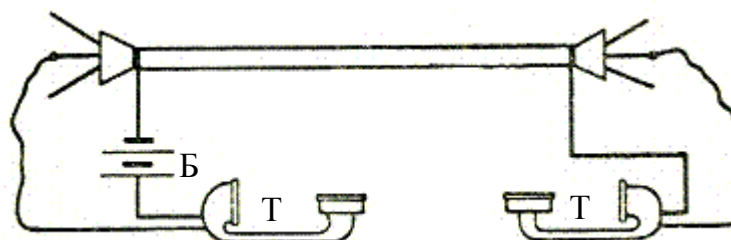


Рис. 1. Схема прозвонки кабеля телефонными трубками.
Б – аккумуляторная или сухая батарея на 4-6 В;
Т – микротелефонная трубка.

Отсоединяются с обоих концов все жилы проверяемого кабеля. Батарейка присоединяется одним концом к зачищенной до блеска свинцовой оболочке кабеля. Использовать стальную броню кабеля, общий контур заземления и заземленные металлические конструкции не рекомендуется, так как они обычно имеют большое сопротивление, плохие контакты и могут иметь наведенные посторонние напряжения, сильно уменьшающие слышимость и затрудняющие работу.

Катушки телефона в каждой трубке соединяются последовательно с микрофонами; из каждой трубки выпускаются два конца. Ведущий проверку соединяет свою трубку последовательно с батареейкой и по очереди касается вторым концом провода трубки всех жил прозваниваемого кабеля со своего конца. Помощник проверяющего находится на другом конце кабеля и присоединяет свою трубку между свинцовой оболочкой и любой жилой кабеля. В тот момент, когда ведущий проверку присоединит свою трубку к этой жиле кабеля, в обеих трубках слышен характерный шорох и треск, указывающий на образование замкнутой цепи: батарейка – свинцовая оболочка кабеля – трубка помощника – жила кабеля – трубка ведущего – батарейка. Оба работающих могут переговариваться между собой. Факт возможности разговора является подтверждением того, что жила кабеля найдена правильно с обеих сторон.

Для ускорения работы и уменьшения возможности ошибок рекомендуется придерживаться следующих правил:

а) Перед прозвонкой проверить изоляцию каждой жилы отключенного с обеих сторон кабеля на землю и между другими жилами. При плохой изоляции возможно образование побочных цепей и, как следствие, неправильная прозвонка.

б) Если кабель имеет цветные жилы или маркировку, то для ускорения работы ведущий заранее указывает цвет или обозначение жилы, к которой должен присоединить свою трубку помощник в первый раз, а сам присоединяет свою трубку на жилу того же цвета или названия.

в) Найдя первую жилу, ведущий сверяет обозначение ее у себя с обозначением ее у помощника и обозначением по проекту. Если обозначения совпадают, то он дает указание помощнику, на какую жилу ему переходить. Без указания ведущего помощник не имеет права переходить на другую жилу, отсоединяться от кабеля и прекращать слушание.

г) Если кабель не имеет маркировки, то перед прозвонкой заготавливаются два комплекта заранее написанных бирок для всех жил данного кабеля с обеих сторон. Один комплект остается у ведущего, второй – у помощника. В этом случае помощник присоединяет свою трубку на свинец и на любую жилу, ведущий присоединяет свою трубку на свинец и по очереди на все жилы. Найдя жилу, на которую включена трубка помощника, ведущий устанавливает на нее со своего конца нужную бирку и дает указание помощнику установить на своем конце точно такую же бирку. После установки бирок с обоих концов оба работающих снова присоединяют свои трубки к той же жиле и повторно проверяют правильность ее маркировки с обоих концов. Лишь после повторной проверки маркировки ведущий дает распоряжение помощнику переходить на следующую жилу.

д) Для ускорения работы рекомендуется одному из работающих во время поисков жилы все время повторять в свою трубку заранее условленные слова. В этом случае поиски жилы ведутся не на шорох и треск, а на голос, что значительно ускоряет работу.

е) При переговорах во избежание ошибок необходимо называть жилы кабеля не условными обозначениями, а полными, например не Ж, а «желтая», не КО, а «катушка отключения».

ж) В тех случаях, когда кабель не имеет свинцовой оболочки, когда по трассе имеются муфты или когда нет возможности создать надежную цепь, то для определения первой жилы необходимо использовать любую цепь, как-то: известную жилу другого кабеля или землю. Найдя первую жилу, переключают на нее обе трубки и в дальнейшем пользуются ею как основной.

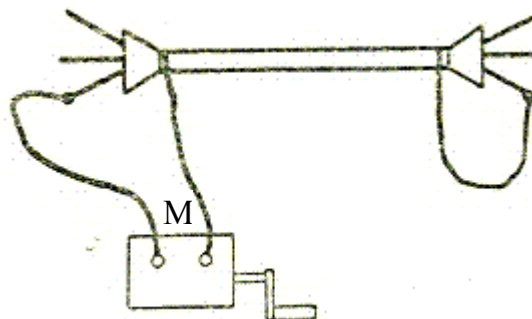


Рис. 2. Схема прозвонки мегомметром длинного кабеля.

М – мегомметр на 250-1000 В.

Если оба конца кабеля находятся в одном помещении близко друг от друга или прозванивается панель со скрытым монтажом, то удобнее вместо

трубки использовать звонок, мегомметр, вольтметр или лампу. Приборы при этом соединяются, как указано на схемах рис. 2, 3, 4, 5.

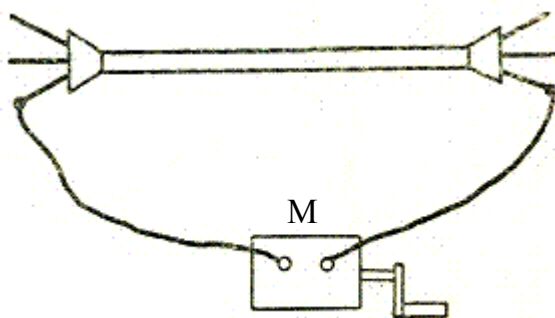


Рис. 3. Схема прозвонки мегомметром короткого кабеля или проводов на панели.

М – мегомметр на 250-1000 В.

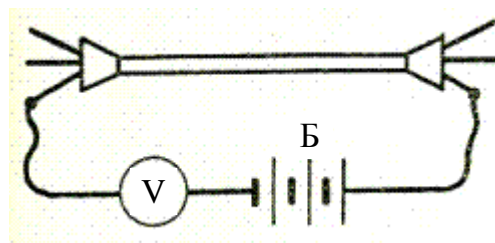


Рис. 4. Схема прозвонки вольтметром короткого кабеля или проводов на панели.

Б – аккумуляторная или сухая батарея по 4-6 В;

V – вольтметр на 10 В.

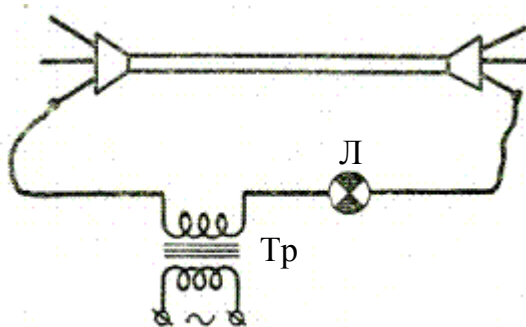


Рис. 5. Схема прозвонки лампой короткого кабеля или проводов на панели.

Л – лампа накаливания 15-25 Вт.

Tr – трансформатор 220-110 / 24-12 В;

Примечание: Лампа может быть заменена электрическим звонком или вольтметром на соответствующее напряжение.

Во всех этих случаях прибор и источник тока соединяются последовательно и присоединяются одним концом к жиле кабеля или проводу. Второй конец от прибора или источника по очереди соединяется со

всеми жилами или проводами с другого конца. Отклонение стрелки прибора, горение лампы, работа звонка показывают, что жила определена правильно.

При таком способе прозвонки пользоваться неоновыми лампами запрещается, так как лампа может гореть за счет емкости между жилами кабеля и дать, таким образом, ложные показания. Запрещается также пользоваться источниками тока напряжением свыше 24 В (кроме мегомметров).

При прозвонке проводов на панели часто бывают случаи, когда маркировка имеется только с одного конца или ее вообще нет (при монтаже).

В этом случае правильность присоединения немаркированного конца определяется непосредственно, по заранее выверенной монтажной схеме.

Провода и жилы в местах подключения к наборным зажимам, выводы приборов и аппаратов, а также сами наборные зажимы (клеммники) должны иметь маркировку в соответствии с рабочими чертежами. Для маркировки жил могут применяться специальные изоляционные бирки-оконцеватели или оконцеватели ручных конструкций, выполненные из отрезков ПВХ трубки длиной 15...20мм, служащие одновременно изоляционной заделкой конца жилы проводника. Трубки подбирают такого диаметра, чтобы они плотно закреплялись на проводнике. Надписи необходимо наносить с обоих концов проводника несмывающимися чернилами. Маркировка должна быть четкой и хорошо видной при обслуживании и монтаже. Навешивать на провода бирки вместо оконцевателей запрещается.

На рис.6 приведена принципиальная схема управления двигателем с 2-х рабочих мест, расстояние между которыми может быть значительным. Схема состоит из нереверсивного магнитного пускателя и двух кнопочных постов.

Так как расстояние между кнопками значительно, то при монтаже и сборке схемы используются жилы кабеля, концы которого выведены на клеммные колодки. Чтобы знать одноименные концы жил кабеля, заполняют кабельный журнал по следующей форме:

Кабель № _____

Номера зажимов панели	Марка жилы кабеля	Номера зажимов панели

Для этого осуществляют прозвонку одним из приведенных выше способов, наиболее подходящим для данного случая.

При выполнении лабораторной работы прозвонку проводить при помощи двух контрольных лампочек на пониженном напряжении. Прозвонку проводят два студента. В работе в качестве заземленного проводника используется металлический уголок стенда. Один из студентов устанавливает щуп на первую клемму одной из колодок, а другим щупом поочередно касается выводов на другой колодке. Загорание лампочек указывает на нахождение концов одноименной жилы. На опознанную жилу надевают заготовленный маркировочный оконцеватель и повторным касанием щупа лампы дают световой сигнал второму монтажнику о необходимости отыскания следующей жилы. Второй студент заносит номер этой жилы в кабельный журнал, присваивая ей порядковый номер клеммы.

При прозвонке жил при вертикальном расположении клеммных колодок прозвонку производят сверху вниз, а при горизонтальном расположении колодок - слева направо.

Порядок выполнения работы:

1. Произвести прозвонку жил по схеме рис.6. Заполнить кабельный журнал.
2. Используя жилы кабеля и результаты прозвонки, собрать схему управления асинхронным электродвигателем с двух рабочих мест рис. 7.
3. Устранить неисправность в схеме по заданию преподавателя.

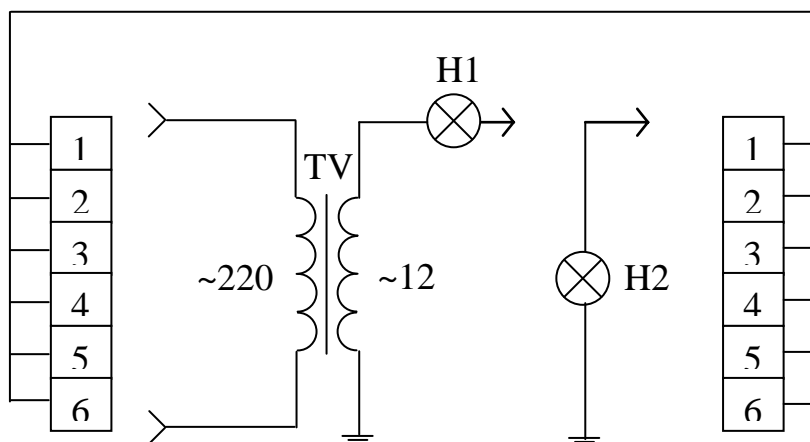


Рис. 6. Схема прозвонки на пониженном напряжении.

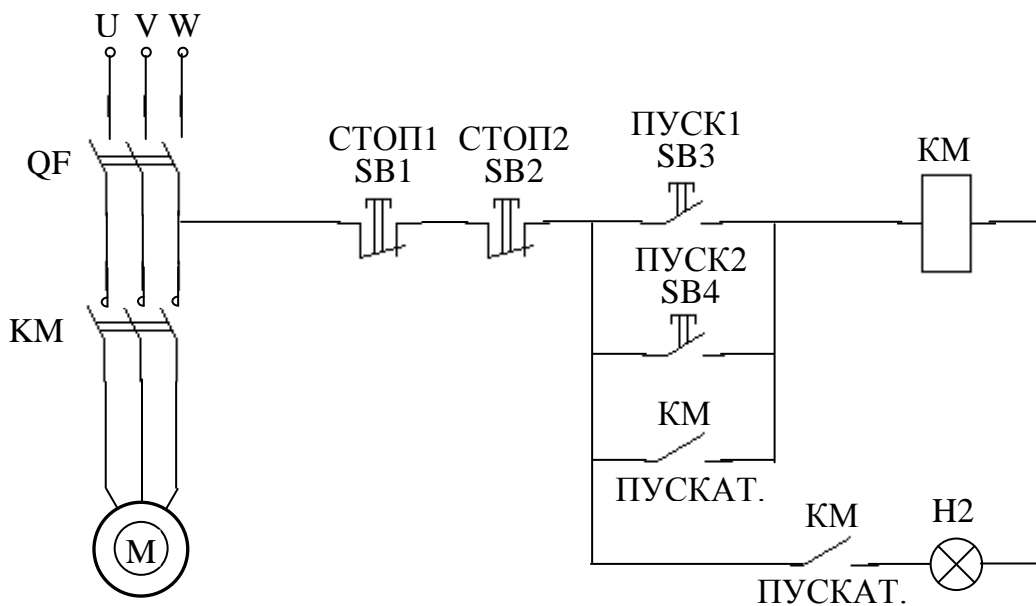


Рис.7. Принципиальная схема управления двигателем с 2-х рабочих мест.

Содержание отчета:

1. Название работы и ее цели.
2. Данные кабельного журнала по результатам прозвонки.
3. Рабочие схемы.

Контрольные вопросы.

1. Какое оборудование входит в состав лабораторного стенда?
2. Для чего применяют контрольные кабели?
3. Какие методы прозвонки жил проводов и кабелей Вы знаете?
4. Расскажите последовательность прозвонки многожильных кабелей различными способами.

МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Проектирование электроснабжения, а также проектирование освещения является одним из ключевых этапов выполнения проекта по инженерным системам большинства объектов как промышленного, так и гражданского назначения.

На стадии проектирования Р (рабочая документация) по разделу электроснабжение разрабатывается подробный детальный проект для выполнения монтажных работ силового электрооборудования.

К силовому электрооборудованию относят:

- комплектные трансформаторные подстанции 6(10)/0,4(0,66) кВ;
- электрические сети для питания электроприемников напряжением до 1 кВ в пределах проектируемого здания, сооружения;
- управляющие устройства электроприводов до 1 кВ систем вентиляции и кондиционирования воздуха, водоснабжения, канализации и других механизмов.

Основной комплект рабочих чертежей проекта силового электрооборудования помимо прочего включает:

- схемы электрические принципиальные комплектных трансформаторных подстанций (КТП), питающей и распределительной сети;
- принципиальные схемы управления электроприводами;
- планы расположения электрооборудования и прокладки кабеля;
- план контура заземления.

Основной комплект рабочих чертежей проекта освещения помимо прочего включает:

- электрические сети для питания электроприемников в пределах проектируемого объекта (группы объектов).

В настоящем разделе сгруппированы работы, в которых рассматриваются вопросы монтажа КТП, монтажа коммутационных аппаратов первичных и вторичных цепей распределительных устройств типа РУС, технологии монтажа защитного зануления и заземления, монтажа воздушных линий электропередач самонесущими изолированными проводами напряжением 0,4 кВ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

МОНТАЖ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Цель работы:

Изучить типовые проекты на установку комплектных трансформаторных подстанций. Ознакомиться с устройством и технологией монтажа КТП. Научиться выполнять ревизию и заказы на комплектующие конструкции для КТП.

Порядок выполнения работы

1. Изучить типовой проект и принципиальную электрическую схему КТП.
2. Провести ревизию КТП, 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 КТП.

Общие сведения

Трансформаторной подстанцией (ТП) называется электрическая установка, предназначенная для преобразования электрической энергии из одного напряжения в другое и распределение 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/ 0,22кВ).

Особенности КТП:

- высоковольтный ввод в КТП – воздушный;
- КТП подключается к ЛЭП посредством разъединителя, который поставляется комплектно с подстанцией (устанавливается на ближайшей опоре);
- КТП обеспечивают учет активной электрической энергии. По требованию заказчика возможна установка счетчика реактивной энергии, а также счетчика любой модификации (совмещенного, электронного и т. д.);

– для создания нормальных условий работы индукционного счетчика предусмотрен обогрев;

– в КТП имеется фидер уличного освещения, который оснащен устройством ручного (автоматического) включения и отключения. Возможно исполнение КТП без фидера уличного освещения (по требованию заказчика);

– КТП имеют электрические и механические блокировки, обеспечивающие безопасную работу обслуживающего персонала.

В КТП предусматриваются следующие виды защит:

– от атмосферных перенапряжений;

– от междуфазных коротких замыканий;

– от перегрузки и коротких замыканий линий 0,4 кВ;

– от коротких замыканий цепей обогрева и цепей освещения КТП.

Достоинства КТП:

– безопасны для окружающей среды;

– конструкция способствует быстрому монтажу и пуску на месте эксплуатации, а также быстрому демонтажу при изменении места установки;

– имеют резиновые уплотнения на дверях;

– имеют привлекательный эстетичный вид;

– комплектуются современными масляными герметичными трансформаторами серии ТМГ.

КТП для электроснабжения с/х потребителей и небольших объектов типов: КТП-02, КТП-04, КТПР мощностью от 25 до 250 кВА, предназначены для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей (в т.ч. фермерских хозяйств, садово-огороднических участков), отдельных населенных пунктов и небольших объектов, относящихся к III категории по надежности электроснабжения.

Особенности данных КТП:

Выводы отходящих линий:

– КТП-02 – воздушные (за исключением линии № 4, присоединение к которой осуществляется только кабелем);

– КТП-04 – кабельные;

– КТПР – воздушные.

На отходящих фидерах 0,4 кВ устанавливаются:

– КТП-02, КТП-04 – автоматические выключатели;

– КТПР – блоки рубильник - предохранитель.

Схема электрическая принципиальная КТП-02, КТП-04 мощностью 25, 40, 63, 100 и 160 кВ·А приведена на рис. 1.

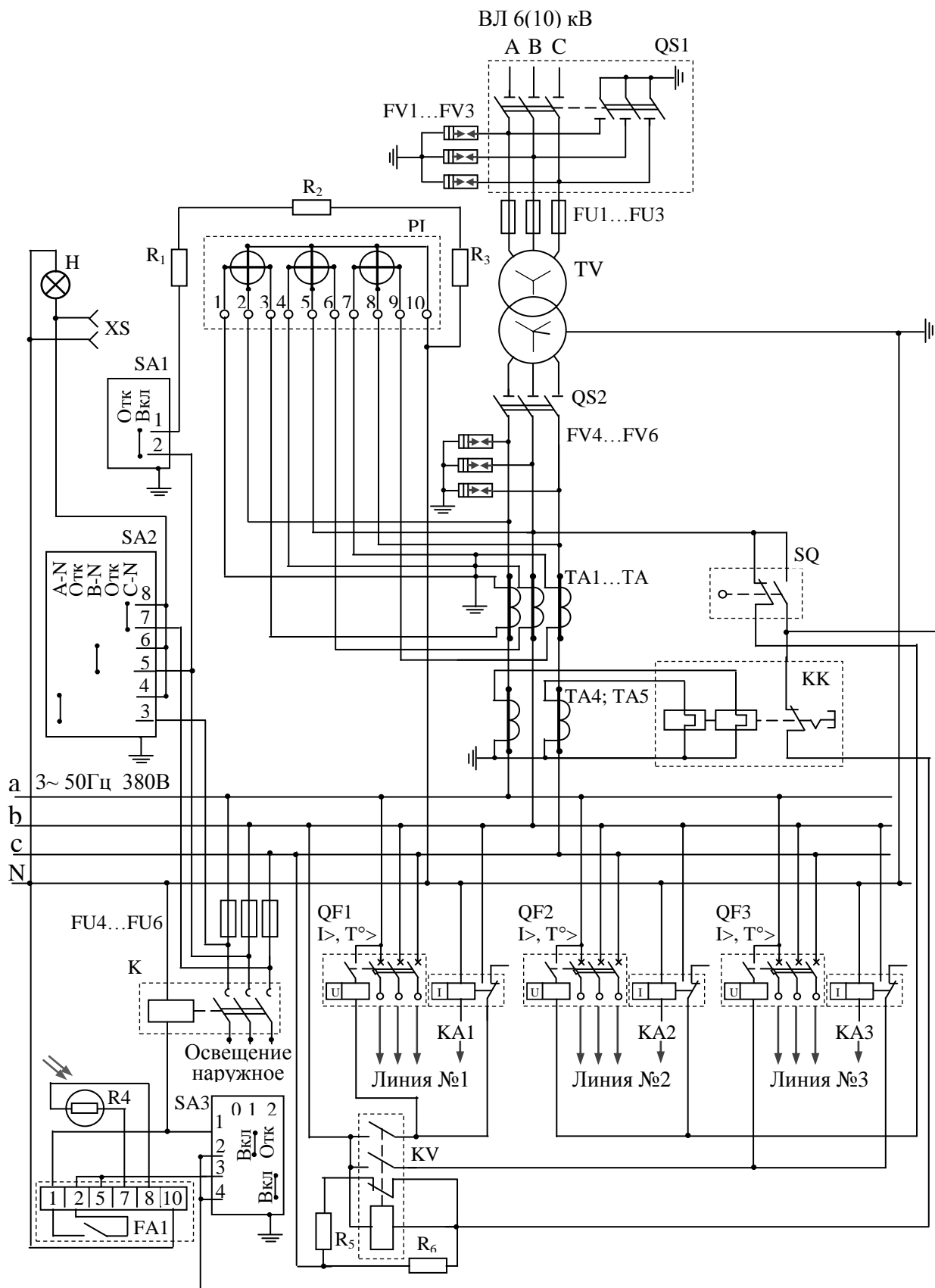


Рис. 1. Электрическое соединение оборудования внутри КТП и подсоединение к нему отходящих линий.*

*Примечания:

1. Линия № 3 только для КТП мощностью 63...250 кВ·А, линия № 4 только для КТП мощностью 250 кВ·А.

2. QS1, FV1...FV3, KA1...KA3 поставляются по требованию заказчика.

3. SA1, R1..R3 – только при установке индукционного счётчика P11.

4. KA1..KA3, FV4...FV6 – в КТП-04 отсутствуют.

Функциональное назначение оборудования КТП-02 и КТП-04 в соответствии с принятыми обозначениями на рис. 1 приведено в табл.1 .

Таблица 1

Обозначение на схеме	Наименование и тип оборудования	Назначение
QS1	Разъединительный пункт РП 1У	Включение и отключение КТП .
TV	Трансформатор ТМ-160 -10/0,4	Преобразование напряжения 10 кВ в напряжение 380 и 220В.
FU1...FU3	Предохранитель ПК1-10	Защита трансформатора от токов к.з.
FV1...FV3	Разрядники РВО-10, РВН-0,5	Защита КТП от атмосферных перенапряжений на линии 10/0,4 кВ .
QS2	Рубильник Р-3243	Отключение низковольтного шкафа.
ТА1...ТА5	Трансформатор тока ТК-20УЗ	Снижение тока для подключения счетчика электрической энергии и реле защиты от перегрузок.
FU4...FU6	Предохранитель Е27	Защита линий уличного освещения от токов короткого замыкания.
KM	Магнитный пускатель ПМЕ-200	Автоматическое включение и отключение уличного освещения.
PI	Счетчик СА4У	Учет потребления активной энергии.
R1...R3	Резистор ПЭ-50	Подогрев счетчика в холодное время.
SA1	Переключатель ПКП-10	Включение подогрева счетчика.
SA2	Переключатель ПКП-10	Подключение лампы на фазы а, в и с для проверки наличия напряжения и освещения шкафа.
HL	Лампа накаливания	Сигнализация наличия напряжения на фазах и освещения шкафа.
SA3	Переключатель ПКП-10	Переключение управлением уличным освещением.
XS	Штепсельная розетка	Подключение приборов и электроинструмента.
SQ	Конечный выключатель ВПК-2110	Отключение линии 0,4 кВ при открывании дверцы шкафа.

Продолжение таблицы 1

КК	Тепловое реле ТРН- 1 0	Защита трансформатора от токов перегрузок.
QF1...QF3	Автоматические выключатели АЗ700	Включение и отключение линий (фидеров) 0,4 кВ.
КА1...КА3	Токовое реле РЭ-571Т	Защита линий 0,4 кВ от однофазных замыканий проводов на землю .
KV	Промежуточное реле РП-25	Отключение автоматических выключателей линий.
R5,R6	Резисторы ПЭ-50	Снижение напряжения на катушке промежуточного реле.
R4	Фоторезистор ФСК-П	Преобразование светового сигнала в электрический.
FA1	Фотореле ФР-2УЗ	Автоматическое управление магнитным пускателем уличного освещения.

Шкаф УВН состоит из разъединителя QS1 (рис. 1) с заземляющими ножами, устанавливаемого на ближайшей опоре линии 10 кВ, вентильных разрядников FV1 ... FV3 для защиты оборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений на стороне 10 кВ и предохранителей FU1...FU3, установленных в водном устройстве высшего напряжения, обеспечивающих защиту трансформатора от многофазных коротких замыканий. Предохранители соединены соответственно с проходными изоляторами и силовым трансформатором. Остальная аппаратура размещается в нижнем отсеке (шкаф РУНН) – распределительное устройство 0,4кВ.

На вводе распределительного устройства 0,4кВ установлены рубильник QS2, вентильные разрядники FV4 ... FV6 для защиты от перенапряжений на стороне 0,4кВ, трансформаторы тока ТА1...ТА3, питающие счетчик активной энергии РІ, и трансформаторы ТА4, ТА5, к которым подключено тепловое реле КК, обеспечивающее защиту силового трансформатора от перегрузки. Включение, отключение и защита отходящих линий 0,4кВ от коротких замыканий и перегрузки осуществляются автоматическими выключателями QF1...QF3 с комбинированными расцепителями. При этом для защиты линий от однофазных коротких замыканий в нулевых проводах воздушной линии №1...№3 установлены токовые реле КА1...КА3, которые при срабатывании замыкают цепь обмотки соответствующего независимого расцепителя. Реле

настраиваются на срабатывание при однофазных коротких замыканиях, в наиболее удаленных точках сети. Линия уличного освещения от коротких замыканий защищена предохранителями FU4...FU6.

При перегрузке силового трансформатора размыкающие контакты теплового реле КК, шунтирующие в нормальном режиме обмотку промежуточного реле КV, размыкаются, подавая на нее через резисторы R5 и R6 напряжение. В результате срабатывания реле КV отключаются линии №1 и №3 и выводится из работы резистор R5, увеличивая сопротивление в цепи обмотки реле КV. Это необходимо для ограничения до номинального значения (220 В) напряжения, подаваемого на обмотку реле КV после притягивания якоря, что связано с увеличением сопротивления обмотки реле. Защита от перегрузки срабатывает не более чем через 1,3 часа при токе, составляющем 1,45 номинального тока силового трансформатора.

Линия №2 и линия наружного освещения защитой от перегрузки не отключается. Автоматическое включение и отключение линии уличного освещения осуществляет фотореле FA1, а при ручном управлении этой линией пользуются переключателем SA3. Фотореле и переключатель SA3 воздействуют на обмотку магнитного пускателя КМ.

Для поддержания нормальной температуры вблизи счетчика активной энергии PI в зимних условиях служат резисторы R1...R3, включаемые переключателем SA1.

Для контроля наличия напряжения и освещения в шкафу РУНН предназначена лампа HL, включаемая переключателем SA2. Напряжение измеряют переносным вольтметром, который включают в штепсельную розетку XS, расположенную в РУНН. Переключатель SA2 позволяет измерить напряжение всех фаз.

Для предотвращения отключения рубильника под нагрузкой предусмотрена блокировка, которая работает следующим образом. При открывании панели закрытия РУНН замыкающие контакты выключателя блокировки SQ, шунтирующие обмотку промежуточного реле КV, размыкаются и реле КV срабатывает, отключая автоматические выключатели линий №1 и №3. Одновременно снимается напряжение с обмотки магнитного пускателя КМ и отключается линия уличного освещения.

Размыкающие контакты выключателя блокировки SQ при этом размыкаются и отключают автоматический выключатель линии №2

(положение контактов выключателя SQ на рис. 1 показано при открытой панели, закрывающей РУНН). Предусмотрены также механические блокировки, не допускающие открывания двери шкафа устройства высшего напряжения при отключенных заземляющих ножах разъединителя, а также отключения заземляющих ножей разъединителя при открытой двери вводного устройства 6(10)кВ. Блок-замок двери шкафа УВН и блок-замок привода заземляющих ножей имеют одинаковый секрет. К ним имеется один ключ. Во включенном положении разъединителя ключ с привода заземляющих ножей снять невозможно. После отключения главных и включения заземляющих ножей разъединителя ключ свободно снимается с привода заземляющих ножей и им можно открыть дверь шкафа УВН.

Комплектная трансформаторная подстанция КТП-02 мощностью 160 кВ·А изображена на рис. 2.

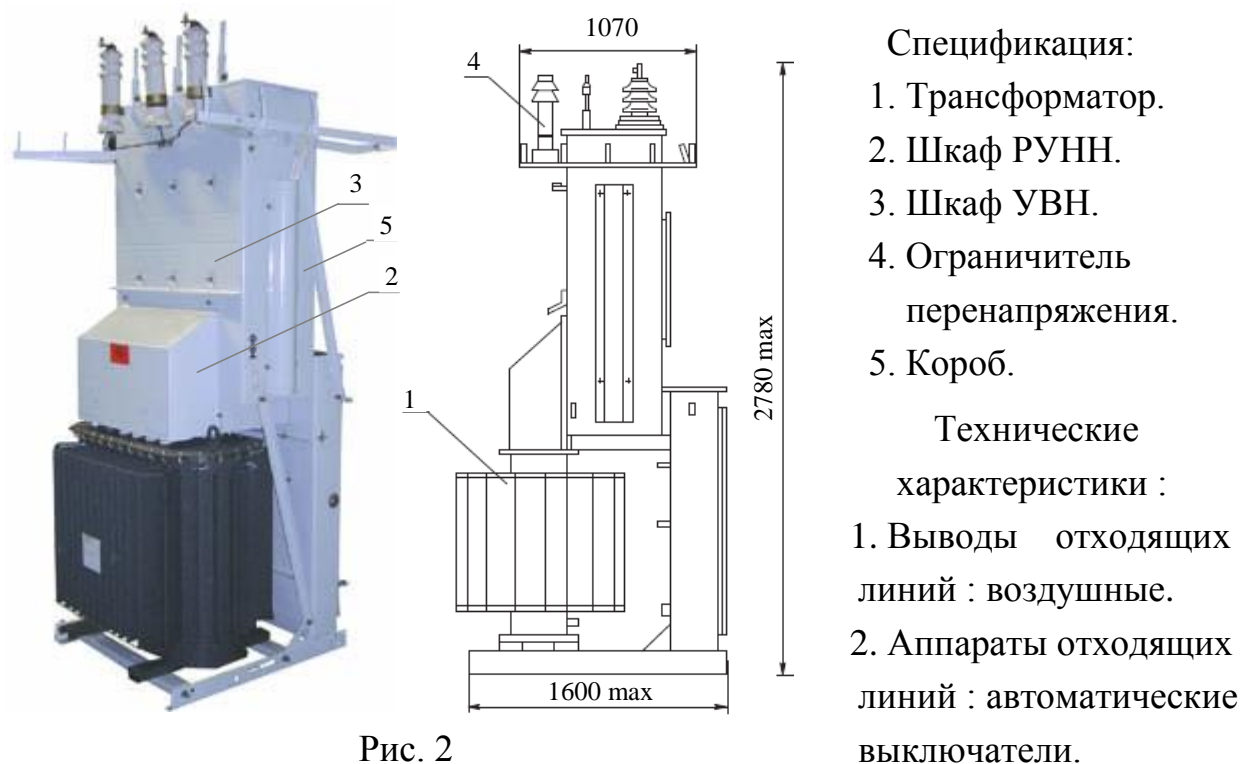


Рис. 2

3. Мощность трансформатора –160 кВ·А. 4. Номинальное напряжение на стороне ВВ – 6(10) кВ. 5. Ток плавкой ставки на стороне ВН : 31,5А – для ВН 6 кВ, 20А – для ВН 10 кВ. 6. Ток на стороне НН : 231,5А – трансформатора, 80А – отходящая линия №1, 160А – отходящая линия №2, 100А – отходящая линии №3, 16(25)А – наружное освещение. 7. Вес без трансформатора – 350 кг (не более).

Основные технические параметры КТП-02, КТП-04 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Мощность трансформатора, кВ·А	На стороне ВН		На стороне НН				
	Номинальное напряжение, кВ	Плавкой вставки предохранителя	Номинальный ток, А				
			Линия №1	Линия №2	Линия №3	Линия №4	Линии наружного освещения
25	6	8	31,5	31,5	-	-	16(25 [*])
	10	5					
40	6	10	31,5	63	-	-	
	10	8					
63	6	16	40	63	40	-	
	10	10					
100	6	20	40	100	80	-	
	10	16					
160	6	31,5	80	160	100	-	
	10	20					
250	6	40	80	250	100	250	
	10	31,5					

* – по согласованию с заказчиком.

Содержание работы и методика ее выполнения.

Технические подробности установки КТП:

Перед установкой комплектной трансформаторной подстанции (КТП) на площадке или в помещении, где будет производиться монтаж, должны быть завершены все строительные или отделочные работы. Кабельные проемы и каналы под них должны в точности соответствовать проектным чертежам, при этом работы по их строительству и обустройству должны быть закончены.

Доставка блоков КТП производится специалистами монтажной организации в соответствии с особенностями строительства места монтажа. Зачастую доставка осуществляется с помощью автомобильного и железнодорожного транспорта без промежуточной разгрузки-погрузки.

Последовательность монтажа КТП четко определена. Перед монтажом производится проверка устройства закладных оснований (установка должна быть произведена строго по уровню и в точном соответствии проектным чертежам). Максимально допустимое отклонение от уровня составляет 1мм

на 1 метр длины и 5мм на общую длину. Несущая поверхность обоих швеллеров должна находиться в одной плоскости (строго горизонтальной) и на 100 мм выступать из чистого пола. Присоединение швеллеров к контуру заземления производится с помощью полосовой стали 40×4 мм минимум в двух местах.

Монтаж КТП состоит из следующих действий:

1. Доставка на место и распаковка блоков оборудования.
2. Установка на закладные основания.
3. Выверка по отвесу и шнуру.
4. Стягивание болтами.
5. Приварка к основаниям.
6. Прокладка сборных шин и электрическое соединение блоков между собой.
7. Подключение кабелей.
8. Регулировка аппаратов и ревизия.

Погрузка-выгрузка трансформаторов и блоков КТП выполняется исключительно с помощью подъемных кранов. Важно не забывать во время строповки об установке в местах изгибов стропов прочных распорок, которые защищают красочное покрытие оборудования от повреждений. В помещении доставка блоков выполняется с помощью лебедки на катках. Блоки распаковываются непосредственно перед окончательным монтажом на направляющие швеллеры. Транспортировка этих блоков в помещения производится с помощью специальных тележек, а установка – специальными приспособлениями.

Сборка подстанции состоит из соединения вывода обмоток НН трансформатора с устройством распределения, монтирования заземления, установки автоматов. Соединение шин, как правило, производится сжимными плитами. Для очистки контактных поверхностей шин применяется чистая, смоченная в бензине ткань. Поочередно происходит установка блоков, заглушки, закрывающие подъемные скобы и выступающие концы шин, предварительно снимаются с опорных швеллеров. Далее следует проверка выдвижных автоматических выключателей низкого напряжения на предмет совпадения горизонтальных осей с вертикальными осями ножей и втычных контактов, определение усилия нажатия с помощью динамометра. Помимо этого, проверяются оси симметрии подвижных и неподвижных

дополнительных контактов на совпадение. Для вкатывания/выкатывания автоматических выключателей применяется специальное устройство.

Завершающая стадия монтажа включает в себя комплексную проверку исправности всех приборов и проводок, исправности изоляции, прочности крепления болтов, подсоединение кабелей высокого напряжения к трансформаторам, присоединение к сети заземления.

Строительно-монтажные работы

До начала работ изучается проектно-сметная документация, составляются графики производства работ и поставки материалов и оборудования на объект. Место размещения КТП должно быть согласно с заказчиком и отмечено специальным пикетом. Монтаж КТП организуют в две стадии индустриальными методами с максимальной механизацией работ. Первая стадия (выполняют в мастерских) включает: проверку комплектности КТП, 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 (рис. 3), 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 10кВ, а центр КТП совпадал с осью ВЛ (см. рис. 3). Бурение котлованов под стойки и установку стоек выполняют при помощи бурильно-крановой машины, стойки устанавливают в котлованы на

подсыпку из гравия высотой 300 мм или на основную плиту, засыпают котлованы со стойками песчано-гравийной смесью с послойным трембованием.

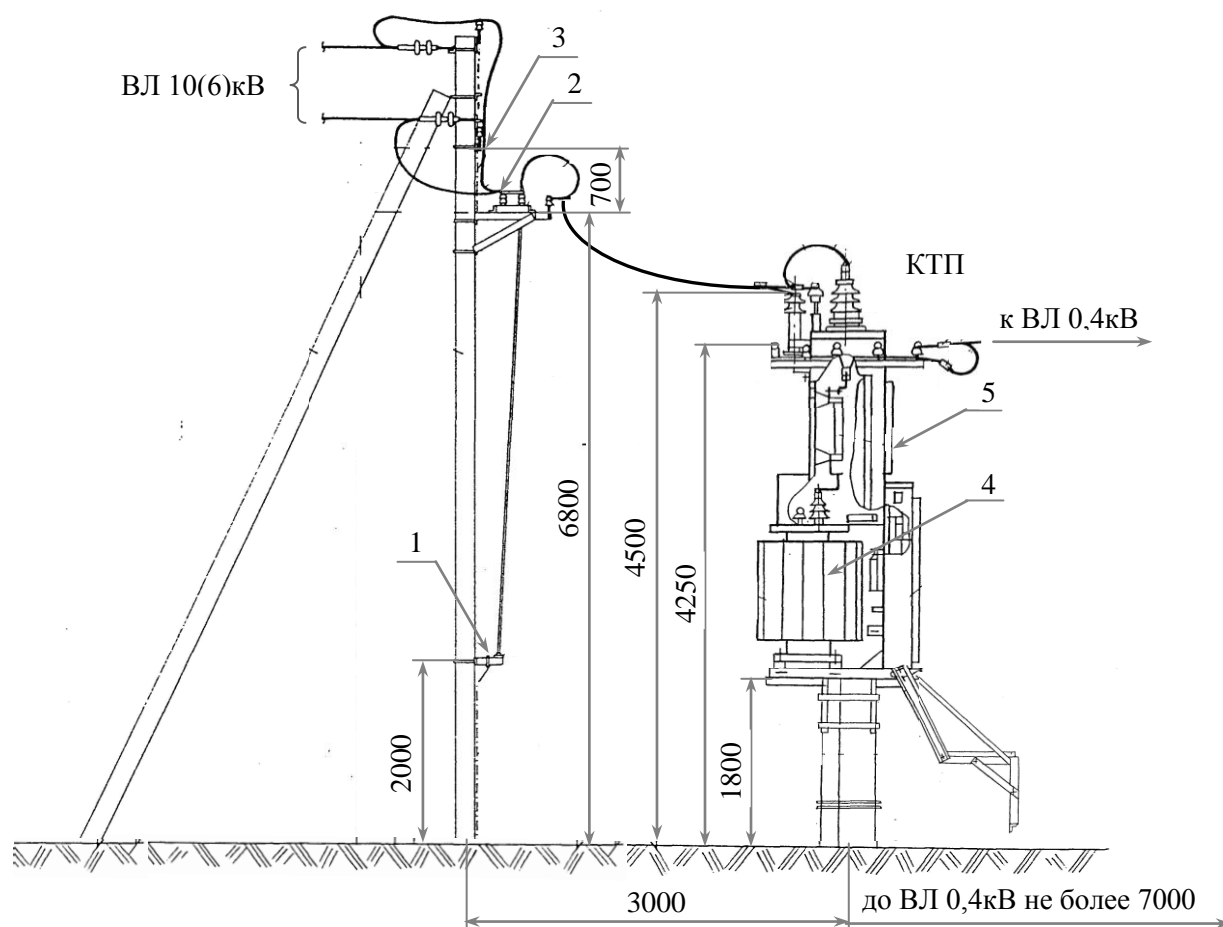
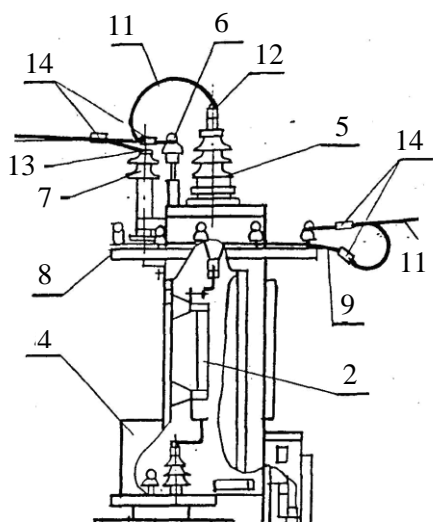


Рис. 3. Размещение и присоединение КТП к ВЛ 10(6) кВ.

1– привод типа ПРНЗ-10-У1; 2 – разъединитель трехполюсный типа РЛНДМ-1-10.200-У1; 3 – хомут Х8; 4 – трансформатор; 5 – Шкаф РУ 0,4кВ.

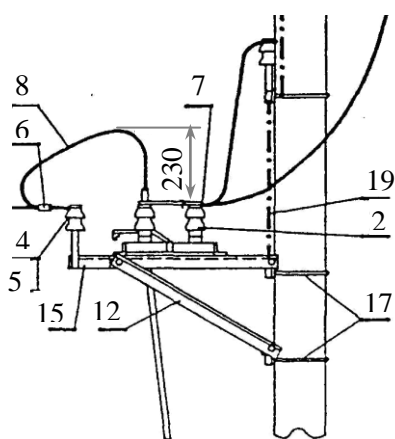
На стойки монтируют металлоконструкции и устанавливают КТП. После выверки положения по уровню и отвесу КТП закрепляют болтами, все металлоконструкции окрашивают антикоррозийными красками. Для обслуживания КТП площадку устанавливают на шарнирах (после окончания работ площадку поднимают и запирают).

На КТП монтируют проходные изоляторы, разрядники, изоляторы ВЛ 0,4кВ (см. рис. 4). Фотореле, предназначенное для автоматического включения уличного освещения, устанавливают так, чтобы исключить срабатывание от света фар автотранспорта. Контактные поверхности зачищают и смазывают техническим вазелином. На концевой опоре ВЛ 10кВ монтируют разъединительный пункт, включающий разъединитель и привод (рис. 5).



Поз.	Наименование
2.	шкаф предохранителя;
4.	защитный кожух выводов трансформатора;
5.	изолятор проходной 10кВ;
6.	изолятор штыревой 10кВ;
7.	разрядник вентильный 10кВ;
8.	кронштейн н/в изоляторов и изоляторы;
11.	провод неизолированный ГОСТ 839-80;
12.	зажим аппаратный А-2А;
13.	зажим аппаратный А-1А;
14.	зажим петлевой ПА.

Рис. 4. КТП 10/0,4 кВ. Общий вид.



Поз.	Наименование
2.	разъединитель трехполюсный;
4.	изолятор ШФ 20-Г;
5.	колпачок КП-22;
6.	зажим ПА;
7.	зажим А2А;
8.	провод неизолированный ГОСТ 839-80;
12.	кронштейн РА1;
15.	кронштейн РА5;
17.	хомут Х7;
19.	заземляющий проводник ЗП1.

Рис. 5. Установка элементов разъединителя 10 кВ.

Монтаж заземляющего устройства

Заземляющее устройство выполняют в траншее 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, образуя заземляющий контур. Заземляющие проводники присоединяют к корпусу КТП и к нейтрали трансформатора. 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. 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.

Ревизия оборудования КТП

Ревизию КТП проводят при получении со склада, приемке 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 все 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, 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 поверхности 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. В автоматических выключателях, 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; надежность присоединений и состояние изоляции проводов. В счетчиках и трансформаторах тока проверяют надежность закрепления, присоединения проводов, функционирование выключателей, кнопок при ручном переключении. Расстояние между неизолированными токоведущими частями, а также между ними и металлическими не токоведущими частями должны быть не менее 20мм по поверхности изоляции и 12мм 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 0,5мм. В приводе ПРН-10М проверяют: перемещение рукоятки переключений; состояние и работу блокировок.

Содержание отчета

1. В соответствии с вариантом задания (табл. 3) 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 3

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

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4 кВ ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ МАРКИ СИП

Цель работы:

1. Изучить материалы, применяемые при монтаже воздушных линий электропередач самонесущими изолированными проводами.
2. Изучить технологию монтажа воздушных линий электропередач самонесущими изолированными проводами.

Задание к работе

1. Изучить конструкцию проводов, арматуры, применяемых при монтаже ВЛИ.
2. Изучить технологию монтажа ВЛИ на анкерных и промежуточных опорах.

Теоретические сведения

По сравнению с традиционными воздушными линиями электропередачи (ВЛ) линии с применением самонесущих изолированных проводов (ВЛИ) при относительно небольшом повышении затрат имеют ряд конструктивных особенностей – наличие изоляционного покрова на токоведущих проводниках, повышенная механическая прочность, прогрессивная сцепная и ответвительная арматура и др. Эти особенности обуславливают значительное повышение надежности электроснабжения потребителей и резкое снижение эксплуатационных затрат. Что в свою очередь, и определяет высокую экономическую эффективность использования изолированных проводов в распределительных электрических сетях.

Все преимущества ВЛИ можно объединить в три группы.

Первая группа – преимущества, которые сказываются при проектировании и монтаже:

- простота конструктивного исполнения линии;
- простота исполнения нескольких ответвлений от одной опоры;
- простота исполнения многоцепных линий электропередачи, возможность исполнения четырех и более цепных линий;

- простота совместной подвески линий уличного освещения;
- возможность совместной подвески на одной опоре с телефонной линией, а также на опорах ВЛ 6(10)кВ с проводами с другим уровнем напряжения;
- уменьшение безопасных расстояний от зданий и инженерных сооружений;
- возможность применения существующих опор или новых опор меньшей высоты (для неизолированных проводов уровень подвески должен быть не менее 6,0м, а для изолированного 4,0м), а также уменьшение безопасных расстояний до зданий и других инженерных сооружений;
- увеличение длины пролетов до 60м (это преимущество не распространяется на систему СИП с изолированным нулевым несущим проводником);
- эстетичность конструктивного исполнения ВЛИ в условиях жилой застройки при отказе от опор и монтаже линии по фасадам зданий;
- эстетичность исполнения воздушных линий уличного освещения;
- отсутствие необходимости в вырубке просеки перед монтажом;
- возможность монтажа изолированного провода по фасадам зданий;
- простота монтажных работ и, соответственно, уменьшение сроков строительства.

Вторая группа – преимущества эксплуатации и безопасность:

- высокая надежность в обеспечении электрической энергией в связи с низкой удельной поврежденностью;
- отсутствие многочисленных замен поврежденных изоляторов и дефектного провода;
- сокращение объемов и времени аварийно-восстановительных работ;
- резкое снижение (более 80 %) эксплуатационных затрат по сравнению с традиционными ВЛ. Это обусловливается высокой надежностью и бесперебойностью электроснабжения потребителей, а также отсутствием необходимости в расчистке просек в процессе эксплуатации линии;
- практическое исключение коротких междуфазных замыканий и замыканий на землю;
- уменьшение не менее чем на 30% гололедно-ветровых нагрузок на опору;

- высокая механическая прочность проводов и, соответственно, меньшая вероятность их обрыва;
- пожаробезопасность, исключение коротких замыканий при схлестывании проводов или перекрытии их посторонними предметами;
- адаптация к изменению режима и развитию сети;
- уменьшение безопасных расстояний до зданий и инженерных сооружений;
- возможность выполнения работ на ВЛИ под напряжением без отключения потребителей (подключение абонентов, присоединение новых ответвлений);
- значительное уменьшение случаев электротравматизма при ремонте и эксплуатации линии;
- обеспечение безопасности обслуживания и выполнения различных работ вблизи ВЛИ.

Третья группа – преимущества, влияющие на качество электрической энергии, снижение технических и коммерческих потерь в воздушных распределительных сетях напряжением до 1кВ;

- снижение падения напряжения на линии с использованием СИП вследствие малого реактивного сопротивления (0,1Ом/км по сравнению с 0,35Ом/км для голого провода);
- снижение коммерческих потерь электрической энергии. Существенно ограничен несанкционированный отбор электроэнергии, так как изолированные, скрученные между собой жилы исключают самовольное подключение к ВЛИ путем выполнения наброса на провода. Значительное снижение случаев вандализма и воровства. Температура плавления изоляции жил близка к температуре плавления алюминия. СИП не пригодны для вторичной переработки с целью получения цветного металла.

Наиболее эффективно применять СИП при новом строительстве и реконструкции ВЛ-0,4 кВ.

Наибольший эффект от применения защищенных проводов достигается на ВЛ, подверженных большим ветровым и гололедным нагрузкам; где часты схлестывания и пережоги проводов; при осуществлении совместной подвески с проводами ВЛ (ВЛИ) до 1кВ; при выполнении глубокого ввода напряжения 10 кВ в населенной местности; при сокращении ширины просек в лесных массивах, как это трактуют глава 2.5 ПУЭ[1] и другие НТД.

Преимущественное применение изолированной несущей жилы в СИП (более дорогой) рекомендуется только в районах с высокой агрессивностью внешней среды, а также при прохождении ВЛИ по территориям спортивных сооружений, школ, детских учреждений и т.п.

Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ.

Конструктивно воздушные линии электропередачи напряжением до 1кВ с самонесущими изолированными проводами (ВЛИ) представляют собой воздушные линии электропередачи, выполненные на опорах с применением железобетонных, деревянных или металлических стоек, а также возможно к стенам зданий. К опорам или стенам посредством специальной арматуры подвешены самонесущие изолированные провода (СИП). Крепление СИП к опорам осуществляется в основном с помощью металлоконструкций (крюков, бандажных лент и др.), поддерживающих и натяжных зажимов. Соединения и ответвления проводов осуществляются с помощью соединительных и ответвительных зажимов.

Конструкция СИП состоит из нулевого и фазных проводников, покрытых изоляционной оболочкой и скрученных в один жгут. Изоляционная оболочка может быть выполнена из светостабилизационного термопластичного или сшитого полиэтилена (XLPE–кабеля). Дополнительно к фазным проводникам в жгут могут быть включены 1–2 изолированных проводника для уличного освещения или контрольные кабели. В настоящее время распространены три основные системы СИП напряжением до 1кВ.

Первая система самонесущих изолированных проводов напряжением



до 1 кВ представляет собой изолированные фазные проводники, скрученные вокруг неизолированного нулевого проводника (жилы), который является несущим элементом конструкции (рис. 1). Подвеска жгута осуществляется за нулевой проводник. Нулевой проводник изготавливается из термоупроченного алюминиевого сплава, фазные проводники – из алюминия. Сечение нулевого несущего проводника, как

правило, на одну степень больше сечения фазных проводников. Например: СИП типа АМКА – Финляндия или СИП 2, отечественный аналог.

Вторая система самонесущих изолированных проводов напряжением



до 1кВ с изолированным нулевым несущим проводником (жилой) отличается от первой наличием изоляционного покрова на нулевом несущем проводнике (рис. 2). Изолированные токопроводящие жилы скручены вокруг нулевой несущей жилы. Скрутка жил имеет правое направление. Например: СИП Торсада – Франция или СИП

Рис. 2 2А, отечественный аналог.

Третья система самонесущих изолированных проводов напряжением



до 1кВ без несущего элемента (жилой) состоит из проводников одинакового сечения, покрытых изоляционной оболочкой и скрученных между собой (рис. 3). Все проводники, в том числе и нулевой, изготавливается из алюминия. Подвеска жгута на промежуточных опорах и закрепление на анкерных осуществляется за все проводники

Рис. 3 одновременно.

В мире на ВЛИ до 1кВ применяются СИП различных конструкций:

– СИП с изолированной нулевой несущей жилой (Франция, Греция, Италия, Испания, Аргентина, Бельгия, Бразилия, Индонезия, Израиль, Малайзия, Монголия, Шри-Ланка, Польша, Португалия, Россия, Казахстан, Грузия, Молдавия, Белоруссия).

– СИП с неизолированной нулевой несущей жилой (Финляндия, Южно-африканская республика, Чехия, Россия).

– СИП без несущей нулевой жилы из сплава (Австрия, Германия, Швеция, Норвегия, Польша, Украина).

Марки проводов, распространенные в настоящее время в России:

– АМКА производства Финляндии, СИП-1, СИП-2 (ТУ 16.К-71-268-98) с неизолированным несущим нулевым проводником;

– АМКА-Т производства Финляндии, TORSADA - Франции, СИП-1А, СИП-2А, СИП-2 (ГОСТ Р 52373-2005) с изолированным несущим нулевым проводником;

– ALUS производства Швеции, EX - Норвегии, AsXS, AsXS_n - Польши, СИП-4, СИП_n-4, СИП_c-4, СИП-2AF без несущего элемента;

– SAX, SAX-W производства Финляндии, СИП-3, ЗАЛП, ЗАЛП-В – защищенные изолированные провода.

Применение проводов СИП.

Данные по применению проводов СИП приведены в табл. 1.

Таблица 1

Марка провода	Наименование	Преимущественные области применения
СИП-1А	Провод самонесущий с алюминиевыми фазными токопроводящими жилами, с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена (ПЭ), с нулевой несущей жилой из алюминиевого сплава, изолированной светостабилизированным термопластичным ПЭ.	Для воздушных линий электропередачи и ответвлении к вводам в жилые здания, хозяйственные постройки в районах с умеренным и холодным климатом, в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69.
СИП-2А	То же, с изоляцией из светостабилизированного сшитого ПЭ.	То же.
СИП-2 (ГОСТ Р 52373-2005)	То же, с изоляцией из светостабилизированного сшитого ПЭ.	То же.
АМКА-Т	Провод самонесущий с алюминиевыми фазными токопроводящими жилами, с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена (ПЭ), с нулевой несущей жилой из алюминиевого сплава, изолированной светостабилизированным термопластичным ПЭ.	Аналогично СИП-2А, СИП-2АФ, а также для сооружений ВЛИ в условиях тропического климата.
ТОРСАДА	То же.	Аналогично СИП-2А, а также для сооружений ВЛИ в условиях тропического климата.
СИП-4	Провод самонесущий без несущего элемента с алюминиевыми токопроводящими жилами, с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена (ПЭ).	Для воздушных линий электропередачи и ответвлении к вводам в жилые здания, хозяйственные постройки в районах с умеренным и холодным климатом, в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69.
СИПс-4	То же, с изоляцией из светостабилизированного сшитого ПЭ.	То же, а также для прокладки в пожароопасных зонах.
СИПн-4	То же, с изоляцией из полимерной композиции не распространяющей горение.	То же, а также для прокладки в пожароопасных зонах.

Продолжение таблицы 1

СИП-2AF	Провод самонесущий с алюминиевыми фазными и нулевой жилами изолированными светостабилизированным сшитым полиэтиленом без отдельного несущего проводника.	Для воздушных линий электропередачи и ответвлении к вводам в жилые здания, хозяйственные постройки в районах с умеренным и холодным климатом, в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69.
AsXS	Аналогично СИПс-4.	Аналогично СИПс-4.
AsXSн	Аналогично СИПс-4.	Аналогично СИПс-4.
СИП-1	Провод самонесущий с алюминиевыми фазными токопроводящими жилами, с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена (ПЭ), с нулевой несущей неизолированной жилой из алюминиевого сплава.	Для воздушных линий электропередачи и ответвлении к вводам в жилые здания, хозяйственные постройки в районах с умеренным и холодным климатом, в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69.
СИП-2(ТУ 16.1К-71-268-98)	То же, с изоляцией из светостабилизированного сшитого ПЭ.	То же.
АМКА	Провод самонесущий с алюминиевыми фазными токопроводящими жилами, с изоляцией из светостабилизированного сшитого ПЭ, с нулевой несущей неизолированной жилой из алюминиевого сплава.	Аналогично СИП-2.
СИП-3	Провод из термоупрочненного алюминиевого сплава с изоляцией из атмосферостойкого светостабилизированного полиэтилена.	Для воздушных линий электропередачи 6-20 кВ в районах с умеренным и холодным климатом, в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69.
SAX	Аналогично СИП-3.	То же.
ЗАЛП	Многопроволочная уплотненная токопроводящая жила из алюминиевого сплава с изолирующей защитной оболочкой из сшитого светостабилизированного полиэтилена.	То же.
ЗАЛП-В	То же, с водоблокирующим элементом, препятствующего продольному распространению влаги по токопроводящей жиле	То же.

До введения в действие (с 01.07.2006 г.) ГОСТ Р 52373-2005 «Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи» и нового ТУ 16-705.500-2006 в России изготавливались СИП напряжением до 1 кВ по ТУ 16.К-71-268-98 «Провода самонесущие изолированные типа «АВРОРА».

В соответствии с ТУ 16.К-71-268-98 СИП имели следующие обозначения:

СИП-1 – с применением светостабилизированного термопластичного полиэтилена;

СИП-2 – с применением светостабилизированного сшитого полиэтилена;

СИП-4 – так называемые «4-х проводные – СИП» – без отдельно выполненной несущей жилы.

С добавлением буквы «А» к цифрам 1 или 2, обозначали СИП с изолированной несущей нулевой жилой.

В соответствии с новым ГОСТ Р 52373-2005 СИП подразделяются:

а) по назначению:

– самонесущие изолированные провода – для воздушных линий электропередачи на напряжение до 0,6/1кВ включительно;

– защищенные провода – для воздушных линий электропередачи на напряжение 10, 20 и 35кВ;

б) по конструктивному исполнению:

– с неизолированной нулевой несущей жилой СИП-1;

– с изолированной нулевой несущей жилой СИП-2;

– с защитной изоляцией (защищенные провода) СИП-3;

– без нулевой несущей жилы СИП-4.

Особенности конструкции проводов по ГОСТ Р 52373-2005:

– изоляция жил – только из вулканизированного (сшитого) ПЭ;

– несущая жила – только из алюминиевого сплава;

– номинальное сечение токопроводящих жил проводов без нулевой несущей жилы – только 16 или 25мм²;

– сечение вспомогательных жил освещения установлено до 35мм² включительно;

– в состав проводов могут быть включены вспомогательные медные однопроволочные жилы для цепей контроля. Сечение жил: 1,5; 2,5; 4мм²;

– расширен диапазон сечений основных жил 16÷240 мм²;

– расширен диапазон сечений несущих жил и жил защищенных проводов: $16 \div 240 \text{ мм}^2$;

– для вспомогательных жил освещения предусмотрена маркировка В1, В2, В3;

– провода должны быть стойкими к воздействию температуры окружающей среды от -60°C до $+50^\circ\text{C}$;

– срок службы провода не менее 40 лет.

Марки проводов, их наименование и преимущественная область применения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Марка провода	Наименование	Преимущественные области применения
СИП-1	Провод самонесущий с алюминиевыми жилами, с изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена (ПЭ), с нулевой несущей неизолированной жилой из алюминиевого сплава.	Для магистралей воздушных линий электропередачи (ВЛ) и линейных ответвлений от ВЛ в атмосфере воздуха типов I и II по ГОСТ 15150-69.
СИП-2	То же, с нулевой несущей жилой из алюминиевого сплава, изолированной светостабилизированным сшитым ПЭ.	Для магистралей ВЛ и линейных ответвлений от ВЛ в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69, в том числе на побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков.
СИП-3	Провод самонесущий защищенный с токопроводящей жилой из алюминиевого сплава, с защитной изоляцией из светостабилизированного сшитого ПЭ.	Для ВЛ на номинальное напряжение 10-35 кВ в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69, в том числе на побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков.
СИП-4	Провод самонесущий изолированный без несущего элемента, с алюминиевыми токопроводящими жилами, с изоляцией из светостабилизированного сшитого ПЭ.	Для ответвлений от ВЛ к вводу и для прокладки по стенам зданий и инженерных сооружений в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69.

Провода марок СИП-1 и СИП-2 с нулевой несущей жилой сечением 50 мм^2 и более могут изготавливаться с 1, 2 или 3 вспомогательными жилами.

Номинальное сечение вспомогательных жил для цепей наружного

освещения 16, 25 или 35мм², для цепей контроля – 1,5; 2,5 или 4мм².

Технические и эксплуатационные характеристики проводов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Марка провода	Число и номинальное сечение фазных и нулевой несущей жил, шт. × мм ²	Расчетный наружный диаметр провода, мм	Токовая нагрузка ⁽¹⁾ , А	Ток короткого замыкания ⁽¹⁾ , кА	Масса ⁽²⁾ , кг/км
СИП-1А, СИП-2А, АМКА-Т, СИП-1, СИП-2, АМКА	1 × 16 + 1 × 25	15	75/105	1,0/1,5	159/158
	3 × 16 + 1 × 25	22	70/100	1,0/1,5	294/290
	3 × 25 + 1 × 35	26	95/130	1,6/2,3	434/429
	3 × 35 + 1 × 50	30	115/160	2,3/3,2	600/575
	3 × 50 + 1 × 70	35	140/195	3,2/4,6	816/810
	3 × 70 + 1 × 95	41	180/240	4,5/6,5	1122/1363
	3 × 120 + 1 × 95	46	250/340	5,9/7,2	1620/1580
СИП-1А, СИП-2А, СИП-1, СИП-2, АМКА	4 × 16 + 1 × 25	22	70/100	1,0/1,5	362/357
СИП-1А, СИП-2А, СИП-1, СИП-2	4 × 25 + 1 × 35	26	95/130	1,6/3,2	535/528
СИП-4, СИПн-4, СИПс-4	2,3,4 × 16	13	70/100	1,0/1,5	-
	2,3,4 × 25	15	95/130	1,6/2,3	-
СИП-3	1 × 50	16	245	4,3	239
	1 × 70	17	310	6,4	304
	1 × 95	19	370	8,6	383
	1 × 120	20	430	11,0	461
	1 × 150	22	485	13,5	552

Примечание:

⁽¹⁾ – для дробных величин, числовое значение в числителе соответствует маркам провода СИП-1и СИП-1А, соответственно, числовое значение в знаменателе маркам провода СИП-2и СИП-2А;

⁽²⁾ – для дробных величин, числовое значение в числителе соответствует марке провода СИП-1, соответственно, числовое значение в знаменателе марке провода СИП-2.

Примеры записи условного обозначения:

– провода самонесущего изолированного марки СИП-1 с тремя основными жилами номинальным сечением 95мм², на номинальное напряжение 0,6/1кВ:

«Провод СИП-1 3×70+1×95-0,6/1 ТУ 16-705.500-2006-2006»;

– провода самонесущего изолированного марки СИП-2 с тремя основными жилами номинальным сечением 50мм^2 , с изолированной несущей жилой номинальным сечением 70мм^2 , с двумя вспомогательными жилами номинальным сечением 16мм^2 , на номинальное напряжение 0,6/1кВ:

«Провод СИП-2 $3\times 50+1\times 70+2\times 16-0,6/1$ ТУ 16-705.500-2006-2006»;

– провода защищенного марки СИП-3 с жилой номинальным сечением 120мм^2 , на номинальное напряжение 20кВ:

«Провод СИП-3 $1\times 120-20$ ТУ 16-705.500-2006-2006».

Монтаж ВЛИ напряжением до 1кВ с использованием СИП.

Монтаж СИП рекомендуется производить с соблюдением технологий, приведенных в действующих технических и методических документах используемых при монтаже, с применением специальной линейной арматуры, механизмов, приспособлений и инструмента, при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20°C . При этом необходимо соблюдать следующие основные требования:

– тщательно подготовить трассу ВЛИ, выполнить расчистку просеки, удалив деревья или крупные ветви, мешающие установке опор, раскатке и регулировке проводов;

– при сооружении ВЛИ взамен пришедшей в негодность по той же трассе конструкции старой линии должны быть демонтированы до начала установки новых опор;

– принять меры для исключения повреждения изолирующего покрытия проводов при их раскатке и регулировке, исключить касание земли, бетонных и металлических конструкций, крупных ветвей деревьев;

– раскатку проводов производить под тяжением;

– строго соблюдать монтажные усилия и стрелы провеса при регулировке проводов, не допускать перетяжку проводов.

До начала сооружения линии должны быть выполнены следующие работы:

– подготовлена трасса ВЛИ;

– собраны и установлены в проектное положение опоры;

– выполнено устройство защит на переходах через инженерные сооружения;

– на вводах в здания установлена необходимая арматура для анкерного крепления проводов вводов;

– доставлены на трассу барабаны с СИП и механизмы для их раскатки.

Этапы монтажных работ по установке СИП:

1. Установка опор.
 2. Монтаж крепежных устройств.
 3. Размотка провода.
 4. Натяжение самонесущего изолированного провода и его анкерное закрепление.
 5. Обустройство линейных ответвлений от магистрали.
 6. Защита линии от перенапряжений и коротких замыканий.
- Заземление.
7. Подключение уличных светильников и трансформаторных вводов.
 8. Приемка в эксплуатацию.
 9. Техническое обслуживание и эксплуатация.

1. Установка опор

Линии с СИП позволяют использовать разнообразные опоры, в том числе и существующие. Опоры устанавливаются согласно проекту и могут быть выполнены на основе стоек: железобетонных, деревянных или металлических.

В зависимости от назначения, опоры делятся на промежуточные, анкерные, угловые, концевые и специальные.

Промежуточные опоры устанавливают на прямых участках трассы воздушной линии. Они воспринимают вертикальные нагрузки от массы провода, арматуры, а также горизонтальные нагрузки от давления ветра на провода и опору. Имеют легкую конструкцию. В аварийном режиме при обрыве проводов воспринимают нагрузку от тяжения оставшихся проводов и подвергаются кручению и изгибу.

Анкерные опоры устанавливают на прямых участках трассы для перехода ВЛИ через инженерные сооружения или естественные преграды. Опоры воспринимают продольную нагрузку от разности тяжения проводов в смежных анкерных пролетах. Конструкция требует быть жесткой и прочной.

Угловые опоры устанавливаются на углах поворота трассы ВЛИ и воспринимают равнодействующую силу тяжения проводов смежных пролетов, направленную по биссектрисе внутреннего угла поворота линии. Бывают промежуточными или анкерными:

– угловые промежуточные опоры устанавливают при небольших углах поворота трассы, с небольшими нагрузками;

– угловые анкерные опоры устанавливают при больших углах поворота трассы.

Концевые опоры являются разновидностью анкерных и устанавливаются в начале и конце линии. Воспринимают нагрузку от одностороннего тяжения проводов.

Специальные опоры:

– транспозиционные – для изменения порядка расположения проводов на опорах,

– ответвительные – для устройства ответвлений от магистральной линии,

– перекрестные – для скрещивания линий,

– противоветровые – для усиления устойчивости анкерных участков, опоры больших пролетов, и др.

При установке опор следует учитывать, что расстояния по горизонтали от подземных частей опор или заземлителей опор до подземных кабелей, трубопроводов и наземных колонок различного назначения должны быть не менее:

– водо-, паро- и теплопроводы, распределительные газопроводы, канализационные трубы – 1 м;

– пожарные гидранты, колодцы, люки канализации, водоразборные колонки – 2 м;

– кабели (кроме кабелей связи, сигнализации и проводного вещания) – 1 м;

– то же, но при прокладке в изоляционной трубе – 0,5 м.

2. Монтаж крепежных устройств

Монтаж СИП к опорам электропередач предусматривает специальную арматуру, стойкую к ультрафиолетовому излучению и факторам внешней среды. В зависимости от назначения, арматуру разделяют на арматуру для натяжки, поддержания провода, элементы крепления к опорам или стенам зданий, арматуру для электрического соединения проводов и вспомогательное оборудование. Монтаж крепежных устройств включает в себя закрепление на опорах, на фасадах зданий и сооружений металлических кронштейнов или крюков, используемых для фиксации изолированных зажимов, которые удерживают СИП.

Типы кронштейнов для каждого места закрепления комплектуются в строгом соответствии с проектом на ВЛИ и учетом технических характеристик устанавливаемых кронштейнов на выдерживаемую механическую нагрузку.

Закрепление кронштейнов на опорах, не имеющих технологических отверстий и на деревянных опорах, осуществляется с помощью стальной ленты из нержавеющей стали, на фасадах зданий – с помощью анкерных болтов либо шурупов.

Расположение крепежных элементов должно учитывать, какая арматура на них будет крепиться и ее количество. Необходимо обязательно учесть минимальные расстояния будущей изолированной линии до других объектов, линий, располагающихся совместно и по пересечению.

При совместной подвеске:

- провода воздушной линии высшего напряжения должны располагаться на опорах выше линии низшего напряжения;

- изолированные провода наружного освещения, прокладываемые на опорах ВЛИ, могут размещаться выше или ниже СИП, могут быть скрученными в жгут с СИП;

- изолированные провода наружного освещения на опорах неизолированной ВЛИ должны располагаться над PEN(PE) неизолированным проводником;

- расстояние по вертикали между изолированными и неизолированными проводами ВЛИ разных фаз на опоре при ответвлении от ВЛИ и при пересечении разных ВЛИ на общей опоре должно быть не менее 10 см;

- наименьшие расстояния от СИП до поверхности земли или воды, а также до различных сооружений при прохождении над ними воздушной линии определяется при высшей температуре воздуха без учета нагрева проводов электрическим током;

- расстояние по вертикали от проводов изолированной ВЛИ до поверхности земли в населенной и ненаселенной местности до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 5 м. В труднодоступной местности – 2,5 м, в недоступной (скалы, утесы, склоны гор) – 1 м.

Расстояние по вертикали между проводами пересекающихся линий должно быть не менее 0,1 м на опоре и 1 м в пролете.

На опорах, где предполагается присоединение ответвлений к ВЛИ необходимо учесть следующие допуски:

- расстояние по вертикали между изолированными и неизолированными проводами ВЛИ разных фаз на опоре при ответвлении от ВЛИ и при пересечении разных ВЛИ на общей опоре должно быть не менее 10см;

- расстояния от проводов ВЛ до любых элементов опоры должно быть не менее 5см;

- при пересечении непроезжей части улиц ответвлениями от ВЛИ к вводам в здания расстояния от СИП до тротуаров пешеходных дорожек должно быть не менее 3,5м;

- расстояние по вертикали от проводов изолированной ВЛИ до поверхности земли в населенной и ненаселенной местности до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 5м;

- расстояние от СИП и изолированных проводов до поверхности земли на ответвлениях к вводу должно быть не менее 2,5м;

- расстояние по горизонтали от СИП при наибольшем их отклонении до элементов зданий и сооружений должно быть не менее 1м до балконов, террас и окон и 0,2м до глухих стен зданий, сооружений.

Монтажа крепежных устройств, для трех основных типов СИП рассмотрен на примере соответствующей схемы условной сети, приведенной на рис.: 2 – СИП до 1кВ с изолированной несущей жилой; 3 – СИП до 1кВ с голой несущей жилой.

3. Размотка провода.

Размотка жгута СИП осуществляется непосредственно с барабана (рис. 4, поз. 1), закрепленного на раскаточной тележке (рис. 4), с помощью механической лебедки (рис. 4, поз. 7), установленной с противоположного от барабана конца линии, с использованием раскаточных роликов (рис. 4, поз. 4), закрепленных на опорах монтируемого участка.

Для свободного прохождения жгута СИП через ролики применяются:

- вспомогательный трос, как правило, из синтетического волокна, называемый тросом-лидером, который при размотке СИП наматывается на вал механической лебедки (рис. 4); трос-лидер диаметром 10мм и длиной

30÷50м предназначен для раскатки СИП вручную; трос диаметром 12мм и длиной 300м и более, предназначен для раскатки с применением механизмов. – комплект "вертлюг-монтажные чулки" (рис. 4, поз. 6) для протяжки СИП через ролики, обеспечивает удержание конца жгута СИП в сжатом состоянии и не позволяет жгуту перекручиваться при его протяжке.

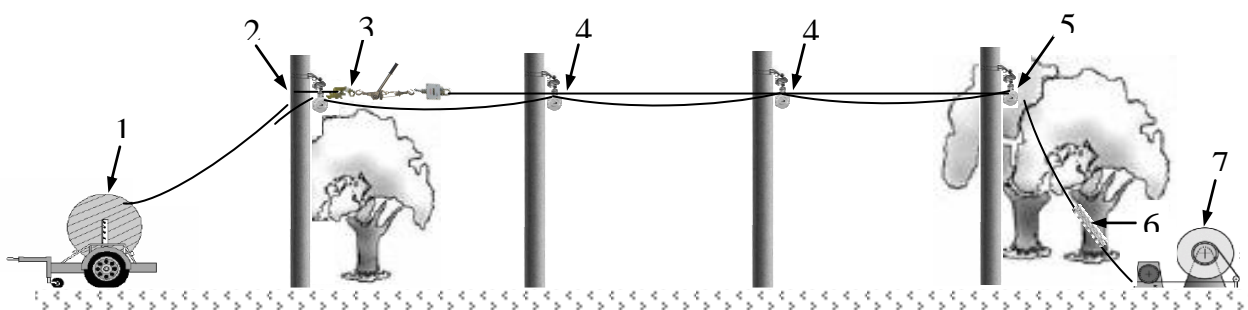


Рис. 4. 1– раскаточная тележка; 2 – начальная опора; 3 – комплект инструментов для натяжения; 4 – промежуточная опора; 5 – конечная опора; 6 – комплект "вертлюг-монтажные чулки"; 7 – механическая лебедка.

3.1 Инструменты для размотки.

3.1.1 Раскаточная тележка или прицеп для барабана с СИП.

Раскаточная тележка (рис. 4, поз. 1) – передвижная платформа, установленная на небольшом автомобильном прицепе, имеющая специальное устройство для фиксации вала и его торможения, в котором закрепляется вращающийся барабан с самонесущим проводом.

3.1.2 Раскаточный ролик.

Ролики раскаточные (рис. 5) предназначены для раскатки СИП на прямых участках линии как при малых углах до 30° – РМ-1(РТ2), так и при больших углах до 90° – РМ-2(РТ5).



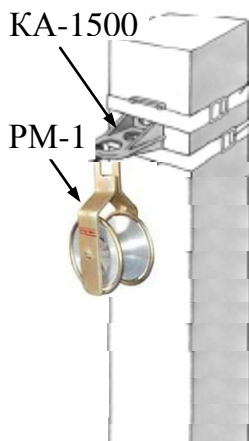
Рис. 5 обеспечивает защиту от сползания провода при раскатке.

РМ – Ролик монтажный для раскатки проводов СИП.
 Наименование – РМ-1. Аналог – РТ-2. Применяется для раскатки СИП и оптоволоконного кабеля по опорам.
 Пластиковый диск из термо-ударостойкого полимера.
 Отбортовка по внешнему диаметру пластикового диска

С наружной стороны к диску при помощи болтового соединения прикреплены два стальных подвеса, обеспечивающих надежное крепление ролик анна опоре.

Монтаж на линиях с углами до 30°. Максимальная нагрузка 20кН.
 Максимальный диаметр кабеля 50мм.

Состав комплекта и количество раскаточных роликов типа RT2 и RT5 зависят от числа промежуточных, анкерных, угловых анкерных и других



сложных опор в анкерном пролёте. Ролики крепятся на опорах таким образом, чтобы ось жгута СИП была на уровне лодочки поддерживающего зажима. Это делается для снижения усилий на зажимы при перекладке и во избежание неправильной регулировки зажимов на угловых промежуточных опорах. Ролики RT2 крепятся (рис. 6, поз. 4) за кронштейн (КА-1500) предназначенный для крепления анкерных зажимов, при этом значительно сокращается время раскатки СИП. Ролики RT2

рис. 6, поз. 4. применяются, в основном, на промежуточных опорах.

Ролики для раскатки RT5, крепятся прямо на стойках опорах при помощи устройства крепления с ремнём. Ролики RT5 применяются, главным образом, на анкерных и других сложных опорах.



КА – кронштейн для крепления анкерных зажимов.

Наименование – КА-1500 (рис. 7). Аналог – СА1500.

Предназначен для крепления анкерных зажимов к опорам ВЛИ или фасадам зданий.

Рис. 7 Кронштейн представляет собой моноблок из коррозионностойкого алюминиевого сплава.

Крепление осуществляется двумя болтами диаметром 14 или 16мм, либо с помощью двух бандажей из нержавеющей ленты 20×0,7мм.

Конфигурация кронштейна обеспечивает удобное перемещение по опоре, позволяет закрепить монтажный ролик для раскатки СИП.

Обеспечивает крепление одного или двух анкерных зажимов.

Рассчитан на механические усилия, создаваемые при раскатке.

3.1.3 Комплект "вертлюг-монтажные чулки".

Вертлюг монтажный типа ВМ-15 – стыковочный элемент, устанавливаемый с помощью чулок между разматываемым СИП и вспомогательным тросом и предотвращающий раскручивание жгута СИП при раскатке.

Вертлюг крепится за грузовые кольца монтажных чулок между скруткой СИП и тросом-лидером.



ВМ – вертлюг монтажный.

Наименование – ВМ-15 (рис. 8). Аналог – EMD15.

Предназначен для предотвращения образования петель и

Рис. 8 раскручивания СИП при раскатке.

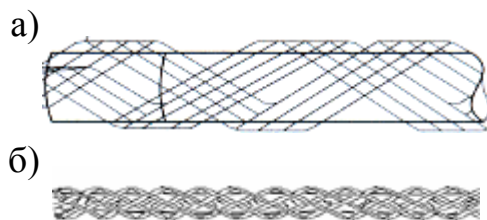
Плавное вращение благодаря подшипнику.

Диаметр троса-лидера до 12мм.

Рабочая нагрузка: 15кН.

Разрушающая нагрузка: 60кН.

Чулки монтажные предназначены для захвата несущей нейтрали или скрутки СИП и соединения их с тросом-лидером при раскатке СИП в анкерном пролете.



Защитный чулок типа TCSB38 (рис. 9, а), TCSB50 предназначен для захвата и протягивания конца жгута СИП.

Защитный чулок типа TCSB15(рис. 9, б), предназначен для защиты несущей нулевой

Рис. 9 жилы, а чулок типа TCSB20(CN1700) – для защиты трос-лидера.

Комплект "вертлюг-монтажные чулки" (рис. 10) типа ЕТС для захвата и протягивания СИП с изолированной несущей нейтралью имеет различные модификации в зависимости от диаметра основных жил СИП (табл. 4):



рис. 10

Таблица 4

Обозначение	Сечение проводов, мм ²	Компоненты
ЕТС70	< 3×70	2× TCSB15 + TCSB38 + EMD15
ЕТС150	3×70 ÷ 3×150	2× TCSB15 + TCSB50 + EMD15
ЕТС185	3×150 ÷ 3×185	2× TCSB20 + TCSB50 + EMD15

3.1.4 Трос вспомогательный.

Вспомогательным тросом может служить любой достаточно прочный трос с сечением не менее 11мм^2 , выдерживающий силу растяжения не менее 400 кгс. Конструкция троса и материал, из которого он сделан, должны обеспечивать удобное оперирование с ним. Он не должен запутываться при его размотке с барабана лебедки, а также при случайном его освобождении.

Для раскатки СИП могут применяться стальные и пластиковые тросы, например, компании Lancier Cable.

3.1.5 Механическая лебедка.

Механическая лебедка используется для раскатки проводов СИП путем наматывания на ее рабочий барабан вспомогательного троса, соединенного с СИП посредством комплекта "вертлюг-монтажные чулки". Эта лебедка при натяжении и раскатке провода обеспечивает постоянное натяжение вспомогательного троса во время всей процедуры раскатки. Возможно использование лебедок различных модификаций и закрепляемых, к примеру, на опорах, на автомобильных прицепах, в кузове грузового автомобиля.

Важно, чтобы механическая лебедка обеспечивала достаточную силу натяжения, гарантирующую размотку провода без провисания. Так для провода $3\times 35+50+16$ достаточна сила натяжения 300 кгс, в то время как для $3\times 120+95$ – уже 400 кгс.

3.2 Порядок размотки.

Размотка СИП (рис. 4) выполняется в следующей последовательности:

- с одного конца монтируемого участка устанавливается барабан с СИП на раскаточной тележке,
- с другого конца участка устанавливается механическая лебедка со вспомогательным тросом,
- закрепляются на опорах раскаточные ролики, начиная с опоры со стороны лебедки, одновременно в них заправляется вспомогательный трос, разматываемый с барабана лебедки,
- после подтягивания троса к барабану с СИП на конце троса закрепляется монтажный чулок для троса из комплекта "вертлюг-монтажные чулки",
- на конце жгута СИП закрепляется монтажный чулок для защиты СИП из комплекта "вертлюг-монтажные чулки",

– с помощью механической лебедки жгут СИП протягивается через все ролики и размотка прекращается, когда жгут пройдет последний ролик и немного опустится в сторону лебедки.

3.3 Правила размотки.

При размотке провода необходимо придерживаться общепринятых правил и рекомендаций:

1. Применение раскаточных роликов обязательно, поскольку, имея рабочие поверхности, покрытые пластиком, они предотвращают повреждение изоляции раскатываемых проводов.

2. Недопустима размотка СИП на земной поверхности, поскольку это может привести к повреждению и загрязнению изоляции проводов. В случае последнего при монтаже прокалывающих зажимов электрическое сопротивление контакта между зубьями зажима и проводниками СИП будет больше расчетного, а это приведет к дополнительным электрическим потерям и к преждевременному выходу из строя ВЛИ.

3. Обязательное применение вертлюга при размотке СИП предотвращает самопроизвольное раскручивание проводов в жгуте.

Если для размотки не применять вертлюг, то в отдельных местах между проводниками могут появиться заметные просветы, в которых при не расчетных механических воздействиях на ВЛИ (сильный ветер, падение дерева и т. д.) возникает опасность обрыва отдельного провода.

4. Обязательно применять монтажный чулок для жгута СИП, поскольку это ускоряет процесс раскатки и предохраняет изоляцию СИП от механических повреждений за счет равномерного распределения механической нагрузки вдоль жгута СИП при его размотке.

4. Натяжение самонесущего изолированного провода и его анкерное закрепление.

После размотки жгута самонесущего провода на роликах, закрепленных на опорах, необходимо на конечной опоре (рис. 11) закрепить несущий провод анкерным зажимом типа ЗАН. При этом механическая лебедка через комплект "вертлюг-монтажные чулки" (рис. 10) должна удерживать линию в натянутом положении.

Далее с помощью комплекта инструментов для натяжения: ручной лебедки ЛР-15, закрепленной на ближней опоре (рис. 12), и натяжного

устройства МЗ-22 – линия натягивается до требуемого проектной документацией значения силы натяжения, что контролируется с помощью динамометра ЭДР-20.

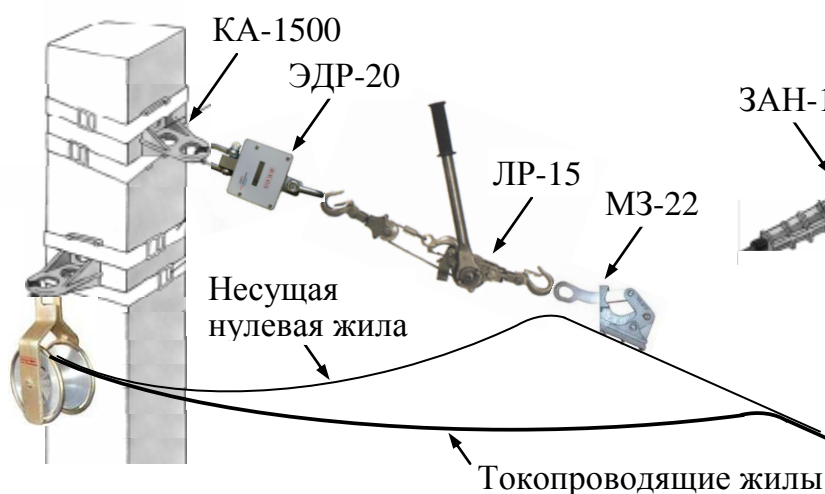


рис. 12

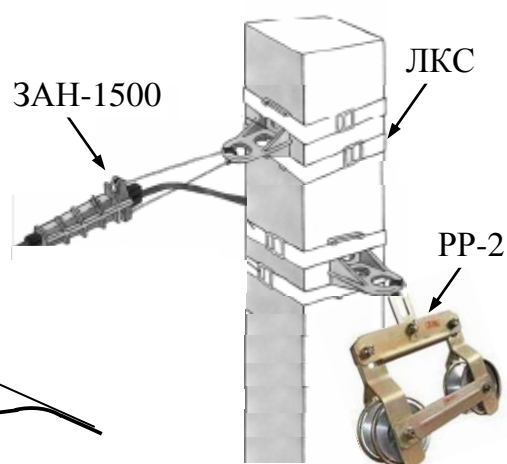


рис. 11



Рис. 13

ЗАН – зажим анкерный для изолированной несущей нейтрали (рис. 13).

Наименование – ЗАН-1500. Аналог – РА 1500. Предназначен для крепления СИП с изолированной несущей нейтралью к кронштейнам и крюкам опор линии ВЛИ. Зажим представляет собой литой корпус из коррозионностойкого алюминиевого сплава, тросика из нержавеющей стали и полимерных клиньев.

Саморегулируемые клинья из полимера, стойкого к ультрафиолетовому излучению и погоднo-климатическим условиям, зажимают провода нейтрали без повреждения изоляции.

Гибкий тросик с изолированным погодостойким седлом позволяет монтировать до трех зажимов на кронштейне. Зажим не имеет выпадающих деталей.



Рис. 14

ЛР – ручная лебедка (рис. 14).

Наименование – ЛР-15. Применяется для создания усилий при монтаже провода СИП. Лебедка имеет храповый механизм с переключателем, обеспечивающий как пошаговое натяжение, так и отдачу.

Работа лебедки возможна в двух режимах – с блоком и без блока.



Рис. 15

МЗ – монтажный зажим (лягушка) для СИП (рис. 15).
Наименование – МЗ-22. Применяется при регулировке стрелы провеса на линиях СИП путем захвата за несущую жилу.

Рычажное устройство преобразует усилие тяги в усилие захвата.

Тяговые зажимы при работе не повреждают изоляцию провода СИП.

Диаметр зажимаемой жилы: 4 ÷ 22мм. Рабочая нагрузка: 15кН.



Рис. 16

ЭДР – динамометр электронный (рис. 16).

Наименование – ЭДР-20. Предназначен для измерения усилия в проводе СИП при его раскатке и креплении на опорах ВЛИ. Состоит из силового блока с терминалом. Позволяет предотвратить нарушение габаритов СИП, возникновение недопустимых нагрузок и воздействий на опоры ВЛИ.

Силовой блок включается в разрыв силовой схемы и преобразует создаваемое усилие в электрический сигнал с последующей индикацией на терминале. Диапазон измерения силы натяжения: 0,1 ÷ 20кН.



Рис. 17

ЛКС – лента крепежная из нержавеющей стали (рис. 17).

Наименование – ЛКС-2007. Аналог – F2007. Предназначена для крепления анкерных кронштейнов, крюков на опорах линий электропередач.

Лента изготовлена из нержавеющей стали, устойчива к коррозии, воздействию экстремальных температур, влажности и радиации. Выдерживает значительные механические нагрузки.

Натянутая ручной лебедкой линия на ближней (начальной) опоре закрепляется с помощью анкерного зажима ЗАН (рис. 18).

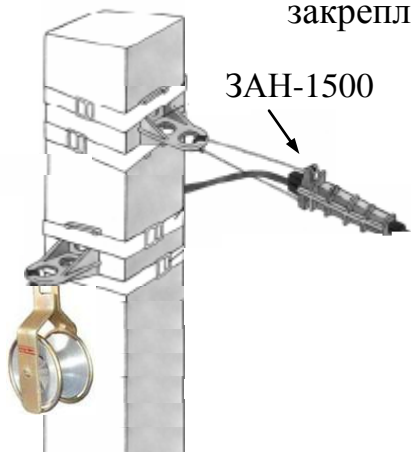


рис.18

СИП на конечной опоре освобождается из монтажного чулка, и, если это необходимо, концы проводников как фазных, так и нейтрального изолируются с помощью наконечников или колпачков (концевых кап) типа КИ (эластомерные) либо 102L (термоусаживаемые). На ближайшей опоре оставляется заданный запас провода СИП, остальной провод отрезается с помощью секторных ножниц, например типа НСТ-38.

4.1 Замена роликов на промежуточные зажимы.

После выполнения натяжения СИП и закрепления его анкерными зажимами, на концевых опорах необходимо заменить ролики на промежуточные зажимы на опорах промежуточных и, при необходимости, на угловых.

Для закрепления нейтрали на прямолинейных участках и участках с небольшими изгибами ВЛИ (угол изгиба менее 30° при изгибе в сторону опоры и менее 50° в сторону, противоположную от опоры) используются те зажимы, которые были смонтированы на этапе монтажа крепежных элементов. Ими могут быть, в зависимости от сечения СИП, зажимы типа КПП, представляющие собой узел в сборе с кронштейном промежуточным.



КПП – комплект промежуточной подвески (рис. 19).

Наименование – КПП-1500. Аналог – ES1500E. Предназначен для поддерживающего крепления изолированной несущей нейтрали СИП на промежуточных опорах.

Комплект представляет собой полимерный зажим, выполненный из изолирующего материала, стойкого к погоднo-климатическим условиям, и металлический кронштейн в сборе.

Нейтраль фиксируется регулируемым зажимом. Подвижное соединение позволяет зажиму двигаться в продольном направлении. Стопорные пальцы на крепежном кольце кронштейна ограничивают поперечное смещение зажима при боковых нагрузках.

Для закрепления нейтрали СИП в промежуточном зажиме ES 1500 необходимо предварительно раскрыть фиксатор зажима и в открывшееся ложе зажима вставить нейтральный провод (рис. 20, а). Затем этот провод



Рис. 20

прижимается к ложу зажима фиксатором, который дожимается до упора (рис. 20, б).

Крепление подвески КПП-1500 к опоре осуществляется болтом диаметром 16 мм или с помощью ленты из нержавеющей стали 20×0,7 мм.

При значительных углах изгиба ВЛИ (при углах изгиба больших, чем указано выше) и на угловых опорах необходимо использовать зажимы анкерные типа ЗАН (РА1000, РА1500, РА2000).

Закрепление нейтрали СИП в анкерном зажиме на промежуточной опоре выполняется по аналогии с предыдущим этапом, где выполнялось анкерное закрепление.

Анкерный зажим РА1500 посредством стального канатика крепится к анкерному кронштейну СА1500, а затем натянутый нейтральный провод заклинивается двумя клиньями анкерного зажима (рис. 21).

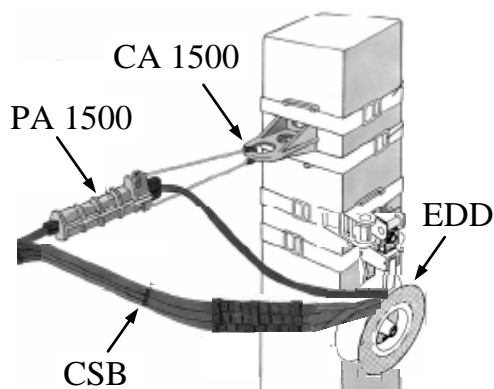


Рис. 21

С обеих сторон от зажимов (как промежуточного, так и анкерного) на расстоянии 20...30 см от них жгут СИП необходимо стянуть кабельными ремешками типа CSB, что в дальнейшем предотвратит смещение проводников СИП друг относительно друга под воздействием внешних факторов (ветровой нагрузки и пр.).

После того как нейтральный провод будет снят с ролика и закреплен в зажиме, монтажный ролик типа EDD (RT2, RT5) можно снять с опоры.

5. Обустройство линейных ответвлений от магистрали.

Ответвления от магистрали ВЛИ в виде линейного ответвления или ответвления от ВЛИ к вводу осуществляются в следующей последовательности:

1. Размотка СИП для ответвительной линии.
2. Закрепление проводов в начале ответвительной линии.
3. Натяжение ответвительной линии и закрепление ее конца.
4. Закрепление ответвительной линии на опорах.
5. Подключение ответвительной линии к потребителю.
6. Подключение ответвительной линии к магистральной ВЛИ.

1. Размотка СИП для ответвительной линии выполняется по аналогии с размоткой магистральной ВЛИ. Отличительные особенности может иметь случай, когда ответвление выполняется для подключения потребителя или абонента. В этом случае для линии используется система СИП без несущего провода, состоящая из 2-х или из 4-х изолированных проводов.

Провод такой системы обычно легче, чем магистральный СИП.

2. Закрепление проводов в начале ответвительной линии осуществляется с помощью комплекта анкерного крепления: зажима и кронштейна.

Для СИП ответвительной линии, имеющей несущий изолированный нейтральный провод, используется комплект анкерной подвески типа ЕА (ЕА1000, ЕА1500, ЕА2000). Анкерный зажим из комплекта ЕА, например РА1500, посредством стального канатика крепится к анкерному кронштейну КА-1500 (СА1500), а затем натянутый нейтральный провод заклинивается двумя клиньями анкерного зажима.

Для СИП без несущего провода, состоящего из 2-х или из 4-х изолированных проводов, необходимо применять анкерные зажимы для проводов абонентов типа ЗАБу 4×10÷35 – производитель ИЭК (HEL 5505 – производитель Тусо (Тайко)), ЗАБ 16÷25 – ИЭК (РА25×100 – Тусо). По аналогии с зажимом РА1500 анкерные зажимы для проводов абонентов крепятся к анкерному кронштейну СА1500, предварительно закрепленному на ответвительной опоре, с помощью металлической дужки (проволочной у РА25×100 и пластинчатой у HEL 5505).



Рис. 22

ЗАБу – зажим анкерно-поддерживающий (рис. 22).
Наименование – ЗАБу 4×10÷35. Аналог – HEL 5505.
Зажим анкерный (натяжной) HEL 5505 предназначен

для концевого или промежуточного крепления 2-х или 4-х проводов абонентов сечением 10÷35 мм².

Зажим изготовлен из стали горячего цинкования и погодо-ультрафиолетостойкого термопластика, усиленного стекловолоконной структурой.

При повороте щек, фиксирующих провод, на 90°, может также применяться как поддерживающий зажим на промежуточных опорах.

Крышка корпуса обеспечивает равномерное распределение механической нагрузки на изоляцию провода.



Рис. 23

предназначен для концевого крепления проводов ответвления сечением $6 \div 25 \text{ мм}^2$ от магистрали к вводам.

ЗАБ – зажим анкерный для проводов ввода (рис. 23).
 Наименование – ЗАБ 16÷25. Аналог – РА25×100.
 Зажим клиновой анкерный (натяжной) РА25×100

Зажим изготовлен из термопластика, усиленного стекловолоконной структурой. Предельная нагрузка зажима увеличена с 220кг до 350кг, что позволяет выполнять пролеты ВЛИ длиной до 40м.

При закреплении двух проводов в зажиме, предназначенном для четырех жил, необходимо обязательно заклинить второй клин в корпусе.

3. Натяжение ответвительной линии и закрепление ее конца выполняются по аналогии с магистралью. Отличие может составлять случай, когда конец ответвительной линии закрепляется на стене или фасаде здания.

В последнем случае вместе с зажимами HEL 5505 , РА 25×100 можно использовать настенный кронштейн типа КНВ-1 при отклонении спуска линии от вертикали до 60° . При больших углах отклонения рекомендуется использовать анкерный кронштейн СА 1500.

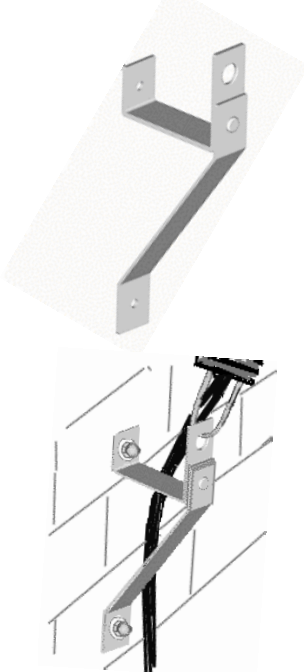


Рис. 24

КНВ – кронштейн настенный. Наименование – КНВ-1.

Кронштейн настенный для вводов КНВ-1 предназначен для крепления анкерных зажимов на фасадах зданий для воздушных линий из СИП (ВЛИ), подходящих к зданиям:

- для организации вводов ВЛИ в подстанции,
- для осуществления переходов от ВЛИ к линиям, проложенным вдоль фасадов зданий.

Кронштейн КНВ-1 имеет 2 отверстия (рис. 24), через которые с помощью шурупов он крепится к стене здания, а также 1 отверстие, в которое вставляется гибкий канатик от анкерного зажима.

Детали кронштейна изготовлены из стали и защищены от коррозии методом горячего цинкования.

Кронштейн на фасаде здания крепится с помощью шурупов или дюбелей, а уже к нему прикрепляется через дужку или петлю анкерный зажим с проводом.

4. Закрепление ответвительной линии на промежуточных опорах при использовании СИП с изолированной нейтралью производится с помощью промежуточных зажимов типа ES 1500 или анкерных зажимов EA 1500 в случае, если имеется значительный изгиб линии.

Для закрепления СИП самонесущей системы (2 или 4 провода) используются промежуточные поддерживающие крепления типа RA 25 или зажимы типа DUL.



RA – поддерживающий зажим (срывное звено) (рис. 25).
Наименование – RA25. Аналог – RA25×100.
Используется для подведения магистральных линий к абоненту, когда воздушные линии меняют свое направление и уровень при укладке, а также при отклонении электромагистрали под небольшим углом.

Зажим состоит из корпуса зажима, подвешивающего плеча и седла.

Корпус зажима изготовлен из алюминиевого листового элемента с поверхностной полимерной изоляцией.

Поставляется с седлом из силумина. Крепится на крюк или кронштейн с крюком типа CS 1500.

5. Подключение ответвительной линии к потребителю.

Такого рода подключение выполняется с помощью герметичных изолированных наконечников, опрессовываемых ручным прессом.

Предварительно провод ответвительной линии прокладывается до места подключения и после тщательного расчета остающихся концов лишний провод отрезается с помощью ручных секторных ножниц, например типа KR240.

В зависимости от материала контактных клемм в шкафу потребителя (медные или алюминиевые) используются наконечники соответственно СРТА или СРТАУ.

Типоразмер наконечника выбирается в строгом соответствии с сечением монтируемого провода. Так, например, для медных клемм в шкафу потребителя и для СИП с сечением жилы 16 мм² необходимо выбрать наконечник типа СРТАУ 16 D16.



Рис. 26

НИАМ – наконечники изолированные алюмомедные. Наименование – НИАМ 16÷95. Аналог – СРТА(U). Предназначены для герметического оконцевания опрессовкой проводов СИП, с последующим подключением их к медным шинам или клеммам электрооборудования.

Трубчатая часть наконечников выполнена из алюминия. Лопатка с крепежным отверстием выполнена из электротехнической меди. Медная и алюминиевая части соединены между собой методом фрикционной сварки.

Алюминиевая часть наконечника заполнена контактной пастой.

Изолирующий корпус выполнен из полимера, стойкого к ультрафиолетовому излучению и погоднo-климатическим условиям.

На корпусе выполнена разметка под опрессовку, определяющая число и порядок проведения обжатий, сечение опрессуемых проводов, размер используемой матрицы и длину зачистки провода.

Опрессовка матрицами E140, E173, E215 поверх изоляции.



Рис. 27

С концов монтируемого провода срезается изоляция длиной, достаточной для обеспечения герметичности заделки провода в наконечнике после опрессовки (рис. 27).



Рис. 28

Оголенный конец каждого из проводников СИП вставляется в свой наконечник и с помощью ручного гидравлического пресса, например типа SIMABLOC 55 (рис. 28), или ручного пресса типа SIMECA и шестигранных матриц типа 4E140-E83, 4E173, 5E21 запрессовывается внутри наконечника.

Наконечники закрепляются на клеммах шкафа с помощью гаек с шайбами.

6. Подключение ответвленной линии к магистральной ВЛИ.

Подключение к магистрали ВЛИ линейного ответвления и ответвления к вводу осуществляется с помощью изолированных соединителей (их еще называют ответвительными зажимами) с прокалыванием изоляции.

Изолированные ответвительные зажимы для СИП с прокалыванием изоляции, предназначенные для:

- соединения проводов магистрали или нескольких магистралей;
- выполнения ответвлений от магистрали;
- подключения уличного освещения к магистрали;
- соединения СИП с голыми проводами;
- соединения СИП с кабелем.

По конструктивному исполнению ответвительные прокалывающие зажимы для СИП производителей (Niled, Sicame, TYCO – Франция и ENSTO – Финляндия) имеют следующие основные части:

- корпус из двух половинок, выполненный из полимерного материала;
- металлические пластины с контактными площадками, вставленные в половинки корпуса зажима;
- болт с гайкой, стягивающий половинки корпуса зажима и изолированный от металлических пластин;
- элементы, защищающие от влаги открытые участки металлических пластин и проводов внутри зажима.

Весь номенклатурный ряд прокалывающих зажимов указанных производителей условно делится на следующие группы:

- для соединения проводов магистрали;
- для подключения ответвлений к магистрали;
- для подключения уличного освещения;
- для раздельного подключения проводов (через переходный зажим);
- для временных соединений;
- прокалывающие сдвоенные зажимы;
- герметичные изолированные соосные соединители.

С точки зрения испытанием напряжением зажимы с проколом изоляции делятся на два различных типа:

1. Зажимы, испытываемые напряжением 4кВ в воздухе.

Прокалывающие пластины таких зажимов иногда покрывают смазкой для защиты контакта от коррозии или проникновения влаги. Однако такие зажимы не пройдут испытание напряжением под водой, как это требуется согласно ГОСТ на СИП.



В настоящее время для новых линий СИП рекомендуется использование более совершенных зажимов, испытываемых напряжением 6кВ под водой.

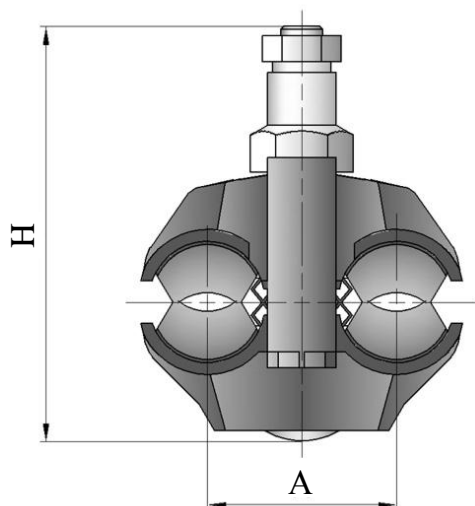
2. Зажимы, испытываемые напряжением 6кВ под водой (герметичные).

Контактные пластины таких зажимов помещены в резиновые уплотнители, заполненные смазкой. При затягивании болтов зубцы контактных пластин прокалывают изоляцию и создают надежный контакт. Болты затягиваются до срыва головок. Нет необходимости снимать изоляцию. Благодаря такой конструкции обеспечивается надежная герметичность контактного соединения.

Среди производителей герметичных, прокалывающих изоляцию зажимов предназначенных для подключения проводов абонентов и освещения от магистральной ВЛИ (основной линии), можно выделить зажимы типа EP, P2× – производитель ТУСО. Указанные типы зажимов (табл. 5) имеют отечественные аналоги – зажимы серии ЗПО (зажимы прокалывающие), выпускаемые электротехническим заводом г. Калуги.

Таблица 5

Изображение	Наименование	Сечение жил магистрали / сечение жил ответвления, мм ²	Аналог	A, мм	B, мм	H, мм	S ₁ , мм	S ₂ , мм
	EP35-13	2,5-35/1,5-6	—	-	-	-	-	-
	EP95-13	16-95/1,5-10	ЗПО 1,5-10 (рис. 29)	25	26	55	10	13
	P2R-95	16-95/4-35	ЗПО 4-35	30	47	75	10	13
	P2R-150	50-150/6-35	ЗПО 6-35	30	45	80	13	17



Габариты зажимов типа ЗПО:
Изготавливаются в соответствии с
ТУ 3449-037-97284872-2010.

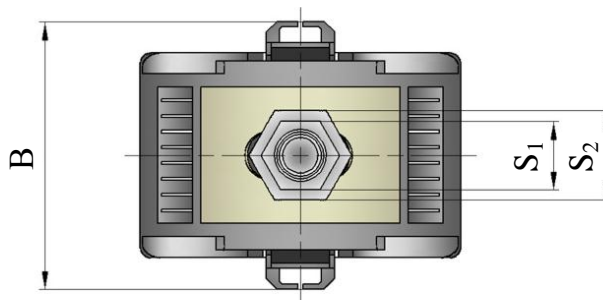


Рис. 29. Габаритные и присоединительные размеры зажима ЗПО 1,5-10.

Герметичная оболочка (рис. 30) зажима выполнена из термопластичного полимера (полиамида), усиленного стекловолокном (50% - ным включением), и заполнена смазкой для исключения коррозии.

Конструкция герметичной оболочки исключает возможность поворота верхней половины зажима.



Металлический болт со срывной головкой и цилиндрическим участком под ней обеспечивает:

- надежный и контролируемый момент затяжки;
- слом головки болта исключен.

Внутри срывной головки запрессована гайка.

Конец резьбы болта завальцован при изготовлении, поэтому снять гайку с болта невозможно.

Такая конструкция исключает возможность потери частей зажима и процесс коррозии.

Контактные пластины из луженой меди.

Герметичная оболочка.

Оболочка испытана на механическую прочность с усилием на 20% выше момента затяжки.

Болт оцинкованный

Рис. 30. Устройство прокалывающего зажима ЗПО 1,5-10.

В нижней половине корпуса зажима установлен болт (рис. 30), имеющий скругленную шляпку, что исключает повреждение соседних проводников при монтаже или эксплуатации и обеспечивает неизменное усилие затяжки в любых климатических и агрессивных условиях.

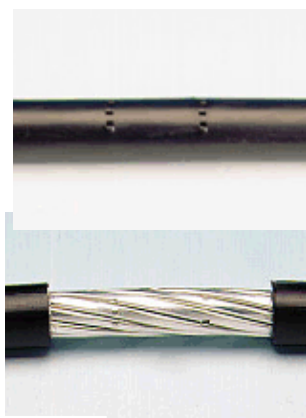


Рис. 31

Соединение жил в зажиме осуществляется за счет прокалывания зубцами контактных пластин изоляции проводников и дальнейшего внедрения этих зубцов в скрутку проводников (рис. 31). Зубцы прижимают провода под действием силы сжатия, создаваемой вращением срывной головки затяжного болта.

Отличительными особенностями герметичных, прокалывающих изоляцию зажимов являются:

- нет необходимости обесточивать магистраль при выполнении электромонтером работ по подключению ответвления к магистрали, т.к. затяжной болт соединителя изолирован от контактных пластин зажима;

- нет необходимости зачищать изоляцию на подключаемом проводе и на проводе магистрали, т.к. на этих проводах, вставленных в зажим, изоляция прокалывается зубцами контактных пластин зажима во время затяжки болта;

- электрический контакт в месте соединения двух проводов получается надежным, т.к. при затяжке болта зубцы контактных пластин проникают на определенную глубину в тело многожильного проводника и за счет большого контактного давления обеспечивают высокую нагрузочную способность контакта;

- затяжку болта зажима можно вести обычным ключом, не опасаясь повреждения жилы СИП от больших усилий, т.к. усилие затяжки ограничивается прочностью срывной головки на затяжном болте, которая срывается при определенном усилии, достаточном для надежного проникновения зубцов контактных пластин в тело проводника;

- нет необходимости надевать на смонтированный зажим дополнительный герметизирующий кожух, т.к. корпус зажима выполнен

из жесткого изоляционного материала со встроенным резиновым уплотнителем, заполненным смазкой.

Перед проведением монтажа ответвительных зажимов необходимо сверить на соответствие сечения соединяемых проводов с характеристиками подготовленных к монтажу зажимов.

Правильный выбор ответвительного зажима – это один из факторов, влияющих на качество соединения проводов.

Для гарантированного качества соединения проводников необходимо использовать все технические решения, заложенные в конструкцию ответвительных зажимов фирмы производителя.

В частности:

- оголенный конец провода ответвления тщательно изолируется с помощью колпачка, который предварительно вставляется в проушину снизу (их две – по одной с каждого края ложа для ответвления);

- вращать зажимной болт только за срывную головку, которая благодаря специальному цилиндру гарантированно обеспечит необходимое критическое усилие вращения, при котором головка сорвется.

Подключение выполняется по очереди для каждого проводника линии ответвления.

Проводник магистрали выделяется из жгута ВЛИ и вставляется в соответствующий просвет ответвительного зажима, в другой просвет вставляется проводник ответвления до полного упора его в колпачке.

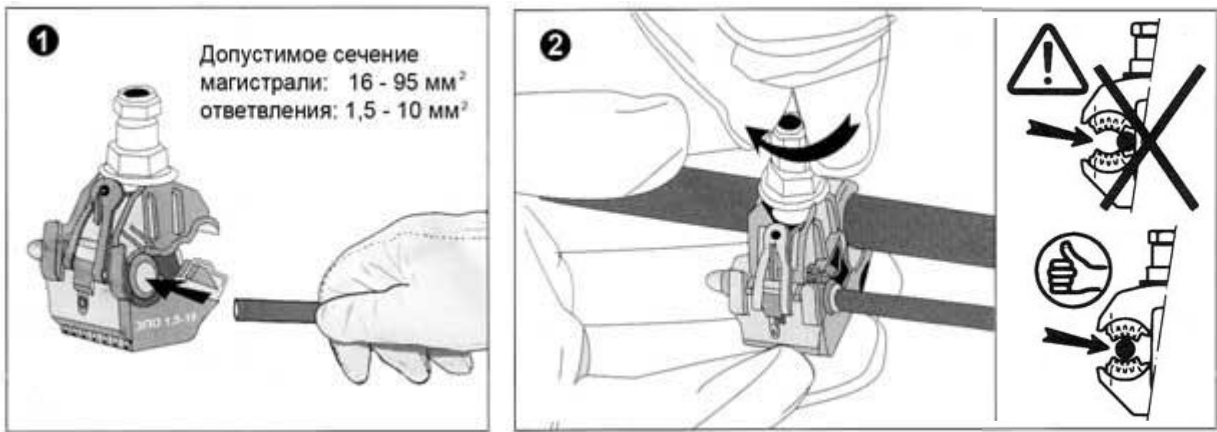
Далее проводники закрепляются в зажиме путем вращения срывной головки крепежного болта с помощью ключа на 8,10 или 13мм.

Усилие вращения должно быть равномерным без прослаблений и толчков, это обеспечит качественное соединение зубцов контактных пластин зажима с соединяемыми проводниками, начиная с момента срыва головки на длительный период эксплуатации.

После первого зажима с шагом 15...20см на магистрали закрепляются остальные ответвительные зажимы.

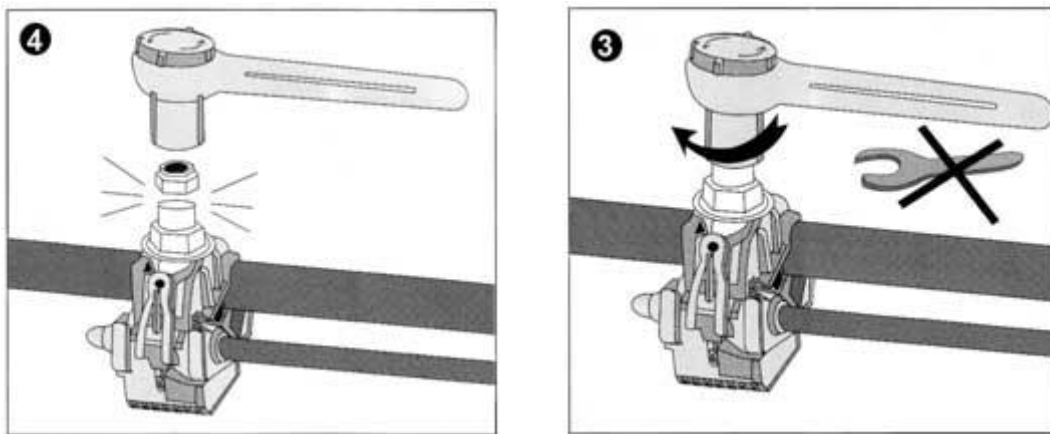
С внешних сторон от крайних зажимов на расстоянии от них 10...15см провода магистрали стягиваются и фиксируются с помощью кабельных ремешков типа CSB либо CSL.

Инструкция по монтажу зажима ЗПО 1,5-10 приведена на рис. 32.



Перед монтажом рекомендуется немного раскрутить болт для избежания повреждения изоляции кабеля.

Провод ответвления вставляется в гнездо с колпачком, провод абонента – в свободное. Затянуть болт рукой для закрепления проводов.



Болт затягивается накидным ключом на 10. При затяжке нижнюю часть зажима необходимо придерживать свободной рукой.

Затягивание происходит до срыва головки, который происходит при достижении необходимого усилия.

Рис. 32. Инструкция по монтажу зажима ЗПО 1,5-10.

6. Защита линии от перенапряжений и коротких замыканий.
Заземление.

Защиту ВЛИ от перенапряжений необходимо выполнять во всех случаях, предусмотренных в ПУЭ.

Особого внимания требуют участки ВЛИ:

- проходящие по открытой местности;
- в зонах со среднегодовой продолжительностью гроз 40 часов и более;
- в населенной местности и в местах скопления людей;

- подключаемые к трансформаторным подстанциям;
- стыкующиеся с подземными кабелями или с кабельными вставками;
- заканчивающихся вводом в здание с дорогостоящим электрооборудованием.

Для защиты от перенапряжений, вызванных грозовыми разрядами, при монтаже ВЛИ необходимо использовать:

- заземляющие устройства, состоящие из заземлителя, размещенного в земле, и заземляющих проводников (спусков) для деревянных опор или заземляющих выпусков арматуры железобетонных стоек;
- аппараты защиты от перенапряжений: разрядники и ограничители перенапряжений (ОПН).

Заземляющие устройства, выполняемые согласно требованиям [1] (гл.1.7 и 2.4.25-2.4.26), необходимо применять, кроме указанного выше, также для:

- повторного заземления несущего нулевого провода;
- заземления электрооборудования, установленного на опорах ВЛИ;
- для заземления разрядников и ОПН.

В качестве заземляющих проводников на опорах ВЛИ следует применять оцинкованную круглую сталь диаметром не менее 6мм. Допускается применять неоцинкованную круглую сталь диаметром не менее 6мм, имеющую антикоррозионное покрытие.

Разрядники и ОПН, устанавливаемые на опорах ВЛИ для защиты кабельных вставок от грозовых перенапряжений, должны быть присоединены к заземлителю отдельным спуском.

Ограничители перенапряжений являются более современными защитными аппаратами от перенапряжений по сравнению с разрядниками. Кроме того, пока только отдельные типы ОПН приспособлены для применения в полностью изолированной ВЛИ. К ним относятся специально спроектированные для ВЛИ ОПН типа LVA-280А и LVA-440А, а также их аналоги LVA-280В и LVA-440В. Данный тип ОПН защищает ВЛИ и подключенное оборудование не только от грозовых разрядов, но также и от других перегрузок, в том числе от коммутационных.

Достоинства ОПН типа LVA, реализуемые на этапе монтажа ВЛИ:

– ОПН имеет линейный вывод (рис. 33) (подключается к проводу ВЛИ) в виде изолированного адаптера, совместимого со всеми типами ответвительных прокалывающих зажимов;

– вывод заземления ОПН (подключается к заземляющему проводнику) имеет удобную барашковую гайку с зажимом (рис. 33);



Особенности конструкции ОПН LVA:
 -металлоксидные ОПН без искровых промежутков с номинальным током разряда 10кА и длительно-допустимым напряжением 280В и 440В.
 - Высокое быстродействие на крутой фронт: надежно справляются с токовым импульсом 65кА, 4/10мкс
 - Испытаны на герметичность напряжением 6кВ в течение 30мин. под водой.

Рис. 33. Металлоксидный ОПН LVA и набор крепежной арматуры

– наличие у линейного вывода нескольких вариантов крепежной арматуры, необходимых для различных случаев применения:

для ОПН LVA серии "А":

LVA-280A (LVA-440A) – А,В,С,Д или F + К или L (рис. 34).

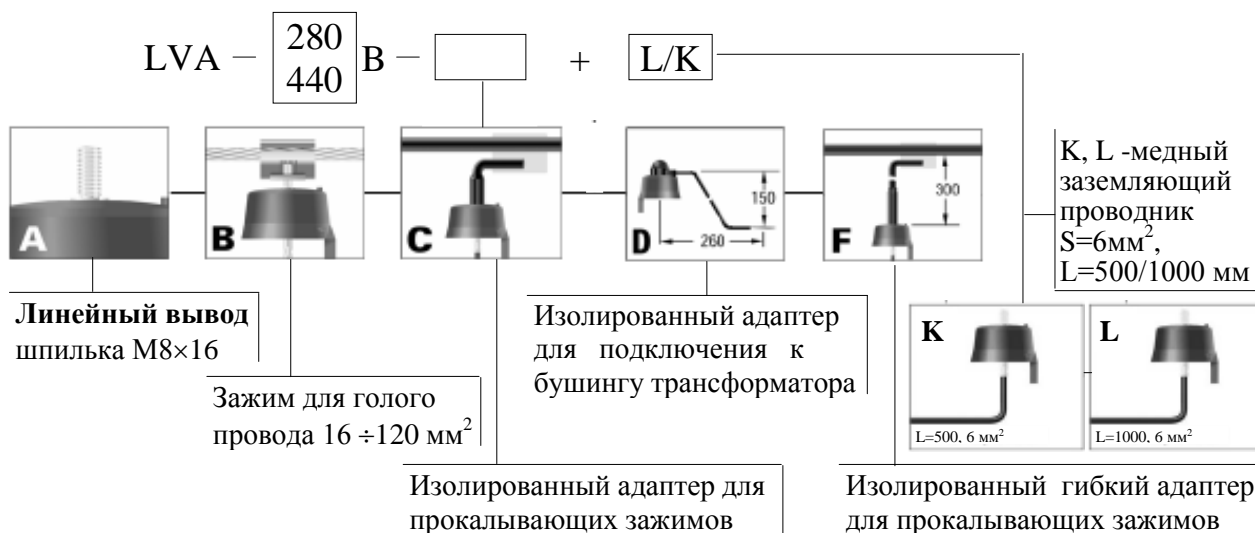


Рис. 34. Варианты крепежной арматуры для ОПН LVA серии "А".

для варианта AS (стандартный вариант): линейный вывод – болт М8х17 , вывод заземления – барашковая гайка с зажимом и у вывода заземления – К или L.

для ОПН LVA серии "В":

в стандартном варианте AL (LVA-280B-AL) есть линейный вывод – это болт-шпилька М8х16, а вывод заземления – это медный изолированный проводник 6 мм² длиной 1000 мм, который будет таким же и для остальных вариантов крепежа этой серии.

Другие варианты линейного вывода для этой серии "B" будут такими же, как и в серии "A": В,С,D,F, т.е. LVA-280B-BL, LVA-280B-CL, LVA-280B-DL, LVA-280B-FL.

Кроме указанных выше достоинств ОПН типа LVA, связанных с эксплуатацией ВЛИ, можно отметить:

- при перегрузке встроенный разъединитель отключает ОПН от сети, например, при близком ударе молнии. Заземляющий проводник остается подключенным, а легко видимая цветная круглая табличка выпадает из ОПН и остается висеть на нем;

- твердый влагостойкий полимерный корпус ОПН обеспечивает надежную работу при любых погодных условиях и загрязнении;

- все металлические части сделаны из нержавеющей стали.

Монтаж ОПН типа LVA состоит из закрепления линейного вывода ОПН с помощью прокалывающего зажима на проводе ВЛИ и подключения к выводу заземления заземляющего проводника, соединенного с заземляющим спуском.

Менее приспособлены для ВЛИ ОПН отечественного производства типа ОПН-П1-0,38УХЛ1, у которого оба вывода не изолированы, поэтому после подключения к нему проводников требуется неизолированные выводы этого ОПН заизолировать специальной термоусаживаемой лентой.

Согласно [2] в начале и в конце каждой магистрали ВЛИ должны быть установлены на проводах зажимы для присоединения приборов контроля напряжения и переносного защитного заземления.

Наличие на проводах ВЛИ в начале и в конце ее специальных зажимов позволяет подключать в этих местах приборы для измерения напряжения, а также переносное защитное заземление для выполнения ремонтных и регламентных работ на ВЛИ.

В качестве такого зажима рекомендуется использовать изолированный адаптер типа РМСС, представляющий собой бронзовый штекер (разъем), помещенный в пластиковый цилиндрический корпус с изолирующей и герметизирующей заглушкой и имеющий изолированный медный вывод для установки адаптера в ответственный прокалывающий зажим.

Адаптер РМСС оптимально спроектирован для применения на ВЛИ напряжением до 1кВ, удобен при монтаже и надежен при эксплуатации. Наличие на корпусе адаптера пронумерованных флажков позволяет легко идентифицировать фазу, к которой подключен адаптер.



АДЗ – адаптеры для закороток и заземления (рис.35).
 Наименование – АДЗ-25. Аналог – РМСС.
 Предназначены для монтажа временного защитного заземления при выполнении работ на линии СИП, находящейся под напряжением.

Рис. 35
 Расчетная сила тока для токов короткого замыкания 4кА/1с и рабочего тока 200А.

Применим с любым зажимом с прокалыванием изоляции для ответвления 25мм² (диаметр изолированного проводника 9мм).

Контактная часть изготовлена из бронзы: диаметр 11мм (рис. 36), длина 35мм, отверстие 4мм (рис. 36).

Монтаж осуществляется при помощи прокалывающих зажимов типа ЗПО со стороны ответвления. Втычной контакт имеет отверстие для проверки отсутствия напряжения.

Присоединение к системе заземления выполняется при помощи оборудования для закороток и заземления.

Легкая идентификация фаз с помощью обламываемых флажков (рис. 36).

Герметичный изоляционный корпус выполнен из эластомера, стойкого к ультрафиолетовому излучению и погоднo-климатическим условиям. Контактная часть изготовлена из бронзы.

Устанавливаются на токопроводящих и нулевых жилах на весь срок службы линии.

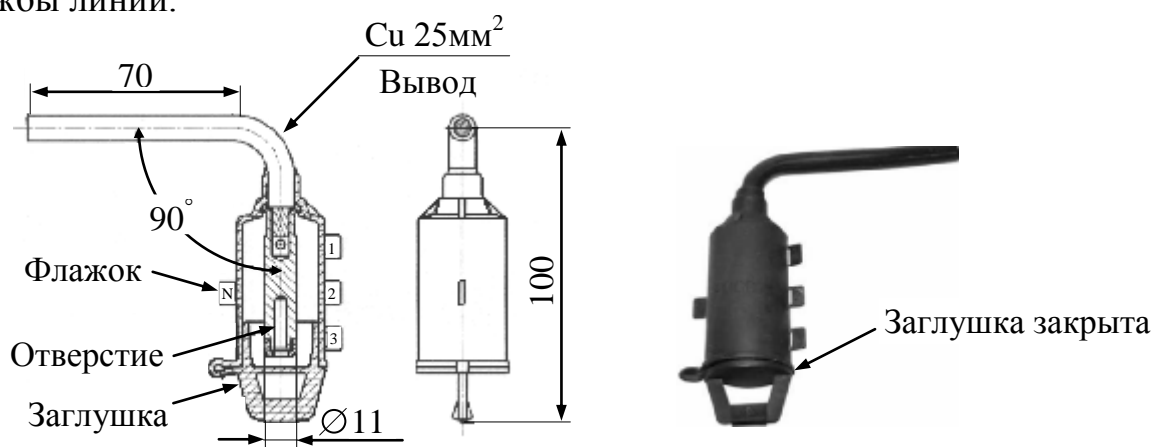


Рис. 36

Для подключения адаптеров РМСС к проводам ВЛИ необходимо взять соответствующее число адаптеров, допустим 4, и такое же число ответвительных прокалывающих зажимов для провода 25мм², например зажим типа Р2Х-95 (рис. 37). Каждый адаптер с помощью прокалывающего



зажима подключается к соответствующему проводу ВЛИ. Конец вывода адаптера, закрепленного в зажиме, герметизируется с помощью колпачка. На адаптере оставляется только тот флажок, который соответствует номеру фазы или нейтрали ("1", "2", "3" или "N"), а остальные флажки отрываются.

В рис. 37 ем для оперирования с адаптером достаточно снять с него заглушку и вставить в его разъем контактные шпильки из наборов для закороток и заземления или штыревой разъем измерительного прибора.

Для проведения регламентных и ремонтных работ на ВЛИ рекомендуется применять набор закороток (перемычек) типа МТ-206 и УКЗ – устройство



Рис. 38

для закороток (рис. 38).

Наименование – УКЗ-6. Аналог – МТ-206.

Состоит из гибкого медного изолированного провода, 5-ти модулей для соединения с адаптерами для закороток и модулем для соединения с проводом заземления.

Для подключения к ВЛИ временного защитного заземления необходимо вставить в разъемы адаптеров АДЗ контактные модули и через модуль провода заземления соединить со струбциной заземляющего стержня.

Толщина силиконовой оболочки провода в 1.6 раза больше толщины изоляции на стандартном проводе марки ПВ6-3.



Рис. 39

НПЗ – набор для заземления (рис. 39).

Наименование – НПЗ-16. Аналог – МТ-245.

Применяется для обеспечения безопасности монтажников при проведении ремонтных работ на линиях СИП.

Состоит из провода заземления, модуля для соединения с устройством для закороток и струбцины для присоединения к стержню заземления.

Провод заземления защищен силиконовой оболочкой и позволяет производить работу при низких температурах.

Толщина силиконовой оболочки провода заземления в 1,6 раза больше толщины изоляции на стандартном проводе марки ПВ6-3.

Как правило, переносное защитное заземление состоит из провода заземления типа МТ-245 (заземляющий проводник) и заземляющего прутка типа РТ-INOX-160/АА-1М.

Технологически процедура подключения устройств заземления к изолированным проводам выглядит следующим образом (рис. 40):

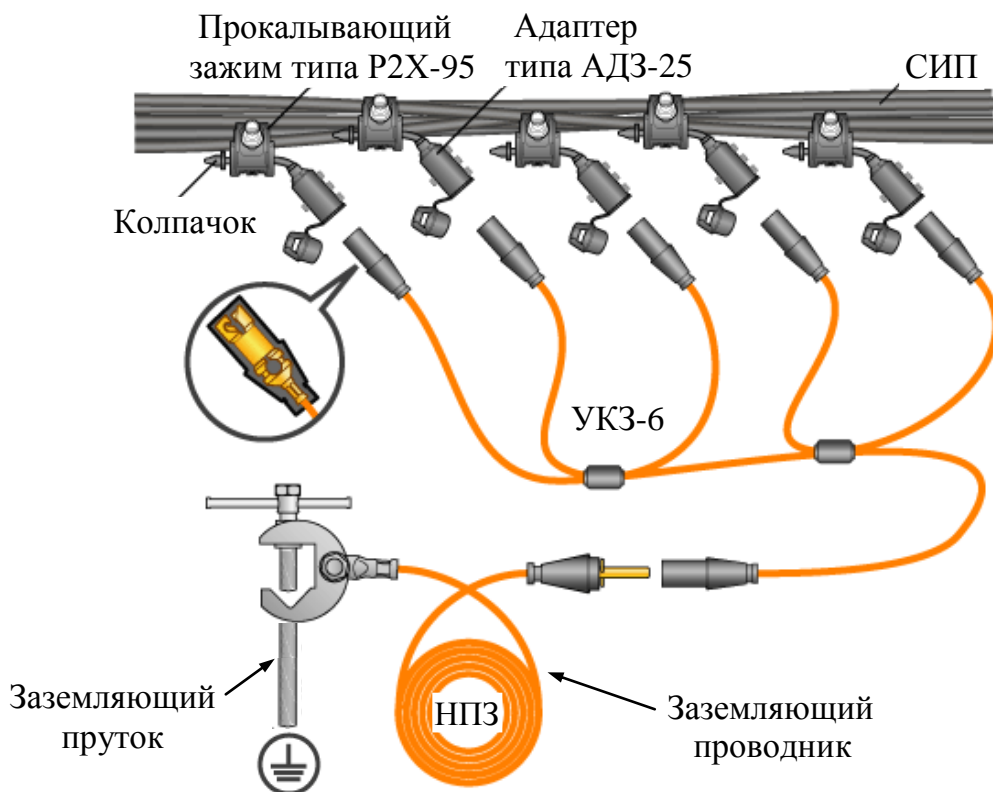


Рис. 40. Подключение набора временного заземления и устройства для закороток к проводам СИП

Для подключения к ВЛИ временного защитного заземления необходимо взять соответствующее число адаптеров АДЗ-25 и такое же число зажимов ЗПО типа Р2Х-95 (рис. 41), по средством которых осуществляется непосредственное подключение адаптера к определенному проводу ВЛИ. Далее контактные шпильки набора закороток УКЗ-6 (максимальное количество – 7 штук) необходимо вставить в разъемы адаптеров АДЗ-25 и байонетным разъемом этот набор соединить с проводом заземления МТ-245, который с помощью своего зажима должен быть закреплен на заземляющем прутке, предварительно заглубленном в земле (рис. 40).



Рис. 41

Защиту ВЛИ от коротких замыканий и от перегрузок по мощности необходимо выполнять по аналогии с защитой ВЛ с неизолированными проводами, выполняемой с учетом требований ПУЭ.

Основным элементом защиты ВЛИ от коротких замыканий является проходной предохранитель для абонентских ответвлений типа ССФВД.

Проходные предохранители монтируются на опорах, на которых к магистрали ВЛИ подключаются линейные ответвления, при этом выполняется защита:

- магистрали ВЛИ и всех ответвлений от короткого замыкания и от перегрузки по мощности, возникших в одном из линейных ответвлений (секционирование);

- ответвления от короткого замыкания и от перегрузки по мощности, возникших в ВЛ с неизолированными проводами, подключенной к ответвлению;

- временных подключений к ВЛИ.

Проходной предохранитель типа ССФВД (предохранительная вставка для абонентских ответвлений) (рис. 42) представляет собой разборную конструкцию, состоящую из корпуса из двух частей и плавкой вставки, которая вставляется в корпус предохранителя. Вставки устанавливаются на ответвительные абонентские линии от 4 А до 125 А, причем для нагрузок до 60 А разъединение можно производить под напряжением. Герметизирующая заглушка позволяет защитить отключенную линию со стороны сети.



Рис. 42. Устройство и способ подключения к абонентской линии предохранителя типа ССФВД

Корпус предохранителя изготовлен из погодо- и ультрафиолетостойкого полимера. На корпусе имеются петли для пломбирования подключенного предохранителя, что позволяет

регистрировать факты несанкционированной расстыковки предохранителя и замены плавкой вставки на большую мощность. Корпус легко собирается и герметизируется при сборке.

Предохранитель применяется для провода сечением 16мм^2 – модификация ССFBD 16-16, и 25мм^2 – модификация ССFBD 25-25. Контактное соединение предохранителя с концами провода СИП выполняется опрессовкой с обеих сторон с помощью ручного пресса SIMPI, SIMESA или SIMABLOC с одной матрицей E140.

Проходной предохранитель монтируется в разрыв СИП без несущего провода, состоящего из 2-х или из 4-х изолированных проводов, между ответвительным прокалывающим зажимом и анкерным зажимом для проводов абонентов, например, типа HEL-5505, PA25×100.

7. Подключение уличных светильников.

Линии распределительной сети наружного освещения (НО), как правило, имеют протяженность не более 600м в городе и не более 1000м в сельской местности, при этом расстояния между соседними светильниками в городах составляют $30\div 40$ м, в сельских населенных пунктах – $40\div 70$ м.

Особенностью сетей НО является наличие на одной распределительной линии большого числа светильников – однофазных потребителей электроэнергии и обеспечение возможности пофазного отключения потребителей. В соответствии с ([1], п. 6.3.37) такие распределительные линии НО, в которых используются светильники с газоразрядными источниками света и индивидуальной компенсацией реактивной мощности, необходимо выполнять с равными сечениями токопроводящих жил и нулевого рабочего проводников.

В четырехпроводных сетях НО используются, как правило, СИП-2 сечением $3\times 16+35\text{мм}^2$, $3\times 35+35\text{мм}^2$ и $3\times 50+54,6\text{мм}^2$. Использование СИП-2 сечением $3\times 16+35\text{мм}^2$ для питания малой суммарной нагрузки нецелесообразно с экономической точки зрения, а сечений $3\times 70+54,6\text{мм}^2$ – требует дополнительного расчетного обоснования. СИП с нулевой несущей жилой сечением 70мм^2 в сетях НО применяются, преимущественно, в сельской местности на протяженных линиях или в линиях с большой линейной плотностью установки светильников (например, в линиях питания опор с многосветильниковыми световыми установками).

Сети НО городов выполняются 3-фазными с глухо заземленной нейтралью, в них применяются 4 и 5-проводные линии. Пятипроводные линии, в которых реализуется система заземления TN-S, рекомендуется применять на улицах с интенсивным пешеходным движением и на территориях детских учреждений, т.е. в местах, где требуется повышенная электробезопасность сети.

Необходимость применения комбинированных кабельно-воздушных линий требует решения задачи обеспечения высокой надежности кабельно-воздушных соединений.

Такой переход с участка распределительной линии, выполненного кабелем в земле, на участок, выполненный с применением СИП-2, монтируется в цоколе опоры НО или в приставном кабельном ящике, а подъем наверх выполняется СИП-2 в теле опоры с выходом их на внешнюю сторону опоры через специальные отверстия. Отверстия не должны иметь заусенец и острых кромок, а в лучшем случае должны оборудоваться резиновыми или пластмассовыми втулками.

Электрическое соединение кабеля и СИП выполняется с применением штатного комплекта арматуры.

В месте соединения кабеля с СИП рекомендуется производить зануление брони кабеля и опоры (или приставного кабельного ящика) при помощи ответвительного зажима Р71.

Применение СИП с неизолированной нулевой несущей жилой СИП-1 в условиях большого города не рекомендуется из-за высокой химической агрессивности внешней среды, вызывающей интенсивную коррозию неизолированной жилы.

Распределительные линии НО дворовых территорий, как правило, имеют небольшую протяженность (до 300м) и питают ограниченное число маломощных светильников. Для таких линий в ряде случаев оправдано использование проводов СИП-4 из несущих изолированных токопроводящих жил и нулевой рабочей жилы с сечением 16 и 25мм². Ответвления от распределительных линий к светильникам выполняется по 3-проводной схеме. В цепи питания каждого светильника необходима установка предохранителя или автомата индивидуальной защиты. Следует также предусматривать защитное заземление каждой опоры и кронштейна для крепления светильника.

В качестве зарядных проводов светильников рекомендуется применять провода марки ПВС3×2,5. Провода с сечением жил 1,5мм² применять нежелательно из-за недостаточной механической прочности. Для ответвления используются прокалывающие зажимы Р616, Р21 фирмы НИЛЕД.

В настоящее время в России для уличного освещения или ввода в дом применяются медные многопроволочные провода сечением 1,5÷2,5мм² и алюминиевые однопроволочные провода сечением 1,5÷2,5 мм², поэтому для России НИЛЕД разработал новую конструкцию контактных пластин для зажимов Р616. Новые контактные пластины обеспечивают надежный контакт с проводами малых сечений (1,5÷2,5мм²) отечественного производства.

Зажимы испытаны на монтаж и эксплуатацию при низких температурах (монтаж – до минус 20°С, эксплуатация – до минус 60°С) с отечественными и зарубежными СИП, а также с отечественными проводами, применяемыми для ввода в дом и для уличного освещения.

К линиям распределительных сетей НО, выполненных с применением СИП, возможно подключение иллюминационных и рекламных установок. Для такого подключения требуется наличие соответствующего резерва пропускной способности линии. На улицах и магистралях с большим числом иллюминационных и световых рекламных установок, подключаемых к сети НО, следует предусматривать отдельную линию питания. СИП могут применяться для питания светильников, подвешиваемых на тросовых растяжках.

В каждой линии с применением СИП должна быть предусмотрена возможность подключения переносного защитного заземления. Для такого подключения на линии СИП устанавливается арматура: зажимы для замера напряжения и наложения заземления типа РС481 (устанавливаются на каждую жилу) для сечений СИП от 16÷150мм² и комплект переносного защитного заземления МаТ и М6D. Также данные зажимы и комплект защитного заземления используются при проведении измерений сопротивления петли "фаза-ноль".

Для защиты сети от КЗ в светильниках необходимо устанавливать в цепь фазного зарядного провода каждого светильника ограничитель мощности (ОМ).

По аналогии с ВЛ с неизолированными проводами уличные светильники, монтируемые на ВЛИ, могут крепиться на опоре сверху на дополнительной выступающей штанге и сбоку с помощью болтового соединения или монтажной ленты из нержавеющей стали.

Монтаж уличного светильника начинается с закрепления его на опоре. Светильник, имеющий две прорези для ленты, крепится сбоку на опоре с помощью ленты монтажной типа ЛМ20 (или F2007) и скрепы монтажной СМ20 (или А200) двумя узлами крепления методом, аналогичным с закреплением кронштейнов для СИП.



СМ – скрепа из нержавеющей стали (рис. 43).

Наименование – СМ-20. Аналог – А2000.

Предназначена для фиксации бандажа из стальной ленты

при монтаже СИП на опорах. Скрепа изготовлена из нержавеющей стали, устойчива к коррозии, воздействию экстремальных температур, влажности и радиации.

Выдерживает значительные механические нагрузки.

После затягивания бандажа из стальной ленты усы скрепы необходимо загнуть внутрь при помощи молотка.

Ленточный узел крепления кронштейна для СИП к опоре выполняется из ленты монтажной типа ЛМ20 (или F2007), изготовленной из нержавеющей стали, концы которой закрепляются с помощью скрепы монтажной типа СМ20 (или А200) с применением специального инструмента – клещей натяжных (или просто машинки для затяжки ленты) типа ИН20 (или CVF).

Клещи натяжные (рис. 44) снабжены фиксатором ленты, маховиком на корпусе, вращение которого и создает нужное натяжение ленты и ножом для обрезки лишней оставшейся ленты. Качественное натяжение ленты возможно только с использованием этого инструмента, создающего натяжение не менее 2 кН.

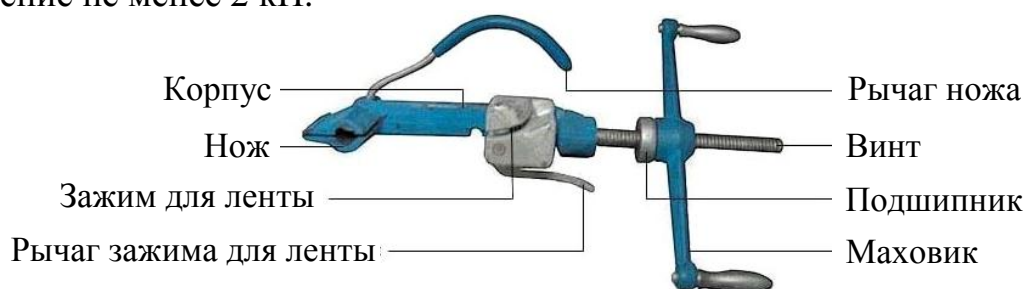


Рис. 44

Для крепления анкерного кронштейна к железобетонной или деревянной опоре используется: анкерный кронштейн СА1500, нержавеющая монтажная лента типа ЛМ20 (F2007), монтажная скрепа для ленты СМ20 (по одной на каждый отрезок ленты) и, собственно, сам инструмент – натяжные клещи. Последовательность крепления следующая (рис. 45):

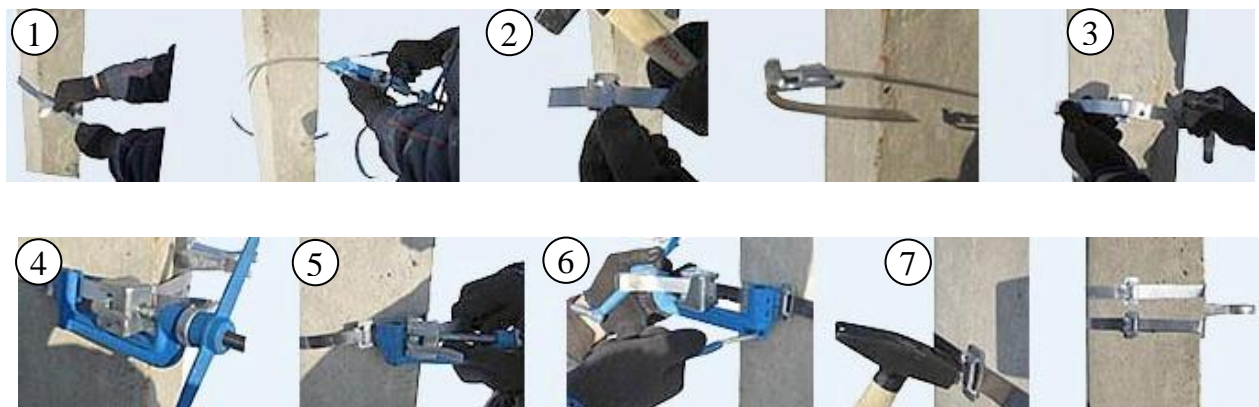


Рис. 45. Последовательность крепления анкерного кронштейна к опоре

1. Прежде всего, необходимо отмерить нужную длину ленты (можно просто обернуть ее вокруг опоры) и отрезать, используя нож натяжных клещей.

2. Далее, продев один конец монтажной ленты через монтажную скрепу со стороны зубчиков на 3-5 см, загнуть под дужку скрепы.

3. Обернутый вокруг опоры второй конец монтажной ленты следует завести под дужку скрепы таким образом, чтобы он оказался сверху продетого ранее первого конца монтажной ленты.

4. Получившуюся на опоре петлю из ленты нужно подтянуть вручную и вложить ее свободный конец в пазы зажима-фиксатора и ножа клещей, предварительно отведя их рычаги.

5. Вращением маховика вокруг опоры затянуть ленту, обеспечив ее нужное натяжение и надежное крепление кронштейна на опоре.

6. Загнуть ленту, отведя в сторону скрепы инструмент, предварительно немного (пол-оборота маховика против часовой стрелки будет вполне достаточно) ослабив ленту, и отрезать при помощи ножа натяжителя (для этого нужно отвести до упора его рычаг от корпуса).

7. Последнее – фиксирование конца монтажной ленты. Загнув усики скрепы, забить их молотком, надежно зафиксировав, таким образом, ленточный узел крепления кронштейна.

Существует еще один, более рациональный, способ монтажа ленточного узла крепления, в котором лента предварительно не отрезается, но дает экономию до 3см ленты на одном хомуте. Эта экономия может оказаться существенной, особенно при больших объемах работы. Так, при монтаже узлов с общим расходом ленты в 1000 м можно сэкономить 30 м дорогостоящей ленты из нержавеющей стали.

Для зануления корпуса светильника выполняется отдельный заземляющий спуск из стальной оцинкованной проволоки диаметром не менее 6мм, который для железобетонной опоры также можно закрепить с помощью ленты и скрепы. Для деревянных опор такой вид закрепления спуска на опоре не приемлем, поскольку в этом случае дерево внутри ленточного кольца постепенно выгорает.

Для защиты ВЛИ от коротких замыканий, возникающих в светильнике, в корпусе светильника монтируется проходной предохранитель типа В6770 (V01 или ПП-1), который подключается в разрыв фазного провода.

Предохранители ПП-1 в настоящее время не производятся. До 2008 года их производил Московский завод ОАО "Электропривод", но из-за низкого спроса на них было принято решение производство их приостановить.

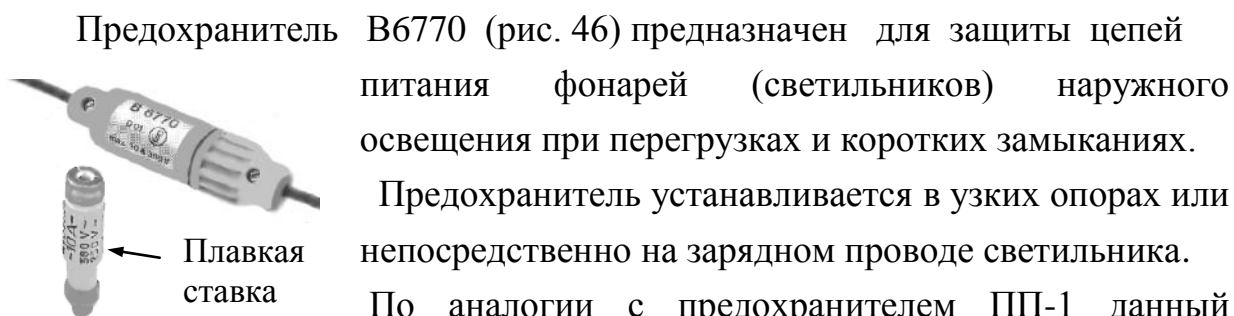


Рис. 46

Предохранитель В6770 (рис. 46) предназначен для защиты цепей питания фонарей (светильников) наружного освещения при перегрузках и коротких замыканиях.

Предохранитель устанавливается в узких опорах или непосредственно на зарядном проводе светильника.

По аналогии с предохранителем ПП-1 данный предохранитель состоит из пластикового корпуса

в виде двух половинок, имеющих резьбу для герметичного соединения этих частей корпуса, а также плавкую вставку, размещаемую внутри корпуса предохранителя.

В предохранителе В6770, по сравнению с ПП-1, иной способ подключения проводов для питания светильника: провода со снятой на концах изоляцией вставляются до упора в отверстия, расположенные на торцах половинок корпуса предохранителя, и фиксируются в них винтами.

Максимальное сечение провода, подключаемого к предохранителю В6770, составляет 4 мм².

Предохранитель В6770 поставляется в комплекте с плавкой вставкой типа D01 (E14). В зависимости от тока, на который рассчитана плавкая вставка, приняты обозначения модификации предохранителя: GURO-B 6770-2A, GURO-B 6770- 4A, GURO-B 6770- 6A, GURO-B 6770- 10A.



Предохранитель VO1 (рис. 47) имеют корпус, состоящий из двух половинок, изготовленных из прочного атмосферостойчивого пластика, и плавкую вставку. Половинки корпуса соединяются друг с другом резьбовым соединением. На одной из половинок корпуса имеется резиновое уплотнительное кольцо, обеспечивающее герметичность корпуса и предохраняющее его

Рис. 47 от проникновения влаги.

Этот предохранитель отличается наличием короткого бокового алюминиевого штыря (неизолированного) на одной из половинок корпуса, предназначенного для подключения предохранителя к питающей линии через ответвительный прокалывающий зажим. В другой половинке имеется отверстие, закрываемое резиновой пробкой, через которое провод, идущий к светильнику, заводится в корпус и зажимается в контактном цилиндре с помощью винта.

Основные характеристики предохранителей приведены в табл. 6.

Таблица 6

Характеристика	ПП-1	В6770	VO1
Длина корпуса, мм	86	68	88
Диаметр корпуса, мм	28	18	25
Масса, г	55	30	34
Тип плавкой вставки	ВТФ-6(10) УХЛЗ	GURO-F-D1-06	D01-6
Номинальный ток, А	6,3 или 10	2, 4, 6, 10	2, 4, 6, 10, 16
Принцип подключения проводов	В корпус вмонтированы 2 провода длиной по 23см	Концы 2-х проводов вставляются в корпус и фиксируются винтами	1 провод вставляется в корпус и фиксируется винтом, контактный штырь вставляется в прокалывающий зажим
Сечение провода для подключения (наибольшее), мм ²	3,2	4	19

С помощью ответвительных прокалывающих зажимов присоединяются:

- нулевой провод светильника к несущему нулевому проводу магистрали ВЛИ (зажим типа P2R-95);
- фазный провод светильника (от предохранителя ПП-1) к проводу уличного освещения ВЛИ (если таковой есть) или к фазному проводу ВЛИ (зажим типа P2R-95);
- провод от корпуса светильника к заземляющему спуску (прокалывающий переходной зажим типа RDP25/CN – аналог ЗПП 16-35).

Подключение проводов от светильника к проводам СИП выполняется по аналогии с монтажом ответвлений, описанным в разделе о подключении ответвлений к магистрали ВЛИ.

До настоящего времени не был решен вопрос о подвеске СИП, предусмотренной ([1], п. 6.3.35), в существующих, специфичных только для установок НО систем центрального «тросового» размещения светильников, широко используемых в районах старой, сложившейся застройки городов, на улицах и городах с высокорослыми развесистыми деревьями и др.

Для этой цели фирмой НИЛЕД разработана линейная арматура для крепления СИП к тросовым оттяжкам: комплект промежуточной подвески CS2, состоящий из накладного типа подвески на трос с поддерживающим зажимом PS1500+LM-E; анкерный центральный подвес-планка CS1, для крепления одного или двух анкерных зажимов.

Перечень линейной арматуры на 1 км линии наружного освещения с СИП-2 ($3 \times 50 + 54,6 \text{ мм}^2$) приведен в табл. 7.

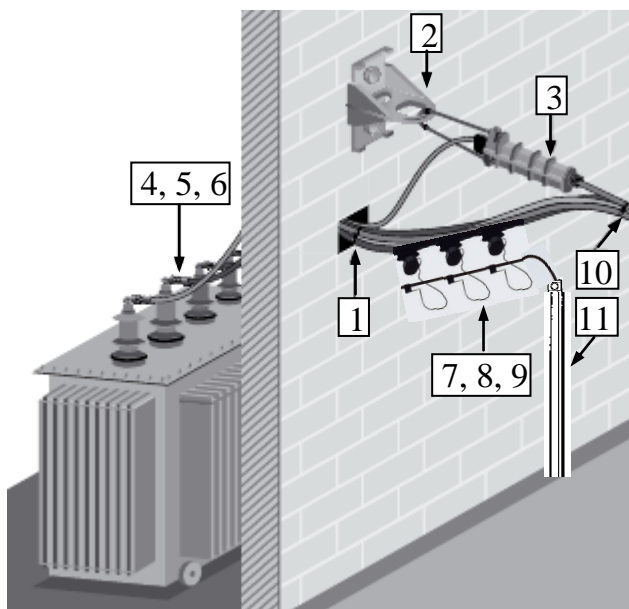
Таблица 7

№ п/п	Наименование НИЛЕД	Кол-во на 1 км
1	Анкерный зажим PA1500 или PAC1500	12
2	Кронштейн для анкерного зажима CS10.3	12
3	Комплект промежуточной подвески ES1500E	18
4	Зажим сетевой P70 для ответвления магистральных СИП	8
5	Зажим ответвительный P72 для наложения повторного заземления	8
6	Зажим ответвительный для уличного освещения P21 или P616	75
7	Ремешок E778	75
8	Лента бандажная F207	60м

9	Скрепа NC20 для фиксации ленты на анкерных и промежуточных опорах	60
10	Зажим прессуемый MJPT35 для токопроводящих жил сечение 35мм^2	3
11	Зажим прессуемый MJPT54,6N для нулевой жилы сечение $54,6\text{мм}^2$	1
12	Колпачки герметичные CE25-150 сечение $25\div 150\text{мм}^2$	4
13	Изолированный наконечник СРТАUR54,6 жилы сечением $54,6\text{мм}^2$	1
14	Изолированный наконечник СРТАUR 35 для токопроводящих жил сечением 35мм^2	3
15	Зажим РС481 для замера напряжения и наложения защитного заземления	8

Для выполнения трансформаторных вводов окончание ВЛИ закрепляется на фасаде трансформаторной подстанции комплектом анкерного крепления и заводится через кабельный проход в стене внутрь здания (рис. 48). У проводов оставляются концы нужной длины, на которые одеваются изолированные наконечники типа СРТАU или СРТА и запрессовываются ручным прессом с матрицей. Сама операция аналогична подключению ответвительной линии к потребителю (см. раздел 5).

Наконечники (рис. 48, поз. 4, 5, 6) закрепляются болтовым



соединением на клеммах трансформатора.

Для защиты трансформатора от перенапряжений со стороны ВЛИ к каждому фазному проводу ВЛИ перед стеной здания подключается ограничитель перенапряжения типа LVA (рис. 48, поз. 7, 8, 9) с помощью ответвительных зажимов по аналогии с процедурой, описанной в разделе о защите ВЛИ от перенапряжений. Заземляющие выводы ОПН подключаются к

Рис. 48
 заземляющему спуску (рис. 48, поз.11). Герметизацию кабельного прохода (рис. 48, поз. 1) можно выполнить с помощью надувного уплотнителя

типа RDSS, разработанного фирмой "Райхем".

Уплотнитель типа RDSS состоит из надувной камеры (рис. 49, а), изготовленной из гибкого металлизированного ламината. На обеих сторонах камеры нанесен слой герметика. Камера оборачивается вокруг кабеля и легко вставляется в отверстие кабельного ввода (рис. 49, а). Затем, по мере надувания камеры с помощью специального устройства, герметик под давлением уплотняет места примыкания камеры с кабелем и стенкой прохода. После достижения заданного давления (рис. 49, б) выдергивается трубка для надувания камеры, автоматически запирается гелевый клапан системы герметизации и на долгое время надежно поддерживается давление внутри камеры. Полная установка камеры занимает несколько минут, даже в стесненных условиях.



Рис. 49. Установка кабельного прохода с помощью надувного уплотнителя типа RDSS

Уплотнители принимают форму трубы, в которую вставляются, и не зависят от ее овальности. Каждый типоразмер уплотнителя охватывает большой диапазон диаметров кабеля и кабельных каналов. Гибкость и универсальность оборачиваемой камеры позволяет применять ее не только при прокладке новых кабельных линий СИП, но также и для уже проложенных линий. Камеры могут быстро и легко удалены из канала или трубы посредством их сдувания. Это позволяет в любое время производить ремонтные работы, добавлять или убирать кабели. Уплотнители во время работы и демонтажа не разрушают каналы, и поэтому они снова могут быть легко загерметизированы.

Уплотнитель можно установить с помощью любого устройства для надувания, которое может обеспечить давление $3,0 + 0,2$ бар.

Инструмент, рекомендуемый фирмой "Райхем":

1. Устройство для надувания – RDSS-IT-16.
2. Газовые баллончики – E7512-0160.

8. Приемка в эксплуатацию.

Приемка воздушных линий с изолированными проводами в эксплуатацию производится в соответствии с требованиями правил приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов распределительных сетей напряжением 0,38 – 20кВ. Каждая воздушная линия с изолированными проводами, вводимая в эксплуатацию, должна быть подвергнута приемосдаточным испытаниям в соответствии с требованиями ПУЭ.

В объем испытаний входят:

1. Выборочная (2–15 % общего количества) проверка качества контактной и соединительной арматуры на соединениях и ответвлениях фазных проводов и проводов уличного освещения ВЛИ. Проверку качества всех соединений несущей жилы СИП следует производить путем внешнего осмотра и измерения электрического сопротивления контакта.

Спрессованные соединения нулевой несущей жилы СИП бракуются в тех случаях, если: геометрические размеры (длина и диаметр опрессованной части) не соответствуют требованиям инструкции по монтажу соединительных зажимов; кривизна спрессованного зажима превышает 3% его длины; на поверхности соединительного зажима имеются трещины и следы механических повреждений. Если электрическое сопротивление на участке соединения более чем на 20% отличается от сопротивления на целом участке жилы той же длины, контакт также бракуется.

2. Контроль маркировки жил в соединительных и ответвительных зажимах.

3. Измерение сопротивления изоляции жил самонесущего изолированного провода. Проводится мегомметром на 1000В между фазными проводами, фазными проводами и проводами уличного освещения, нулевым проводом и всеми проводами. Величина сопротивления должна быть не менее 0,5МОм.

4. Испытание изоляции линии повышенным напряжением. Проводится мегомметром на 2500В в объеме, указанном выше п. 3, при этом величина сопротивления изоляции не нормируется. ВЛИ считается выдержавшей испытания, если не произошло пробоя изоляции. После проведения испытаний для снятия зарядного тока все провода ВЛИ должны кратковременно заземляться.

5. Проверка заземляющих устройств включает:

– осмотр элементов заземляющих устройств в доступных пределах, при этом обращают внимание на сечение проводников, качество сварки и болтовых соединений; контроль наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами; измерение сопротивлений заземлителей;

– измерение общего сопротивления всех заземлителей нулевого рабочего провода ВЛИ; измерение тока однофазного короткого замыкания на нулевой провод или полного сопротивления петли «фаза-нуль» с последующим вычислением тока однофазного замыкания.

6. Проверка стрел провеса самонесущего изолированного провода (СИП) и габаритов. Если при приемке ВЛИ в эксплуатацию будет установлено нарушение требований при ее строительстве и монтаже, то данная линия не должна приниматься в эксплуатацию.

В перечень документации, представляемой при приемке ВЛИ в эксплуатацию и передаваемой заказчику подрядной организацией, входят: проект линии, скорректированный и согласованный с заказчиком (исполнительная схема сети); исполнительный чертеж трассы, выполненный в масштабе 1:500; материалы по согласованию трассы ВЛИ; протокол заводских испытаний (сертификат) на СИП; акты о состоянии СИП на барабанах; сертификаты на линейную арматуру и опоры; акты освидетельствования скрытых работ; протокол измерений сопротивления изоляции; уставки защиты, протоколы наладки коммутационных и защитных аппаратов линии (автоматических выключателей, предохранителей, реле нулевой защиты и др.); протокол замеров токов однофазного короткого замыкания в конце линии или сопротивления петли «фаза-нуль» с указанием токов короткого замыкания; протокол испытаний заземляющих устройств; акты приемки переходов и пересечений.

9. Техническое обслуживание и эксплуатация.

Организация эксплуатации воздушных линий с изолированными проводами 0,38 кВ производится аналогично традиционным ВЛ 0,38кВ с неизолированными проводами с учетом конструктивных особенностей ВЛИ. Для оценки состояния ВЛИ в процессе эксплуатации, а также с целью обеспечения их работоспособности персоналом проводятся периодические осмотры, испытания и ремонт в соответствии с действующим ПТЭ.

9.1 Осмотры ВЛИ

Осмотры трасс ВЛИ монтерами должны производиться по утвержденному графику не реже одного раза в год. Инженерно-технический персонал проводит ежегодные выборочные осмотры линий или участков, а также всех линий, подлежащих капитальному ремонту в текущем году.

Персонал, проводящий осмотр трасс ВЛИ, обязан: осмотреть всю трассу ВЛИ; осмотреть с земли состояние СИП по всей трассе; осмотреть места пересечения ВЛИ с линиями электропередачи, связи и другими инженерными сооружениями, при необходимости определить соответствие габаритов до ВЛИ; определить соответствие габаритов ВЛИ до земли и стрел провеса СИП проектным величинам в местах, вызывающих сомнения; визуально определить состояние стоек опор; выявить наличие деревьев на трассе, падение которых может привести к механическому повреждению СИП; осмотреть с земли состояние крепления несущей жилы СИП в натяжных зажимах на опорах анкерного типа и в поддерживающих зажимах на промежуточных опорах; осмотреть с земли состояние арматуры на ответвлениях к вводам в здания; проверить соединение нижнего заземляющего выпуска стойки с заземлителем при их надземном соединении. Верховые осмотры с выборочной проверкой проводятся при необходимости. Анализ полученных при осмотре данных проводится персоналом путем сравнения с нормативными параметрами и результатами предыдущих осмотров, при этом определяется степень опасности дефектов и намечаются сроки их устранения.

9.2 Периодичность испытаний ВЛИ

ВЛИ должны испытываться перед вводом в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации. Устанавливается периодичность испытаний в процессе эксплуатации: первое – через год после включения линий в работу; последующие – при необходимости (после ремонта, реконструкции, подключения новых нагрузок и т.п.); отдельные виды испытаний – с указанной ниже периодичностью.

Профилактические испытания изоляции ВЛИ мегомметром на напряжении 2500В выполняются при необходимости, но не реже 1 раза в 6 лет. Испытания проводятся после отсоединения (отключения) от линии всех потребителей. Испытания изоляции жил СИП, изоляции их соединений и ответвлений от них выполняются при необходимости, но не реже 1 раза в

6 лет. Измерение общего сопротивления всех заземлителей нулевого провода, а также отдельных заземлителей у опор, имеющих наружные спуски с доступными с земли болтовыми соединениями, проводятся не реже 1 раза в 6 лет. Измерения должны выполняться в периоды наибольшего высыхания грунта.

Выборочный контроль состояния заземлителей с их раскопкой производится выборочно на 2 % железобетонных опор в местах возможного их повреждения, в агрессивных грунтах, в населенной местности с замером сопротивления не реже 1 раза в 12 лет. Визуальный контроль наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами проводится ежегодно при осмотрах воздушных линий с изолированными проводами. Измерение тока однофазного короткого замыкания на нулевой провод проводится при изменении длины или сечения проводов ВЛИ (или ее участков), но не реже 1 раза в 12 лет. Результаты испытаний оформляются протоколом и заносятся в паспорт линии.

9.3 Поиск повреждений на воздушных линиях с изолированными проводами

Работы по поиску повреждения изоляции самонесущего изолированного провода (СИП) осуществляются для определения жил с поврежденной изоляцией и места повреждения.

Определение поврежденных жил производится путем испытания изоляции каждой токоведущей жилы относительно нулевого провода и между токоведущими жилами. Испытания проводятся мегомметром на 2, кВ после отсоединения (отключения) от линии всех потребителей.

Методы определения мест повреждения на ВЛИ 0,38кВ такие же, как и для кабельных линий. Для определения зоны повреждения применяют импульсный метод, а места повреждения – индукционный и акустический методы. После проведения испытаний СИП все провода должны кратковременно заземляться для снятия зарядного тока.

9.4 Ремонт воздушных линий с изолированными проводами

Для поддержания линии в технически исправном состоянии проводятся текущие и капитальные ремонты. Ремонт ВЛИ должен производиться по утвержденному графику, составленному с учетом результатов осмотров и испытаний. Периодичность капитальных ремонтов для ВЛИ на железобетонных опорах – 1 раз в 10 лет, на деревянных опорах – 1 раз в

5 лет. Объем ремонта определяется на основании выявленных при осмотрах и испытаниях ВЛИ дефектов.

В объем капитального ремонта при необходимости включаются: замена и ремонт опор; замена деталей опор; выправка опор; установка приставок к существующим опорам; замена СИП; регулировка стрел провеса проводов; замена вводов к потребителям; ремонт уличного освещения и другие виды работ. Ремонт заземляющих устройств и заземляющих спусков выполняется безотлагательно.

При обрыве СИП в результате падения дерева, наезда транспорта и других причин ремонт должен производиться путем монтажа ремонтной вставки из СИП. При этом сечение жил ремонтной вставки должно быть не меньше сечения поврежденных жил.

Ремонтная вставка монтируется следующим образом. Нулевая несущая жила самонесущего изолированного провода соединяется с помощью овальных соединителей марки СО или АС, которые монтируются методом опрессования. Фазные и фонарная жилы соединяются с помощью соединительных или ответвительных зажимов, при этом они должны разноситься по длине СИП.

При фазировке СИП следует использовать имеющуюся заводскую разметку фаз. Восстановление изоляции провода при небольших ее повреждениях выполняется самосклеивающейся лентой типа СЗЛА, ЛЭТСАР ЛП, ЛЭТСАР ЛПм, применяемой при монтаже кабельных линий.

Основные типовые решения опор ВЛИ 0,4кВ с СИП с изолированной несущей нейтралью.

На схеме условной сети (рис. 50) показана линия СИП до 1 кВ с изолированной несущей нейтралью – 15 типовыми узлами.

Сечение проводов фиксированное, и вся арматура подобрана соответственно размерам указанного СИП.

Арматура СИП, применяемая в схеме условной сети, приведена в табл. 8.

Таблица 8

№ узла	Вариант крепления
1	Анкерное крепление магистральной линии СИП и ее ввод в трансформаторную подстанцию
2	Двойное анкерное крепление

Продолжение таблицы 8

3	Промежуточное крепление СИП с подключением светильника уличного освещения
4	Промежуточное крепление СИП магистральной линии
5	Промежуточное крепление СИП с магистральным ответвлением
6	Промежуточное крепление СИП магистральной линии с повторным заземлением
7	Промежуточное крепление СИП магистральной линии с ответвлением к абоненту
8	Соединение проводов СИП в пролете
9	Анкерное крепление и соединение магистральной линии СИП с силовым кабелем
10	Двойное анкерное крепление магистральной линии СИП с установкой ограничителей напряжения
11	Анкерное крепление и присоединение магистральной линии СИП к неизолированным проводам
12	Двойное анкерное крепление СИП абонентского ответвления
13	Анкерное и промежуточное крепление СИП абонентского ответвления на стенах зданий
14	Подключение линии СИП к вводно-распределительным устройствам зданий технического или производственного назначения (насосные станции, цеха, мастерские и т.д.)
15	Анкерное крепление магистральной линии СИП к стене здания технического или производственного назначения (насосные станции, цеха, мастерские и т.д.)

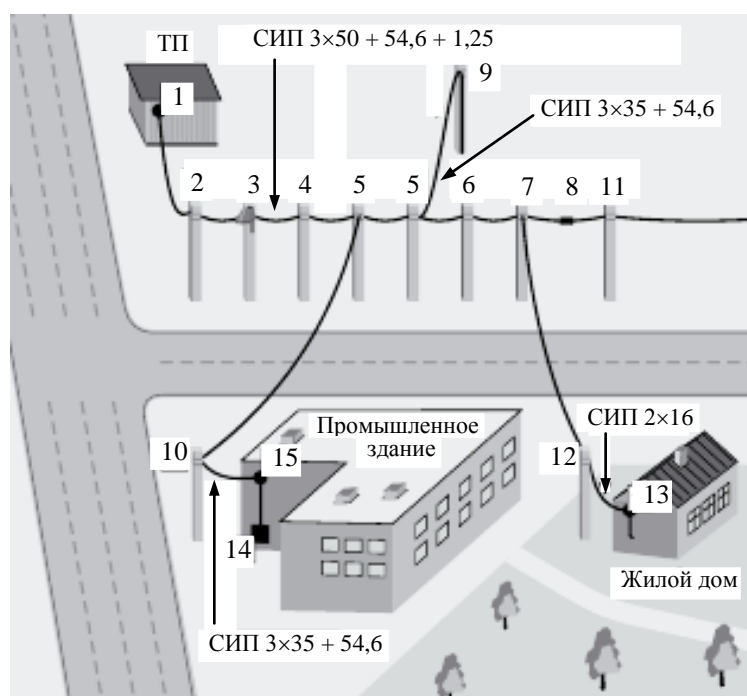
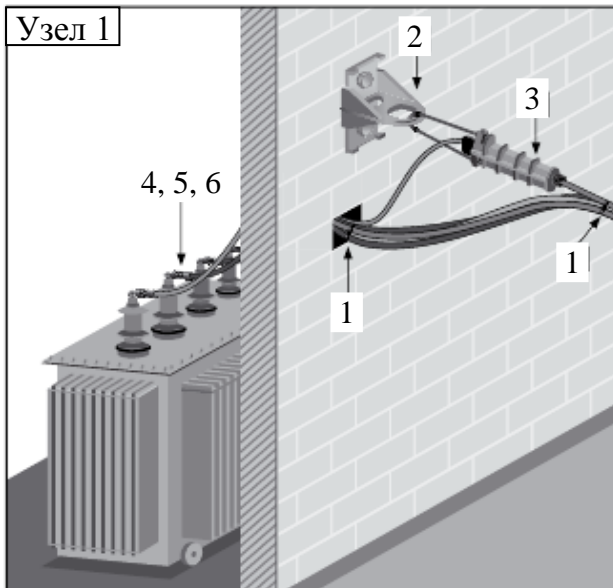
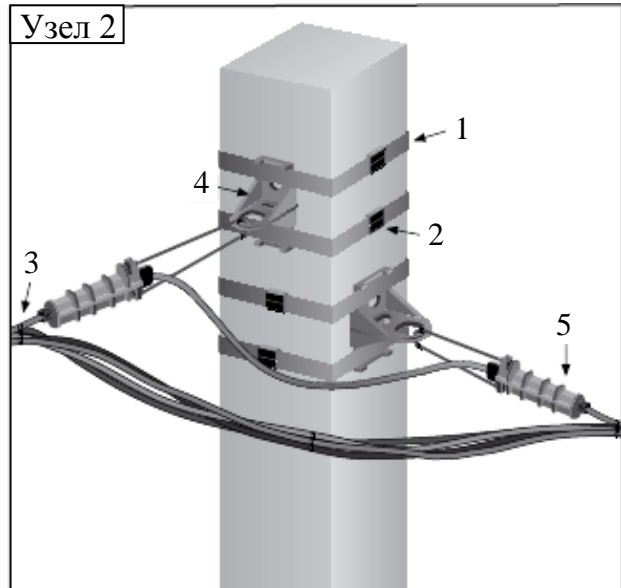


Рис. 50.



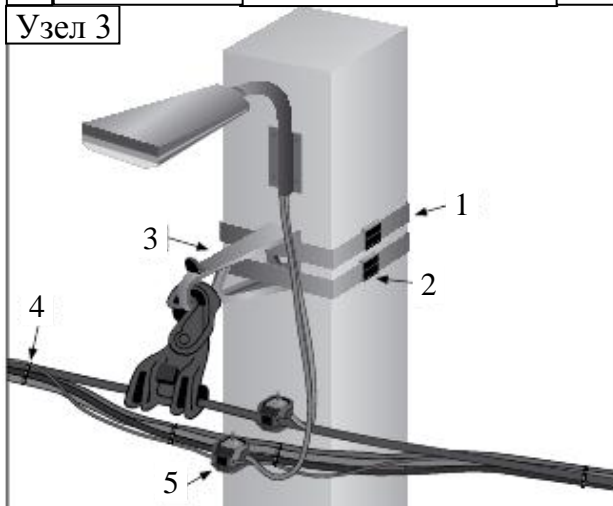
Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	KR1	Кабельный ремешок	2
2	СА 2000.1	Кронштейн	1
3	РА 1500	Анкерный зажим	1
4	СРТАУ 50	Герметичные изолированные наконечники	3
5	СРТАУ 54	Герметичные изолированные наконечники	1
6	СРТАУ 25	Герметичные изолированные наконечники	1

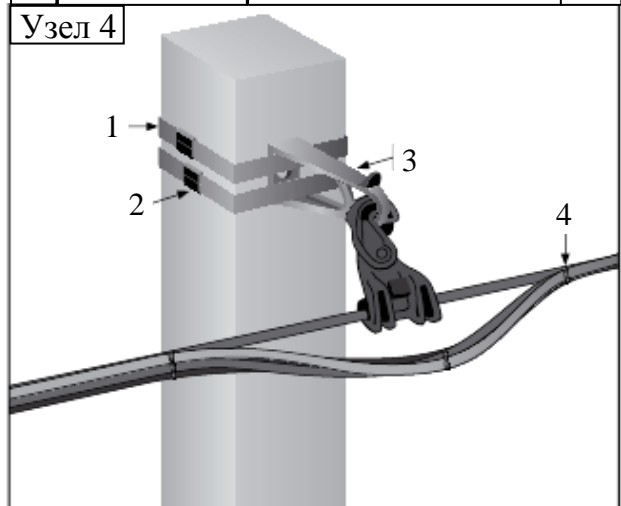


Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

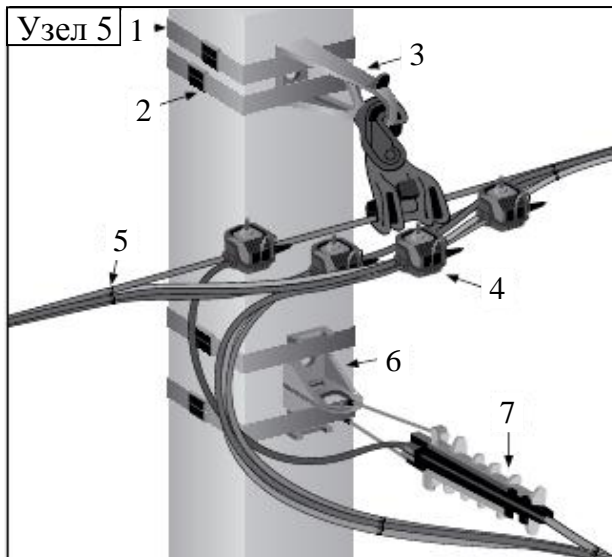
№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	4 м.
2	С 20	Скрепы для крепления лент	4
3	KR1	Кабельный ремешок	3
4	СА 2000.1	Кронштейн	2
5	РА 1500	Анкерный зажим	2



№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	2 м.
2	С 20	Скрепы для крепления лент	2
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1
4	KR1	Кабельный ремешок	4
5	ОР 6	Прокалывающий зажим	2

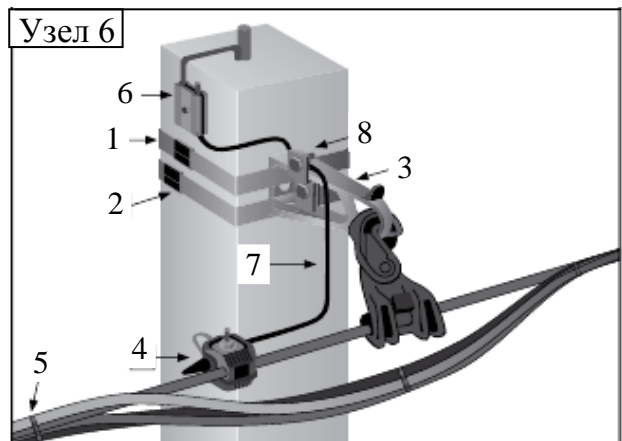
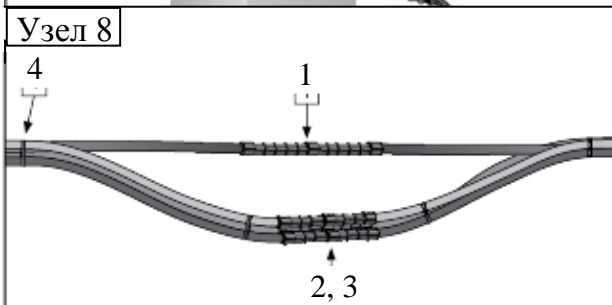
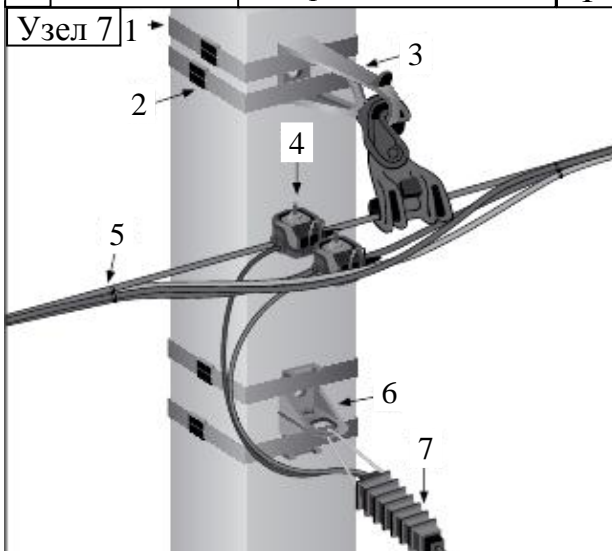


№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	2 м.
2	С 20	Скрепы для крепления лент	2
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1
4	KR1	Кабельный ремешок	3



Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	4 м.
2	C 20	Скрепы для крепления лент	4
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1
4	OP 95	Прокалывающий зажим	4
5	KR1	Кабельный ремешок	4
6	CA 2000.1	Кронштейн	1
7	PA 1500	Анкерный зажим	1

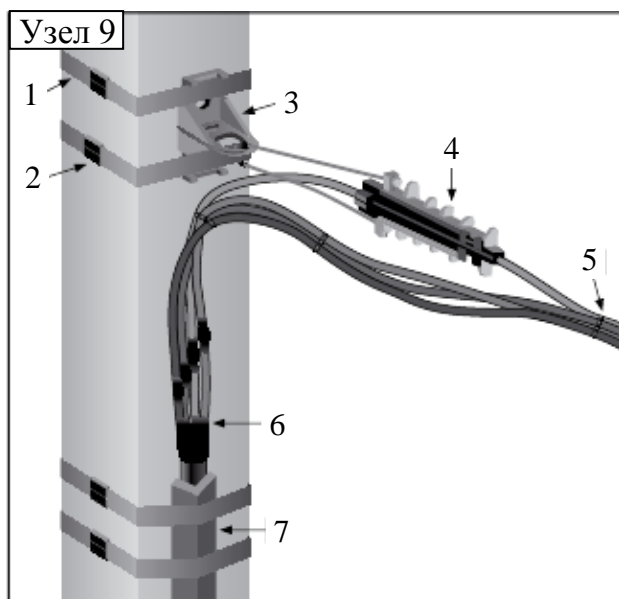


Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	2 м.
2	C 20	Скрепы для крепления лент	2
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1
4	OP 95	Прокалывающий зажим	1
5	KR1	Кабельный ремешок	3
6	ПС-1-1А	Плашечный зажим	1
7	ЗП-1М	Заземляющий проводник	1
8	KZP-2	Крепление заземляющего проводника	1

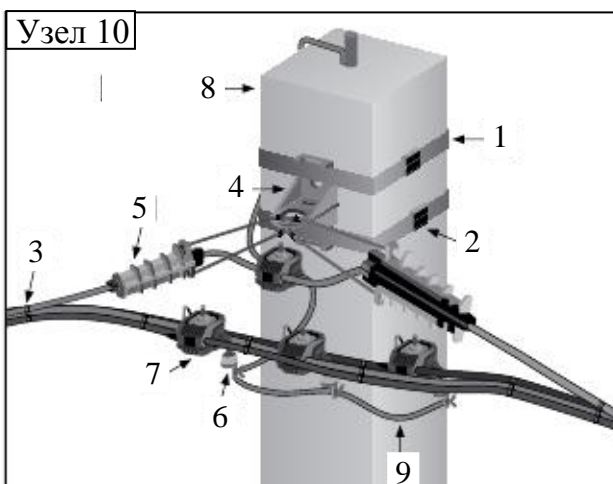
№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	4 м.
2	C 20	Скрепы для крепления лент	4
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1
4	OP 95	Прокалывающий зажим	2
5	KR1	Кабельный ремешок	2
6	CA 2000.1	Кронштейн	1
7	PA 25×100	Анкерный зажим для проводов абонентов	1

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	MJPT 54, 6N	Изолированный соединитель для несущей нейтрали	1
2	MJPT 50	Изолированный соединитель для фазных проводов	3
3	MJPT 25	Изолированный соединитель для фазных проводов	1
4	KR1	Кабельный ремешок	4



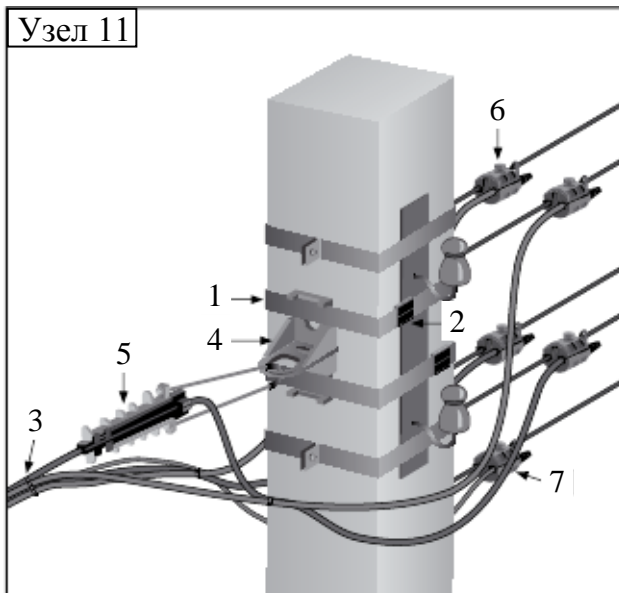
Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	4 м.
2	C 20	Скрепы для крепления лент	4
3	СА 2000.1	Кронштейн	1
4	РА 1500	Анкерный зажим	1
5	KR1	Кабельный ремешок	3
6	-	Комплект Концевой муфты	1
7	-	Защитный профиль	1



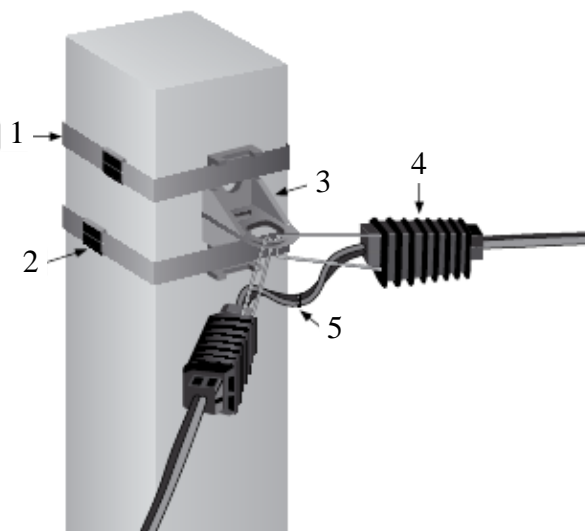
Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	2 м.
2	C 20	Скрепы для крепления лент	2
3	KR1	Кабельный ремешок	6
4	СА 2000.1	Кронштейн	1
5	РА 1500	Анкерный зажим	2
6	LVA-450-4	Ограничитель перенапряжения	3
7	ОР 645	Прокалывающий зажим	4
8	ПС-1-1А	Плащечный зажим	1
9	-	Шунт заземление	3



№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	2 м.
2	C 20	Скрепы для крепления лент	2
3	KR1	Кабельный ремешок	3
4	СА 2000.1	Кронштейн	1
5	РА 1500	Анкерный зажим	1
6	ZP 2	Ответвительный зажим для присоединения СИП к голым проводам	4
7	ZP 1	Ответвительный зажим для присоединения СИП к голым проводам	1

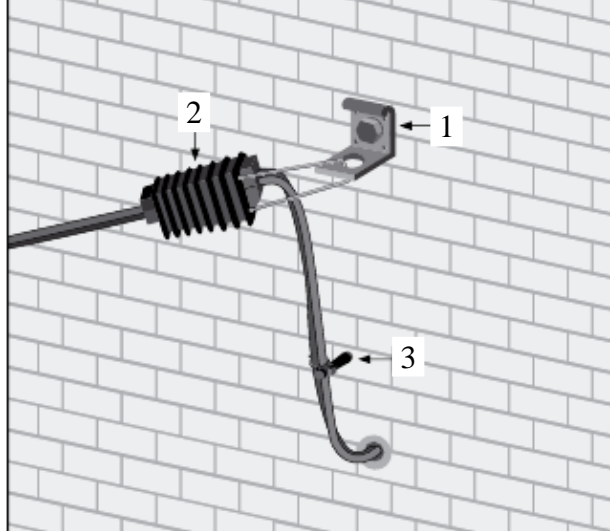
Узел 12



Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	F 20	Монтажная лента	2 м.
2	C 20	Скрепы для крепления лент	2
3	CA 2000.1	Кронштейн	1
4	PA 25×100	Анкерный зажим для проводов абонентов	2
5	KR1	Кабельный ремешок	1

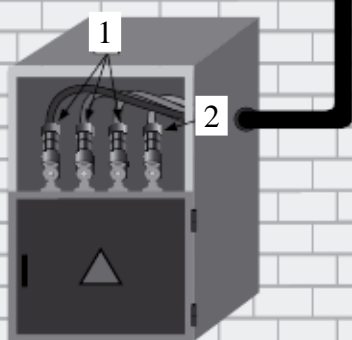
Узел 13



Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

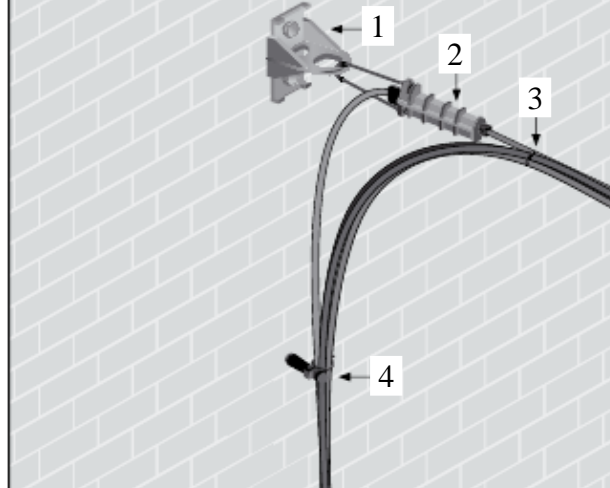
№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	CA 25	Кронштейн	1
2	PA 25×100	Анкерный зажим для проводов абонентов	1
3	BRPF-1	Фасадное крепление	1

Узел 14



№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	СРТАУ 35	Герметичные изолированные наконечники	3
2	СРТАУ 54	Герметичные изолированные наконечники	1

Узел 15



№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	CA 2000.1	Кронштейн	1
2	PA 1500	Анкерный зажим	1
3	KR1	Кабельный ремешок	1
4	BRPF-1	Фасадное крепление	1

Основные типовые решения опор ВЛИ 0,4кВ
с СИП с голой несущей нейтралью.

На схеме условной сети (рис. 51) показана линия СИП до 1 кВ с голой несущей нейтралью – 8 типовыми узлами.

Сечение проводов фиксированное, и вся арматура подобрана соответственно размерам указанного СИП.

Арматура СИП, применяемая в схеме условной сети, приведена в табл. 9.

Таблица 9

№ узла	Вариант крепления
1	Анкерное крепление и соединение СИП с силовым кабелем
2	Соединение проводов СИП
3	Промежуточная арматура и арматура для основного ответвления СИП
4	Промежуточная арматура для основной линии СИП и абонентское ответвление с ограничителями перенапряжения
5	Промежуточная арматура СИП и присоединение уличного освещения
6	Двойное анкерное крепление СИП и установка ограничителей перенапряжения
7	Анкерная арматура и зажимы для присоединения СИП к голым проводам
8	Ответвление СИП от основной голой линии

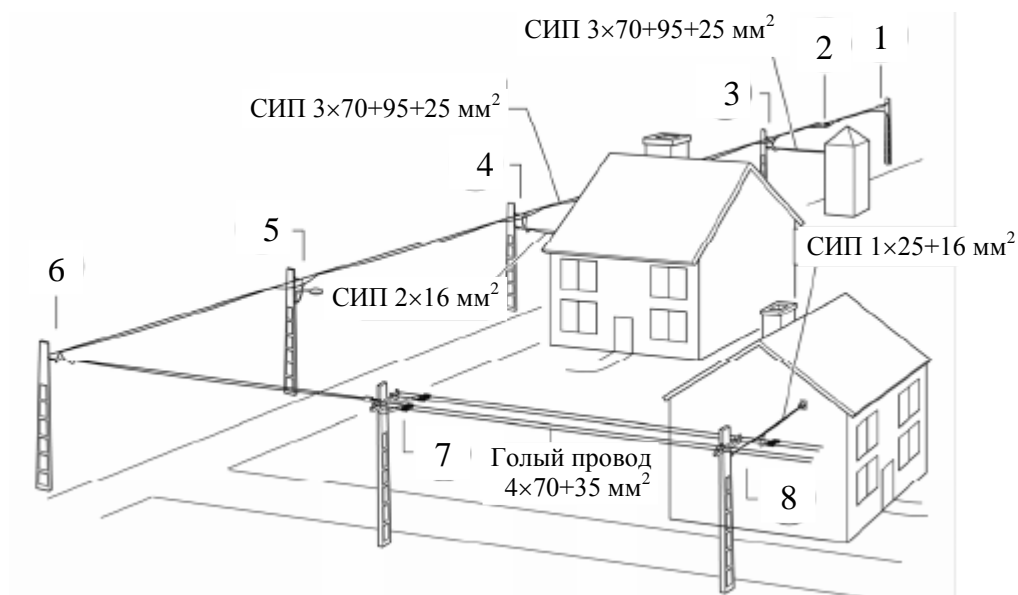
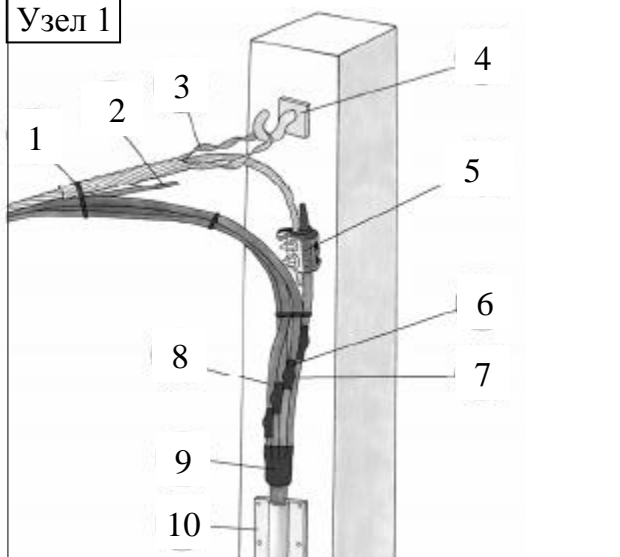


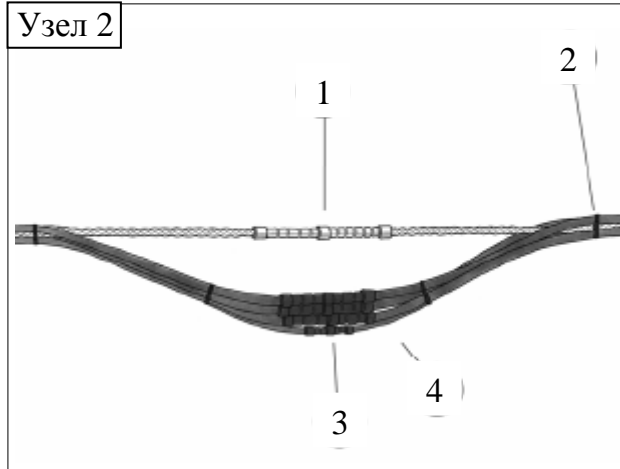
Рис. 51.

Узел 1



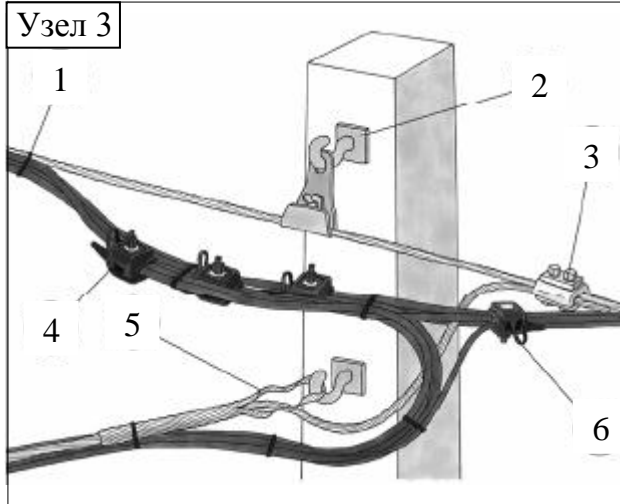
Перечень материалов, необходимых для монтажа узла			
№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	CSB	Кабельный ремешок	3
2	CECT 6-35	Концевые капы	1
3	DUL-ASDE-1045	Спиральный анкерный зажим	1
4	HEL-5552	Болтовой крюк	1
5	CDR/CN 1S 95 UK	Ответвительный зажим для присоединения СИП к голым проводам	1
6	WCSM 33/8	Термоусаживаемая трубка	4
7	HEL 6893ZAK	Механический соединитель	4
8	CGPT 18/6-0	Термоусаживаемая трубка	4
9	502 K 016/S	Термоусаживаемая перчатка	1
10	GPC 60×60 L2750	Защитный профиль из ПВХ	1-3

Узел 2

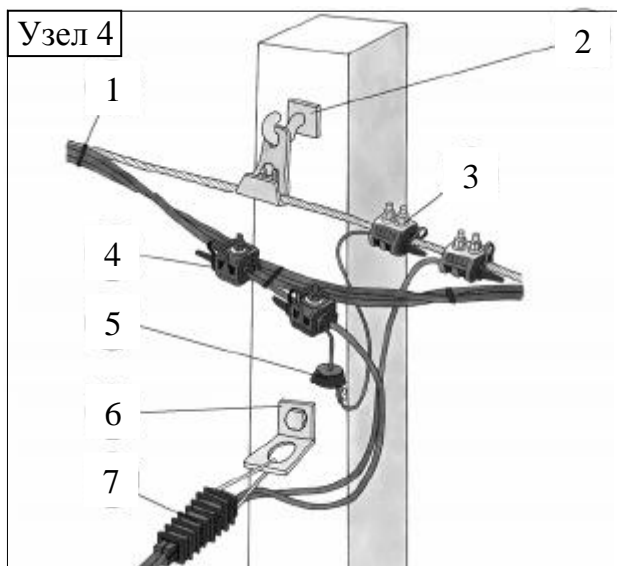


Перечень материалов, необходимых для монтажа узла			
№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	HEL-73350	Соединитель с полной осевой нагрузкой	1
2	CSB	Кабельный ремешок	4
3	MJPT-95	Герметичные изолированные гильзы	3
4	MJPT-25	Герметичные изолированные гильзы	1

Узел 3

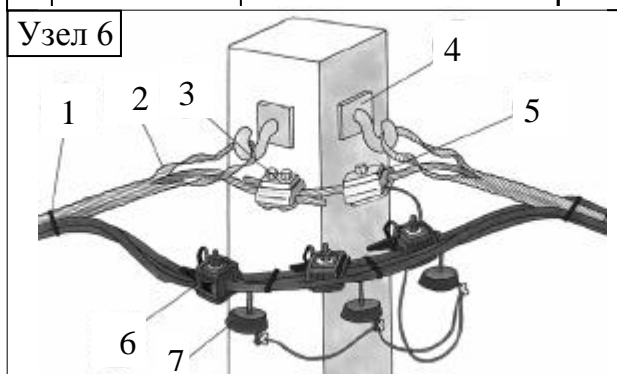


Перечень материалов, необходимых для монтажа узла			
№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	CSB	Кабельный ремешок	10
2	HEL-5552	Болтовой крюк	2
3	HEL-3590	Плашечный зажим	1
4	P3×95	Прокалывающий зажим	3
5	DUL-ASDE-1045	Спиральный анкерный зажим	1
6	P2×95	Прокалывающий зажим	1

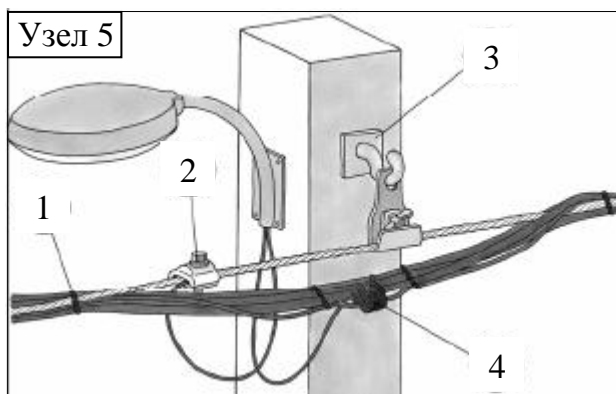


Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	CSB	Кабельный ремешок	7
2	HEL-5551	Болтовой крюк	1
3	RDP 25/CN	Прокалывающий зажим	2
4	P2×95	Прокалывающий зажим	2
5	LVA 280 CS	Ограничитель перенапряжения	1
6	СAB25	Анкерный кронштейн	1
7	PA 25×100	Анкерный зажим для линии абонентов	1

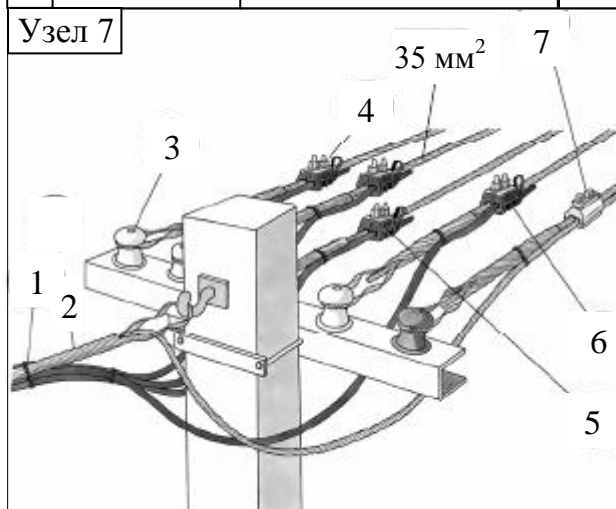


№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	CSB	Кабельный ремешок	8
2	DUL-ASDE-1045	Спиральный анкерный зажим	2
3	HEL-3590	Плашечный зажим	1
4	HEL-5552	Болтовой крюк	2
5	HEL-3919	Плашечный зажим	1
6	P2×95	Прокалывающий зажим	3
7	LVA 280 CS	Ограничитель перенапряжения	3



Перечень материалов, необходимых для монтажа узла

№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	CSB	Кабельный ремешок	6
2	HEL-3920	Плашечный зажим	1
3	HEL-5551	Болтовой крюк	1
4	KZEP-13	Прокалывающий зажим	1



№	Обозначение	Наименование	Шт.
1	CSB	Кабельный ремешок	7
2	DUL-ASDE-1045	Спиральный анкерный зажим	1
3	DUL-ASDE-0655	Спиральный анкерный зажим	4
4	RDP 25/CN	Ответвительный зажим для присоединения СИП к голым проводам	1
5	DUL-ASDE-0740	Спиральный анкерный зажим	1
6	CDR/CN 1S 95 UK	Ответвительный зажим для присоединения СИП к голым проводам	3
7	HEL-3590	Плашечный зажим	1

Узел 8		Перечень материалов, необходимых для монтажа узла		
№	Обозначение	Наименование	Шт.	
1	RDP 25/CN	Ответвительный зажим	1	
2	HEL-3589	Плашечный зажим	1	
3	HEL-5642	Крюк	1	
4	HEL-38027	Анкерный зажим с изогнутыми пазами	1	
5	CSB	Кабельный ремешок	3	

В табл. 10 приведены данные о взаимозаменяемости (аналогов) арматуры для СИП 0,4кВ производителей: Niled (Нилед), Ensto(Энсто), Tyco(Тайко), Sicame(Сикам), ВК (Би-Кей), МЗВА, ИЭК, Арматурофф, Feman.

Таблица 10

Производитель								
Niled	Ensto	Tyco	Sicame	ВК	МЗВА	ИЭК	Армату-рофф	Feman
Кронштейн анкерный								
CS10.3	SO253	CA1500-2	CS10.3	CA1500	CA2000.1	КАМ4000	АК1500	CA1500
CA2000	SO260.2	CA2000	CS2000	CA2000	CA2000.1	КАМ4001	АК2000	CA2000
CA16	-	CAB25	PA69F	CA25	CA25	-	АК25	CA16
CA25	-	-	-	-	-	-	-	-
CF16	SOT29.10	HEL-5661	GHSO 16	CF16	SOT 29.10	-	КР16	-
BT8	SOT16.12	-	-	BT8	-	-	-	L200
CS1500	-	-	-	CS14	-	-	-	CS1500 M/F
Кронштейн анкерный для монтажа СИП по стенам зданий								
CB600	SOT76	-	CS10W2	CS16	-	-	-	-
CT600	SOT28	-	CS10W3	CT3	-	-	-	-
Зажим анкерный для СИП с изолированной жилой из сплава								
PAC1500	-	-	PAC54-1500	-	-	-	-	-
PA1500	SO250.1	PA1500	PA54-1000	PA1500E	PA1500	ЗАН 50-70	A31500	PA1500
PA2200	SO251.1	PA95-2000	PA95-2000	PA2000	PA2200	-	A3 ⁹⁵⁻ 2000	PA2000
DN35	SO252.1	PA1000	PA35-1000	PA1000	PA1000	PA1000	ЗАН 16-35	-
DN120	-	-	PA120-2000	-	-	-	-	-
Комплект промежуточной подвески для СИП с изолированной несущей жилой из сплава								
ES1500E	SO260	ES1500	ES54-14	ES54-14	ES1500	КОМП1500	КПП1500.2	ES1500

Продолжение таблицы 10

Производитель								
Niled	Ensto	Tyco	Sicame	БК	МЗВА	ИЭК	Армату рофф	Feman
Поддерживающий зажим для СИП с изолированной несущей нейтралью из сплава								
PS 1500+ LM-E	SO69.95	PS54	PSQ54R	PS 1500/16- 95	PS1500	ЗПН1500	ПЗ25-95	PS1500
PS2000	-	-	-	-	-	-	-	-
Зажим анкерный для СИП без несущей жилы из сплава								
RPA 425/50	SO274(s)	HEL5505 (5506)	GUKo1	RPA 425/50	PA 2(4)/10-50	-	-	PA416-35
RPA 470/95	SO275(s)	HEL5505 (5506)	GUKo1	RPA 470/95	ЗКН-1	-	-	PA450/95
RPA 450/120	SO234	HEL5504 (5507)	GUKo2	RPA 450/120	ЗКН-1	-	-	-
Анкерно-поддерживающий зажим для СИП без несущей жилы из сплава								
PAS 216/435	SO80.225/80	HEL5505	GUKp2/p4	PAS 216/435	PA 2(4)/10-50	ЗАБУ 4X10-35	-	PA/PS 216/35
Зажим анкерный для проводов ввода								
DN123	SO25	PA 25X100	PC63F (TF8)	PA 25 (PA 2/25)	PA 25X100	ЗАБ16-25	A325X100	PA25
Поддерживающий зажим для СИП без несущей жилы из сплава								
PSP 25/120	-	-	PS83	PSP 25/120	PS4X120	-	-	PS2X25
PS216/25	-	-	-	PS216/25	-	-	ПЗ16-25	PS4X25
PS425/50	-	PS 450/470	-	PS425/50	PS4X50 (2X95)	-	-	PS4X50
PS470/95	-	PS 495/4120	-	PS470/95	PS4X70 (4X95)	-	-	PS4X95
Устройство для промежуточного крепления проводов ввода в дом								
RA16-25	-	RA25	-	-	-	-	ПЗ16-25	RA25
RA25-70	-	-	-	-	-	-	-	-
Герметичный ответвительный зажим с одновременной затяжкой болта								
P4	SLIW11.1	EP95-13	TTD051F	CT25	OP6	ЗОИ16-70	ЗПО1,5-10	PC95-10
P625	SLIW15.1	-	-	-	-	ЗОИ 16-95/ЗОИ 35-150	-	PC70-25
P645	SLIW15.1	P2R95	TTD 101/151 FJ	CT70	OP645	ЗОИ 16-95/ЗОИ 35-150	ЗПА16-95	PC4-150
P70	SLIW 17.1/17.2	P4X150D	TTD 201/251 FJ	CT1S 95-25	OP95	ЗОИ25-95	ЗПМ25-95	PC35-150
Влагозащищенные ответвительные зажимы с раздельной затяжкой болта для ответвления СИП от ВЛН								
CD71+BI, 153+BI	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 10

Производитель								
Niled	Ensto	Tyco	Sicame	БК	МЗВА	ИЭК	Армату рофф	Feman
Влагозащищенный ответвительный зажим с раздельной затяжкой болтов								
P21	-	-	СТ 25-25HF	CBP1	-	-	-	-
P71	-	-	СТ 70-35 HF	CBP EP	-	-	ЗПР71	-
P72	SLIP22.1+ SL29.4	-	СТ 70-235HF	CBP2	-	-	ЗПР72	-
P74	SLIP22.1+ SL29.8	-	-	-	-	-	-	-
P151+BI	-	-	-	-	-	-	-	-
PI 151+BI	-	-	-	-	-	-	-	-
PI 240+BI	-	-	-	-	-	-	-	-
Герметичные ответвительные зажимы с одновременной затяжкой болта для ответвления СИП от ВЛН								
N640	SLIP22.12/127	RPD 25/CN	NTD 151AF	CTN35	ZP1	-	-	-
N70	SLIP22.12/127	CDR/CN 1S 95 UK	NTD 301AF	CTN95	ZP2	-	ЗПП25-95	-
Корпус предохранителя								
PF, PF 10, PF 16, PF 25	SV29.25/22	CCFBD 6-25	DCPAE+ TTD 051FJ	PF16/95	PV16-25 T/D	-	КП 16, КП 25	E14/E27
Съемный предохранитель								
FG 102 - FG 263	ПВД 2/3	AD16/60- 22X58	IFN 10/63	F2 - F20	P2-63T/D	-	ПВ 16, ПВ 32, ПП-1 6А, ПП-2 10А	DOI/DII
Ограничитель перенапряжения (в комплекте с зажимом)								
OP600/28	SE45/46	LVA-280	EEB151A	-	LVA- 250-4	-	ОПН280	-
OP600/50	SE45/46	LVA-440	TTD151F	-	LVA- 450-4	-	ОПН440	-
Дистанционный фиксатор (бандаж)								
BIC15.50	SO70/71/90.1	BRPF 70- 150-1F	GPDm/d/s	BIC100	-	-	-	-
BIC50.90	SO75.100	BRPF 70- 150-6F	GPDm/d/s	BIC100	-	-	-	-
Фасадное крепление								
SF50	SO70.13	BRPF-70- 150-1F	SC 93.1PC	BRPF 150.1	BRPF-1	КФК 12-47.6	ФК6	FZN40
SF20	SO90.1	BRPF-70- 150-6F	SC 93.6PC	BRPF 150.6	BRPF-6	КФК 12-47.1	ФК1	FZN40
Зажим для временного заземления в комплекте с адаптером								
PC481	SE40+ SLIW15.1	PMCC+ P2X95	TTD 2- CC/2/3	CMCC+ CT 70	ZVZ481	-	АДЗ-25	Z 481

Производитель								
Niled	Ensto	Tyco	Sicame	ВК	МЗВА	ИЭК	Армату рофф	Feman
Плашечный зажим								
CD35	SL2.11	HEL-3587/3588	-	CD35	ПА1-1А	-	-	-
CD150	SL4.21/8.21	HEL-3589/3592	-	CD150	ПА3-2А	-	-	-
Соединительный зажим								
МЈРТ 50-70, 50-95, 70-95	SJ8.25, 8.35, 8.50, 8.70, 8.95	МЈРТ 50-70, 50-95, 70-95	МЈРТ 50-70SF, 50-95SF, 70-95SF	МЈРТ 50-70, 50-95, 70-95	МЈРТ 50-70, 50-95, 70-95	-	-	МЈРВ 50-70, 50-95, 70-95
МЈРТ 35, 50, 70	SJ8.25, 8.35, 8.50, 8.70, 8.95	МЈРТ 35, 50, 70	МЈРТ 35SF, 50SF, 70SF	МЈРТ 35, 50, 70	МЈРТ 35, 50, 70	ГИФ 35, 50, 70	УСА 35,50, 70	МЈРВ 35, 50, 70
МЈРТ 95	SJ8.95	МЈРТ95	МЈРТ 95SF	МЈРТ95	МЈРТ95	ГИФ95	ГСФ95	МЈРВ 95
МЈРТ 120, 150	SJ8.120	МЈРТ120	МЈРТ 120SF	МЈРТ120	МЈРТ120	ГИФ 120, 150	ГСФ120	-
Соединительный зажим для нейтрали								
МЈРТ 25N	СИ1	-	МЈРТ 25 NSF	-	МЈРТ 25N	ГИН25N	-	МЈРТ 25N
МЈРТ 35N	СИ1	-	МЈРТ 35NSF	-	МЈРТ 35N	ГИН35N	ГСН35	МЈРТ 35N
МЈРТ 50N	SJ8.501	-	МЈРТ 50NSF	-	МЈРТ 50N	ГИН50N	ГСН50	МЈРТ 50N
МЈРТ 70N	SJ8.701	МЈРТ 70N	МЈРТ 70NSF	МЈРТ 70N	МЈРТ 70N	ГИН70N	СН70	МЈРТ 70N
МЈРТ 95N	SJ8.951	МЈРТ 95N	МЈРТ 95NSF	-	-	-	-	-

Порядок выполнения работы.

1. Изучить конструкцию проводов, арматуры, применяемых при монтаже ВЛИ.
2. Изучить технологию монтажа ВЛИ на анкерных и промежуточных опорах.
3. Изучить технологию монтажа ответвлений от СИП различной конструкции.
4. В соответствии с индивидуальным заданием преподавателя вычертите эскиз участка ВЛИ 0,38кВ с указанием сборочных и монтажных размеров, всех элементов участка ВЛИ и стрелы провеса.
5. Составьте технические требования на монтаж заданного пролета ВЛИ.

6. Составьте заявку на материалы и инструменты

Содержание отчета.

1. Название и цель работы.
2. Описание основных элементов ВЛИ.
2. Эскиз ЛЭП 0,38кВ (с фрагментом ВЛИ) согласно заданию.

Контрольные вопросы.

1. Расскажите о конструкции проводов марки СИП.
2. Какая арматура применяется при монтаже ВЛИ?
3. Укажите основные преимущества СИП.
4. Расскажите технологию раскатки СИП.
5. Расскажите технологию натяжения СИП на промежуточной опоре.
6. Расскажите технологию натяжения СИП в анкерном пролете.
7. Расскажите технологию монтажа ответвительных зажимов на СИП.
8. Расскажите технологию монтажа подводов к зданиям проводом СИП.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

МОНТАЖ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЕЙ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 ВОЛЬТ.

Цель работы:

1. Изучить назначение и состав распределительных устройств типа РУС.
2. Ознакомиться с коммутационными аппаратами, встраиваемыми в ящики, и их электрическими схемами.
3. Научиться выполнять монтаж коммутационных аппаратов и вторичных цепей.

Задание к работе

1. Проверить наличие аппаратов, первичных и вторичных цепей РУС.
2. Выполнить монтаж недостающих участков цепей.
3. Измерить сопротивление изоляции вторичных цепей.
4. Подключить РУС к сети и электроприемнику, проверить его работу.

Общие сведения

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 электрическая схема двухфидерного, нереверсивного, с переключателями на автоматический режим ящика управления типа РУС5115 (рис.1) определяет полный состав элементов ящика и связей между ними и дает полное представление о принципах его работы. Электрические устройства и составляющие их элементы изображены на рис. 1 в

соответствии с условными графическими обозначениями, установленными ГОСТ и ЕСКД: ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

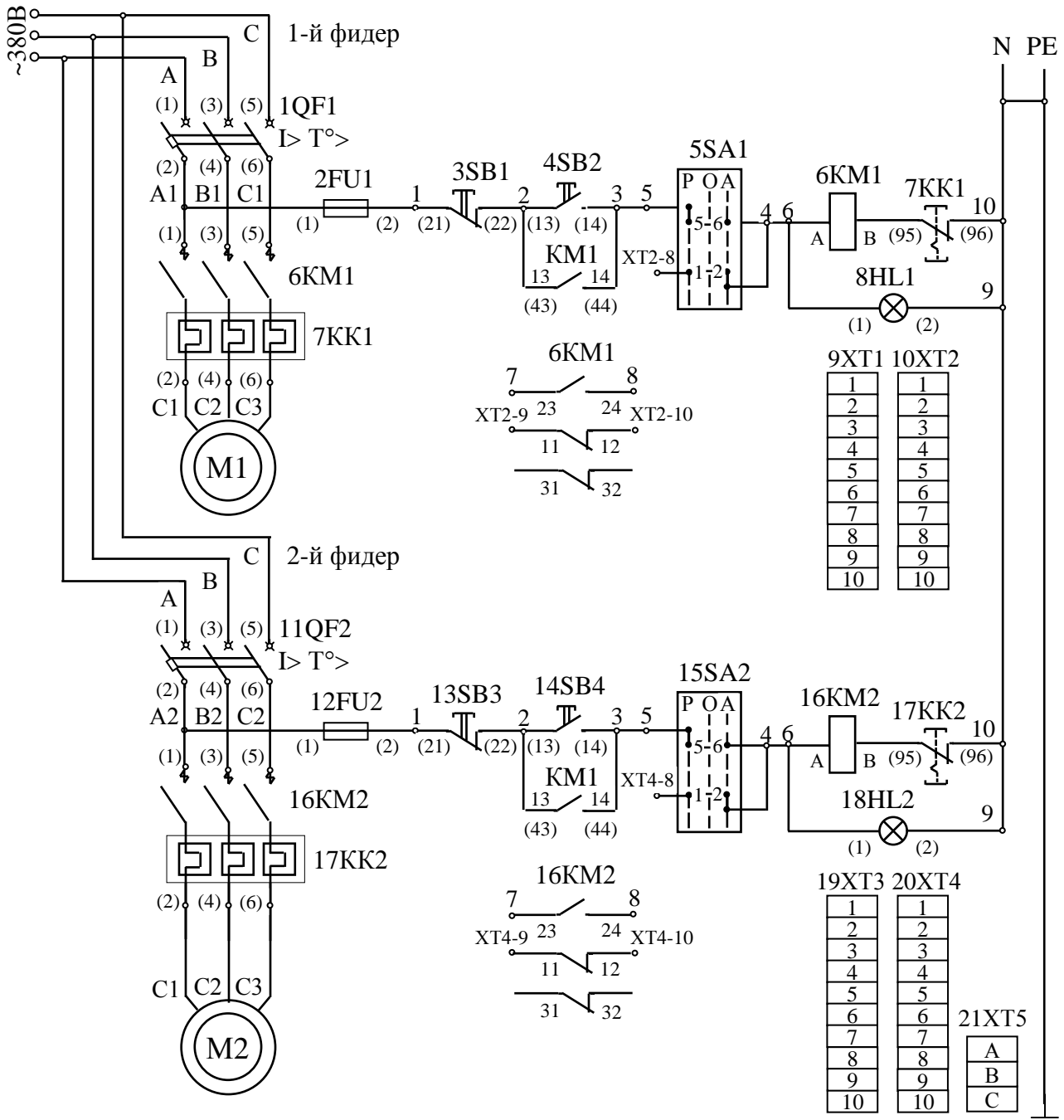


Рис. 1. Принципиальная схема первичных соединений ящика управления типа РУСМ5115.

Как видно из рис. 1, 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.1) – прибор световой сигнализации (лампа).

Сведения об элементах и устройствах схемы и расшифровку их позиционных обозначений указывают в перечне элементов, который, как правило, помещают на одном листе с принципиальной схемой или на следующем по порядку нумерации страниц листе (табл. 1, для рис. 1).

Таблица 1

Условное обозначение	Наименование	Тип
QF	Выключатель автоматический	ВА-47-63, 3п
KM	Контактор	КМИ
KK	Тепловое реле	РТИ
SA	Переключатель	ПК 16-54С
SF	Кнопка управления	КУ111102, КУ111202
HL	Лампа сигнальная	АМЕ
X	Колодка клеммная	JXB
M	АД с КЗ ротором	$U_{л} < 660В$

Для обозначения токопроводящих участков цепи и электрических элементов, предназначенных для подключения, применяется термин – «обозначение зажимов».

Выбор способа обозначения зажимов зависит от вида устройства, расположения зажимов, а также сложности устройства или проводки. При построении буквенно-цифровых обозначений используют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры.

Зажимы электрических устройств, предназначенные для прямого или непрямого соединения с питающими проводами трехфазной системы, предпочтительно обозначать буквами U, V, W, если необходимо соблюдение последовательности фаз. Зажим, соединенный с корпусом, обозначают буквами MM, зажим эквипотенциальный – SS. Этим обозначением пользуются только в том случае, когда соединение этого зажима с защитным проводом или землей не видно.

В соответствии с ГОСТ 2.709-89 обозначения зажимов электрических устройств, присоединенных к специальным проводам, приведены в табл. 2.

Обозначения проводов специального вида приведены в табл. 3.

Кроме позиционных обозначений элементов и их зажимов, на электрических схемах обозначают номера участков электрических цепей.

Обозначение участков цепей служит для их опознавания при монтаже, наладке и ремонте электрооборудования, может отражать их функциональное назначение и создает связь между схемой и устройством.

Таблица 2

Присоединительный зажим электрического устройства	Обозначение	
	буквенно-цифровое	графическое
Для переменного тока		
1-я фаза	U	
2-я фаза	V	
3-я фаза	W	
нейтральный провод	N	
Защитный провод	PE	По ГОСТ 2.721
Заземляющий провод	E	»
Провод бесшумового заземления	TE	»
Провод соединения с корпусом	MM	»
Провод эквипотенциальный	CC	»

Таблица 3

Наименование	Обозначение	
	буквенно-цифровое	графическое
Система питания переменного тока:		
фазный провод	L	
1-я фаза	L1	
2-я фаза	L2	
3-я фаза	L3	
нейтральный провод	N	
Система питания постоянного тока:		
положительный полюс	L+	+
отрицательный полюс	L-	-
средний провод	M	
Защитный провод с заземлением	PE	По ГОСТ 2.721
Защитный провод незаземленный	PU	»
Соединенный защитный и средний провод	PEN	»
Заземляющий провод	E	»
Провод бесшумового заземления	TE	»
Провод соединения с корпусом	MM	»
Провод эквипотенциальный	CC	»

При обозначении используют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры, выполненные одним размером шрифта.

Участки цепи, разделенные контактами аппаратов, обмотками машин, резисторами и другими элементами, должны иметь разное обозначение.

Соединения, проходящие через неразборные, разборные и разъемные контактные соединения, обозначают одинаково. Допускаются в обоснованных случаях разные обозначения.

Участки цепи в схеме обозначают независимо от нумерации входных и выходных зажимов машин и устройств.

Последовательность обозначения должна быть, как правило, от ввода (источника питания) к потребителю. Разветвляющиеся цепи обозначают сверху вниз в направлении слева направо.

Для удобной ориентации в схемах при обозначении участков цепей допускается оставлять резервные номера или некоторые номера пропускать.

Обозначение цепи переменного тока состоит из обозначения участков цепей фазы и последовательного номера.

Например, участки цепи:

1-й фазы – L1, L11, L12, L13 и т.д.,

2-й фазы – L2, L21, L22, L23 и т.д.,

3-й фазы – L3, L31, L32, L33 и т.д.

Допускается, если это не вызовет ошибочного подключения, обозначать фазы соответственно буквами А, В, С.

Для отличия проводов фазы или полярности, относящихся к разным потребителям, применяют последовательные номера, которые помещают перед обозначением данной фазы или полярности (например, обозначение 3L2 означает провод второй фазы, ведущей к третьему потребителю).

Допускается обозначать участки цепи последовательными числами.

Допускается в обозначение цепей управления, защиты, сигнализации, автоматики, измерения включать обозначение фаз.

В обозначение цепи допускается включать обозначение, характеризующее функциональное назначение цепи. В этом случае последовательность чисел допускается устанавливать в пределах функциональной цепи.

На схеме обозначение проставляют около концов или в середине участка цепи: слева от изображения цепи – при вертикальном расположении цепи; над изображением цепи – при горизонтальном расположении цепи. В технически обоснованных случаях допускается проставлять обозначения над изображением цепи.

Следует отметить, что система условных обозначений (марок) – буквенных и цифровых, применяемых в схемах электрических соединений электрооборудования первичных и вторичных цепей, называется маркировкой.

Маркировка монтажных единиц и их элементов производится на стадии составления принципиальных совмещенных (полных) и (развернутых) схем. Затем эта маркировка наносится на монтажные схемы.

Согласно инструкции «Электрические аппараты и приборы. Символы. ОЛХ. 684.009-76» ВНИИР Минэлектротехпрома, 1977, монтажные символы реле, приборов и аппаратов, применяемых в заводской техдокументации и в монтажных электрических схемах, изображаются в рамках, а их зажимы – кружками с числовыми заводскими марками.

Монтажные схемы являются основными рабочими чертежами, по которым монтируются вторичные устройства и их цепи. Поэтому в монтажных схемах приводятся все необходимые для монтажа сведения: территориальное размещение вторичных аппаратов и наборных рядов зажимов, направление прокладки соединительных проводов и кабелей; технические характеристики реле, приборов, аппаратов, кабелей и проводов; сборки зажимов, а также маркировка всех устройств и приборов, кабелей, проводов, зажимов и т. д.

В процессе монтажа и наладки электроустановок выполняются исполнительные чертежи, монтажные и принципиальные схемы, содержащие все фактические соединения и маркировку (с учетом внесенных изменений).

Комплект исполнительных и принципиальных схем относится к основной технической документации.

Маркировка первичных и вторичных цепей и их элементов дает возможность:

- установления принадлежности территориально рассредоточенного оборудования, аппаратуры, приборов, кабелей и цепей к тому или иному устройству (машинный зал, ОРУ и т. п.);

- правильной ориентации во взаимосвязанных чертежах и схемах принципиальная совмещенная (полная) и монтажная схемы, установочные чертежи и т. п.;

- определения характера аппарата и его функционального назначения в схеме (например, реле защиты или сигнализации, кнопка пуска или

опробования и т. п. без чертежа;

– определения принадлежности элемента к тому или иному аппарату и характера элемента (обмотка, контакт и т. п.);

– проверки цепей без прозвонки жилы провода или кабеля и обнаружения обоих ее концов, определения мест их подключения к соответствующим зажимам в случае, если она по какой-либо причине была отсоединена.

Распределение групп чисел для маркировки цепей управления переменного тока приведено в табл. 4.

Таблица 4

Наименование цепей	Группа чисел для обозначения цепей в пределах одной монтажной единицы			
	(A, B, C) 1-99	(A, B, C) 101-199	(A, B, C) 201-299	(A, B, C) 301-399
Основные группы чисел	(A, B, C) 1-99	(A, B, C) 101-199	(A, B, C) 201-299	(A, B, C) 301-399
Цепи управления	(A, B, C) 3-49	(A, B, C) 103-149	(A, B, C) 203-249	(A, B, C) 303-349
Цепи включения	(A, B, C) 3	(A, B, C) 103	(A, B, C) 203	(A, B, C) 303
Цепи отключения	(A, B, C) 33	(A, B, C) 133	(A, B, C) 233	(A, B, C) 333
Цепи автоматики	(A, B, C) 50-69	(A, B, C) 150-169	(A, B, C) 250-269	(A, B, C) 350-369
Цепи ламп сигнализации положения выключателей	(A, B, C) 70-79	(A, B, C) 170-179	(A, B, C) 270-279	(A, B, C) 370-379
Цепи реле фиксации команд дистанционного управления	(A, B, C) 80-89	(A, B, C) 180-189	(A, B, C) 280-289	(A, B, C) 380-389
Цепи сигналов аварийного отключения и обрыва цепей	(A, B, C) 90-99	(A, B, C) 190-199	(A, B, C) 290-299	(A, B, C) 390-399
Шинки сигнализации	(A, B, C, N) 700-709			
Индивидуальные цепи предупреждающих сигналов	(A, B, C, N) 900-999			

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, ручным способом пробуют подвижность кнопок, рукояток, контактных систем и др.

Пускорегулирующие аппараты располагают так, чтобы пуск и остановка электродвигателей происходили в поле зрения оператора. Щиты, аппараты в животноводческих зданиях устанавливают в помещениях с неагрессивной средой. Шкафы размещают так, чтобы их дверцы открывались не менее чем на 100°, а поворот рукояток рубильников и выключателей вверх или направо соответствовал включению аппарата, а вниз или налево –

отключению. Установку шкафа выверяют по уровню и отвесу. Отдельные аппараты (пускатели, автоматы) устанавливают на высоте 1500÷1700мм от пола с отклонением их оси от вертикали не более 5°.

На лицевой стороне всех шкафов выполняют надписи в соответствии с рабочими чертежами. У приводов аппаратов устанавливают таблички с указанием присоединения и положения "Включено" и "Отключено". Такие же таблички устанавливают внутри шкафа, около каждого аппарата с указанием, к какому механизму они относятся.

На ключах, кнопках и рукоятках делают соответствующие надписи с указанием выполняемой ими операции ("Пуск", "Стоп"), а на сигнальных лампах – таблички, указывающие характер сигнала ("Сеть", "Уровень" и т.д.). В дверцах шкафов и ящиках устанавливают специальные замки, препятствующие их открыванию посторонними людьми.

Монтаж внутренних соединений шкафов управления.

При монтаже щитов, устройств, вторичных цепей необходимо выполнять следующие правила:

- до начала работ необходимо изучить рабочие чертежи, техническую документацию;

- все аппараты, расположенные внутри ящика или шкафа, соединяют между собой неразъемными перемычками без вывода проводов на наборные зажимы. Цепи для подключения внешних устройств присоединяют на зажимы планок (реек). Провода до прокладки выправляют и протирают ветошью, пропитанной парафином;

- по панелям шкафов провода прокладывают только вертикально и горизонтально. Радиус изгиба проводов - не менее трех диаметров провода. К панели провода крепят скобами с изолирующими прокладками. Потоки проводов закрепляют бандажами через 200мм;

- переход проводов с корпуса щита на подвижную дверцу или подвижные контакты устройства выполняют гибкими медными проводами в виде вертикально скручивающегося жгута без разрезания проводов.

Жгут крепится к корпусу и дверце с помощью скобки. Неподвижный корпус ящика управления соединяется с дверцей с помощью многожильного голого провода. Кольца на концах жил располагают в зажиме по ходу винта, который затягивают плотно, не допуская "выдавливаний" жилы или срыва резьбы.

Если к зажиму присоединяют два провода, то между кольцами прокладывают шайбу. Соединение больше двух проводов под один винт запрещается. Не допускается изгибать жилы или делать на них кольца плоскогубцами или кусачками.

Проводники у наборных зажимов аппаратов должны иметь маркировку, которую записывают на окольцевателях из пластмассы составной надписью или из полимерной трубки длиной 20мм или 15мм.

Надписи на трубках-окольцевателях наносят с двух сторон несмываемыми чернилами. Навешивать на провода бирки вместо окольцевателей запрещается.

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

Применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами для внутреннего монтажа щитовых устройств не допускается.

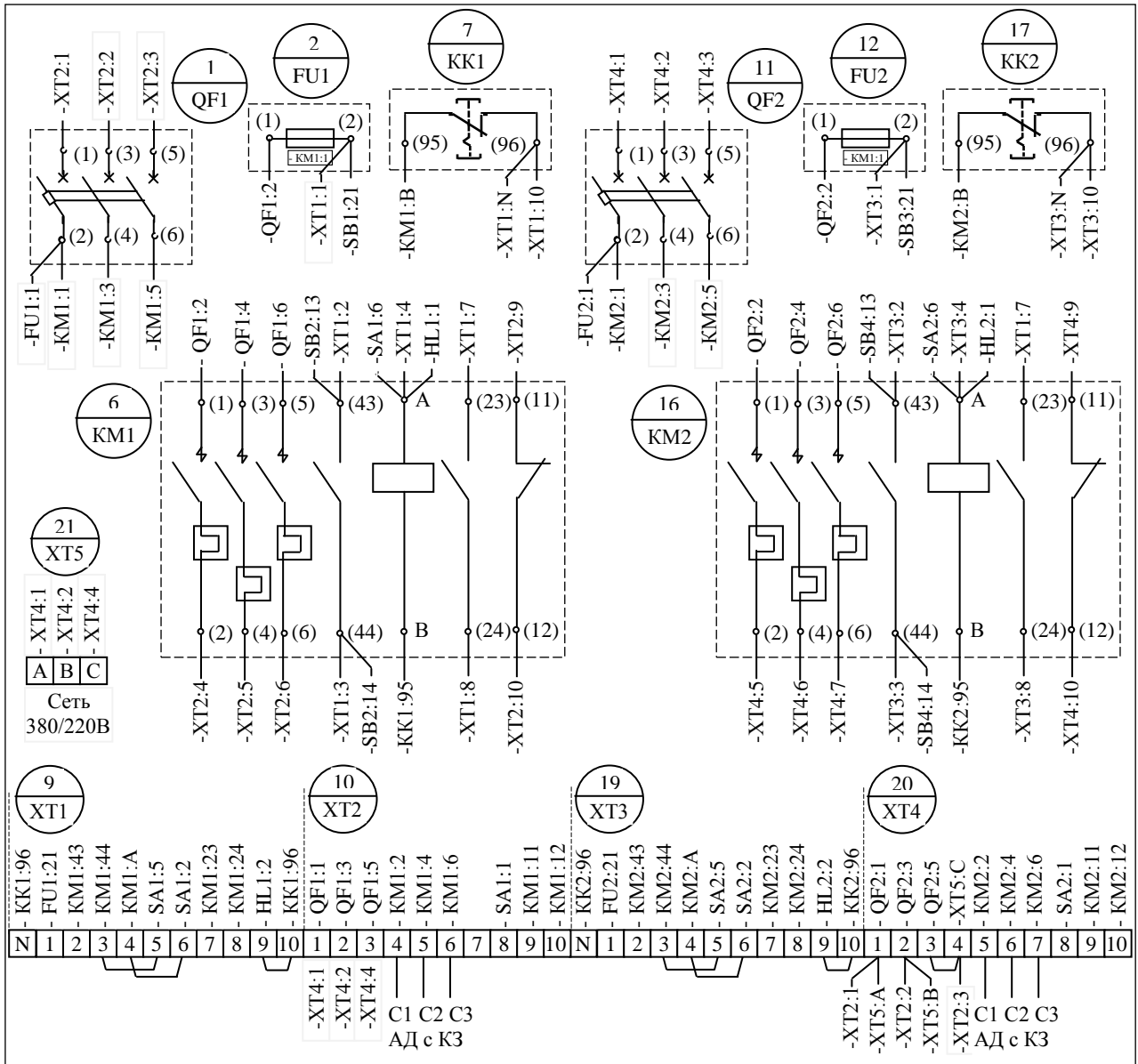
Монтаж соединений в щитовых устройствах.

1. По принципиальной электрической схеме составляется схема соединений адресным методом. Например, для принципиальной схемы первичных соединений ящика управления типа РУСМ5115 составляется схема электрическая соединений, приведенная на рис. 2.

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. 1), проводник А1, присоединенный к контакту 2 выключателя QF1, имеет адрес КМ1:1, который читается следующим образом: провод, отходящий от контакта 2 выключателя QF1, должен присоединяться к контакту 1 магнитного пускателя КМ1. У контакта 1 пускателя КМ1 пишут обратный адрес QF1:2, указывающий, откуда к контакту приходит провод. Часто в проектах вместо схемы соединений составляют таблицу соединений по форме (табл.5).

Задняя стенка ящика



Дверца ящика

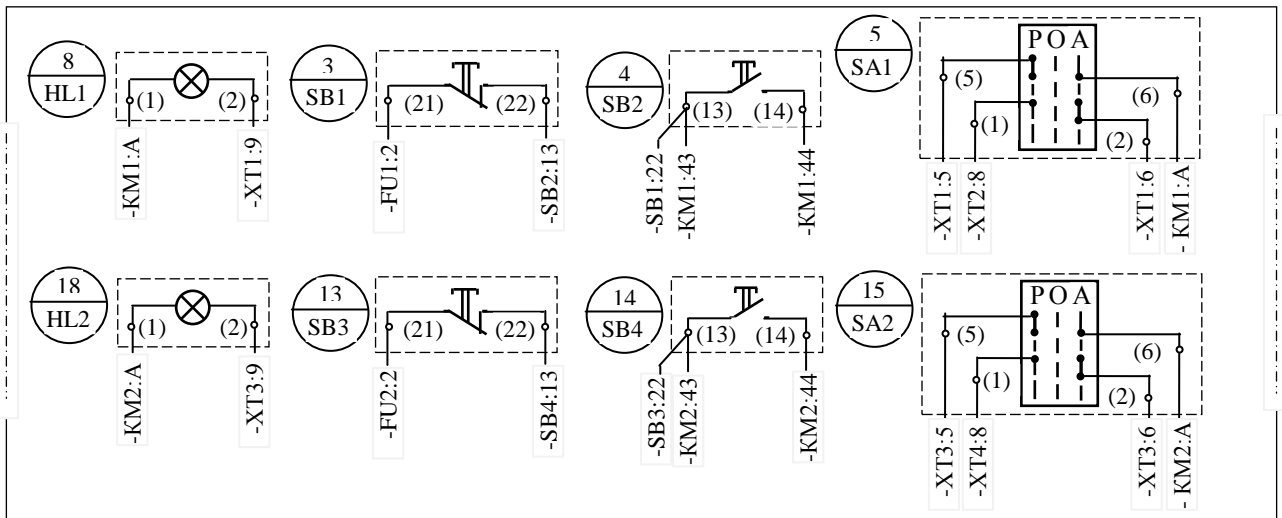


Рис. 2. Схема электрическая соединений ящика управления типа РУСМ5115.

Таблица 5

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Марка провода площадь сечения	Примечание
– А1	– QF1:2	КМ1:1	ПВГ (1,5мм ²)	–

В графе "обозначение провода" указывают обозначение участка провода по маркировке на принципиальной схеме (рис.1). В последующих графах – адреса соединяемых элементов.

2. На панели ящика размещаются необходимые электрические аппараты. Намечается трасса, по которой будут прокладываться провода. Выполняются необходимые замеры на панели и, в соответствии с полученной трассой, составляется эскиз жгута.

Эскиз составляют на основании схемы соединений, разметки трассы прокладки, а также мест прокладки на коммутируемом устройстве. Эскиз жгута проводов можно выполнять в однолинейном (см. рис. 3, а) и изометриическом (см. рис. 3, б) изображениях.

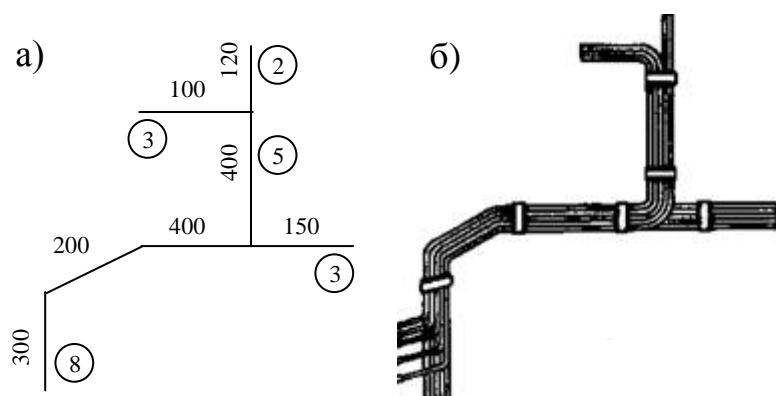


Рис. 3. Эскизы для заготовки проводов.

На эскизах жгуты проводов со всеми ответвлениями и изгибами следует вычерчивать одной линией. На каждом прямолинейном участке жгута (от угла до угла или ответвления) наносят размеры, определенные при замере трассы прокладки жгута проводов (см. рис. 3, а). На эскизах прямые участки и углы изгиба жгута проводов на ребро изображают в виде линий, а углы изгиба жгута на плоскость – крестиком или другой отметкой. На всех участках потока в кружочках указывают количество проводов.

Производить замеры по месту и наносить размеры на эскизе следует с точностью, исключающей брак при монтаже и перерасход проводов при заготовке жгутов.

По эскизам определяют и отмечают на схеме соединений длину проводов.

3. На универсальном шаблоне, который представляет собой перфорированную плиту с отверстиями диаметром $3\div 5$ мм, расположенными на расстоянии $25\div 50$ мм, наносится мелом контур жгута. Выставляются концевые и угловые шпильки.

4. Выбираются провода для монтажа цепей главного тока и вторичных цепей. В соответствии с эскизом нарезаются провода необходимой длины, протираются ветошью, пропитанной парафином, и выправляются.

5. Маркируются провода. Надеваются с каждого конца провода трубки-бирки и, с помощью несмываемых чернил, наносится маркировка, соответствующая маркировке на схеме соединений.

Маркировку на панелях, пультах, приборах, аппаратах наносят краской по трафарету, на кабели – подвесными бирками или надписями на манжетах оконцеваний, на жилах и проводах – надписью знаков на оконцевателях, поливинилхлоридных трубках, на изоляции проводов маркировочной липкой лентой.

Для обозначения фаз или полярности жилы маркируют красками различных цветов или монтируют провода с цветной изоляцией (для фазы А – желтый, В – зеленый, С – красный). Цепи постоянного тока различают, применяя проводники с синей изоляцией (минус) и красной (плюс).

6. Раскладываются провода на шаблоне в соответствии с составленным эскизом. Связываются провода в жгут (перфорированной лентой, полоской пряжкой, ниточным бандажом и т.д.).

Два (и более) параллельно идущих по одной трассе изолированных провода длиной более 50мм должны быть связаны в жгут. Исключением может явиться только недопустимое увеличение взаимных наводок в электрических цепях. Для вязки применяют нитки, шнуры, тесьму, изоляционные ленты, термоусадочные трубки и др. Операцию осуществляют, как правило, на шаблоне.

Шаг вязки l зависит от сечения проводов, числа проводов n и диаметра D жгута. На криволинейных участках шаг должен быть уменьшен в зависимости от диаметра n радиуса изгиба жгута. В местах разветвления проводов вязка должна иметь 2–5 витков на всех ветвях, бандажи должны быть сделаны из 2–3 рядом лежащих петель. Концы жгута должны иметь бандажи и оконечные узлы (рис. 4). Вязку следует заканчивать узлом, который должен быть закреплен клеем, лаком или оплавлением.

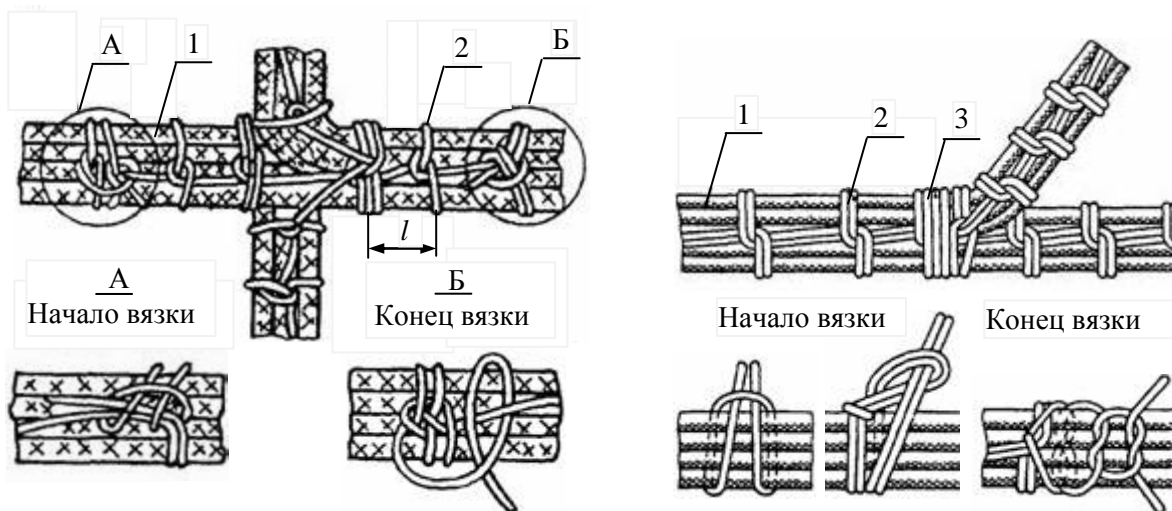


Рис. 4. Варианты вязки жгутов: 1– жгут; 2– нитки; 3– бандаж из ниток; l – шаг вязки.

7. Снимается изоляция с концов проводов. Тестером или мегаомметром "прозванивается" собранный жгут и проверяется маркировка проводов.

На рис. 5. показана схема нахождения концов одноименных жил кабеля с помощью щупа, если есть одна известная жила кабеля, например, более тонкая или имеющая расцветку. На другом конце кабеля искомая жила соединяется с известной жилой с помощью перемычки, а на ближнем конце кабеля зажим фиксированного тестового щупа (зажим «крокодил») соединяется с известной жилой. Далее стержнем щупа касаются разных жил до тех пор, пока не идентифицирует себя соответствующим образом (например, звуковым сигналом) контрольно-измерительный прибор, подключенный к щупу через разъем. Наличие звукового сигнала будет означать, что появилась цепь из найденной жилы, известной жилы и щупа. В качестве обратной (известной) жилы щупа может быть использована проводящая оболочка кабеля или заземленные конструкции.

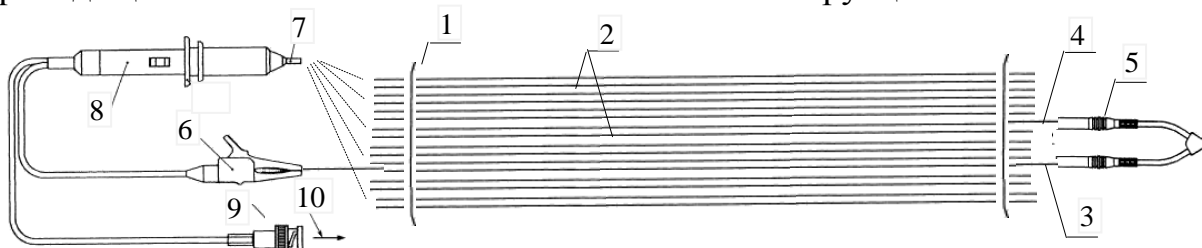


Рис. 5. Схема нахождения с помощью щупа жил кабеля: 1– кабель; 2– жилы кабеля; 3– известная жила; 4– искомая жила; 5– перемычка; 6– зажим «крокодил»; 7– стержень (наконечник) щупа; 8– щуп; 9– разъем; 10– к контрольно-измерительному оборудованию.

Оконцовываются провода в жгуте (штырем или кольцом) в зависимости от вида соединения их с электрическими устройствами и аппаратами. Многопроволочные медные провода необходимо пропаять.

Переносится жгут на панель ящика и производится подключение (монтаж) проводов к зажимам и выводам приборов и аппаратов.

При монтаже приборов или аппаратов на дверях шкафов в месте перехода проводов по оси шарниров с неподвижной части на подвижную делается вставка из медных проводов с многопроволочными гибкими жилами, называемая гибким компенсатором.

Гибкие компенсаторы (рис. 6) выполняют различными способами.

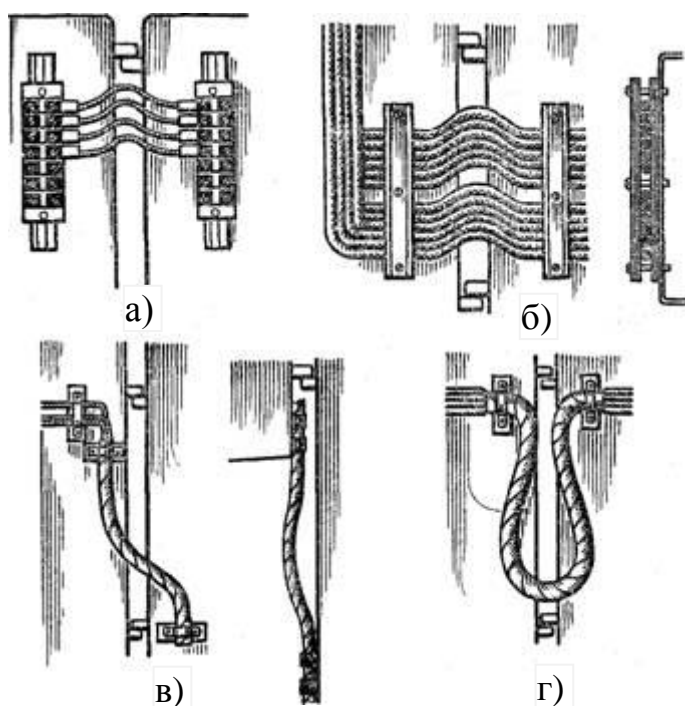


Рис. 6. Устройство гибких компенсаторов:
а – с установкой наборных зажимов;
б – с прижимными планками;
в – работающих на скручивание;
г – петлевого типа.

Если можно установить наборные зажимы, компенсаторы монтируют так, как показано на рис. 6, а, при этом гибкими проводами соединяют лишь ряды зажимов (длина перемычки гибкого соединения должна быть не более 250мм). При использовании прижимных планок (рис. 6, б) все цепи собирают из гибких проводов. Компенсаторы можно выполнять проводами с однопроволочными жилами (рис. 6, в, г), когда не надо часто открывать двери, поскольку провода в этом случае работают не на

изгибание, а на скручивание. Пучки проводов компенсаторов, работающих на скручивание, рекомендуется защищать металлорукавом или поливинилхлоридной трубкой. Место выхода провода из металлорукавов или трубок обматывают несколькими слоями изоляционной ленты. Гибкое соединение в виде жгута, выполняемое петлей, должно иметь длину не менее 550 мм.

При монтаже вторичных цепей на панелях необходимо выполнять

следующие требования:

- подводить провода к месту присоединения кратчайшим путем;
- стремиться к наименьшему числу перекрещиваний между потоками проводов;
- следить, чтобы потоки проводов не закрывали доступ к наборным зажимам, выводам приборов и аппаратов и не мешали их замене;
- объединять по возможности в один поток провода, относящиеся к одному или группе однородных аппаратов;
- укладывать в нижний слой при многослойных потоках провода, наиболее удаленные от наборных зажимов аппаратов и приборов;
- собирать в одном ряду провода, наиболее близкие друг к другу в местах присоединения к аппаратам;
- соблюдать однотипность крепления и формирования потоков проводов;
- осматривать провода до укладки потока, выправлять вытяжкой и протирать ветошью, пропитанной стеарином или парафином;
- устранять при формировании и прокладке потоков волнистость проводов, образующуюся в результате сильной перетяжки бандажей; укладывать провода в потоке плотно и строго параллельно друг другу; выравнивать потоки проводов после каждого крепления;
- соблюдать горизонтальность и вертикальность потоков и отдельных проводов (отклонения допускаются не более 6мм на 1м длины потока);
- выполнять перекрещивания и ответвления проводов от основного потока, а также повороты одинаково и под прямым углом; уделять особое внимание изгибу первого провода, так как по нему будет формироваться поворот всего потока.

8. По окончании монтажа проводится контроль качества. При этом внешним осмотром проверяется маркировка проводов по схеме соединений, отсутствие подрезов токопроводящих жил, качество их лужения, отсутствие повреждений и загрязнений изоляции.

Механическая прочность пайки жил проверяется пинцетом с надетым на его концы трубками из ПВХ. Усилие тяжения вдоль оси провода должно быть не более 10Н. Запрещается перегибать провод от места пайки. После контроля пайки место спая окрашивается прозрачным цветным лаком. Правильность присоединений проводов определяется с помощью тестера.

Контроль заключается в следующем: к одному выводу цепи тестера подключается сначала конец проводника, направление которого необходимо определить. Затем к концам проводников, расположенных в другой части аппарата или комплектного устройства, поочередно присоединяется второй вывод тестера. Когда цепь оказывается замкнутой проводником, тестер покажет минимальное значение сопротивления. Это дает возможность убедиться, что данный конец является искомым.

Ящики управления и распределения энергии серии РУСМ.

Устройства НКУ серии РУСМ применяются в промышленных помещениях с высокой влажностью, запыленностью, при наличии химически агрессивных сред и в наружных установках промышленного производства. Вид системы заземления электрических сетей, в которых используются данные устройства, соответствует TN-C. Виды климатического исполнения – У; ХЛ; Т; категории размещения – 5 и 1.

Ящики РУСМ 5000 предназначены для управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором, работающими в продолжительном, кратковременном или повторно-кратковременном режимах, в категории применения АСЗ.

Ящики классифицируются по числу управляемых электродвигателей (1, 2 или 3), наличию реверса, наличию переключателя на автоматический режим, способу питания цепи управления.

Дополнительные возможности ящиков РУСМ 5000, предоставляемые встраиваемыми аппаратами: защита цепей электродвигателей от токов перегрузки, токов короткого замыкания и обрыва фазы.



Рис. 7

Конструктивно устройства РУСМ выполняются в виде металлических ящиков степени защиты IP54, четырех типоразмеров; навесного (для крепления на стенах, колоннах и других подобных конструкциях) (рис. 7) или напольного (при использовании каркаса) исполнения по способу установки. Для установки комплектных сборных щитов (навесного или напольного исполнения) используется каркас. Электрические аппараты устанавливаются как на панели внутри ящика, так и на его передней крышке,

причем на передней крышке располагаются аппараты, реализующие функции контроля и управления – кнопки, светосигнальная арматура, переключатели, приводы выключателей и тепловых реле.

Структура условного обозначения РУСМ5 X₁ X₂ X₃-XX₄7X₅-XX₆УХЛ4 приведена в табл. 6, технические характеристики в табл. 7.

Таблица 6

РУСМ	ящик, IP54; М – модернизированный
5	класс НКУ по назначению – управление асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором
X ₁	группа в данном классе: 1 – управление нереверсивными двигателями; 4 – управление реверсивными двигателями,
X ₂	1 – автоматический выключатель на каждый фидер; 2 – общий автоматический выключатель на все фидеры; 3 – без автоматического выключателя; 4 – автоматический выключатель на каждый фидер с промежуточным реле; 5 – общий автоматический выключатель на все фидеры с промежуточным реле; 6 – без автоматического выключателя с промежуточным реле,
X ₃	0 – однофидерный, без переключателя на автоматический режим; 1 – однофидерный, с переключателем на автоматический режим; 2 – однофидерный, без переключателя на автоматический режим, с контактами состояния на автоматическом выключателе; 3 – однофидерный, с переключателем на автоматический режим, с дополнительными контактами на автоматическом выключателе; 4 – двухфидерный, без переключателя на автоматический режим; 5 – двухфидерный, с переключателем на автоматический режим; 6 – двухфидерный, без переключателя на автоматический режим, с дополнительными контактами на автоматическом выключателе; 7 – двухфидерный, с переключателем на автоматический режим, с дополнительными контактами на автоматическом выключателе; 8 – трехфидерный, без переключателя на автоматический режим; 9 – трехфидерный, с переключателем на автоматический режим.
XX ₄	исполнение по току (см. табл. 7).
7	напряжение силовой цепи 380В.
X ₅	напряжение цепи управления: 4 – 220В, 7 – 380В.
XX ₆	при наличии 2-ого, 3-его фидеров (при различной мощности подключаемых двигателей) указывается их исполнение согласно табл.7.
УХЛ4	климатическое исполнение и категория размещения ГОСТ 15150-69

Таблица 7

Тип ящика	Типовой индекс	Номинальный ток ящика, А	Диапазон регулирования $I_{\text{ном}}$ теплового реле, А	Рекомендуемая мощность двигателя, кВт
РУСМ5000	26	4	2,5÷4	1,1; 1,5
	28	6	4÷6	2,2; 2,5
	29	8	5,5÷8	3
	30	10	7÷10	3,7; 4
	31	13	9÷13	5; 5,5
	32	18	12÷18	6,5; 7,5; 8
	34	25	17÷25	9; 11
	35	32	23÷32	12,5; 15
	36	40	32÷40	18,5
	37	50	37÷50	20; 22
	38	65	48÷65	25; 30
	39	80	63÷80	37; 40
	40	93	80÷93	45

Ввод / вывод внешних проводников осуществляется через сальники, располагаемые сверху и снизу ящика. В качестве сальников используются универсальные кабельные вводы из гибкого полимера, предназначенные для ввода кабелей различного диаметра (нужный диаметр ввода обеспечивается путем обрезки сальника на нужной высоте). Диаметр отверстия одного универсального сальника может быть, например: 4, 12, 14 и 20мм.

Каждый ящик имеет внутреннее и наружное заземляющее устройство.

Рассмотрим работу схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем привода канатно-скреперной установки типа ТСГ с помощью ящика управления РУСМ 5415.

Скреперные установки для уборки навоза из открытых навозных проходов при беспривязном боксовом содержании крупнорогатого скота ТСГ-170, ТСГ-250 (рис. 8) предназначены для уборки навоза крупного рогатого скота из открытых навозных проходов при беспривязном боксовом содержании скота.

Скрепер комплектуется четырьмя рабочими органами, что позволяет осуществить выгрузку навоза как из торца, так и середины помещения. Соединение цепи осуществляется с помощью соединительных звеньев, что исключает применение сварки при сборке и изменении длины цепи в процессе эксплуатации.

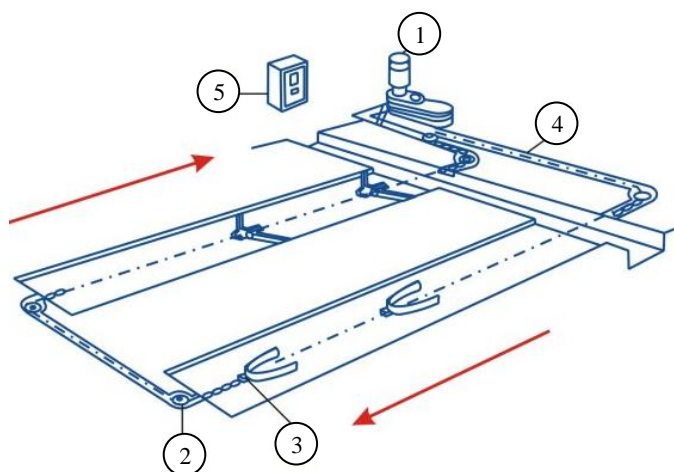


Рис. 8. Скреперная установка ТСГ-170.
1 – привод; 2 – устройство поворотное;
3 – ползун; 4 – цепь; 5 – пульт
управления.

Технические характеристики		
Наименование	Значение	
	ТСГ-170	ТСГ-250
Тип установки	Стационарный возвратно-поступа- тельного действия	
Устан. мощность, кВт	1,1	1,5
Длина контура, м	170	250
Ширина захвата, м	от 1,8 до 3,0	
Размер навозного канала ширина глубина, мм	от 1800 до 3000 200	
Скорость рабочего органа, м/мин	5,1	
Срок службы	7	
Количество обслужи- ваемого поголовья скота, голов	80-120	140-180

Принципиальная схема первичных соединений ящика управления типа РУСМ5415 приведена на рис. 9.

Принципиальная электрическая схема управления канатно-скреперной установкой с помощью РУСМ5415 (рис. 10) может быть получена из схемы, приведенной на рис. 9 после подключения к соответствующим зажимам силового кабеля питания электродвигателя и контрольных кабелей питания вторичных цепей (кнопочного поста и конечных выключателей).

Канатно-скреперная установка управляется с двух мест: с помощью кнопок SB1 «Стоп», SB2 «Вперед» и SB3 «Назад», расположенных на дверце ящика управления, размещенного в электрощитовой, а также с помощью кнопочного поста (кнопки SB4 «Стоп», SB5 «Вперед» и SB6 «Назад»), расположенного на стене коровника, рядом с электроприводом транспортера (рис. 8).

Для управления канатно-скреперной установкой из электрощитовой переключатель SA ставят в положение «Р» – ручное, при этом замыкаются контакты (1-2) и (5-6). При нажатии кнопки SB2 напряжение 220 В подается через замкнутые контакты кнопки SB1, контакты (1-2) переключателя SA, размыкающий контакт конечного выключателя SQ1 и размыкающий контакт теплового реле КК на катушку магнитного пускателя КМ. Электрический ток проходит по катушке КМ создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику, и тем самым замыкает главные и вспомогательные контакты пускателя КМ, шунтирующие замыкающие контакты кнопки «Вперед».

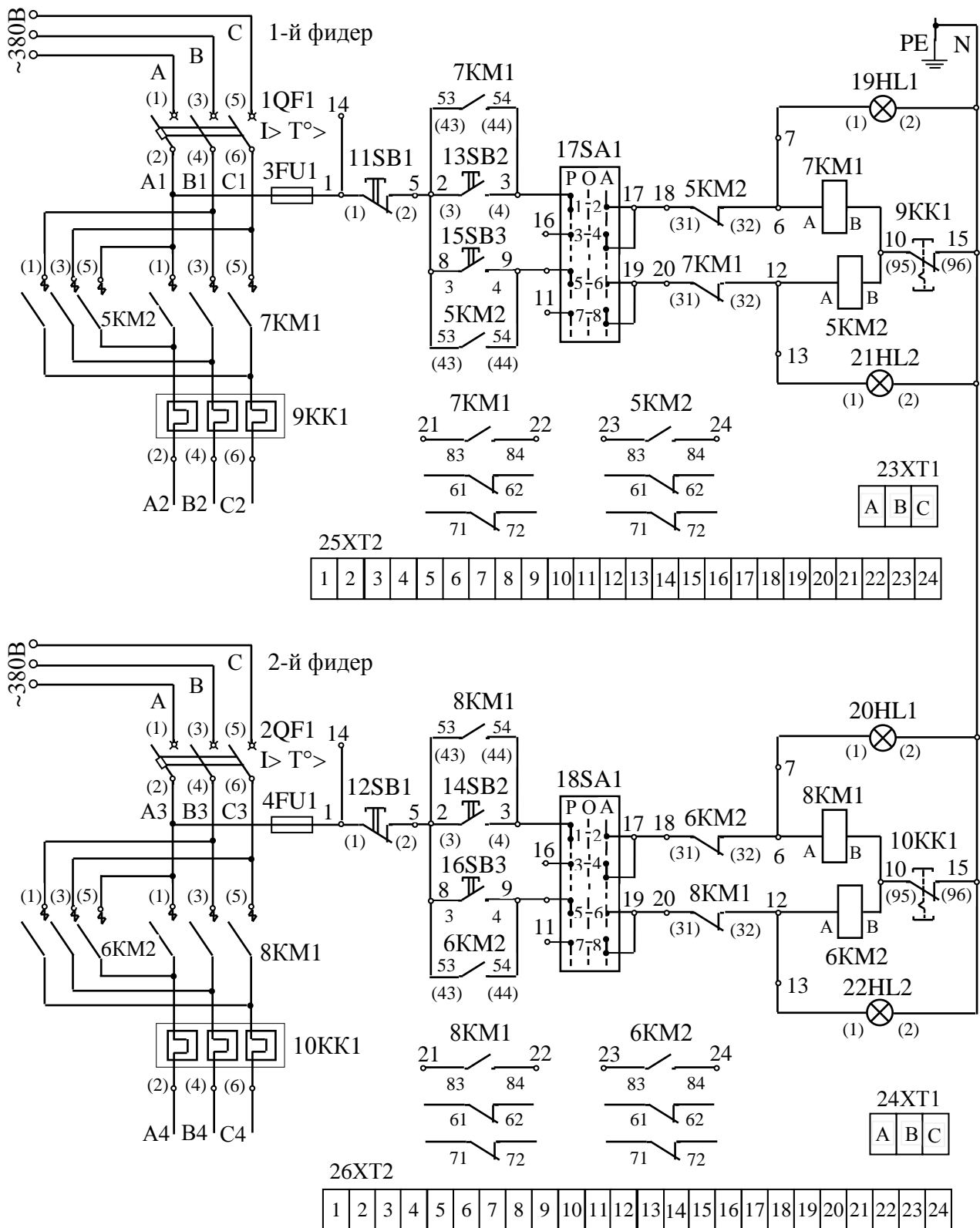


Рис. 9. Принципиальная схема первичных соединений
ящика управления типа РУСМ5415.

Напряжение подается на обмотки электродвигателя М (рис. 10) и осуществляется его пуск, о чем сигнализирует лампа HL4. Трос наматывается на барабан и тянет первый скребок вдоль навозного канала по

направлению к выгрузному окну, а второй скребок по другому каналу передвигается от второго выгрузного окна в исходное положение. Так как у скрепера задняя стенка качающаяся, то навоз при обратном ходе не сгребается. Как только первый скребок выгрузит навоз в окно, упор, прикрепленный к тросу, нажимает на конечный выключатель SQ1. Размыкающий контакт SQ1 разрывает цепь питания катушки пускателя KM1 и двигатель останавливается.

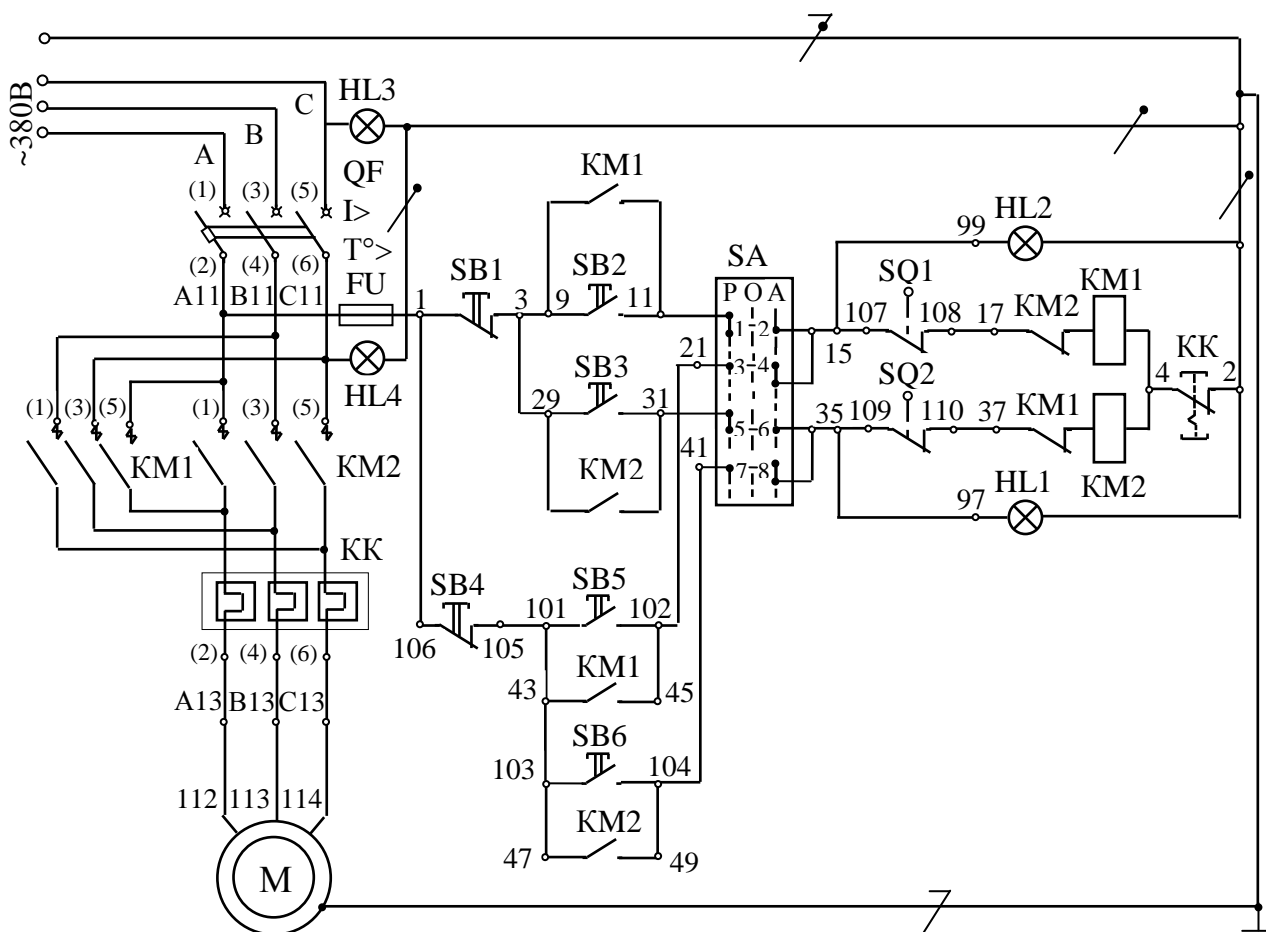


Рис. 10. Принципиальная электрическая схема управления канатно-скреперной установкой с помощью РУСМ5415.

Изменение направления вращения ротора двигателя (реверс двигателя) осуществляется при нажатии кнопки «Назад» SB3. При этом электрический ток, протекая по катушке KM2, замыкает главные и вспомогательные контакты пускателя KM2, шунтирующие замыкающие контакты кнопки SB3. Напряжение подается на обмотки электродвигателя (светится лампа HL3), но при этом меняется направление вращения магнитного поля (меняется последовательность фаз на обмотках электродвигателя). Теперь второй скребок транспортирует навоз ко второму выгрузному окну, и когда он

провалится в окно, второй упор нажимает на конечный выключатель SQ2, размыкающие контакты которого останавливают двигатель. Для отключения двигателя вручную нажимают кнопку «Стоп» SB1.

Управление процессом удаления навоза обычно осуществляется непосредственно из помещения коровника. Переключатель SA на дверце РУСМ ставят в положение «А» – автоматическое и переходят к кнопочному посту SB4...SB6. Питание на катушки KM1 и KM2, в этом случае, подается при нажатии соответствующих кнопок SB5 "Вперед" и SB6 «Назад» через замкнутые контакты (3-4), (7-8) переключателя SA. Остановка электродвигателя осуществляется теми же конечными выключателями, что и для ручного режима или кнопкой SB4.

Для предотвращения короткого замыкания между фазами "В" и "С", при одновременном замыкании главных замыкающих контактов пускателей KM1 и KM2, в конструкции реверсивного пускателя предусмотрена электрическая блокировка: после включения пускателя KM1 размыкающим контактом KM1, разрывается цепь катушки пускателя KM2 и при нажатии кнопки SB3 не произойдет никаких аварийных режимов.

В схеме, представленной на рис. 10, предусмотрено защитное зануление выполненное путем соединения с защитным проводником РЕ корпуса электродвигателя. В свою очередь, защитный проводник предварительно соединен с глухозаземленной нейтралью трансформатора. В случае пробоя изоляции электродвигателя или кабеля на корпус, в схеме возникнет режим короткого замыкания (через цепь "фаза - корпус - нуль" будет протекать ток короткого замыкания). Возникновение режима короткого замыкания приведет к срабатыванию электромагнитного расцепителя автоматического выключателя QF. После срабатывания автоматического выключателя схема обесточит.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте принципиальную схему РУСМ 5415 (рис. 9) и схему управления канатно-скреперной установкой с помощью РУСМ 5415 (рис.10) и отыщите в ящиках все аппараты, указанные на схемах.

2. Проверьте первичные и вторичные цепи, а также контакты всех аппаратов, включенных в эти цепи.

3. Проверьте исправность механической части аппаратов: включение и отключение без заеданий, срабатывание теплового реле при принудительном нажатии на биметаллическую пластинку, фиксацию положений рукояток.

4. Проверьте исправность электрических цепей, замыкание и размыкание контактов индикатором с батарейками (рис. 5). Проверьте, соответствует ли схемам нанесенная на контакты коммутационной аппаратуры маркировка.

5. Измерьте 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). Если сопротивление изоляции ниже 0,5МОм, 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.

6. Изучите схему управления канатно-скреперной установкой с помощью РУСМ 5415 (рис. 10).

7. Составьте монтажную схему и схему подключения РУСМ.

Прежде чем начать собирать электрическую схему согласно рис. 10, убедитесь в том, что отключен автоматический выключатель QF, расположенный в левом верхнем углу РУСМ. Убедитесь в целостности лабораторного оборудования и соединительных проводов. Монтажными проводами произведите коммутацию между соответствующими зажимами блока зажимов на лабораторном стенде согласно рис. 10.

Клеммы кнопок SB4, SB5 и SB6 соединены с зажимами 106, 105, 101, 102, 103 и 104 соответственно. Начала обмоток электродвигателя выведены на зажимы 112, 113 и 114. Контакты конечных выключателей SQ1 и SQ2 выведены на клеммы 107, 108 и 109, 110.

После проверки преподавателем схемы, осуществите управление трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью РУСМ, как описано выше.

Во избежание поражения электрическим током касаться руками клемм, других токоведущих деталей категорически запрещается.

После успешного пуска и остановки электродвигателя – отключите автоматический выключатель QF.

При возникновении аварийных ситуаций: гудении электродвигателя (например, при неполнофазном режиме работы), появлении запаха дыма и возникновении прочих аварийных режимов – немедленно отключите автоматический выключатель QF и сообщите о неисправности лаборанту или преподавателю.

Доложите о работе схемы преподавателю. Обесточьте стенд. С согласия преподавателя отсоедините монтажные провода от блока зажимов стенда. Соберите монтажные провода и сдайте лаборанту.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Принципиальная электрическая схема управления канатно-скреперной установкой с помощью РУСМ 5415 (рис. 10).
3. Схема соединений РУСМ 5415.
4. Схема подключения электрооборудования к РУСМ 5415.

Контрольные вопросы

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?

6. Расшифруйте, что обозначает РУСМ 5415.
7. Расскажите, как вы составляли монтажную схему РУСМ.
8. Расскажите, как вы составляли схему подключения электрооборудования к РУСМ.
9. Как осуществляется управление канатно-скреперной установкой с двух мест?
10. Какие защиты от аварийных режимов предусмотрены в РУСМ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ЗАЩИТНОГО ЗАНУЛЕНИЯ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Цель работы:

Изучить правила и способы монтажа защитного зануления и заземления. Изучить виды защитного заземления и технологию монтажа различных заземляющих устройств.

Задание к работе

1. Изучить термины и определения, относящиеся к понятиям защитное заземление и зануление.
2. Изучить типы заземляющих устройств и технологию их монтажа.

Общие сведения

Заземление, т.е. преднамеренное в целях электробезопасности электрическое соединение с заземляющим устройством металлических частей, нормально не находящихся под напряжением, применяется в сетях с изолированной нейтралью. Чем меньше сопротивление защищенного заземления, тем меньше напряжение на этих частях при пробое изоляции.

Зануление, т.е. преднамеренное в целях отключения напряжения при нарушении изоляции электрическое соединение металлических частей электроустановок, нормально не находящихся под напряжением, с заземленной нейтралью (нулем), применяется в сетях с напряжением 380/220 и 220/127 В с глухозаземленной нейтралью.

Заземлители – металлические проводники, находящиеся в непосредственном соприкосновении с землей. Заземлители делятся на искусственные и естественные.

Заземляющие проводники – металлические проводники, соединяющие заземляющие части электроустановок с заземлителями.

Заземляющее устройство – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Замыкание на землю – случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или с нетоковедущими электропроводящими конструкциями или предметами, не изолированными от земли.

Замыкание на корпус – случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетокведущими частями электроустановки.

Нулевой защитный проводник – проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Нулевой рабочий проводник – в электроустановках напряжением до 1000В – проводник, используемый для питания электроприемников, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях многофазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в трехпроводных сетях постоянного тока.

Магистраль заземления или зануления – соответственно заземляющий или нулевой защитный проводник с двумя или более ответвлениями.

Глухозаземленная нейтраль – нейтраль генератора или трансформатора, присоединенная к заземляющим устройствам непосредственно.

Изолированная нейтраль – нейтраль генератора или трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через аппараты, компенсирующие емкостный ток сети, трансформаторы напряжения или другие аппараты, имеющие большое сопротивление.

Сопротивление заземляющих устройств в электроустановках до 1000 В с изолированной нейтралью согласно ПУЭ должно быть не более 4 Ом, а в электроустановках 220, 380 и 660 В с глухозаземленной нейтралью соответственно не более 8, 4, 2 Ом.

В электроустановках 3-35 кВ сопротивление заземляющих устройств должно быть $125/I_p$, но не более 10 Ом. (I_p – расчетный ток замыкания на землю, значение которого задается энергосистемой).

1.1 Заземляющие устройства

Заземление или зануление в электроустановках выполняют: при напряжениях 380 В и выше переменного и 440 В и выше постоянного тока во всех случаях; при напряжении 42 В и выше переменного и 110 В постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в

наружных установках. Во взрывоопасных установках заземление или зануление выполняют при любых напряжениях.

Заземлению или занулению подлежат корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.; провода электрических аппаратов; вторичные обмотки измерительных трансформаторов; каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемные или открывающиеся части конструкций, если на последних установлено электрооборудование с напряжением 42 В переменного тока или выше 110 В постоянного тока; металлические конструкции РУ, металлические кабельные конструкции и кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, стальные трубы электропроводки, корпуса шинопроводов, лотки, коробка, тросы и стальные полосы, на которых закреплены кабели и провода.

Указанные выше металлические части заземляют или зануляют как на стационарных, так и на передвижных электроустановках и переносных электроприемниках. Заземлению или занулению не подлежат корпуса электроприемников с двойной изоляцией, а также корпуса электроприемников, подключаемых к сети через разделительный трансформатор.

Каждая заземляемая или зануляемая часть электроустановки присоединяется к сети заземления (зануления) при помощи отдельного ответвления (рис.1).

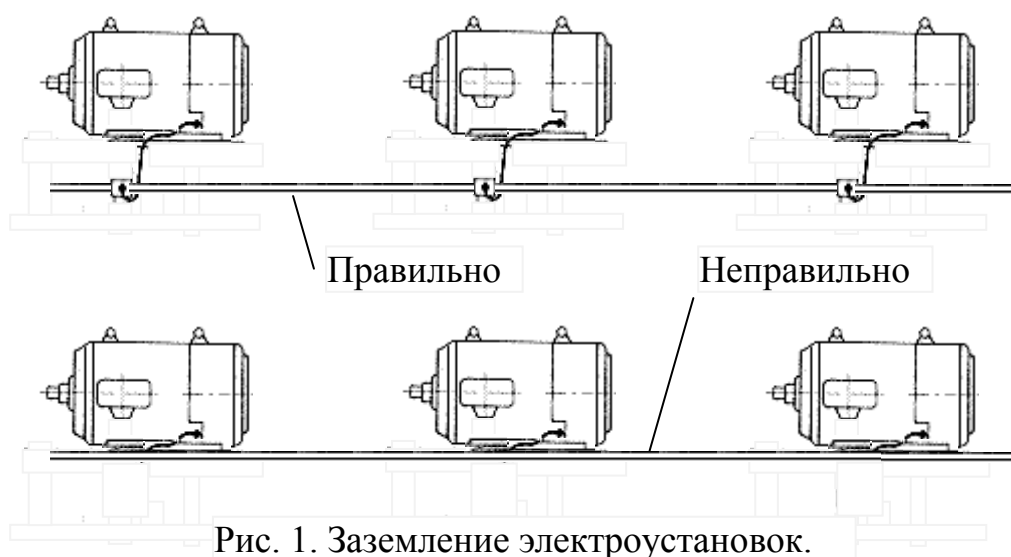


Рис. 1. Заземление электроустановок.

Последовательное включение в заземляющий или нулевой защитный проводник заземляемых частей электроустановки запрещается. При этом разрешается последовательное включение нескольких стационарных металлических конструкций, используемых в качестве заземляющих проводников или магистралей заземления (зануления). Под один заземляющий болт на магистрали заземления разрешается присоединять только один проводник.

1.2 Повторное заземление

На ВЛ до 1000 В с глухим заземлением нейтрали металлическая связь с нейтралью трансформатора осуществляется нулевым проводом, проложенным на тех же опорах ВЛ, что и фазные. Подсоединением к нулевому проводу и заземление железобетонных и металлических опор на таких ВЛ.

Для повышения надежности цепи заземления на случай обрыва нулевого провода ПУЭ требуют устройства повторных заземлений нулевого провода на концах ВЛ длиной более 200 метров, а также на вводах в здания, электроустановки которых подлежат занулению. Общее сопротивление растеканию повторных заземлений должно быть не более 10 Ом при напряжении 380 В, а каждого из повторных заземлителей – не более 30 Ом. При этом используют естественные заземлители, например подземные части опор, а также заземляющие устройства от грозových перенапряжений.

Для защиты людей, находящихся в зданиях, от грозových перенапряжений в населенных пунктах с одно-, двухэтажной застройкой на ВЛ 1000В, не экранированных высокими зданиями, сооружениями и высокими деревьями, выполняют повторные заземляющие устройства сопротивлением не более 30 Ом по трассе ВЛ с расстоянием, не превышающим 200 м – для районов с числом грозových часов в году до 40 и 100 м, если число этих часов более 40.

Кроме того, такие заземляющие устройства выполняют на опорах с ответвлениями к вводам в помещения, где может быть сосредоточено большое количество людей, а также на конечных опорах линий, имеющих ответвления к вводам.

1.3 Заземлители

Для заземления электроустановок в первую очередь используют естественные заземлители. Если эти заземлители имеют сопротивление растеканию, удовлетворяющее требованиям ПУЭ, то устройство искусственных заземлителей не выполняют.

В качестве естественных заземлителей используют железобетонный фундамент зданий и сооружений, проложенные под землей водонапорные и другие металлические трубопроводы, обсадные трубы, металлические шпунты и другие металлические конструкции, имеющие соединение с землей. Исключение составляют трубопроводы для горючих жидкостей и горючих взрывчатых газов, чугунные трубопроводы и временные трубопроводы строительных площадок.

В качестве естественных заземлителей используют также свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле. Алюминиевые оболочки кабелей и голые алюминиевые провода использовать в качестве заземлителей запрещается.

1.4 Искусственные заземлители

По их расположению в грунте и форме делят на следующие группы:

а) углубленные – из круглой или полосовой стали, укладываемые горизонтально на дно котлованов по периметру фундаментов. При укладке таких заземлений на большой глубине используют грунты с большой электрической проводимостью и менее подверженные сезонным изменениям.

б) вертикальные – из стальных вертикально ввинчиваемых и вдавливаемых в грунт стержней из круглой стали, а также из забиваемых отрезков угловой стали.

в) горизонтальные – из круглой или полосовой стали, уложенных горизонтально в траншею. Эти заземлители используют по прямому назначению и для связи между стержнями вертикальных заземлителей.

На практике также применяются комбинированные заземлители из указанных выше.

Для заземлителей обычно применяют круглую сталь диаметром 10÷16 мм, полосовую сталь сечением 40×4 мм и угловую сталь сечением 50×50×5 мм. Длина вертикальных заземлителей принимается равной: ввинчиваемых и вывинчиваемых (4,5÷5) м, забиваемых (2,5÷3) м. Вертикальные заземлители в плане располагаются в соответствии с

проектом. При уменьшении расстояния между ними суммарное сопротивление растеканию увеличивается из-за явления экранирования.

На территориях электроустановок с большим удельным сопротивлением земли (более 200 Ом в наиболее неблагоприятное время года) применяют углубленные заземлители, если на большой глубине сопротивление снижается; искусственную обработку земли с целью снижения его удельного сопротивления. Например, для вертикальных электродов выполняют укладку слоев соли, не увеличивающей коррозию стали (нитрат натрия, гидрат окиси кальция), и земли при диаметре обработки примерно 0,5 м на 1/3 длины электрода; после укладки каждого слоя его поливают водой. Устраивают выносные заземлители, если вблизи электроустановок есть места с меньшим удельным сопротивлением земли. Устройство выносных заземлителей выполняют проводами или кабелями.

На территориях распространения вечномерзлых грунтов заземлители помещают в незамерзающие водоемы или в талые зоны, в том числе искусственные, а так же используют артезианские скважины.

Наименьшие допустимые размеры заземляющих и нулевых защитных проводников, а также стальных заземлителей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Заземлители, заземляющие и нулевые защитные проводники	Прокладка		
	В зданиях	В наружных установках	В земле
Круглые проводники диаметром, мм	5	6	10
Прямоугольные проводники:			
Сечение, мм	24	48	48
Толщина, мм	3	4	4
Угловая сталь(толщина полок), мм	2	2,5	4
Стальные трубы (толщина стенок), мм:			
Водогазопроводные	2,5	2,5	3,5
Тонкостенные	1,5	2,5	Не допускается

Наименьшие допустимые сечения медных и алюминиевых заземляющих и зануляющих защитных проводников в электроустановках до 1000В приведены в табл. 2.

Таблица 2

Заземляющие и нулевые защитные проводники	Медь, мм	Алюминий, мм
Неизолированные проводники при открытой площадке	4	6
Изолированные провода	1,5	2,5
Заземляющие жилы кабелей или многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами	1,5	2,5

В электроустановках напряжением до 1000В и выше с изолированной нейтралью проводимость заземляющих проводников должна иметь кратное значение проводимости фазных проводников (не менее 1/3), а сечение проводников соответствовать данным, приведенным в табл. №1 и №2.

В производственных помещениях с электроустановками напряжением до 1000 В магистрали заземления из стальной полосы применяют сечением не менее 100 мм, а напряжение выше 1000 В – не менее 120 мм.

Использование металлических конструкций зданий и сооружений, трубопроводов и оборудования в качестве нулевого рабочего проводника запрещается.

Для передвижных и переносных электроприемников в качестве заземляющего или зануляющего защитного проводника применяют отдельную жилу в общей оболочке с фазными жилами одинакового с ними сечения.

Во взрывоопасных участках в сетях напряжением до 1000В с глухозаземленной нейтралью зануление в силовых цепях выполняют с помощью специально проложенного нулевого защитного проводника: третьего – в двухпроводных (одно- и двухфазных) сетях и четвертого – в трехпроводных (трехфазных) сетях. В осветительных двухпроводных (однофазных) сетях специальный третий проводник для зануления прокладывают только во взрывоопасных зонах В1.

2.1 Монтаж заземляющих устройств

2.1.1 Монтаж вертикальных заземлителей

Вертикальные заземлители, или, как их часто называют, электроды заземления, погружают различными способами, зависящими от конструкции и размеров электродов, характера грунта и его состояния во время монтажа (талый, мерзлый) и от ряда других факторов.

Электроды из угловой и другой профильной стали любого сечения можно забивать в грунт, вдавливать, закладывать в готовые скважины. Электроды из круглой или арматурной стали и из некондиционных труб можно погружать, кроме перечисленных способов, также и ввертыванием в грунт.

Обычно наиболее рациональными способами монтажа являются: для талых, мягких грунтов – вдавливание и ввертывание стержневых

электродов, забивка и вдавливание профильных электродов; для плотных грунтов – забивка электродов любого сечения; для мерзлых грунтов – вибропогружение; для скальных и мерзлых грунтов при необходимости глубокого погружения – закладка в пробуренные скважины.

Конструкция и способы погружения вертикальных заземлителей влияют на сопротивление растеканию отдельных электродов и заземляющего устройства в целом.

На рис. 2 даны графики изменения сопротивления растеканию электрического тока с электродов с различной конструкцией наконечников (табл. 3) в зависимости от способа погружения и конструкции заземлителя в глинистых грунтах.

Электроды пп. 11, 12 (см. табл. 3) сразу после погружения способом вибрации имеют наименьшее сопротивление. При вибрации электрода из окружающего грунта выделяется влага, грунт становится более вязким, плотно прилегает к электроду и этим снижает сопротивление растеканию. В дальнейшем, через несколько дней, структура грунта восстанавливается, сопротивление R электродов увеличивается.

При погружении способом вибрации заостренные и незаостренные

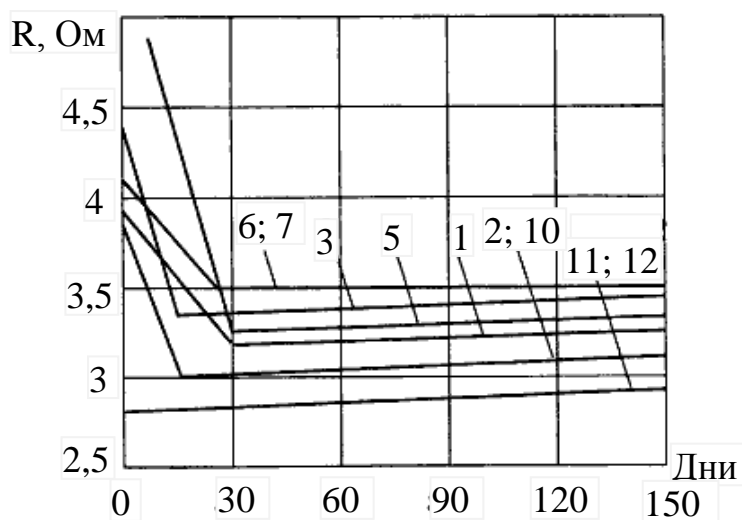


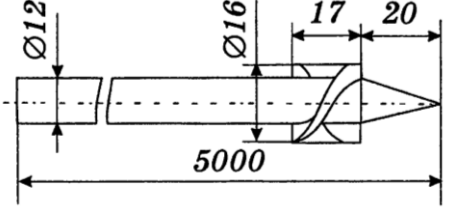
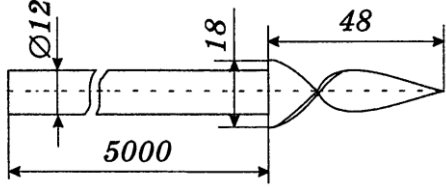
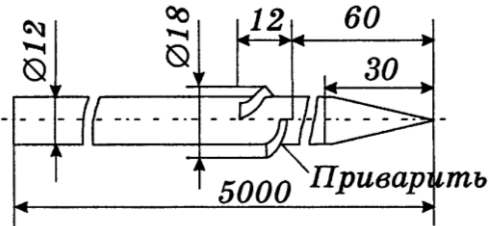
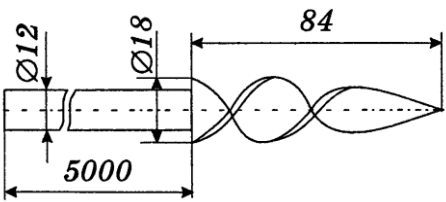
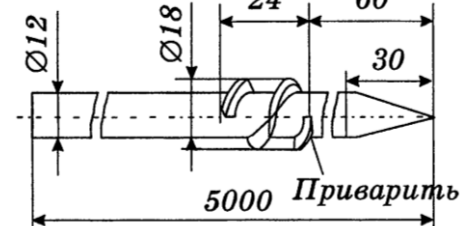
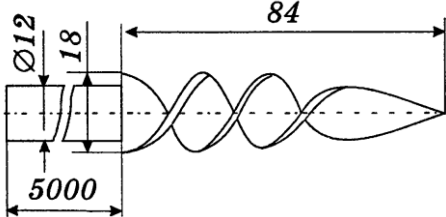
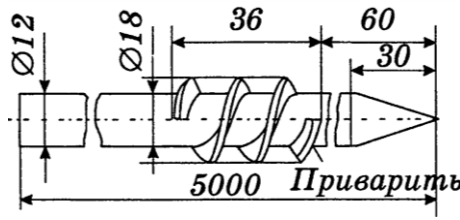
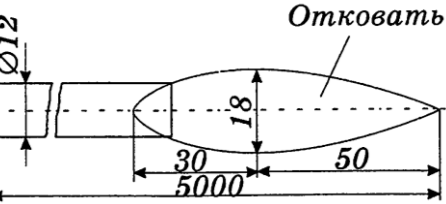
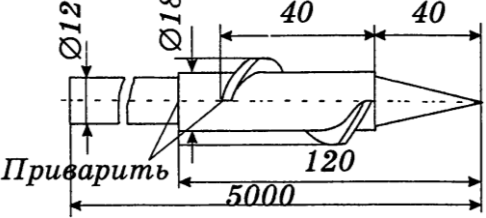
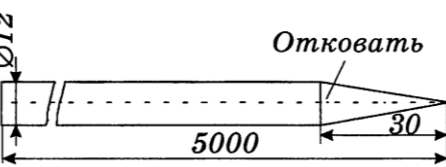
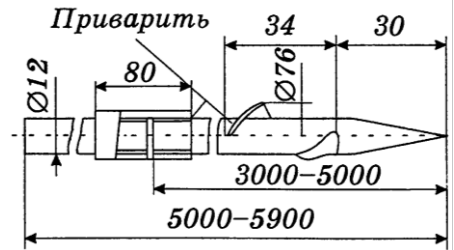
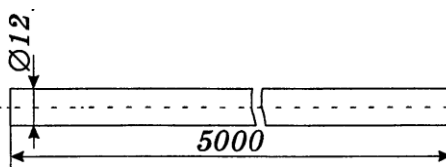
Рис. 2. Сопротивление растеканию тока с электродов в зависимости от времени, способа погружения и конструкции наконечника (по табл. 3) в глинистых грунтах.

электроды погружаются с одинаковой скоростью, поэтому при таком способе погружения лучше выбирать конструкцию электродов с наконечником 12, как более простую в изготовлении (табл. 3). Сопротивление R электродов, погруженных способом забивания, является наиболее стабильным и наименьшим в глинистых грунтах. Лучшие конструктивные параметры при этом

способе погружения у электродов с наконечником 11.

Таблица 3

Виды наконечников стержневых заземлителей

№ п/п	Конструкция наконечника	№ п/п	Конструкция наконечника
1		7	
2		8	
3		9	
4		10	
5		11	
6		12	

Сопротивления R электродов, погруженных способом ввертывания, в начальный период превышают на 20÷60% сопротивления R электродов, погруженных другими способами. В течение месяца после погружения разница в значениях R уменьшается до 10÷20% и на этом уровне остается длительное время. Наконечники таких конструкций электродов раздвигают в стороны грунт и уплотняют его. Отверстие, образованное в грунте таким наконечником, больше диаметра стержня, поэтому соприкосновение с грунтом происходит в отдельных контактных точках, что и приводит к увеличению R . Верхние слои грунта, разбухая от влаги, плотно прилегают к электроду и не дают возможности воде просачиваться вниз по глубине отверстия. Наименьшее сопротивление R при таком способе погружения у электрода 10 (см. табл. 3). Через некоторое время (10÷15 суток) оно выравнивается с сопротивлением R забитых электродов.

Конструкции электродов 2, 6, 7 (см. табл. 3) имеют сопротивления R больше сопротивлений забитых электродов.

Однако скорости погружения этих электродов значительно превышают скорости погружения электродов способом вибрации и забивания (табл. 4).

Наращивание, соединение вертикальных электродов с целью увеличения глубины погружения следует выполнять термосваркой или механическим сочленением.

Таблица 4

Скорости погружения электродов заземления

Способ погружения	Номер электрода по табл. 3	Скорость погружения, м/мин	Условия погружения
Ввертывание	1	0,77	Тяжелые
	2	1	---
	3	1,56	Легкие
	5	1,14	---
	6,7	0,7	Тяжелые
	10	1,65	Легкие
Вибрация	11	0,43	Погружаются автоматически То же
	12	0,43	
Забивание вручную	11	0,18	Тяжелые
	12	0,17	---

Соединение электродов с помощью муфты значительно увеличивает R и снижает скорость погружения электродов.

Для ускорения и удешевления изготовления стержневых электродов заземления монтажными заводами организован выпуск направляющих наконечников, обеспечивающих ввертывание электродов заземления в грунт. Технические условия предусматривают выпуск двух типов направляющих наконечников:

1) одновитковая спиральная шайба, конструкция которой представляет собой отрезок круглой стали с приваренной к нему по винтовой линии полосой (рис. 3, а);

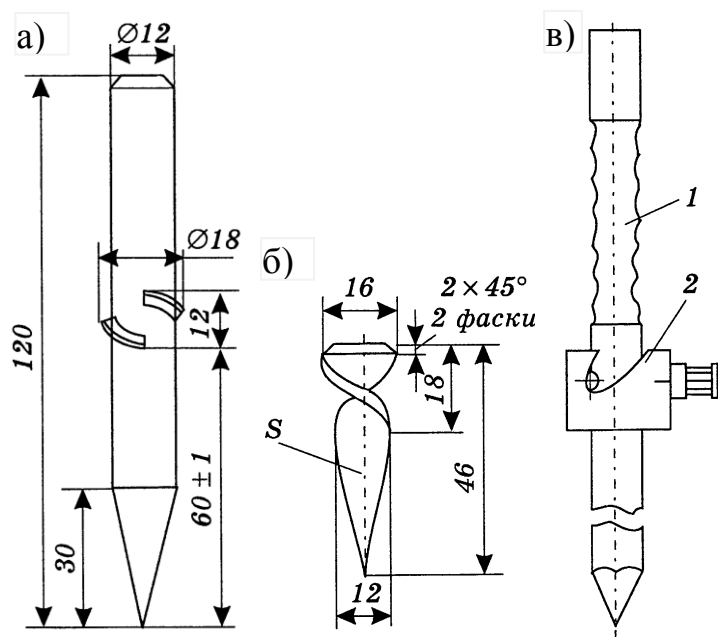


Рис. 3. Наконечники электродов заземления: а – наконечник электрода заземления с разрезной шайбой; б – наконечник электрода заземления из полосы; в – заземлитель для передвижных установок: 1 – стержень; 2 – зажим

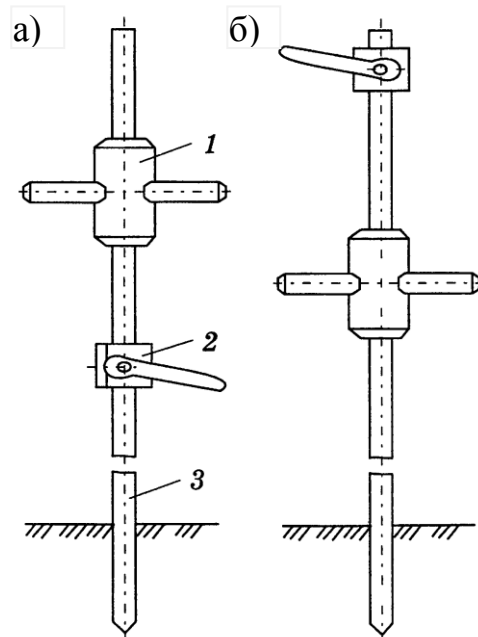


Рис. 4. Способы забивки и извлечения электродов: а – забивка; б – извлечение: 1– молот; 2– замок; 3– электрод

2) одновитковая спираль для полосы, конструкция которой представляет собой полосу, изогнутую по винтовой линии (рис. 3, б).

Одной из разновидностей стержневых электродов является заземлитель для передвижных электротехнических установок (рис. 3, в).

Заземлитель может быть использован для транспорта на резиновом ходу в охранно-опасных зонах, для заземления бытовых вагончиков и других аналогичных установок, требующих смены мест.

Общие размеры стержня: длина 900÷2000мм; диаметр 12÷14мм.

Способы забивки и извлечения заземлителя показаны на рис. 4. Забивка

и извлечение производятся с помощью молота (рис. 5).

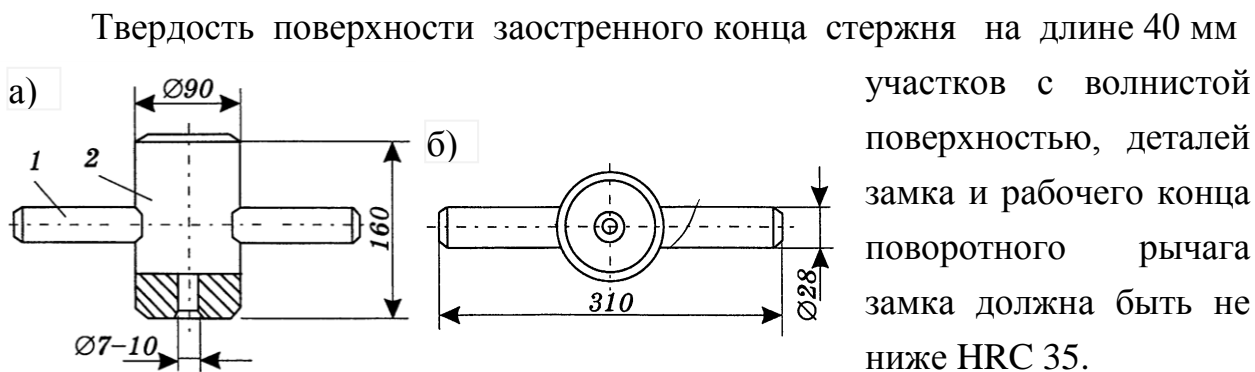


Рис. 5. Устройство для забивки и извлечения электродов: а – вид сбоку; б – вид сверху; 1 – рукоятка; 2 – молот

участков с волнистой поверхностью, деталей замка и рабочего конца поворотного рычага замка должна быть не ниже HRC 35.

Зажим должен обеспечивать надежный контакт заземляющего

провода. Значение переходного сопротивления между стержнем и заземляющим проводом не должно быть более 0,01 Ом.

При механизации процесса забивки и извлечения заземлителя, как правило, применяют машины специального назначения или приспособляют для этого серийные электрические и пневматические молотки, электротрамбовки, бензоперфораторы, легкие копры, вибраторы и другие механизмы ударного и виброударного действия, а также и ручные приспособления для монтажа единичных заземлителей в удаленных местах.

В частности, вертикальные (а также и наклонные) электроды чаще всего ввертывают в грунт с помощью ручных машин типа дрелей, имеющих привод от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания и снабженных редуктором, понижающим частоту вращения двигателя. Рабочий устанавливает в вертикальное положение механизм со вставленным в него электродом, заостренный конец которого (иногда снабженный спиралью для облегчения погружения) упирается в грунт в намеченном месте (рис. 6, а). При включении двигателя электрод начинает вращаться и погружается в разрыхляемый грунт под воздействием тяжести механизма и электрода при небольшом дополнительном усилии рабочего. Таким способом удается ввернуть электрод диаметром 10÷14 мм на глубину 4÷5 м в мягкий и талый грунт за несколько минут.

Для погружения электродов в плотные и мерзлые грунты приходится применять более мощные механизмы, например электрические вибраторы (рис. 6, б). В данном случае используется электровибратор, подвешенный к

крановой стреле, смонтированной на автомобиле. Для выполнения сварочных работ в кузове машины установлен сварочный трансформатор, а

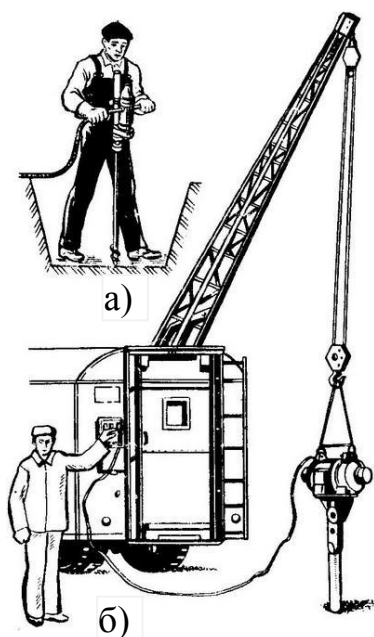


Рис. 6. Погружение в грунт вертикальных электродов заземления: а – ввертыванием электросверлилкой; б – забивкой электрическим вибратором, питаемым от автомобильной электростанции

для электропитания трансформатора, привода стрелы и вибратора – электрогенератор. Кнопки управления установки смонтированы на стенке автомашины в защитном кожухе. Стрела грузоподъемностью 0,5 т вынесена на крышу фургона. Подъем вибратора занимает 2 мин, а погружение отрезка электрода длиной 3 м, изготовленного из отходов труб, – около 5 мин.

К электровибратору заводского выпуска дополнительно изготавливают направляющий стакан с цилиндрическим переходником для электродов круглого сечения или с переходником, насаживаемым на электрод из угловой стали или стали соответственно другого профиля. Мощность электровибратора – 1,2 кВт, масса – 100кг. Мощность электродвигателей на подъемной лебедке и стреле соответственно 1,7 и 1,0 кВт.

В песчаных грунтах вибраторами удается погрузить электроды на глубину, нужную для достижения хорошо проводящих глубинных слоев земли (табл. 5), залегающих иногда на 15÷20 м и более, ниже поверхности.

Таблица 5

Глубина забивки электрода, м	3,5	5	7	9	11	13	15	18
Сопротивление растеканию, Ом	300	250	150	110	85	45	20	10

Анализ данных, приведенных в табл. 5 позволяет сделать вывод о том, что один вертикальный электрод, погруженный на глубину 18 м, будет иметь примерно такую же проводимость, что и 30 электродов, погруженных на глубину 3,5 м. С учетом перемычек, необходимых для соединения коротких электродов, металла понадобится гораздо больше, чем при одиночном электроде длиной 18 м. Кроме того, значительно повысятся и

затраты труда и стоимость заземляющего устройства, а проводимость ввиду взаимного экранирования коротких электродов может оказаться даже хуже, чем у одного глубинного электрода.

При прочих отмеченных выше достоинствах глубинное заземление целесообразно устраивать при стесненной территории.

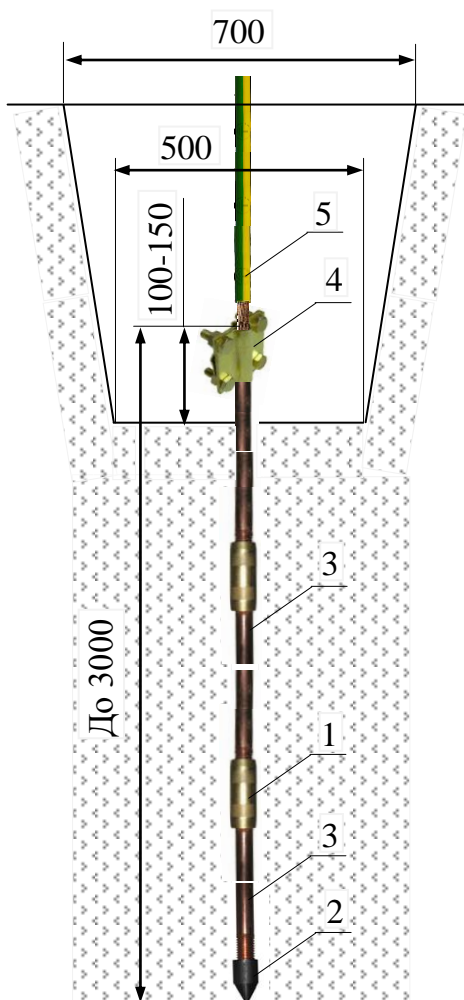


Рис. 7. Конструкция глубинного заземляющего устройства

В основу глубинного заземляющего устройства положен электрод заземляющий вертикальный стержневой сборный. Схема применяется при точечном монтаже электрода. На поверхность выводится круглый или плоский проводник. Электрод погружается на глубину до 30 метров. Глубина погружения определяется расчетом в зависимости от грунтовых условий.

Использование электрода заземляющего вертикального стержневого сборного в качестве вертикального элемента заземляющих устройств, погружаемого на глубину до 30 метров, позволяет получить стабильное электрическое сопротивление заземляющего устройства, на которое слабо влияет изменение температуры внешней среды.

Покрытие стержня заземления медью чистотой не менее 99,95% и толщиной не менее 0,25мм гарантирует получение низкого удельного электрического сопротивления заземления, высокую коррозионную стойкость

и срок службы в грунте до 30 лет.

Удобство и простота монтажа позволяет исключить использование тяжелой строительной техники (экскаватор), а также людского ресурса (в человеко-часах).

Конструкция глубинного заземляющего устройства показана на рис. 7: 1 – муфта соединительная; 2 – наконечник стальной; 3 – стержень заземления; 4 – зажим специальный; 5 – заземляющий проводник.



Муфта соединительная (рис. 8) предназначена для соединения по длине нескольких стержней заземления посредством резьбы. Муфта изготовлена из латуни, устойчивой к коррозии. Муфта представляет собой цилиндр со сквозным

резбовым отверстием, на наружной поверхности которого нанесено рифление для обеспечения удобства сборки. Конструкция муфты такова, что стержни заземления встречаются на ее середине, а силы, возникающие при погружении заземляющего электрода в грунт, передаются с одного стержня на другой, а не через муфту. С каждой стороны муфты перед внутренней резьбой предусмотрено увеличение диаметра отверстия с целью полного закрытия резьбы на стержнях заземления и предохранения ее от воздействия окружающей среды. Внешний диаметр муфты больше диаметра стержня заземления. Благодаря этому основная истирающая нагрузка приходится на муфту, а не на стержень заземления.

Для погружения заземляющего электрода в грунт путем передачи ударных нагрузок от отбойного молотка с энергией единичного удара не менее 25 Дж используются специальные приспособления: приемная головка и ударная насадка (рис. 9).



Рис. 9. Отбойный молоток для погружения заземляющего электрода



Наконечник стальной (сталь Ст45 ГОСТ 1050-88) (рис. 10) представляет собой цилиндр с глухим резьбовым отверстием, на одном из торцов которого имеется конус. Использование

Рис. 10 наконечников как части заземляющего устройства обеспечивает вертикальное погружение электродов относительно плоскости земли в плотных слоях грунта до 30 метров и позволяет увеличить скорость погружения заземляющего электрода при использовании виброударных нагрузок на заземляющий электрод, а также защищает погружаемый электрод от механических повреждений.



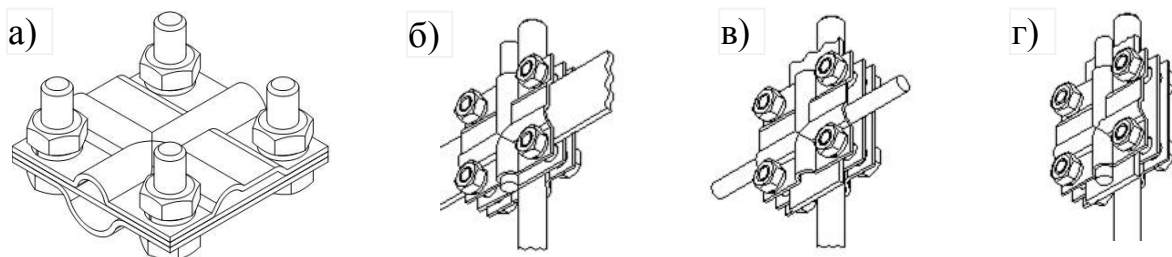
Стержень заземления (рис. 11) представляет собой тянутый стальной стержень (сталь низкоуглеродистая Ст10), покрытый электрохимическим способом медью. В соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 п. 1.8 материал, конструкция и размеры заземлителей должны обеспечивать устойчивость к механическим, химическим и термическим воздействиям на весь период эксплуатации. Это требование обеспечивает медное покрытие, которое образует со стальным стержнем молекулярную связь, что позволяет погружать заземляющий электрод на глубину до 30 метров в грунт без нарушения целостности и отслаивания покрытия. Резьба на концах стержня заземления получена накатыванием

Рис. 11 роликом после нанесения медного покрытия, что позволяет предохранить однородное медное покрытие от повреждений.

Среди специальных зажимов для заземляющих электродов наибольшее практическое применение получили зажимы ЗУ (рис. 12), ЗУ-К (рис. 13) и ЗУ-В (рис. 14).

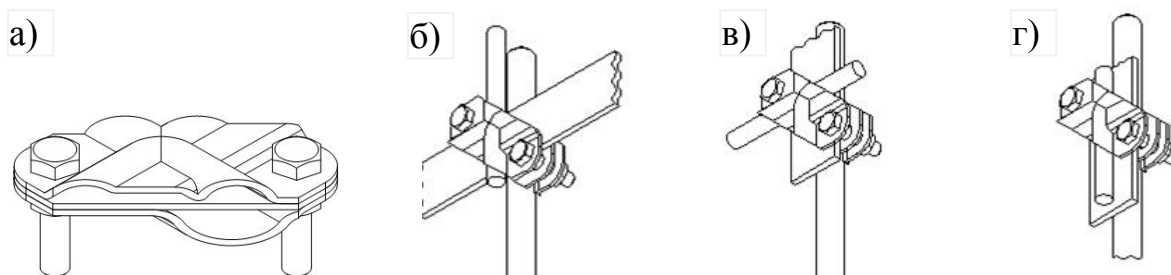
Зажимы предназначены для резьбового электрического соединения вертикальных и горизонтальных элементов (шин заземления из круглых и/или плоских проводников) заземляющих устройств, и электрического соединения с землей аппаратов, машин, приборов и других подобных устройств вместе с другими элементами монтажа.

Надежное электрическое соединение у зажимов обеспечивается за счет применения латуни высокой удельной электропроводности и стабильным низким электрическим сопротивлением, не зависящим от колебаний температуры внешней среды. Высокая коррозионная стойкость применяемых материалов обеспечивает срок службы не менее 30 лет.



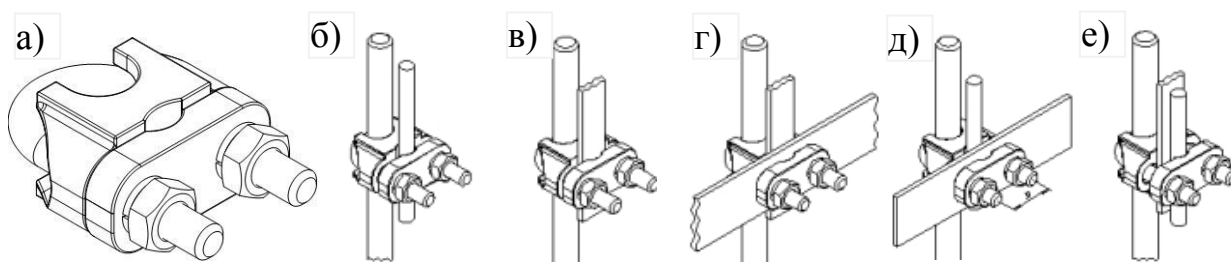
а – зажим ЗУ; б, в, г – схема монтажа зажима: соединение электрода заземляющего вертикального стержневого с круглыми и плоскими медными проводниками

Рис. 12. Зажим универсальный для элементов заземляющих устройств



а – зажим ЗУ-К; б, в, г – схема монтажа зажима: соединение электрода заземляющего вертикального стержневого с круглыми и плоскими медными проводниками

Рис. 12. Зажим универсальный косой для элементов заземляющих устройств



а – зажим ЗУ-В; б, в, г, д, е – схема монтажа зажима: соединение электрода заземляющего вертикального стержневого с круглыми и плоскими медными проводниками

Рис. 13. Зажим универсальный U-образный для элементов заземляющих устройств

Заземляющий проводник в виде троса сечением 25 мм^2 в ПВХ изоляции используется для соединения заземляющих электродов друг с другом, а также для соединения заземлителя.

Трос изготовлен из 7 медных жил сечением $3,5 \text{ мм}^2$ ($\varnothing 2,13 \text{ мм}$).

При монтаже проводник прокладывается в канале глубиной $0,5 \div 0,7 \text{ м}$.

Соединение со штырем заземления производится зажимом.

Порядок монтажа глубинного заземляющего устройства

1. Для погружения вертикальных заземляющих электродов должен быть отрыт приямок шириной в верхней части $0,7 \text{ м}$, в нижней – $0,5 \text{ м}$ и глубиной $0,7 \div 0,8 \text{ м}$.

2. Подготовка составных частей заземляющего электрода заключается в обработке внутренней части стального наконечника и муфт антикоррозионной токопроводящей пастой.

Примечание. Смазка (паста) графитовая электропроводящая является всесезонным смазочным электропроводящим материалом. Смазка

предназначена для получения стабильной электрической цепи электрода заземляющего вертикального стержневого сборного. Наносится на резьбовые соединения элементов монтажа. Обладает хорошей адгезией и в течение времени ее свойства не меняются даже при нагревании стыка соединения током 1200 А до температуры +40°. Защищает от коррозии, что способствует стабилизации электрического сопротивления в условиях эксплуатации. Применение смазки позволяет снизить на 9÷11% сопротивление стыка практически во всем диапазоне токов, пропускаемых через сборный стык (до 1200 А). При этом при нагревании смазка не вытекает, а сопротивление контактируемых поверхностей на 55÷60% снижается за счет лучшего заполнения неровностей стыка.

3. Стальной наконечник наворачивается на один конец стержня до упора.

4. На другой конец этого же стержня наворачивается муфта до упора.

5. В муфту до упора вкручивается приемная головка.

6. При помощи отбойного молотка с ударной насадкой погрузить электрод в грунт на глубину, удобную для проведения последующих операций.

7. Из муфты выкручивается приемная головка, внутренняя поверхность муфты еще раз обрабатывается антикоррозионной токопроводящей пастой.

8. В муфту погруженного стержня вворачивается до упора следующий стержень.

9. На другой конец этого стержня накручивается до упора обработанная антикоррозионной токопроводящей пастой муфта.

10. В муфту вворачивается до упора приемная головка, и электрод погружается в грунт аналогичным образом.

11. Последовательно в грунт выше описанным способом погружаются остальные стержни заземления.

12. Последний стержень погружается в грунт на такую глубину, чтобы была возможность произвести на нем монтаж зажима для соединения с заземляющим проводником (кругом или полосой).

Примечание. Рекомендуется проводить измерение сопротивления заземления каждые 5÷10 метров глубины. Выполнение этой рекомендации позволяет определить оставшийся объем работ, а также сэкономить материалы, если требуемое сопротивление будет получено на глубине,

меньшей полученной расчетом (это может быть связано с ошибкой принятого удельного сопротивления грунта).

13. После соединения проводников из различных металлов (например, медь-сталь) с помощью зажима рекомендуется дополнительно защищать место соединения для увеличения срока службы специальной антикоррозионной стойкой к неорганическим кислотам, щелочам, солям и микроорганизмам, высокогерметичной в отношении воды, водяного пара и газов изоляционной лентой.

14. После монтажа заземлителя и наружных заземляющих проводников перед засыпкой приямок должен быть составлен акт освидетельствования скрытых работ.

15. Приямок следует засыпать однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора с утрамбовкой грунта 200мм. Затем засыпать местным грунтом.

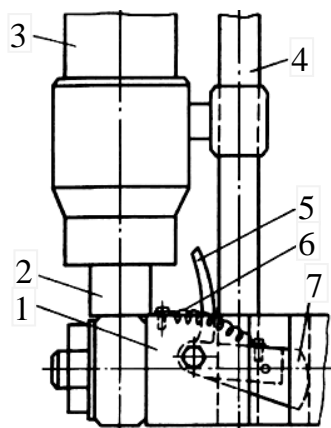
2.1.2 Вдавливание электродов.

Если нет специальных приспособлений для ввертывания или забивки электродов, их можно погружать вдавливанием, воспользовавшись механизмами общего назначения (тракторы, автомобили), а также бурильными и другими машинами.

При вдавливании электродов-заземлителей грунт не только не разрыхляется, но даже уплотняется. Поэтому этот способ монтажа обеспечивает так же, как и способ забивки, наилучшую проводимость заземлителя вследствие хорошего контакта электрода с грунтом и возможность немедленной сдачи в эксплуатацию после монтажа и измерения сопротивления.

2.1.2.1 Вдавливание с помощью цангового зажима (рис. 14).

Перед погружением электрод крепят к штоку 2 гидроцилиндра 3 с



помощью цангового зажима 1, что позволяет в случае необходимости (например, при попадании электрода на камень) освободить его. Кроме штока гидроцилиндра, такой зажим может прикрепляться к шнеку или штанге строительных машин. Во избежание вращения вокруг вертикальной оси гидроцилиндр соединен с направляющей штангой

Рис. 14

4. При движении штока гидроцилиндра вниз, вместе с ним перемещается и зажим с электродом, который надежно прижимается к его корпусу стопорным сегментом 7 и вдавливается в грунт. При движении зажима вверх стопорный сегмент скользит по электроду, а при движении вниз захватывает новый участок электрода и вдавливает его в грунт. В такой последовательности происходит погружение электрода на глубину, предусмотренную проектом. При необходимости его можно освободить, нажав на рукоятку 5 отвода сегмента. В рабочем положении сегмент удерживается пружиной 6, концы которой закреплены винтами на нем и корпусе зажима.

2.1.2.2 Вдавливание с помощью зажимного приспособления с цилиндром (рис. 15).

Приспособление состоит из гидроцилиндров 3 с двумя полыми штоками и зажимного автоматического устройства 1, закрепленного на конце нижнего штока 2. Гидроцилиндр с помощью стоек 5 и фиксатора 4 крепится на раме 6. При установке электрода гидроцилиндр размещают в горизонтальном положении, а электрод продевают через штоки и зажим. После этого гидроцилиндр устанавливают в рабочее положение и укрепляют фиксатором между стойками. Электрод вдавливается в грунт при рабочих ходах штока: вначале при полном, затем с постепенным уменьшением рабочего хода, величина которого зависит от сопротивления грунта и достигнутой глубины погружения.

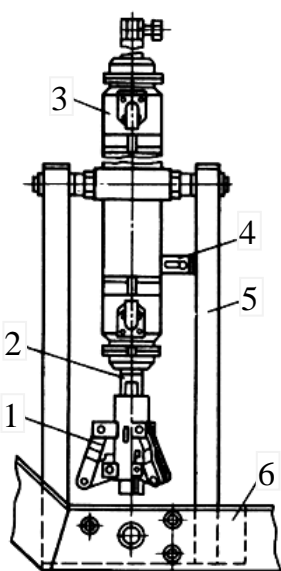


Рис. 15

2.1.2.3 Заглубление с помощью навесного вдавливателя к трактору (рис. 16).

Приспособление позволяет вдавливать стальную проволоку в грунт, сматывая ее с барабана 1. При этом не нужно заострять концы проволоки, так как усилие вдавливания достаточно велико. Нижняя часть вдавливателя представляет собой плиту с конусообразной массивной направляющей, в цилиндрической части которой имеется опорная втулка 7 с рычагом для ее поворота на 180° вокруг оси. Вдавливание электрода в грунт осуществляется

так: конец стальной проволоки 2 диаметром 10 мм из барабана 1 заправляют между роликами протяжного механизма 3 и через фиксатор 5 вводят в

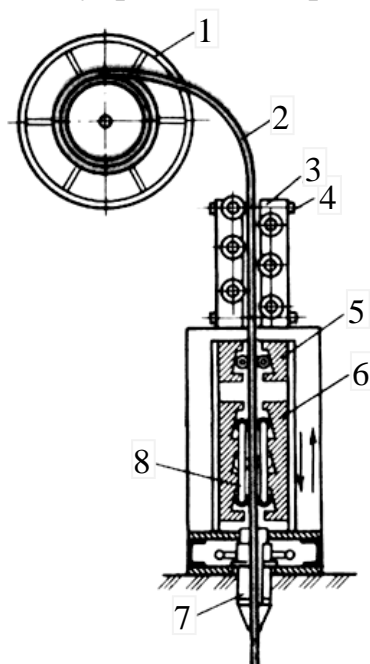


Рис. 16

захват 8, при этом ползун 6 находится в верхнем положении. Винтами 4 регулируют зазор между проволокой и обжимающими роликами, а затем приводят во вращение приводной вал. При этом ползун совершает движение вниз вверх, захват зажимает проволоку и она, проходя через ролико-протяжный механизм, выпрямляется и перемещается вниз в направляющей. После этого механизм останавливают, и конец проволоки, вошедшей в паз, закрывают втулкой, поворачивая ее рычаг. Таким образом, обеспечивается устойчивое положение конца проволоки, благодаря чему она не изгибается при погружении.

Включают привод. При движении ползуна вниз захват зажимает проволоку и ползун вдавливая ее в грунт, а ролики фиксатора расклиниваются. При движении ползуна вверх ролики фиксатора зажимают проволоку, а ролики захвата свободно перекатываются по ее стержню вверх. Таким образом, процесс взаимодействия захвата и фиксатора повторяется.

2.1.2.4 Вдавливание с помощью ножного нажимного приспособления (рис. 17).

Приспособление, состоящее из сварного корпуса 2 и двух эксцентрично поворачивающихся на своих осях дисков захвата 3, позволяет

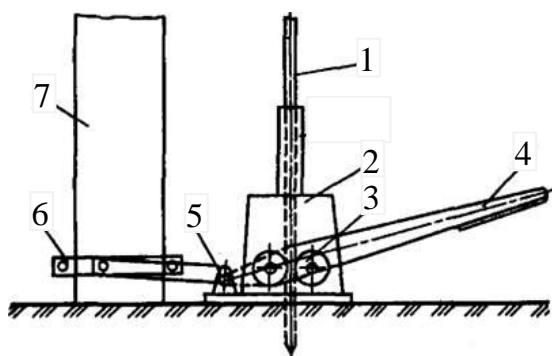


Рис. 17

захватывать и удерживать электрод 1 при нажатии, направленном вниз, и освобождать его при поднятии рычага-педали 4 вверх. При достаточной длине рычага-педали электрод легко вдавливается на большую глубину. Для упора этого приспособления при вдавливании его прикрепляют, например,

к опоре линии электропередачи 7 с помощью хомута 6 и деревянного клина. Хомут соединяется с основанием приспособления через ось рычага 5.

2.1.2.5 Вдавливание с помощью трактора с гидроцилиндром (рис. 18).

Зажимное устройство 2 с гидроцилиндром 1 можно использовать в малых колесных тракторах с гидроцилиндром, обладающих хорошей маневренностью, проходимостью и скоростью передвижения. Гидроцилиндр

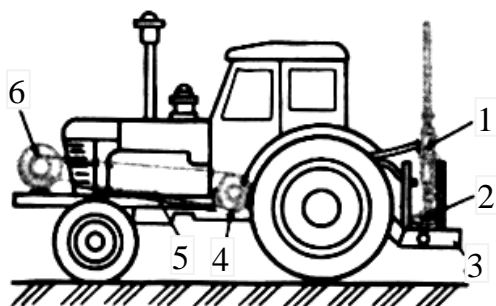


Рис. 18

с двумя полыми штоками устанавливается на трактор с помощью специальной рамы. В передней части трактора размещают сварочный генератор 6 с приводом от бокового вала отбора мощности 4 с помощью клиноременной передачи 5. Так как гидроцилиндр может поворачиваться на угол 30° или 45° , то при максимальном усилии (25 кН) электроды диаметром $12\div 18$ мм и длиной до 6м могут погружаться в грунт средней плотности вертикально и наклонно за $4\div 5$ мин.

с двумя полыми штоками устанавливается на трактор с помощью специальной рамы. В передней части трактора размещают сварочный генератор 6 с приводом от бокового вала отбора мощности 4 с помощью клиноременной передачи 5. Так как гидроцилиндр может поворачиваться на

2.1.2.6 Вдавливание с помощью

бурильной машины с самозажимным устройством (рис. 19).

Зажимное устройство 4 состоит из двух клинообразных кулачков для зажатия электрода 2, передвигающихся по двум наклонным пазам от усилия

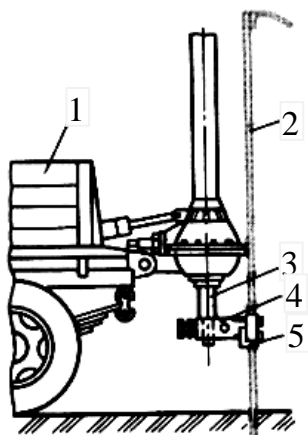


Рис. 19

пружины, и рычага зажима 5. Оно прикрепляется к бурильной штанге 3 машины 1, с которой предварительно снята бурильная головка. Зажатый электрод вдавливается в грунт возвратно-поступательным движением бурильной штанги без ее вращения. При движении штанги вниз кулачки зажимного устройства удерживают электрод, а при движении вверх они отжимаются и освобождают электрод, остающийся в грунте.

После заглубления на полную длину электрода нажимают рычаг зажима 5, которым раздвигают кулачки, при этом штанга освобождается. При демонтаже электрод вытаскивают из земли в той же последовательности, но при перевернутом зажиме. Необходимость демонтажа электрода может возникнуть и при монтаже, например, если он

пружины, и рычага зажима 5. Оно прикрепляется к бурильной штанге 3 машины 1, с которой предварительно снята бурильная головка. Зажатый электрод вдавливается в грунт возвратно-поступательным движением бурильной штанги без ее вращения. При движении штанги вниз кулачки зажимного устройства удерживают электрод, а при движении вверх они отжимаются и освобождают электрод, остающийся в грунте.

погнется. В зависимости от плотности грунта вдавливание одного электрода длиной 6м происходит за 2÷5 мин.

Если для заземления защищаемого объекта достаточен один электрод, сварочные работы полностью выполняют в мастерской, а на месте лишь вдавливают электрод и присоединяют заземляющий проводник к оборудованию.

2.1.2.7 Вдавливание с помощью

бурильно-крановой машины с трубчатым направителем (рис. 20).

Приспособление состоит из направляющей трубы 5 диаметром 3" с



рядом продольных отверстий 6, в которые вставляют палец для перехвата электрода по мере его заглубления. Труба свободно перемещается в гильзе 7, закрепленной на штанге 2 бура хомутами 1. При опускании штанги опускается и гильза, скользящая по трубе, пока не упрется в палец, который, нажимая на конец электрода, вдавливает его в грунт. Нижний конец направляющей трубы с помощью косынки 4 прикрепляется к бурильной штанге. Бур 3 перед началом вдавливания отсоединяют от редуктора. Погружение электрода на глубину до 3 м осуществляется за четыре – шесть перехватов пальца в отверстиях трубы.

Рис. 20

2.1.3 Ввертывание электродов – заземлителей в грунт.

Способ ввертывания электродов – заземлителей так же, как и любой другой способ, имеет свои преимущества и недостатки, определяющие его применение в конкретных условиях.

Несомненным преимуществом является сравнительная легкость освоения массового производства механизированных приспособлений. Это нашло отражение в заводском выпуске заглубителей электродов на базе ручных электросверлильных машин или малых бензодвигателей, широко применяемых на монтаже заземлительных устройств.

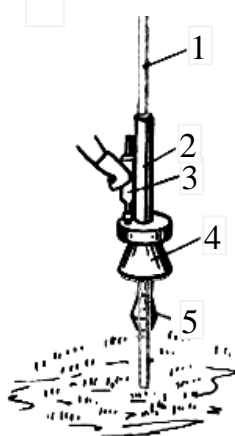
Вместе с тем легкие и удобные приспособления для ввертывания позволяют заглублять электроды лишь на сравнительно небольшую глубину, а это в ряде случаев увеличивает число электродов и расход металла.

Мощность этих приспособлений небольшая, и для облегчения ввертывания приходится применять наконечники на электродах, разрыхляющие грунт, что резко увеличивает электрическое сопротивление грунта на период, пока его естественная структура не восстановится, т.е. на время, определяемое месяцами. Необходимость быстрого ввода в эксплуатацию вызывает увеличение числа погружаемых электродов для достижения нужной проводимости заземлителя, а следовательно, и дополнительный расход металла.

Несмотря на приведенные недостатки, способ ввертывания во многих конкретных случаях позволяет быстро и экономично смонтировать заземляющее устройство.

2.1.3.1 Ввертывание с помощью электрозаглубителей.

Наибольшее распространение получили электрозаглубители ПЗ-12 на базе сверлилки И-28А и УВЭГ-16 на базе электросверлилки ИЭ-1023, позволяющие ввертывать электроды диаметром $12 \div 16$ мм на глубину до 5 м. Конструктивно заглубители (рис. 21) состоят: из трубы 2, к которой



сбоку прикреплена электросверлилка 3, а снизу расположенный в кожухе 4 автоматический зажим 5, которым и закрепляется электрод 1. Зажим представляет собой полый вал, на который насажена одна шестеренка, а другая соединена со шпинделем электросверлилки. С помощью шестеренок (редуктора) снижается частота вращения вала электросверлилки, которая на электроде не превышает 100 об/мин, при этом увеличивается его крутящий момент. Вращающиеся части заглубителей

Рис. 21 закрываются кожухом.

Перед ввертыванием подготовленный электрод вставляют верхним концом в заглубитель, лежащий в горизонтальном положении, со стороны автоматического зажима так, чтобы конец выходил на $1,3 \div 1,5$ м из зажима. Зажим заглубителя вместе с электродом устанавливается в рабочее положение в точке ввертывания, а электрод под действием осевого усилия вниз захватывается автоматическим зажимом, при этом включается электросверлилка и электрод вворачивается на глубину около 1 м (механизм заглубителя приближается к земле на расстояние $0,3 \div 0,5$ м). Затем механизм

заглубителя за ручки электросверлилки перемещают вверх по электроду на расстояние около 1 м. Глубина каждого погружения зависит от роста работающего и плотности грунта.

При необходимости демонтажа электрода с него снимают механизм, переворачивают автоматическим зажимом вверх и выполняют работы в обратном порядке (вращающийся электрод вынимают из земли и, нажимая на ручки электросверлилки снизу вверх, переставляют заглубитель ступенями вниз по электроду). При работе с такими заглубителями следят, чтобы при нажатии на рукоятки электросверлилки не создавался момент, способный изогнуть электрод.

При ввертывании электродов в плотный грунт требуются значительные усилия, что затруднительно для одного работающего. Поэтому рассмотренные заглубители снабжают приспособлениями в виде колеса с упорами, изготовленными из стальных или дюралевых труб (рис. 22), вследствие чего вместо одного рабочего работают двое, а длина ввертываемого электрода увеличивается на 1÷1,5 м.

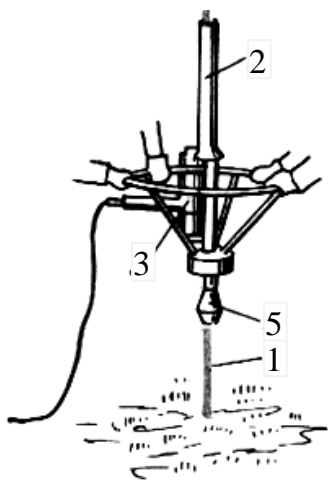


Рис. 22

При ввертывании электродов в мерзлый грунт (с глубиной промерзания свыше 10 см) необходима предварительная проходка этого слоя, для чего применяют специальные длинные сверла с наконечниками из твердого сплава, диаметр которых больше, чем диаметр электрода, спиральным шнеком длиной около 60 см и удлинителем круглого сечения диаметром, равным диаметру электрода. Такие сверла вставляют в автоматические прижимы и закрепляют в них вместо электродов.

Промерзшую часть грунта просверливают. Затем сверла удаляют, вставляют электроды и ввертывают их в нижележащий талый грунт. Если устанавливается большое количество электродов в мерзлый грунт, то рекомендуется один заглубитель оснастить сверлом, а другими только ввертывать электроды.

Для облегчения ввертывания электродов в плотные грунты используют серийные заглубители или более мощные электродвигатели (рис. 23, поз. 7) с редукторами, которые устанавливают на специальных направляющих рамах, смонтированных на основаниях (рис. 23, поз. 9).

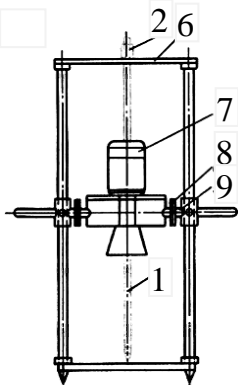
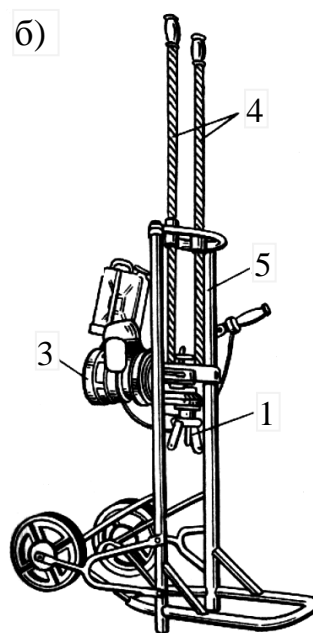
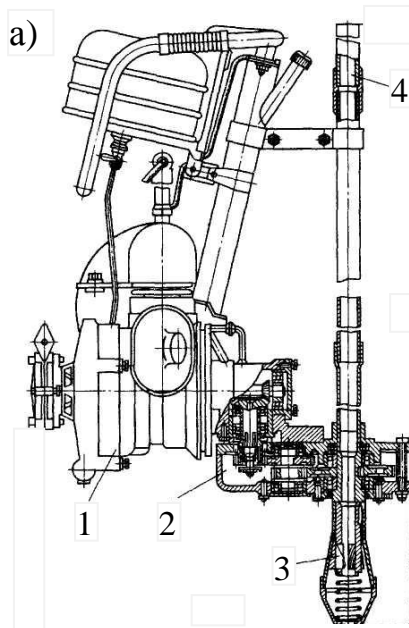


Рис. 23

Поперечина основания, на которой крепится заглубитель или электродвигатель с редуктором, может быть поворачивающейся благодаря узлу вращения (рис. 23, поз. 8), что позволяет заглублять электроды (рис. 23, поз. 1) как вертикально, так и наклонно. Направляющая труба (рис. 23, поз. 2) на перекладине (рис. 23, поз. 6) позволяет применять более тонкие электроды (диаметром 10÷12 мм и длиной до 6 м).

2.1.3.2 Ввертывание с помощью бензомоторных погружателей

В случаях, когда нельзя использовать заглубители с электроприводом, применяют заглубители с двигателями внутреннего сгорания для мотопил "Дружба", "Урал", "Тайга". Наиболее распространены заглубители с бензиновым двигателем "Дружба", например, приспособление серии ПЗД-12У1 для ввертывания электродов диаметром 12÷16 мм (рис. 24, а, б).



- 1 – автоматический зажим или патрон самозажимной;
- 2 – двухступенчатый редуктор;
- 3 – двигатель бензопилы;
- 4 – ходовые винты;
- 5 – трубчатая рама.

Рис. 24. Бензомоторный погружатель серии ПЗД-12У1

При снижении частоты вращения с помощью редуктора значительно увеличивается крутящий момент в приспособлениях (рис. 24, б), изготовленных на базе переносных ручных геологоразведочных установок ПБУ-10 для ввертывания электродов диаметром 12÷18 мм.

Работа приспособления ПЗД-12У1 основана на том, что при осевом нажатии на рукоятку двигателя происходят автоматический зажим и

вращение электрода, что обеспечивает ввертывание его в грунт.

Приспособление (рис. 24) состоит из трубчатой рамы 5, по которой с помощью ходовых винтов 4 может передвигаться вращатель, приводимый от двигателя 3 бензопилы. Вращатель имеет двухступенчатый редуктор 2, снижающий его частоту вращения до $80 \div 200$ об/мин (на редукторе приспособления ПЗД – 540 об/мин). К вращателю приспособления вместо шнекового бура крепится с помощью самозажимного патрона или автоматического зажима 1 ввертываемый электрод. По мере погружения электрода сопротивление грунта увеличивается. В приспособлении ПЗД оно преодолевается лишь его тяжестью и ручным усилием рабочего, поэтому наибольшая глубина погружения электрода обычно не превышает $5 \div 6$ м (рис. 24, а). Скорость ввертывания электрода наибольшего диаметра в землю, м/мин – 1.

В приспособлении ПБУ-10 (рис. 24, б) усилие подачи электродов вниз может быть значительно увеличено вращением винтов, что позволяет погружать их на глубину до 10 м в сравнительно плотные грунты. Цельным электродом такой длины пользоваться неудобно, так как нужна очень длинная направляющая труба, предотвращающая изгиб электрода, поэтому обычно применяют составные электроды или цельные длиной до 6 м с небольшой направляющей трубой, укрепляемой выше рамы. В зависимости от плотности грунта и достигнутой глубины скорость погружения электрода составляет, м/мин – $0,9 \div 2,4$. Для переоборудования ручной буровой установки в заглубитель электродов требуется не более 1 ч, чтобы установить автоматический зажим.

2.1.4 Бестраншейный способ прокладки заземлителей

2.1.4.1 Прокладка с помощью ножей для прорезания почвы

Для прорезания грунта и протягивания заземлителя при бестраншейной прокладке применяют различные конструкции ножей, которые навешивают на тракторы, автомобили и другие машины. В конструкции приведенной на (рис 25, а) нож 4, выполненный из рельса Р - 55, крепится с помощью накладки 5 и болтов 3 к отвалу 1 бульдозера. Он имеет общую длину около 1,5 м, заострен в нижней части 6 и усилен в верхней части стальными планками длиной около 1 м каждая. Часть нагрузки на нож при работе принимают на себя упоры 2.

Другая конструкция ножа (рис. 25, б) закрепляется на гидронавеске трактора К-700. Она представляет собой сварное устройство, состоящее из режущей части 4, кронштейна для крепления ножа к гидронавеске 7 и зажима 8 со стопором для присоединения к ножу конца прокладываемого протяженного электрода заземлителя. При движении трактора нож с помощью гидронавески заглубляется и протягивает за собой на нужной глубине электрод. В конце прокладки с помощью гидроцилиндра трактора нож вместе с концом электрода вынимают из грунта и электрод отсоединяют от приспособления. На обратном пути трактор уплотняет взрыхленный грунт.

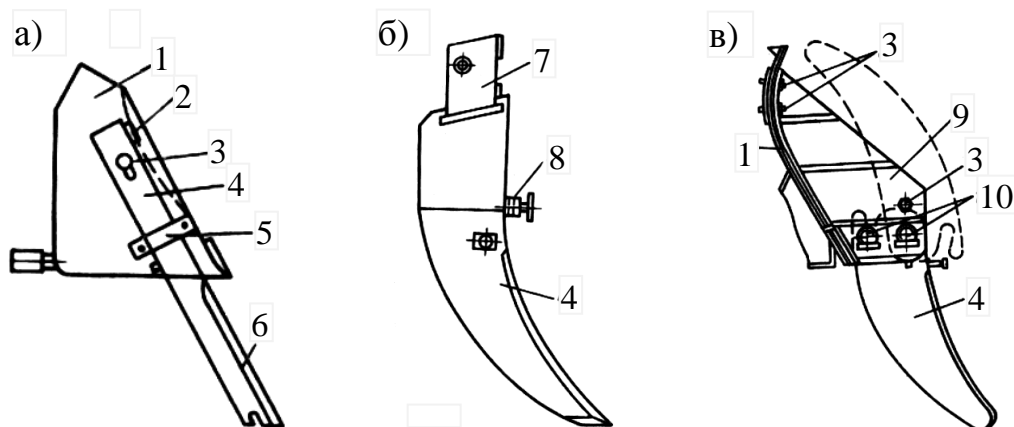


Рис. 25. Конструкция ножей для прорезания почвы

Для тракторов меньшей мощности изготавливают ножи (рис.25, в) из листовой стали, которые крепятся к кронштейну, выполненному из стальной плиты 9, на отвале 1 бульдозера с помощью болтов 3. Ножи с помощью специальных шайб и шплинтов 10 могут легко перемещаться вверх в нерабочее положение. Конец электрода также прикрепляется к ножу, который при движении бульдозера вперед прорезает грунт и протягивает его за собой на нужной глубине. При движении в обратную сторону трактор уплотняет 9 землю над электродом, а нож в это время находится в откинутом вверх положении.

2.1.4.2 Прокладка с помощью кабелеукладчиков

При больших объемах работ для непосредственной прокладки заземлителей с помощью ножей применяют прицепные (рис. 26, а) и навесные (рис. 26, б) кабелеукладчики. Небольшие прицепные кабелеукладчики рассчитаны на прокладку глубиной до 700 мм. Для прокладки электрода-заземлителя (провода) на глубину до 1 м заводские

колеса кабелеукладчика заменяют на колеса меньшего диаметра. У прицепного кабелеукладчика (рис. 26, а) барабан 4 с намотанной на него проволокой 5 из мягкой малоуглеродистой стали диаметром 10 мм или оцинкованной проволокой диаметром 6-8 мм поднимают ручной лебедкой 2 на раму 3. Проволоку заводят в нож 6 и пропускают через направляющий ролик 7. Конец проволоки прикрепляют к какому-либо прочному предмету на поверхности земли (к фундаменту опоры ВЛ или специальному якорю). Затем трактором 1 тянут кабелеукладчик с заглубленным в грунт ножом, прокладывая проволоку. Недостатком этого способа прокладки является необходимость разрыхления небольшого объема грунта вручную для заглубления ножа в начале процесса.

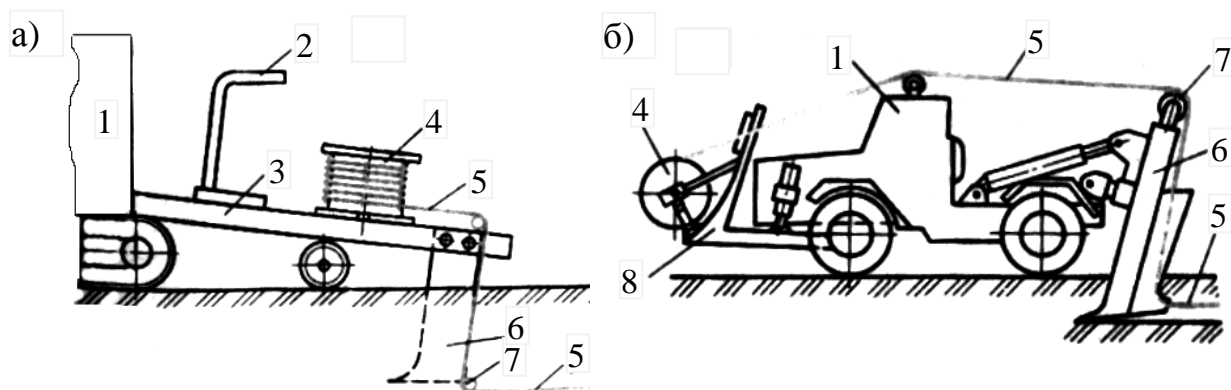


Рис. 26. Прокладка заземлителей с помощью кабелеукладчиков

При использовании навесного кабелеукладчика (рис. 26, б) можно поднимать и опускать нож 6 с помощью гидросистемы трактора 1. Барабан 4 со стальной проволокой (заземлителем) 5 размещается на бульдозерном отвале 8, откуда проволока пропускается по роликам 7 через нож. При движении трактора нож прорезает грунт и одновременно прокладывает проволоку на нужную глубину, которая сматывается со свободно вращающегося барабана. Ее конец в начале прокладки прикрепляют к якорю или другому прочному предмету. При переоборудовании кабелеукладчиков проверяют возможность использования предназначенных для движения кабелей роликов и других деталей и при необходимости приспособливают их для монтажа жесткой стальной проволоки заземлителей.

2.1.4.3 Прокладка с помощью строительно-дорожных машин

Для бестраншейной прокладки горизонтальных заземлителей можно использовать некоторые строительно-дорожные машины и их детали,

например прицепное приспособление к трактору (рис. 27, а) с гидросистемой навески. Прицепное приспособление (рис. 27, а) состоит: из переднего 2, среднего 3 и заднего 4 ножей, закрепленных на Т-образной раме 1, сваренной из швеллера № 20. Передний нож используется из машины для посадки молодых кустарников, а средний изготавливается из зуба корчевателя. При движении механизма оба ножа выполняют предварительную работу: передний подрезает корни кустарников и приподнимает приспособление в случае попадания больших камней или других препятствий, средний разрыхляет грунт на глубину до 700 мм и ширину 100 мм. Задний нож, дополнительно прикрепляемый к раме с помощью откоса 5, имеет специальный зажим 6 для закрепления проволоки 7 заземлителя и изготавливается в виде втулки длиной 60 мм и внешним диаметром 30 мм с толщиной стенки 10 мм.

При креплении проволоки вводят в отверстие втулки снизу ее конец, изогнутый под углом 90° на длине 50-60 мм. Задний нож прорезает грунт еще глубже и протягивает за собой проволоку заземлителя.

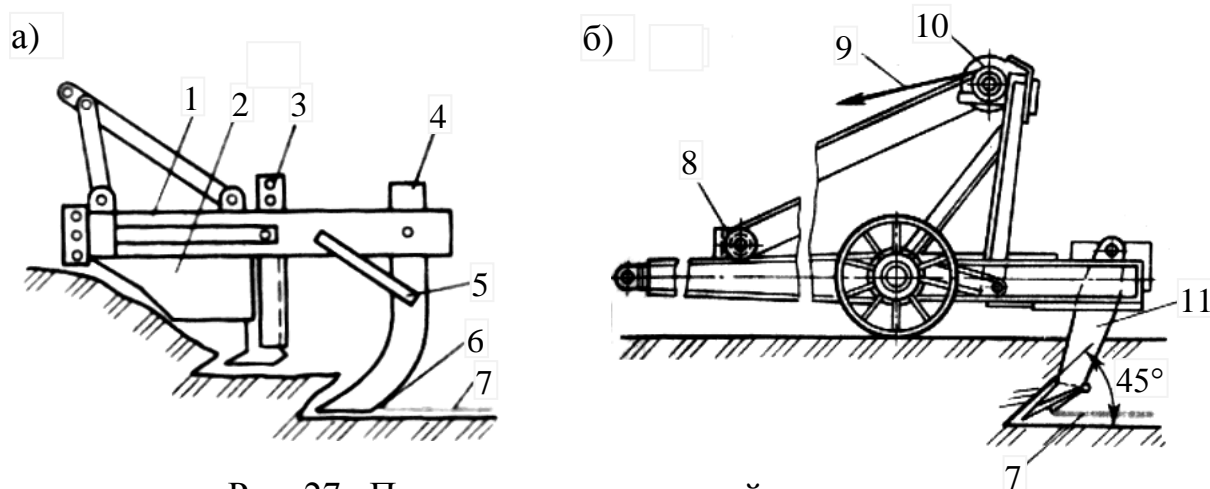


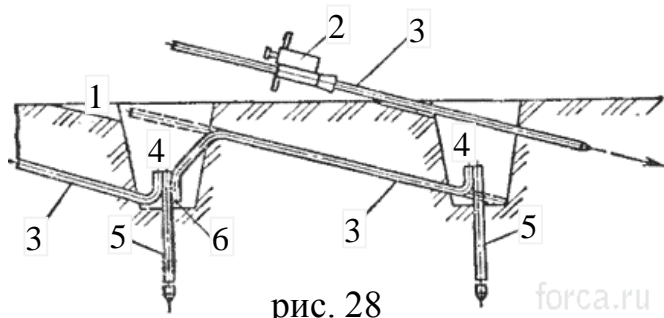
Рис. 27. Прокладка заземлителей с помощью строительно-дорожных машин

Для прокладки проволоки заземлителей применяют и прицепной плуг-рыхлитель, используемый в дорожных и лесных хозяйствах (рис. 27, б). В таком механизме оставляют только один зуб-лемех 11, к которому приваривают зажим-втулку для крепления конца проволоки 7 заземлителя указанным выше способом. Зуб-лемех опускается и поднимается лебедкой трактора с помощью каната 9 и блоков 8 и 10. При движении трактора нож погружается на заданную глубину, прорезает грунт и протягивает проволоку

заземлителя, при этом земля не выбрасывается наружу. Грунт утрамбовывается при движении трактора в обратную сторону.

2.1.4.4 Прокладка с помощью соединенных вертикальных электродов

Этот способ применяют, когда нужно соединить между собой несколько находящихся рядом вертикальных электродов. В месте их погружения (рис. 28) выкапывают механизированным или ручным буром



приямки 4 на глубину до 1 м. Затем с помощью ручного механизированного заглубителя 2 погружают между приямками стержневые перемычки 3. На краях приямков для удобства погружения

предварительно делают срезы 1. Концы перемычек загибают к электродам 5 и приваривают к ним электросваркой 6 на длине, не меньшей шести их наружных диаметров.

2.1.5 Монтаж горизонтальных заземлителей в земляных траншеях

При небольших объемах работ прокладка горизонтальных заземлителей с помощью мощных ножевых укладчиков нерентабельна. В других случаях их нельзя применить из-за подземных коммуникаций и других препятствий или из-за невозможности изготовить ножи в мастерской. Во всех этих случаях заземлители прокладывают в траншеях, применяя механизмы, выпускаемые промышленностью, в том числе и небольшие машины малой мощности и недорогие.

Экскаваторы, баровые (землеройные) машины и различные траншекопатели обеспечивают рытье траншей нужной для заземляющих устройств глубины и обладают высокой производительностью. Однако при удаленности и малом объеме работ по монтажу заземлителей доставка мощных машин к месту работы себя не оправдывает, а применение их в стесненных условиях ограничено, вследствие чего часто применяется ручной труд. В таких условиях можно рекомендовать применение микро-траншекопателей.

Для укладки лучевого заземлителя в мерзлом грунте можно воспользоваться баровой машиной, т.е. трактором с навесным баром или

двумя барами, прорезающими на глубину до 1,7 м узкие траншеи – щели шириной 10÷14 см каждая. Режущим инструментом такой машины, является режущий бар (цепь с резцами) от угольной врубной машины, дополнительное приспособление в виде облегченного ножа для прокладки заземлителей можно укрепить к кронштейнам подъема бара сзади последнего. Контур ножа должен соответствовать контуру бара, а нижняя линия ножа в рабочем положении должна располагаться параллельно дну щели. Если снабдить устройство закрылками для засыпки грунтом прорезаемой баром щели, то весь процесс монтажа заземлителя будет выполняться за один ход машины. После укладки заземлителей в траншеи необходимо уплотнение грунта, например трюмбованием за счет давления гусениц трактора.

При невыполнении уплотнения засыпаемого грунта сопротивление растеканию тока заземления будет иметь повышенное значение, и вследствие последующей усадки грунта могут образовываться провалы.

2.1.5.1 Прокладка при пересечении с трубопроводами или кабелями

Траншеи для протяженных заземлителей выполняют обычно специальными землеройными машинами. При этом заземлители не должны быть окрашены. В местах пересечения горизонтальных заземлителей с подземными сооружениями (рис. 29, поз. 3) (кабелями, трубопроводами), с

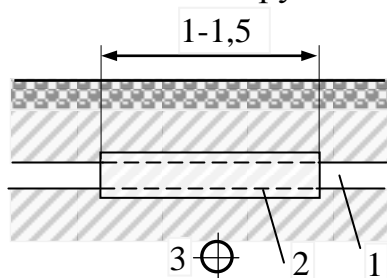


Рис. 29

дорогами и в других местах, где возможны механические повреждения, заземлители (рис. 29, поз. 1) защищают металлическими или асбесто-цементными трубами (рис. 29, поз. 2) на длине 1÷1,5 м. Прокладку заземлителей параллельно кабелям и трубопроводам выполняют

на расстоянии в свету не менее 0,3÷0,35 м.

2.2 Ввод в эксплуатацию

Монтажная организация, выполнившая заземляющее устройство, должна предъявить приемочной комиссии следующую техническую документацию: исполнительные чертежи и схемы с указанием расположения подземных коммуникаций; акты на выполнение скрытых или малодоступных элементов, в частности заземлителей в грунте, скрыто

проложенных заземляющих проводников; протоколы измерения сопротивления растеканию тока промышленной частоты заземлителей; протоколы проверки цепей фаза – нуль в сетях 380/220В с заземленной нейтралью, проверки действия защиты при замыканиях на землю и защитно-отключающих устройств при прикосновениях; акты проверки элементов выравнивания потенциалов и других устройств, которые предусмотрены проектом.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначено защитное заземление и зануление?
2. Какие заземляющие устройства применяются в электроустановках до 1000В?
3. Поясните технологию монтажа различных заземляющих устройств: вертикальных, горизонтальных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок: ПУЭ: утв. Минэнерго России 08.07.02: ввод. в действие с 01.01.03 – 7-е изд., измен. и доп. – М.: Главгосэнергонадзор, 2002.
2. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учебник для ВУЗов / И.Р. Владыкин, А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран. – М.: Изд-во "КолосС", 2007.
3. Справочник электрика / Э.А.Киреева. – М.: Изд-во "КолосС", 2007.
4. Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учеб. пособие / Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин; под ред. Н.Ф. Котеленца. – 3-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2005.
5. Костенко Е.М. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного и бытового электрооборудования: практ. пособие для электромонтера / Е.М. Костенко. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005.
6. Справочная книга электрика / Э.А. Киреева [и др.]; под общ. ред. В.И. Григорьева. – М.: Изд-во "Колос", 2004.
7. Бастрон А.В. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учеб. пособие для вузов / А.В. Бастрон. – Красноярск: Краснояр. гос. агр. ун-т., 2004.
8. Справочник по электротехнике и электрооборудованию: учеб. пособие / И.И.Алиев. – 4-е изд., дополн. – М.: Высш. шк., 2003.
9. Сибикин Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Высш. шк., 2003.
10. Технология электромонтажных работ / Ю.Д.Сибкин.– М.: Высш. шк., 2002.
11. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий / Ю.Д.Сибкин. – М.: Изд-во ПрофОбрИзд., 2002.
12. Шогенов А.Х. Монтаж электрооборудования на фермах / А. Х. Шогенов. – М.: Агропромиздат, 1991.
13. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования: учеб. пособие для вузов / П.Д. Ирха, В.А. Буторин, В.Д. Девятков и др.; под общ. ред. А.А. Пястолова. – М.: Агропромиздат,

1990.

14. Монтаж средств измерений и автоматизации: справочник / А.С.Клюев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988.

15. Ирха П.Д. Монтаж электроустановок в сельском хозяйстве / П. Д. Ирха. – М.: Изд-во "КолосС", 1983.

16. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до 1кВ с самонесущими изолированными проводами. – М.: АО "РОСЭП", 1997.

17. Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 0,38кВ с самонесущими изолированными проводами: РД 153-34.3-20.671-97: утв. РАО «ЕЭС России» 31.01.97: введ. в действие с 01.03.2000 – М.: СПО ОРГРЭС, 1998.

18. Правила приемки в эксплуатацию воздушных линий электропередачи напряжением 0,38кВ с самонесущими изолированными проводами (ВЛИ 0,38 кВ): РД 153-34.0-20.408-97. – М.: СПО ОРГРЭС, 2000.

19. Правила приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов распределительных электрических сетей напряжением 0,38-20кВ сельско-хозяйственного назначения: РД 34.20.407-87. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1989.

20. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: РД 34.20.501-95. 15-е изд. – М.: СПО ОРГРЭС, 1996.

21. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

22. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним. – М.: Главгосэнергонадзор, 1993.

23. Типовая инструкция по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи напряжением 0,38-20кВ с неизолированными проводами: РД 153-34.3-20.662-98. – М.: СПО ОРГРЭС, 1998.

24. Указания по учету и анализу в энергосистемах технического состояния распределительных сетей напряжением 0,38-20кВ с воздушными линиями электропередачи. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1990.

25. Техническая информация об изолированных проводах, скрученных в жгут, для ВЛ 0,38кВ Торсада. – М.: СПО ОРГРЭС, 1995.

26. ТУ 16.К.71-120-91. Провода изолированные для воздушной подвески.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
Введение	3
Общие положения	4
Правила выполнения лабораторных работ и техника безопасности	4
Оформление отчета	5
Раздел 1	
Монтаж электрических проводок напряжением до 1000 вольт	6
Лабораторная работа №1 <i>Устройство и правила монтажа электрических проводок</i>	7
• Цель работы	7
• Порядок выполнения работы	7
• Общие сведения устройства электропроводок	7
• Определение сечений проводов и кабелей по допустимому нагреву	13
• Определение сечений проводов и кабелей по допустимой потере напряжения	19
• Заземление электрических проводок	22
• Контрольные вопросы	23
Лабораторная работа №2 <i>Соединение алюминиевых и медных жил проводов</i>	24
• Цель работы	24
• Порядок выполнения работы	24
• Содержание работы	24
1 Соединение, оконцевание и ответвление медных и алюминиевых жил сваркой	24
1.1 Электросварка контактным разогревом	25
1.2 Термитная сварка	28
2 Соединение, оконцевание и ответвление медных и алюминиевых жил пайкой	35
2.1 Соединение, оконцевание и ответвление жил сечением до 10 мм ² пропаянной скруткой и оформлением в кольцо	35
2.2 Соединение и ответвление жил сечением 16-240 мм ² непосредственным сплавлением припоя в формах (медных гильзах) или поливом предварительно расплавленным припоем	36
2.3 Оконцевание алюминиевых и медных жил наконечниками П	40
3 Соединение, оконцевание и ответвление медных и алюминиевых жил опрессовкой	41
3.1 Опрессовка алюминиевых жил	42
3.2 Опрессовка медных жил	48
3.3 Контроль качества оконцеваний и соединений, выполненных опрессовкой	51
• Контрольные вопросы	51
Лабораторная работа №3 <i>Прозвонка жил проводов и кабелей. Монтаж схемы управления с двух рабочих мест</i>	53
• Цель работы	53

• Программа работы	53
• Теоретические сведения	53
• Порядок выполнения работы	58
• Контрольные вопросы	59
Раздел 2	
Монтаж оборудования систем электроснабжения	60
Лабораторная работа №4 <i>Монтаж трансформаторных подстанций</i>	61
• Цель работы	61
• Порядок выполнения работы	61
• Общие сведения	61
• Содержание работы и методика ее выполнения	68
Технические подробности установки КТП	68
Строительно-монтажные работы	70
Последовательность выполнения работ	70
Монтаж заземляющего устройства	72
Ревизия оборудования КТП	73
• Контрольные вопросы и задания	75
Лабораторная работа №5 <i>Технология монтажа воздушных линий электропередач напряжением 0,4 кВ изолированными проводами марки СИП</i>	76
• Цель работы	76
• Задание к работе	76
• Теоретические сведения	76
Воздушные линии электропередач напряжением до 1кВ	79
Применение проводов СИП	81
Монтаж ВЛИ напряжением до 1 кВ с использованием СИП	86
1. Установка опор	87
2. Монтаж крепежных устройств	88
3. Размотка провода	90
4. Натяжение СИП и его анкерное закрепление	95
5. Обустройство линейных ответвлений от магистрали	99
6. Защита линий от перенапряжений и коротких замыканий. Заземление	109
7. Подключение уличных светильников	117
8. Приемка в эксплуатацию	127
9. Техническое обслуживание и эксплуатация	128
• Основные типовые решения опор ВЛИ 0,4 кВ с СИП с изолированной несущей нейтралью	131
• Основные типовые решения опор ВЛИ 0,4 кВ с СИП с голой несущей нейтралью	137
Данные о взаимозаменяемости (аналогов) арматуры для СИП 0,4кВ производителей: Niled (Нилед), Ensto(Энсто), Тусо(Тайко), Sicame(Сикам), ВК (Би-Кей), МЗВА, ИЭК, Арматурофф, Feman.	140
• Контрольные вопросы и задания	144

Лабораторная работа №6 <i>Монтаж коммутационных аппаратов, распределительных устройств и вторичных цепей в электроустановках напряжением до 1000 вольт</i>		145
•	Цель работы	145
•	Задание к работе	145
•	Общие сведения	145
	Технические требования к монтажу	151
	Монтаж внутренних соединений шкафов управления	152
	- Монтаж соединений в щитовых устройствах	153
	- Ящики управления и распределения энергии серии РУСМ	160
•	Контрольные вопросы	168
Лабораторная работа №7 <i>Технология монтажа защитного зануления и заземления</i>		170
•	Цель работы	170
•	Задание к работе	170
•	Общие сведения	170
1.1	Заземляющие устройства	171
1.2	Повторное заземление	173
1.3	Заземлители	174
1.4	Искусственные заземлители	174
2.1	Монтаж заземляющих устройств	176
2.1.1	Монтаж вертикальных заземлителей	176
2.1.2	Вдавливании электродов	188
2.1.3	Ввертывание электродов-заземлителей в грунт	192
2.1.4	Бестраншейный способ прокладки заземлителей	196
2.1.5	Монтаж горизонтальных заземлителей в земляных траншеях	200
2.2	Ввод в эксплуатацию	201
•	Контрольные вопросы	202
Литература		203

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**Алтухов Игорь Вячеславович
Епифанов Александр Дмитриевич
Черных Алексей Георгиевич**

**МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Учебное пособие

КНИГА 1

Научный редактор – И.В. Алтухов
Ответственный за выпуск – А.Г. Черных
Компьютерная верстка – Е.И. Черных

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.
Подписано в печать 01.06.2012 г.
Усл.печ. л. 13. Заказ № 2379.
Тираж 300 экз.

ISBN 978-5-91777-072-7



Издательство Иркутской государственной
сельскохозяйственной академии
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н,
пос. Молодежный