

Министерство образования Российской Федерации
Ульяновский государственный технический университет

В.П. Шингаров

Монтаж кабельных линий

Учебное пособие

Под редакцией Л.Т. Магазинника

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области энергетики и электротехники для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста 654500 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии», специальности 181300 – Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Ульяновск 2002

УДК 621.3.(075)

ББК 31.29-5я7

Ш62

Рецензенты: Самарский государственный технический университет;
зав. кафедрой электроснабжения доктор технических наук, профессор
Л.С.Зимин.

Нижегородский государственный технический
университет, кафедра «Электроснабжение», зав. кафедрой, доктор
технических наук, профессор А.Б.Лоскутов.

Шингаров В.П.

Ш62 Монтаж кабельных линий: Учебное пособие / Под ред. Л.Т.Магазинника.
– Ульяновск: УлГТУ, 2002. – 95 с.
ISBN 5-89146-295-8

Рассмотрены вопросы подготовки, организации работ, технологии и механизации монтажа кабельных линий. Новые технические решения и разработки в области конструктивного исполнения соединительных и концевых муфт и заделок.

Для студентов электротехнических специальностей вузов. Может быть полезно для студентов электроэнергетических колледжей и техникумов.

УДК 621.3(075)

ББК 31.29-5я7

ISBN 5-89146-295-8

© Шингаров В.П. 2002
© Оформление. УлГТУ, 2002

ПРЕДИСЛОВИЕ

Содержание предлагаемого учебного пособия соответствует курсу «Монтаж систем электроснабжения промышленных предприятий», читаемому студентам электротехнических специальностей вузов. Пособие позволяет реализовать требования квалификационной характеристики к дипломированному специалисту по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнологии», в частности, подготовки к решению профессиональных задач по разработке монтажной документации, соответствующей нормативным актам, планированию и руководству производством монтажных работ с использованием последних достижений техники и технологии.

Учебное пособие позволит обеспечить более глубокое изучение одного из наиболее сложных и трудоёмких технологических процессов электромонтажного производства – сооружения кабельных линий, а также облегчит адаптацию молодых специалистов к практической работе.

Безаварийная и надёжная работа кабельных линий является основой для бесперебойного электроснабжения потребителей электрической энергии.

В последние годы были выполнены научные разработки в области совершенствования технологии монтажа, по снижению трудоёмкости монтажных операций, повышению качества и надёжности электрических кабельных сетей. На базе современных материалов созданы принципиально новые конструкции кабелей и кабельной арматуры. Претерпел изменения и ряд нормативных материалов.

При подготовке пособия использованы новейшие разработки в области прокладки кабелей, монтажа кабельной арматуры, инструктивные указания и нормативные материалы с учётом последних изменений и дополнений, а также практический опыт работы автора и опыт преподавания аналогичной дисциплины в Ульяновском государственном техническом университете.

Раздел первый

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основа надёжного электроснабжения потребителей электроэнергией — это безаварийность и надёжность кабельных линий. Бесперебойное электроснабжение потребителей городских сетей и промышленных предприятий зависит от заложенных в проекте новых прогрессивных технологических решений и необходимых марок кабелей, от качественной прокладки кабелей с применением современных средств механизации и тщательного монтажа кабельной арматуры, строгого выполнения всех требований при эксплуатации кабельных линий.

В последнее время в стране ведется разработка и внедрение в производство прогрессивных кабельных изделий — силовых кабелей высокого напряжения с пластмассовой изоляцией, силовых и контрольных кабелей пониженной горючести, кабелей для сельского хозяйства и т.д. Созданы кабели на напряжение до 110 кВ с дополнительной профильной оболочкой из полиэтилена для прокладки по сложным подземным трассам, разработаны и изготовлены кабели с пластмассовой изоляцией и арматура к ним на напряжение 220 кВ. Для АЭС разработаны силовые и контрольные кабели с изоляцией из поливинилхлоридного пластика, не распространяющего горение. Освоен выпуск специальных силовых кабелей, не распространяющих горение, на основе обычных кабелей, с пропитанной бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке. Такие кабели имеют под броней слой из стеклоплетки и броню из двух стальных оцинкованных бронелент и могут сохранять работоспособность в огне в течение не менее 20 минут. Для АЭС изготавливаются специальные терморезистентные силовые, контрольные и измерительные кабели, провода и кабельная арматура, которые применяются в облучаемой зоне АЭС.

Для агропромышленного комплекса выпускаются кабели АПВГ и АВВГ на напряжение до 660 В сечением жил до 50 мм². Освоен выпуск кабелей с повышенной температурой нагрева жил и сечением нулевой жилы до 50 % сечения основной жилы. Для дождевальных установок созданы комбинированные кабели, имеющие силовые и контрольные жилы.

Область применения силовых кабелей определена «Едиными техническими указаниями по выбору и применению электрических кабелей» и зависит от конструктивного выполнения электрической сети, способа прокладки кабелей, воздействия на них агрессивной, взрыво- и пожароопасной среды.

1.1. Основные термины и определения

В соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ) применяются следующие термины и определения кабельных линий и сооружений:

кабельная траншея – открытое искусственное сооружение, вырытое в земле с определёнными глубиной и шириной и предназначенное для прокладки в нем кабелей. После прокладки кабелей и их испытаний траншея засыпается землей;

кабельное сооружение – сооружение, специально предназначенное для размещения в нём кабелей и кабельных муфт. К кабельным сооружениям относятся туннели, каналы, блоки, камеры, эстакады, короба, этажи, шахты, двойные полы, галереи;

кабельный туннель – закрытое сооружение в виде коридора, в котором расположены опорные конструкции, предназначенные для размещения на них кабелей и кабельных муфт. В кабельных туннелях должен быть свободный проход по всей длине, позволяющий производить прокладку кабелей, осмотры и ремонты кабельных линий;

кабельный канал – закрытое и заглублённое в грунт или пол непроходное сооружение, предназначенное для размещения в нём кабелей. Укладку, осмотр и ремонт кабелей возможно производить лишь при снятом перекрытии;

кабельный блок – кабельное сооружение с трубами (каналами), предназначенное для прокладки в них кабелей с относящимися к нему колодцами;

кабельная камера – подземное сооружение, закрываемое глухой съёмной бетонной плитой, предназначенное для размещения кабельных соединительных муфт или для протяжки кабелей в блоки. Камера, имеющая люк для входа в неё, называется кабельным колодцем;

кабельная эстакада – горизонтальное или наклонное сооружение, предназначенное для прокладки кабелей и кабельных муфт над поверхностью земли. Кабельная эстакада может быть проходной и непроходной;

кабельный этаж – часть здания, ограниченная полом и перекрытием или покрытием, с расстоянием между полом и выступающими частями перекрытия или покрытия не менее 1,8 м;

кабельная шахта – специальное вертикальное сооружение в здании с закладными деталями в стенах, к которым закрепляются металлические конструкции, предназначенные для крепления к ним вертикально положенного кабеля;

двойной пол – полость помещения, ограниченная стенами помещения со съёмными плитами (на всей или части площади);

кабельная галерея – надземное или наземное закрытое полностью или частично (например, без боковых стен) горизонтальное или наклонное протяжённое проходное кабельное сооружение;

кабельный короб – закрытая конструкция прямоугольного или другого сечения, изготовленная из негорюемых или трудногорюемых материалов (металл, асбестоцемент и др.), предназначенная для прокладки в ней кабелей. Короба могут быть глухими или с открывающимися крышками, со сплошными или перфорированными стенками и крышками. Глухие короба имеют только сплошные стенки и не имеют крышек. Короба могут применяться в помещениях и наружных установках;

кабельный лоток – открытая конструкция, изготовленная из негорюемых или трудногорюемых материалов и предназначенная для прокладки в

ней кабелей в помещениях и наружных установках. Лотки могут быть сплошными, перфорированными или решётчатыми. Лотки не являются защитой от внешних механических повреждений.

Кроме перечисленных специальных сооружений кабели могут прокладываться открыто по стенам зданий, в трубах и в коллекторах – подземных сооружениях, предназначенных для размещения в них одновременно кабельных линий, линий связи и других коммуникаций (водопровода, тепловывода и т.д.).

1.2. Выбор способа прокладки кабелей

При выборе способа прокладки силовых кабельных линий напряжением до 10 кВ следует руководствоваться следующим:

при прокладке кабелей в земле рекомендуется в одной траншее прокладывать не более шести кабелей. При большом числе кабелей рекомендуется прокладывать их в отдельных траншеях с расстоянием между группами кабелей не менее 0,5 м или прокладывать кабели в туннелях, каналах или по эстакадам;

прокладка кабелей в туннелях рекомендуется при числе кабелей, идущих в одном направлении, более 20;

прокладка кабелей в блоках применяется в условиях большой стеснённости по трассе, в местах пересечений с железнодорожными путями, просеками и т.д.;

на территориях электростанций и крупных промышленных предприятий кабельные линии должны прокладываться, как правило, в туннелях, каналах, блоках и по эстакадам. Прокладка силовых кабелей в траншеях к удалённым объектам (склады топлива, мастерские) рекомендуется при числе не более 4;

на территориях подстанций и распределительных устройств кабельные линии должны прокладываться в туннелях, каналах, трубах, в земле (в траншеях), в надземных железобетонных лотках и по эстакадам;

в городах и поселках одиночные кабельные линии следует, как правило, прокладывать в земле (в траншеях) по непроезжей части улиц (под тротуарами) и дворам;

по улицам и площадям с большим насыщением подземных коммуникаций прокладку кабельных линий при числе 10 и более в потоке рекомендуется производить в коллекторах и туннелях;

при пересечении улиц и площадей с усовершенствованными покрытиями и с интенсивным движением транспорта кабельные линии необходимо прокладывать в блоках и трубах;

при сооружении кабельных линий в районах распространения вечномёрзлых грунтов следует учитывать физические явления, связанные с природой вечной мерзлоты: пучинистый грунт, морозобойные трещины, оползни и т.д. В зависимости от местных условий кабели могут прокладываться в земле (в траншеях) ниже деятельного слоя, в деятельном слое в сухих хорошо дренирующих грунтах, в искусственных насыпях из крупноскелетных сухих

привозных грунтов, в лотках на поверхности земли, на эстакадах. Рекомендуются совместная прокладка кабелей с трубопроводами теплоснабжения, водопровода, канализации в специальных сооружениях (коллекторах);

внутри зданий кабельные линии могут прокладываться непосредственно по конструкциям (как открыто, так и в коробах или трубах), в каналах, блоках, тушелях, трубах, проложенных в полах и перекрытиях, а также по фундаментам машин;

в четырёхпроводных сетях должны применяться четырёхжильные кабели. Прокладка нулевых жил отдельно от фазных не допускается;

допускается применение трёхжильных силовых кабелей в алюминиевой оболочке на номинальное напряжение 1 кВ с использованием их оболочки в качестве нулевого провода (четвёртой жилы) в четырёхпроводных сетях переменного тока (осветительных, силовых и смешанных) с заземлённой нейтралью, за исключением установок со взрывоопасной средой, установок, в которых при нормальных условиях эксплуатации ток в нулевом проводе составляет более 75 % допустимого по нагреву расчётного тока фазного провода, установок для питания блочных и местных щитков на электростанциях.

Трасса кабельной линии выбирается с учётом наименьшего расхода кабеля и обеспечения его сохранности от механических повреждений, коррозии и вибрации. При размещении кабелей следует избегать перекрещивания их друг с другом, с трубопроводами, кабелями связи и пр.

Кабельные линии должны выполняться таким образом, чтобы в процессе монтажа и эксплуатации было исключено возникновение в них опасных механических напряжений и повреждений. Для этого необходимо выполнять следующие условия:

кабели должны быть уложены с запасом по длине, достаточным для компенсации возможных смещений почвы и температурных деформаций как самих кабелей, так и конструкций, по которым они проложены; укладывать запас кабеля в виде колес (витков) запрещается;

кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, стенам, перекрытиям, должны быть жёстко закреплены в конечных точках непосредственно у концевых заделок (муфт), с обеих сторон у поворотов и у соединительных муфт;

кабели, проложенные вертикально по конструкциям и стенам, должны быть закреплены с таким расчётом, чтобы была предотвращена деформация оболочек, и не нарушались соединения жил в муфтах под действием собственной массы кабеля;

конструкции, на которые укладываются небронированные кабели, должны быть выполнены так, чтобы была исключена возможность механического повреждения оболочек кабеля; в местах жёсткого крепления кабелей должны быть проложены эластичные прокладки;

кабели (в том числе бронированные), расположенные в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, механизмов и грузов, доступность для посторонних лиц), должны быть защищены по высоте на 2 м от уровня пола или земли;

кабели должны прокладываться на расстоянии от нагреваемых поверхностей, предотвращающем нагрев кабелей выше допустимого, при этом должна

быть предусмотрена защита кабелей от прорыва горячих веществ в местах установки задвижек и фланцевых соединений;

защита кабельных линий от блуждающих токов и почвенной коррозии должна удовлетворять требованиям ПУЭ, СНиПов и ГОСТов;

запрещается устройство в кабельных сооружениях каких-либо временных устройств, хранение в них материала и оборудования. При необходимости прокладки временных кабелей они должны прокладываться с соблюдением всех требований, предъявляемых к кабельным линиям для постоянной эксплуатации;

открытая прокладка кабельных линий должна производиться с учётом теплоизлучений от различного рода источников тепла и действия солнечных лучей.

1.3. Техническая документация по прокладке кабельных линий

К началу работ по монтажу кабельных линий должны быть полностью закончены строительные работы по сооружению туннелей, каналов, эстакад, колодцев, включая установку закладных частей для крепления кабельных конструкций, а участки стен зданий, по которым проходят кабельные трассы и потолки над ними, должны быть отделаны. Траншеи и блоки для прокладки кабелей к началу работ должны быть полностью подготовлены.

Кабельные сооружения и траншеи до начала работ по монтажу кабельных линий должны быть приняты руководителями монтажных работ совместно с представителем эксплуатирующей организации от строительной организации по акту.

Для выполнения работ по прокладке кабельных линий монтажной организацией должна быть представлена эксплуатирующей организации следующая техническая документация:

план трассы и необходимые разрезы с привязкой к существующим сооружениям с указанием всех пересечений кабелей с другими коммуникациями и инженерными сооружениями. При прокладке нескольких кабелей в одной траншее в плане должна быть указана ширина траншеи. На плане должны быть нанесены места установки опорных и разделительных муфт. При прокладке в коллекторах, блоках, каналах и на полках в подстанциях должны быть указаны поперечные разрезы;

продольный профиль участков кабельных линий при их пересечении с инженерными сооружениями и естественными препятствиями с указанием мер защиты прокладываемого кабеля от механических, химических, тепловых и других внешних воздействий;

рабочие чертежи конструкций для прокладки и защиты кабелей, если эти конструкции серийно не выпускаются заводами промышленности — при прокладке кабелей в сооружениях и помещениях;

перечень мероприятий по герметизации вводов в помещения или рабочие чертежи вводов в тех случаях, когда к герметизации предъявляются особые требования;

кабельный журнал;

материалы согласования трассы кабельной линии с землепользователем и организациями, чьи подземные коммуникации расположены в зоне прокладки кабелей;

пояснительная записка к проекту;

материалы согласования защиты кабелей от электрической и почвенной коррозии в случае необходимости.

Непосредственно перед прокладкой монтажная организация должна представить в эксплуатирующую организацию проект трассы для её уточнения, так как за период проектирования до прокладки могли произойти изменения на территории, по которой необходимо прокладывать кабель.

Уточняются:

места, содержащие вещества, разрушительно действующие на металлическую оболочку кабелей;

участки, на которых надлежит отвести трассу или защитить кабели от механических, тепловых и химических воздействий;

места пересечений и сближений с проложенными кабелями и различными инженерными сооружениями.

Эксплуатирующей организации представляется право давать предложения об изменении кабельных трасс и других дополнительных требований для дальнейшего внесения изменений в проект представителями проектной организации.

Раздел второй

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЕЙ

2.1. Подготовительные работы

К месту монтажа кабели доставляются на барабанах или в бухтах. Барабаны с кабелем всех марок и бухты рекомендуется хранить в помещении или под навесом, где колебания температуры и влажность воздуха несущественно различаются от колебаний на открытом воздухе. Допускается хранение кабеля на барабанах в обшитом виде сроком до 1 года на открытых площадках при температуре от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха до 90 % при 20°C при наличии твёрдого основания под барабаном деревянного настила, специальной подкладки.

Кабели с пластмассовой изоляцией без наружного покрова не следует хранить на открытом воздухе под непосредственным воздействием солнечных лучей.

Запрещается хранить барабаны с кабелем на щеке (шланг), а также в атмосфере с агрессивной средой, вредно действующей на кабели и барабаны.

Для предохранения от увлажнения изоляции концы кабелей должны быть герметически заделаны свинцовыми, алюминиевыми или пластмассовыми (термоусаживаемыми) колпачками, лентой, резиновыми колпачками.

Погрузку барабанов с кабелем на транспортные средства и разгрузку производят с применением механизмов: самоходных кранов (автомобильных и др.), специальных автомобилей с лебёдкой, кабельных транспортеров и др. Погрузку (разгрузку) барабанов на автомобиль с помощью лебёдки необходимо производить по наклонному помосту с уклоном, не превышающим 1:3.

При погрузке (разгрузке) барабанов с кабелем кранами рекомендуется применять грузозахватное приспособление (рис.2.1). Сбрасывание барабанов с кабелем с автомобилей и других транспортных средств запрещается.

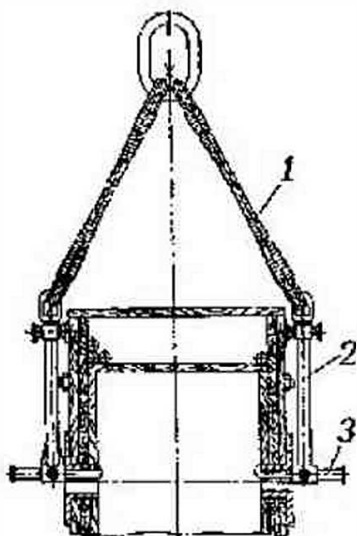


Рис.2.1. Приспособление грузозахватное грузоподъёмностью 150 кН для подъёма кабельных барабанов:

1 – стропа с кольцом; 2 – захват; 3 – пята

Для перевозки барабанов с кабелем к месту прокладки применяются следующие механизмы: кабельные транспортеры; грузовые автомобили, оборудованные погрузочными лебёдками; автопогрузчики; специальные кабельные автомобили, оборудованные погрузочно-разгрузочными лебёдками и механизмом для раскатки кабеля. При транспортировке барабан с кабелем надёжно закрепляется в кузове автомобиля расчалками из стальной проволоки и распорными деревянными клиньями.

Для перемещения кабеля на небольшие расстояния допускается перекатка барабана с кабелем вручную при прочной и исправной обшивке барабана по ровной поверхности при условии, что наружные шикки кабеля расположены не менее чем на 100 мм от обшивки. При перекатке необходимо барабан вращать по направлению стрелки, нанесённой краской на шке барабана. Концы кабеля должны быть закреплены на барабане. Перекатка барабанов с выступающими концами кабеля запрещается.

Размотка кабеля с барабана, как правило, производится механизированным способом. Перед размоткой кабеля барабан устанавливается на домкраты и поднимается на 15-20 см от поверхности земли, кузова автомобиля и т.п., чтобы барабан мог свободно вращаться, не смещаясь при этом вдоль оси. Барабан устанавливается таким образом, чтобы кабель разматывался с верхней части барабана. Способы размотки кабелей при прокладке приведены в табл.2.1.

Способы размотки кабелей при прокладке

Способ размотки	Краткое описание способа	Область применения
Размотка кабеля с движущегося кабельного транспорта, автомобиля или трубоукладчика. При отсутствии указанных механизмов могут быть применены также сапи, передвигаемые трактором или тягачом	В траншее. Барабан с кабелем устанавливают на транспортёре, в кузове автомобиля или на специальной трансее трубоукладчика	В случаях, когда механизм может свободно передвигаться вдоль трассы и когда в траншее нет препятствий, требующих протяжки через них кабеля (трубы, блоки, поперечные подземные сооружения, поперечные крепления траншеи и т. д.)
Размотка кабеля трактором или автомобилем	Тяжелые кабели производятся трактором или автомобилем. Барабан с кабелем устанавливается на одном из концов трассы	
Размотка кабеля канатом с помощью приводной лебёдки	Барабан с кабелем устанавливается на одном из концов трассы. Размотка кабеля вдоль траншеи производится по роликам тяжёлым канатом приводной лебёдкой (электрифицированной или с двигателем внутреннего сгорания)	В случаях, когда способ раскатки с движущегося механизма по каким-либо причинам неприменим
Размотка кабеля канатом с помощью ручной лебёдки	То же, но с применением ручной лебёдки	То же, но при небольших длинах кабеля и в случае невозможности применения приводной лебёдки (например, при отсутствии источника питания электроэнергией)
Размотка кабеля с помощью приводной лебёдки по роликам	Внутри сооружений на горизонтальных участках. Барабан с кабелем устанавливают на домкратах и разматывают электролебёдкой по линейным и угловым роликам. При размотке кабеля вдоль ферм перекрытий следует применять специальные подвесные ролики	Основной способ размотки кабеля в производственных помещениях для прокладки по конструкциям
Размотка кабеля вручную без роликов	Кабель с барабана, установленного на домкратах, вручную разматывают, переносят и укладывают на кабельные конструкции	При монтаже кабельных линий небольшой протяженности и малом числе кабелей (например, при прокладке одного кабеля длиной не более 100 м или двух-трёх кабелей длиной не более 50 м)
Размотка кабеля при подъёме с помощью лебёдки	Внутри сооружений на вертикальных участках. Барабан с кабелем устанавливают на нижней отметке (на кабельных домкратах), а лебёдку — на верхней отметке. Подъём производится тяжёлым кабелем стальным канатом	Основной способ прокладки кабеля на вертикальных участках трассы

Способ размотки	Краткое описание способа	Область применения
Размотка кабеля при спуске с помощью лебёдки	Барабан с кабелем и лебёдка устанавливаются на верхней отметке. Кабель по мере спуска вниз крепится зажимами к разматываемому стальному канату	На вертикальных или смежных трассах при наличии средств механизации для подъёма барабана с кабелем на верхнюю отметку вертикального участка при разности уровней 30 – 80 м
Размотка кабеля с помощью лебёдки	Барабан с кабелем устанавливается на одном из концов трассы, лебёдка – на другом. Через трубы и блоки протягивание производится тросом кабеля канатом	На вертикальных участках трассы при протягивании кабеля через блоки и трубы, заделанные в полу, фундаментах машин, в междуэтажных перекрытиях и т. п.
Размотка кабеля вручную	То же, но без применения лебёдки	То же, но при длине труб до 20 м

На поворотах трасс кабель не должен изгибаться больше допустимых норм. Радиусы внутренней кривой изгиба кабелей (рис.2.2) должны иметь по отношению к их наружному диаметру кратности не менее указанных в стандартах или технических условиях на соответствующие марки кабелей.

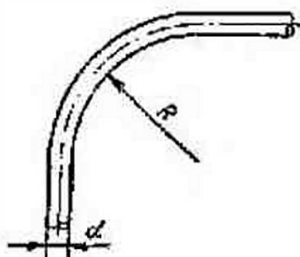


Рис.2.2. Радиус изгиба кабеля:
 R – радиус внутренней кривой изгиба кабеля;
 d – наружный диаметр кабеля

Усилия тяжения во время прокладки кабелей при их протягивании в наиболее тяжелых участках определяются напряжениями, допустимыми для токоведущих жил, оболочек и изоляции. Допустимые усилия тяжения для кабелей на напряжение до 10 кВ приведены в табл.2.2.

При расчётах допустимого усилия тяжения необходимо учитывать, что коэффициент трения при протяжке кабеля в блоки составляет 0,6. Для уменьшения усилий тяжения при протяжке кабель должен быть покрыт смазкой, не содержащей веществ, вредно действующих на его оболочку (тавол, солидол). Усилия тяжения при размотке кабеля рекомендуется контролировать с помощью динамометра или другого контрольного устройства, устанавливаемого на лебёдке. Рекомендуется применять контрольное устройство с автоматическим расцеплением лебёдки, когда усилие тяжения достигнет установленного значения для прокладываемого кабеля. Если при тяжении кабеля динамометр покажет усилие, превышающее допустимое, необходимо прекратить затяжку и устранить причину, вызвавшую превышение усилия тяжения кабеля.

Допустимые усилия тяжения для кабелей

Сечение кабеля, мм ²	Допустимое усилие тяжения, кН					
	за алюминиевую оболочку кабеля на напряжении, кВ			за жилы кабеля с алюминиевой, свинцовой и пластмассовой оболочкой		
	1	6	10	медные	многопро- волочные алюминие- вые	однопро- волочные алюминие- вые
3×25	1,7	2,8	3,7	3,4	2,9	2,9
3×35	1,8	2,9	3,9	4,9	3,4	3,9
3×50	2,3	3,4	4,4	7	5,9	4,9
3×70	2,9	3,9	4,9	10	8,2	5,2
3×95	3,4	4,4	5,7	13,7	10,8	5,9
3×120	4	4,9	6,4	17,6	13,7	6,9
3×150	5,9	6,4	7,4	22	17,6	8,8
3×185	6,4	7,4	8,3	26	21,6	10,8
3×240	7,5	9,3	9,8	35	27,4	13,7

Таблица 2.3

Допустимые минимальные температуры при прокладке кабелей без предварительного подогрева

Тип кабеля	Конструкция кабеля	Допустимая температура кабеля и окружающей среды при прокладке, °С, не ниже
С бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, и с пропитанной изоляцией	Все марки кабелей	0
С пластмассовой изоляцией	С изоляцией жил и шлангом из полиэтилена, без защитного покрова, содержащего волокнистые материалы	—20
	С оболочкой или шлангом из поливинилхлоридного пластика, без защитного покрова, содержащего волокнистые материалы, а также с броней из профилированной стальной оцинкованной ленты	—15
	Все остальные марки кабелей с защитными покровами	—7

Независимо от места и способа прокладки, рода изоляции жил и напряжения кабелей, прокладку их, как правило, следует осуществлять при положительной температуре окружающего воздуха. Размотка, переноска и прокладка кабелей в холодное время без предварительного подогрева допускается для всех марок кабелей в соответствии с данными табл.2.3.

При температуре воздуха ниже минимально допустимой, при которой можно прокладывать кабель без предварительного подогрева, прокладка си-

ловых кабелей с нормальной, нестекающей и обедненно пропитанной бумажной, а также с пластмассовой изоляцией и оболочкой допускается только после предварительного подогрева кабеля перед прокладкой и выполнения прокладки в сжатые сроки: при температуре от 0 до -10°C в течение не более 1 ч, при температуре от -10 до -20°C в течение не более 40 мин, при температуре от -20°C и ниже в течение не более 30 мин.

При невозможности прокладки кабеля в указанный срок в процессе прокладки должен обеспечиваться постоянный подогрев кабеля или прокладка его должна производиться с перерывами, во время которых кабель подлежит дополнительному нагреву.

При температуре окружающего воздуха ниже -40°C прокладка кабеля всех марок (в том числе и подогретого) не допускается.

Используется несколько способов прогрева кабелей:

трехфазным током при соответствующей теплоизоляции барабанов. Используется во всех случаях, в особенности для протяженных параллельных кабельных линий;

постоянным или однофазным током с бифилярным соединением двух жил и с теплоизоляцией барабанов. Применяется в случаях, когда невозможно применение первого способа;

внутри обогреваемых помещений с окружающей температурой до $+40^{\circ}\text{C}$ при наличии теплых помещений вблизи от места прокладки и при температуре наружного воздуха не ниже -20°C ;

в тепляке или палатке с паровым отоплением, печами, горелками инфракрасного излучения или с обогревом тепловоздуходувкой (при температуре до $+40^{\circ}\text{C}$) – в случаях невозможности прогрева электрическим током или отсутствия теплых помещений. Продолжительность прогрева кабелей на барабанах в теплом помещении или тепляке приведена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Продолжительность прогрева кабеля в помещениях

Температура воздуха в помещении или тепляке, $^{\circ}\text{C}$	От +5 до +10	От +10 до +25	От +25 до +40
Продолжительность прогрева кабеля, ч, не менее	72	24	18

Значения тока и напряжения при прогреве кабелей на барабанах трехфазным током и продолжительность прогрева для кабелей с бумажной изоляцией до 10 кВ приведены в табл. 2.5, для кабелей с пластмассовой изоляцией до 10 кВ – в табл. 2.6, для кабелей с бумажной изоляцией выше 10 кВ, но не более 35 кВ – в табл. 2.7, данные по электрическому прогреву контрольных кабелей с медными жилами – в табл. 2.8.

Прогрев кабелей током прекращают в момент, когда температура наружного покрова внешних витков кабеля достигнет $+20^{\circ}\text{C}$ при температуре наружного воздуха -10°C и $+30^{\circ}\text{C}$ при температуре наружного воздуха -20°C .

В качестве источника для прогрева кабелей током применяются сварочные трансформаторы мощностью 15-25 кВ·А.

Таблица 2.5

Допустимые токи, необходимос напряжение и продолжительность нагрева при прогреве трехфазным током кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 10 кВ

Сечение жил, мм ²	Допустимый ток при прогреве кабеля, А		Продолжительность прогрева, мин, при температуре окружающего воздуха, °С			Напряжения на зажимах трансформаторов на каждые 100 м кабеля, В
	с медными жилами	с алюминиевыми жилами	°С			
			0	-10	-20	
10	76	55	60	75	100	23
16	102	75	60	75	100	19
25	130	90	70	90	110	16
35	160	125	75	95	110	14
50	190	145	90	115	135	11,5
70	230	180	100	125	150	10
95	235	220	100	125	150	9
120	330	260	110	140	170	8,5
150	375	300	125	150	185	7,5
185	425	335	135	170	210	6
240	490	380	150	190	235	5,3

Таблица 2.6

Допустимые токи, необходимос напряжение и продолжительность нагрева при прогреве трехфазным током кабелей с пластмассовой изоляцией напряжением до 10 кВ.

Сечение жил, мм ²	Допустимый ток при прогреве кабелей, А		Напряжение на зажимах трансформаторов каждые 100 м кабеля, В
	с медными жилами	с алюминиевыми жилами	
10	60	46	18
16	90	70	16
25	115	90	14
35	150	115	13
50	180	140	11
70	225	175	10
95	275	210	9
120	300	255	8
150	350	295	7

Таблица 2.7

Допустимые токи, необходимое напряжение и продолжительность нагрева при прогреве трехфазным током кабелей с бумажной изоляцией напряжением свыше 10 кВ

Сечение жил, мм ²	Допустимый ток при прогреве кабелей, А	
	с медными жилами	с алюминиевыми жилами
70	145	115
95	195	150
120	233	180
150	310	210

**Допустимый ток при прогреве контрольных кабелей с медными жилами
на барабанах**

Число жил, сечение, мм ²	Рекомендуемая сила тока для прогрева, А				Указания по электропрогреву
	Контрольные кабели с бумажной изоляцией		Контрольные кабели с резиновой изоляцией		
	до -10°C	до -20°C	до -10°C	до -20°C	
6×25	35	40	30	35	Прогрев производят от понижающего трансфор- матора. Перед включени- ем устанавливают регу- лятор на минимальный ток. Все жилы разбивают для подключения на два луча попарно. Прогрев ведут 60-80 мин
8×25	40	45	35	40	
10×25	45	50	40	45	
14×25	50	60	45	50	
19×25	60	70	50	60	
24×25	75	85	65	75	
30×25	90	110	80	90	
37×25	100	120	90	100	

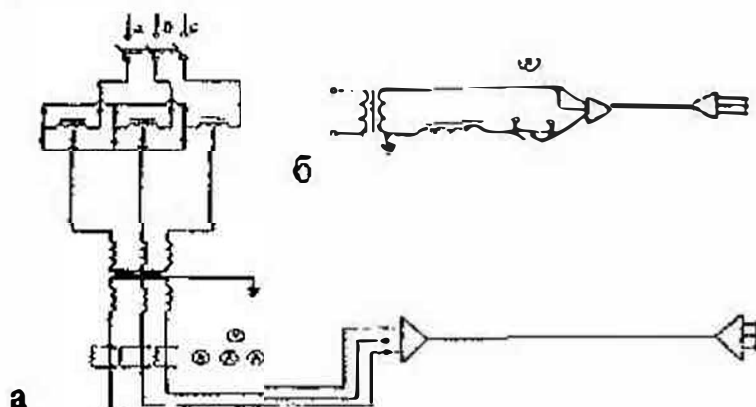


Рис.2.3. Схема прогрева кабелей:
а – трехфазным током, б – сварочным трансформатором

Для прогрева кабеля трёхфазным током необходимо соединить коротко все жилы кабеля на его внутреннем конце (на кабельном барабане), а при однофазном или постоянном токе, кроме того, две жилы кабеля на его наружном конце. Одним проводом цепи должны служить две жилы, соединённые между собой параллельно, а вторым проводом цепи – третья жила кабеля (рис.2.3).

Соединение этих жил производится опрессовкой, место соединения покрывается изоляционной лентой, концы кабеля заделываются герметиче-ски.

2.2. Прокладка кабелей в траншеях

Перед рытьём траншеи для прокладки кабелей в соответствии с проек-том производится геодезическая разбивка кабельной трассы. После геодези-ческой разбивки ответственный руководитель строительных работ совместно

с представителями электромонтажной и эксплуатирующей организации осматривают на месте намеченную проектом трассу прокладки кабелей. В процессе осмотра представитель строительной организации проверяет соответствие проекту отметок в местах пересечения трассы с инженерными сооружениями и естественными препятствиями, а представители электромонтажной и эксплуатирующей организаций – соответствие трассы требованиям СНиП и ПУЭ.

Рытье траншей, котлованов для монтажа муфт, а также устройство вводов и пересечений производит строительная организация. К рытью траншей и прокладке в них кабелей приступают после окончания всех других работ по сооружению подземных коммуникаций и окончательной планировки территории, по которой проходит кабельная трасса.

Приёмка траншей от строительной организации выполняется после осмотра и подтверждения, что трасса выполнена строго по геодезической разбивке с соблюдением вертикальных отметок дна траншеи, с привязками траншей к различным ориентирам, углы поворотов траншей должны соответствовать требованиям для радиусов изгиба кабелей. При приёмке особое внимание обращается на планировочные отметки по всей длине трассы.

Размеры траншей при прокладке в ней силовых кабелей до 10 кВ принимаются не менее указанных в табл.2.9 и по рис.2.4.

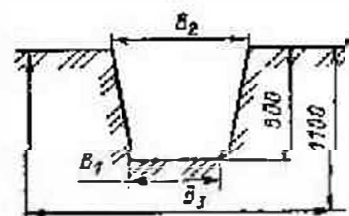
Таблица 2.9

Размеры траншей для кабелей до 10 кВ

Тип траншеи	Размеры, мм, по рис. 2.4			Число прокладываемых силовых кабелей, шт.
	B_1	B_2	B_3	
T-1	250	350	2150	1
T-2	300	500	2300	1 – 2
T-3	400	600	2400	2 – 3
T-4	600	700	2500	3 – 4
T-5	750	830	2600	4 – 5
T-6	900	1000	2800	5 – 6

Рис.2.4. Размеры траншей для прокладки кабелей 1—10 кВ:

B_1 – размер на дне траншеи; B_2 – размер у поверхности земли; B_3 – размер зоны отвода



Перед укладкой кабелей в траншею представители эксплуатирующей организации осматривают трассу и проверяют:

- укладку и крепление (при необходимости) труб;
- диаметры труб и их соответствие проектной марке кабеля;
- заготовку кирпича или плит для механической защиты кабелей по всей трассе или наличию сигнальной ленты;
- отсутствие воды в траншее;
- отсутствие камней и прочих предметов в траншее;
- углы поворотов траншей;

глубину траншеи по всей трассе;
заделку труб в проходы при вводе в здания через фундаменты и стены;
расстановку по всей трассе линейных и угловых роликов (угловые ролики должны быть закреплены);

на кабели, которые будут проложены в данной траншее, предъявляются протоколы испытаний кабелей на заводе, акты осмотра барабана и кабеля на нем, а для зарубежного кабеля — дополнительно протокол вскрытия и наружного осмотра образца.

Дно траншеи по всей длине должно быть присыпано песком или мелкой землей, не содержащей камней, строительного мусора, шлака и т.п. Толщина подсыпки должна составлять не менее 100 мм.

Таблица 2.10

Способы раскатки кабелей на трассе при прокладке их в траншеях

Способ прокладки	Краткое описание способа	Область применения
С движущегося кабельного транспорта, автомобиля или трубоукладчика	Барабан с кабелем устанавливают на транспорте, в кузове автомобиля или на специальной трассе трубоукладчика. При раскатке кабеля с движущегося транспорта или автомобиля рабочие передвигаются вслед за ним по дну траншеи, принимают сматываемый с барабана кабель и укладывают его на дно траншеи. После раскатки кабеля с трубоукладчика рабочие проходят по дну траншеи и укладывают кабель на место	В тех случаях, когда механизм может свободно двигаться вдоль трассы и когда в траншее нет препятствий, требующих протяжки через них кабеля (трубы, блоки, поперечные подземные сооружения, поперечные крепления траппей и т.д.)
Тяжением кабеля приводными индивидуальными протяжными устройствами ПИК-4 У	Барабан с кабелем устанавливают на одном конце трассы. Приводы ПИК-4 У, обводные устройства, линейные ролики и другие приспособления расставляют по трассе. После протяжки кабеля его укладывают на дно траншеи	На всех трассах, когда способ раскатки с движущегося механизма не применим. Не следует применять при наличии участков перехода через трубы длиной более 10 м
Тяжением кабеля канатом с помощью приводной лебедки	Барабан с кабелем устанавливают на одном конце трассы. Раскатку кабеля вдоль траншеи производят по роликам тяжением канатом приводной электрифицированной лебедки или двигателем внутреннего сгорания	В тех случаях, когда способ раскатки с движущегося механизма по каким-либо причинам нельзя использовать
Тяжением кабеля трактором или автомобилем	Тяжение кабеля трактором или автомобилем	То же
Тяжением кабеля канатом с помощью ручной лебедки	То же, но с применением ручной лебедки	То же, но при небольших длинах кабеля и в случае невозможности применения приводной лебедки (например, при отсутствии источника питания электроэнергией и двигателя внутреннего сгорания)

Вдоль всей траншеи должны быть заготовлены для засыпки кабеля песок или мелкая земля.

Защитные трубы должны быть уложены на присыпанный песок или землю.

После выполнения перечисленных требований разрешается прокладка кабеля и составляется акт на скрытые работы и акт приёмки траншей, каналов, туннелей и блоков под монтаж кабелей.

Прокладку кабеля в траншее, как правило, выполняют с применением механизмов и приспособлений (см. табл. 2.10).

Кроме указанных в табл. 2.10 способов применяют раскатку кабелей приводными протяжными устройствами ПИК-4У со стационарно установленным барабаном. Раскатка производится по линейным роликам и обводным устройствам, расставленным и закреплённым на участке прокладки (рис. 2.5). Количество приводов определяется длиной участка прокладки, его конфигурацией и ожидаемыми усилиями тяжения. На участке трассы длиной 200 м при одном повороте применяют один привод, при длине трассы 200-400 м с двумя-тремя поворотами — 3-4 привода. При скорости протяжки 35 м/мин наибольшее тяговое усилие привода составляет 3,5 кН. Оно достаточно для вытягивания вперед по линейным роликам 80 м кабеля и одновременного подтягивания 120 м кабеля. Приводы расставляют примерно через одинаковые расстояния с учётом имеющихся в данном пролёте препятствий (повороты, переходы через трубы), а также целесообразности установки их перед поворотами.

В местах поворота трассы устанавливаются обводные устройства (рис. 2.6). Радиус кривизны обводных устройств должен быть не меньше радиуса изгиба, допустимого для прокладываемого кабеля. Обводное устройство устанавливают при помощи телескопических распорок с упором их опор в грунт и надёжно закрепляют.

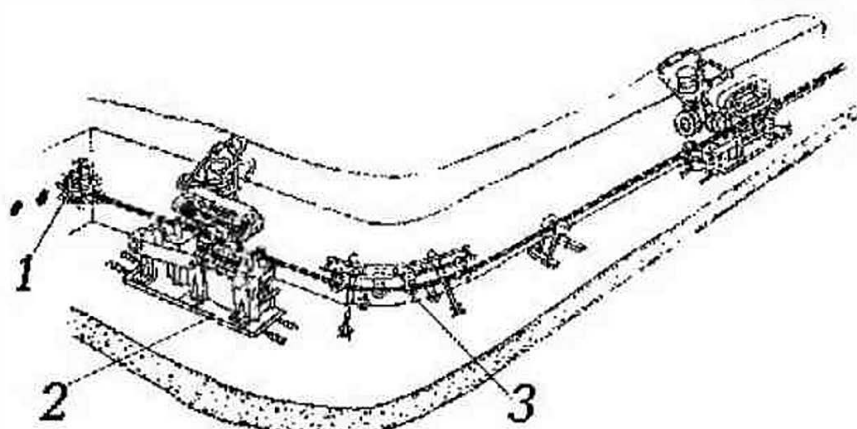


Рис. 2.5. Раскатка кабеля с применением индивидуальных приводов ПИК-4У:

1 — приспособление для направления кабеля в трубы; 2 — привод ПИК-4У для тяжения; 3 — ролик

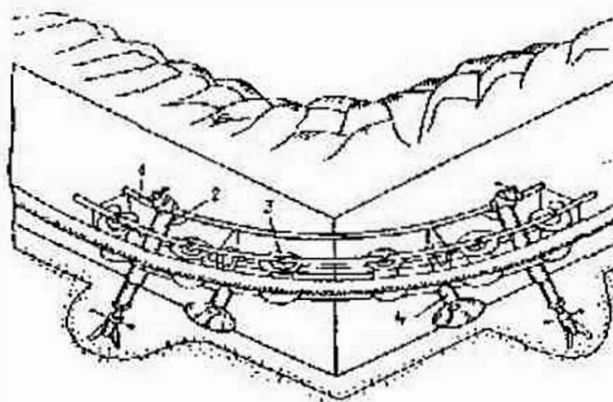


Рис.2.6. Устройство обводное универсальное для прокладки кабеля в траншее:

1 – сектор; 2 – распорка телескопическая; 3 – ролик; 4 – ролик опорный

При прокладке в земле параллельно с другими эксплуатируемыми кабелями или инженерными коммуникациями вблизи зданий и сооружений должны соблюдаться расстояния в свету не менее указанных на рис.2.7-2.17. Допускается уменьшение указанных расстояний в стеснённых условиях, но это должно быть оговорено в проекте и должны быть предусмотрены меры по защите кабелей в трубах или блоках. При пересечении других кабельных линий или инженерных коммуникаций и сооружений расстояния в свету должны быть не менее указанных на рис.2.18, 2.19. При прокладке кабелей по мостам необходимо использовать кабели в алюминиевой или пластмассовой оболочке, под пешеходной частью мостов – в трубах из негорючего материала. Кабели должны быть электрически изолированы от металлических частей мостов. На кабелях в местах перехода через температурные швы мостов и с конструкций мостов на устои должны быть выполнены компенсаторы в виде полукруга. При сложных спусках с мостов на устои проектной организацией должны быть разработаны эскизы на сложные места.

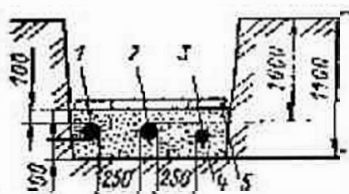


Рис. 2.7. Прокладка кабелей 1—10 кВ параллельно с кабелями 35 кВ (20 кВ):

1 – кабель 20 кВ; 2 – кабель 35 кВ;
3 – кабель 10 кВ; 4 – песок;
5 – железобетонные плиты

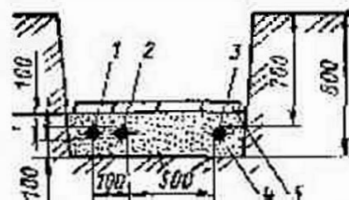


Рис. 2.8. Прокладка кабелей 1—10 кВ с кабелями связи и с силовыми кабелями до 10 кВ, эксплуатируемыми другими организациями:

1 – кабель 10 кВ; 2 – кабель 1 кВ;
3 – кабель связи или силовой кабель другой организации; 4 – песок;
5 – кирпичи или плиты

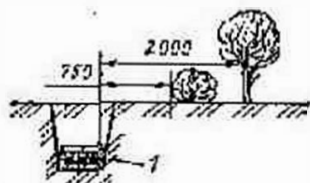


Рис. 2.9. Прокладка кабелей рядом с кустарниками и деревьями:

1 — кабель 1—10 кВ

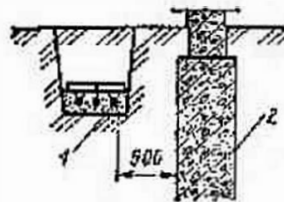


Рис. 2.10. Прокладка кабелей рядом с фундаментом здания и сооружений:

1 — кабель 1—10 кВ; 2 — фундамент

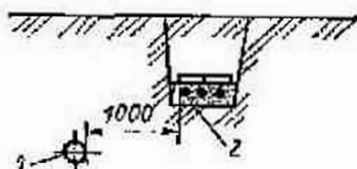


Рис. 2.11. Прокладка кабелей параллельно трубопроводам, водопроводам, канализации, дренажу, газопроводам низкого и среднего давления:

1 — трубопровод; 2 — кабель 1—10 кВ

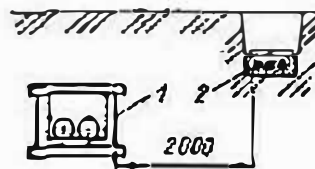


Рис. 2.12. Прокладка кабелей рядом с теплотрассами и газопроводами высокого давления:

1 — лоток; 2 — кабель 1—10 кВ

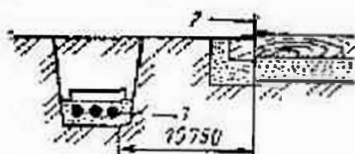


Рис. 2.13. Прокладка кабелей параллельно с электрифицированной железной дорогой:

1 — кабель 1—10 кВ; 2 — головка рельсы

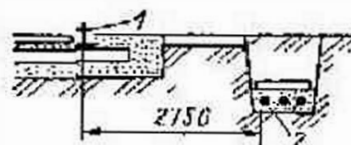


Рис. 2.14. Прокладка кабелей параллельно с трамвайными путями:

1 — головка рельсы; 2 — кабель 1—10 кВ

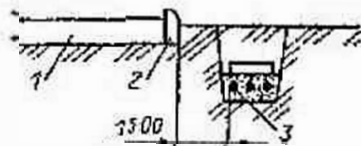


Рис. 2.15. Прокладка кабелей параллельно автомобильной дороге:

1 — полотно дороги; 2 — бордюрный камень; 3 — кабель 1—10 кВ

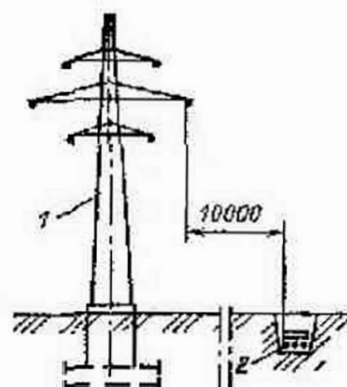


Рис. 2.16. Прокладка кабелей рядом с воздушной линией электропередачи напряжением 110 кВ:

1 — опора ВЛ; 2 — кабель 1—10 кВ

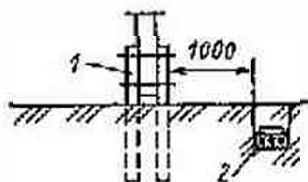


Рис. 2.17. Прокладка кабелей рядом с воздушной линией электропередачи до 1 кВ:

1 — опора ВЛ; 2 — кабель 1—10 кВ

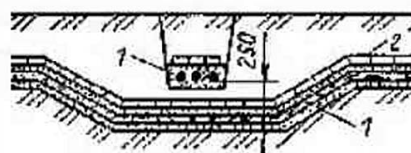


Рис. 2.18. Пересечение кабельных трасс напряжением до 10 кВ:

1 — кабель до 10 кВ; 2 — кирпичи

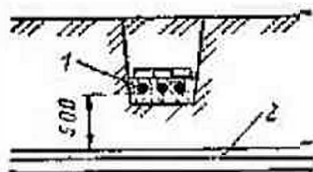


Рис. 2.19. Пересечение кабелей с трубо-, водо- и газопроводами:

1 — кабель до 10 кВ; 2 — трубопровод

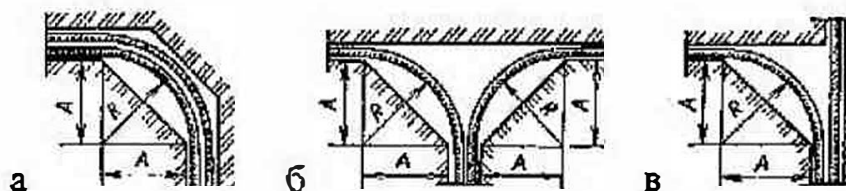


Рис. 2.20. Поворот и разветвление кабельных трасс:

а — поворот кабелей; б — разветвление кабелей; в — отводные кабели

При подводной прокладке должны применяться кабели с круглой или плоской броней. Установка соединительных муфт в воде запрещена, т.е. при пересечении рек необходимо прокладывать кабель одной строительной длины. Подводную прокладку кабелей должна выполнять специализированная монтажная организация по предварительно согласованному проекту производства работ.

При прокладке кабелей в местах, где почва подвержена смещению (в том числе в насыпных грунтах), кабели должны иметь проволоочную броню.

В местах поворота, разветвления кабелей траншеи выполняют так, чтобы радиус изгиба кабелей был не меньше допустимого (рис. 2.20, табл. 2.11). На уклонах от 20 до 50° прокладка кабелей в траншеях производится с креплением кабелей к железобетонным сваям. Вместо железобетонных свай могут применяться столбы из дерева хвойных пород, обработанные антисептическим составом.

На рис. 2.21 показан пример прокладки кабеля на уклонах. Расстояние А между креплениями должно быть не более 15 м для кабелей с броней из плоских лент и 50 м для кабелей с проволоочной броней. Размер II не превышает наибольших допустимых разностей уровней для кабелей. Места крепления кабелей к плите заливают битумной массой.

Размеры траншей и радиусы изгиба кабелей при поворотах и разветвлениях кабельных трасс

Марка кабеля	Число и сечение жил, мм ²	Наружный диаметр кабеля, мм, при напряжении			Радиус изгиба кабеля R, мм	Минимальный размер скоса внутреннего угла траншеи A, мм
		10 кВ	6 кВ	1 кВ		
ААБ, АБ, АСБ, СБ	3×70	44,4	—	—	700	600
	3×240	63,7	—	—	950	850
	3×70	—	41,6	—	650	550
	3×240	—	68,7	—	900	800
	3×70	—	—	34,9	550	450
	3×240	—	—	53,9	800	700
ААШв, АШв	3×70	40,8	—	—	650	550
	3×240	59,5	—	—	900	800
	3×70	—	37,1	—	500	400
	3×240	—	55,7	—	850	750
	3×70	—	—	30,4	500	400
	3×240	—	—	50,4	800	700
ЛВВБ, ВВБ	3×50	—	45,3	—	700	600
	3×150	—	58,3	—	900	800
	3×50	—	—	37,5	600	500
	3×150	—	—	50,7	800	700
ЛВРБ, ВРБ	3×50	—	—	43,4	450	350
	3×150	—	—	62,5	650	550
АСБВ	3×25	—	36,4	—	450	350
	3×50	—	40,9	—	650	550

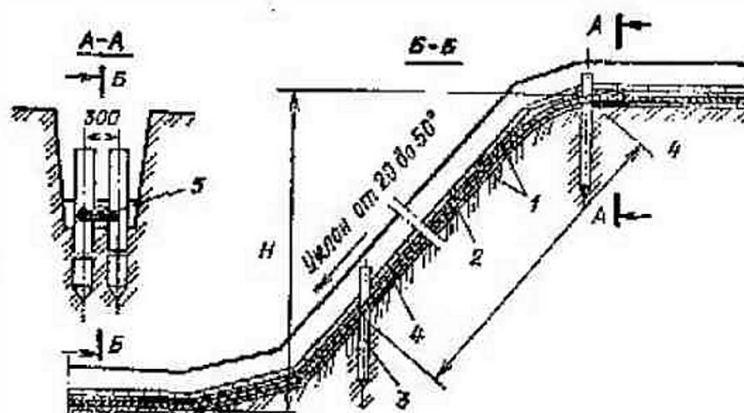


Рис.2.21. Крепление кабеля на размываемых ливнями и тальми водами склонах с уклоном от 20 до 50°:

1 – просеянный грунт или песок; 2 – кирпич или плиты; 3 – свая железобетонная; 4 – плита асбестоцементная; 5 – скоба для крепления кабеля

Кабели укладывают с запасом 1-2 % от его длины («змейкой») для исключения возможности возникновения опасных механических напряжений при смещении почвы и температурных деформациях, особенно в весенний период при оттаивании земли. Укладка кабеля «змейкой» при прокладке с помощью механизмов выполняется в процессе перекладки его с роликов на дно траншеи.

При параллельной прокладке кабелей в траншеях концы кабелей, предназначенных для последующего монтажа соединительных муфт, располагаются со сдвигом мест соединения не менее чем на 2 м (рис.2.22). При этом предусматривается запас кабеля по длине, необходимый для проверки изоляции на влажность, для монтажа соединительных муфт и укладки дуг компенсаторов, предохраняющих муфты от повреждения при возможных смещениях почвы и при температурных деформациях кабеля, а также на случай перерезки муфты при её повреждении.

Допускается в стеснённых условиях при больших потоках кабелей компенсаторы располагать в вертикальной плоскости с двойной минимальной внутренней кривой изгиба, размещая их полого по дуге в земляной щели толщиной не более 200 мм ниже уровня прокладки кабелей на глубине до 0,5 м (рис.2.23). Запас кабеля в компенсаторе должен быть 350 мм. Муфты необходимо располагать на уровне прокладки кабелей.

Число соединительных муфт на 1 км вновь строящихся кабельных линий должно быть: не более 4 шт. для трехжильных кабелей 1-10 кВ сечением до $3 \times 70 \text{ мм}^2$, 5 шт. сечением $3 \times 95 - 3 \times 240 \text{ мм}^2$, 2 шт. для одножильных кабелей. Для кабелей напряжением 110 кВ количество муфт определяется проектом.

В том случае, если проектом предусмотрена защита кабелей красным кирпичом или плитами, присыпка над кабелем должна быть не менее 100 мм, при прокладке над кабелями сигнально-предупредительной ленты, что должно быть указано в проекте, присыпка должна быть не менее 300 мм, т.е. лента должна быть на глубине 400 мм от планировочной отметки.

Сигнальная лента должна быть красного цвета толщиной 0,6-1,0 мм, шириной 150 и 250 мм и должна иметь четкие надписи «Осторожно кабель». Одну ленту можно прокладывать над двумя кабелями. При большем числе кабелей необходимо укладывать дополнительное число лент с таким расчетом, чтобы края ленты закрыли кабель с учетом «змейки».

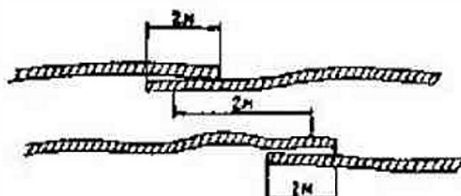


Рис.2.22. Расположение концов кабелей при их параллельной прокладке

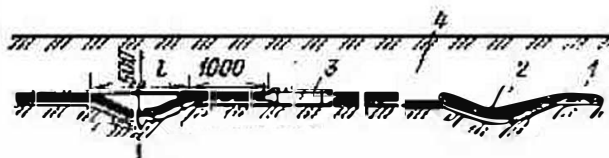


Рис.2.23. Вертикальное расположение компенсаторов в месте монтажа соединительной муфты:

1 – кабель; 2 – компенсатор; 3 – муфта; 4 – траншея; l – длина компенсатора, зависит от марки и диаметра кабеля

После присыпки кабелей и закрытия их кирпичом, плитами или лентой представители электромонтажной и строительной организации совместно с представителем эксплуатирующей организации составляют «Акт осмотра кабельной канализации в траншеях и каналах перед закрытием», который является официальным документом, разрешающим засыпку траншей грунтом. Окончательную засыпку траншей и котлованов проводят после монтажа соединительных муфт и испытания кабельной линии повышенным напряжением в течение суток после испытания. В случае задержки засыпки более чем на сутки испытания должны быть проведены повторно.

Если трасса кабельной линии (или какой-нибудь участок её) не может быть нанесена на план с привязкой её координат к существующим постоянным строениям, то по трассе устанавливают специальные опознавательные знаки, к которым привязывают линию. Опознавательные знаки наносят в виде надписей на стены постоянных зданий и сооружений или на специальные столбики из бетона или профильной стали на поворотах трассы, в местах установки соединительных муфт, на пересечениях с дорогами (с обеих сторон) и подземными сооружениями, у вводов в здания и через каждые 100 м на прямых участках трассы. Образцы опознавательных знаков приведены на рис.2.24. На опознавательных знаках номер пикета по проекту и знак напряжения выполняют красной краской, а направление кабельной трассы, расстояние от сооружения, направление к сооружению – черной краской.

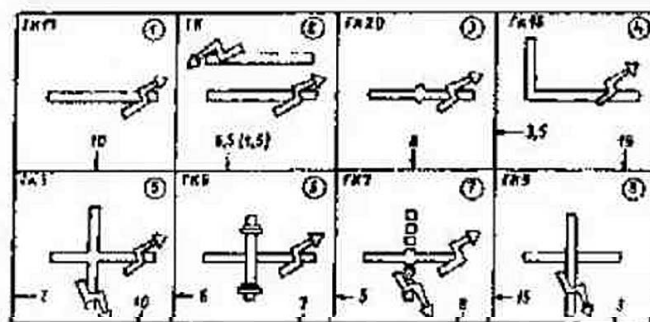


Рис.2.24. Образцы опознавательных знаков для кабельных линий.

(Размер знака 300×300 мм):

- 1 – траншея; 2 – две параллельно идущие траншеи (расстояние между траншеями указано в скобках); 3 – кабельная муфта; 4 – поворот траншеи под углом; 5 – пересечение двух траншей; 6 – пересечение траншей с коммуникацией (трубопроводом); 7 – пересечение траншеи с электрифицированной железной дорогой (неэлектрифицированные железные дороги показываются без знака стрелы; 8 – пересечение траншеи с автомобильной дорогой

2.3. Прокладка кабелей в каналах

Прокладка кабелей в каналах применяется при монтаже внутрицеховой и внецеховой сети. Каналы выполняются из унифицированных железобетонных лотковых каналов с перекрытиями, из унифицированных железобетонных стеновых плит с основаниями и перекрытиями из монолитного железобетона, а также из кирпича.

Способ прокладки кабелей в каналах позволяет обеспечить осмотры и ремонты кабельных линий в процессе эксплуатации, а также прокладывать новый или заменить действующий кабель без производства земляных работ. Кроме того, при прокладке кабелей в каналах обеспечивается надежная защита от механических повреждений.

На рис.2.25 представлены прямые участки унифицированных каналов лоткового типа и из сборных элементов. В табл.2.12 указаны основные размеры унифицированных кабельных каналов.

Основные прямые лотковые каналы, перекрытия к ним, а также основные элементы сборных каналов имеют длину 3 м. Сборные элементы к лотковым и сборным каналам в местах поворотов и ответвлений имеют длину и ширину из расчёта на возможность прокладки в них кабелей напряжением до 10 кВ сечением $3 \times 240 \text{ мм}^2$ с радиусом изгиба кабеля $R = 25d$.

В каналах должны быть выполнены работы по предотвращению попадания в них технологических вод и масел, а также по обеспечению отвода почвенных и ливневых вод.

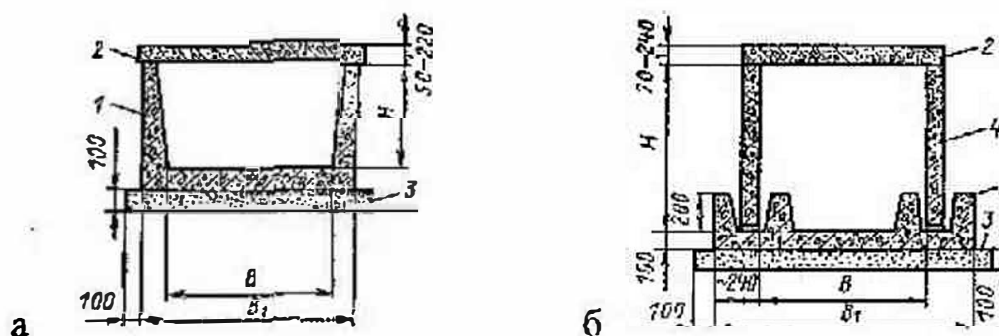


Рис.2.25. Сборные железобетонные каналы:

а — лотковые типа ЛК; б — из сборных плит типа СК; 1 — лоток; 2 — шита перекрытия; 3 — подготовка песчаная; 4 — плита; 5 — основание

Таблица 2.12

Прямые участки унифицированных кабельных каналов

Тип канала	Исполнение	Сечение канала, мм	Размеры, мм, по рис. 2.25		
			B	B ₁	H
Лотковый канал типа ЛК	ЛК-1	300×300	300	420	290
	ЛК-2	450×300	450	570	—
	ЛК-3	600×300	600	760	—
	ЛК-4	600×450	600	760	450
	ЛК-5	900×450	900	1100	—
	ЛК-6	1200×450	1200	1400	430
	ЛК-7	600×600	600	820	600
	ЛК-8	900×600	900	1120	—
	ЛК-9	1200×600	1200	1140	580
Сборный канал типа СК	СК-1	900×900	900	1380	900
	СК-2	1200×900	1200	1680	—
	СК-3	900×1200	900	1380	1200
	СК-4	1200×1200	1200	1680	—

Полы в каналах должны иметь уклон не менее 0,1 % в сторону водосборников или ливневой канализации. Каналы, расположенные во влажных грунтах или ниже уровня грунтовых вод, должны иметь гидроизоляцию дна и стенок.

На участках, где могут быть пролиты расплавленный металл, жидкости с высокой температурой или вещества, разрушающе действующие на оболочки кабелей, сооружение кабельных каналов не разрешается.

Кабельные каналы вне зданий, где это вызывается необходимостью охраны, должны быть засыпаны поверх съёмных плит землей с толщиной слоя 300 мм и более. На огражденных территориях, доступных только для обслуживающего персонала, например на подстанциях, засыпка кабельных каналов поверх съёмных плит землей запрещается.

В электромашиных помещениях каналы могут перекрываться рифлёным железом, а в помещениях щитов управления с паркетными полами деревянными щитами с паркетом.

Засыпка силовых кабелей, проложенных в каналах, запрещается. Расположение кабелей на конструкциях в зависимости от типоразмеров каналов может быть следующим: на одной стенке канала на подвесах; на одной стенке канала на полках; на обеих стенках канала на подвесах; на одной стенке канала на подвесах, на другой стенке на полках; на обеих стенках канала на полках; на дне канала при глубине его не более 0,9 м (рис.2.26).

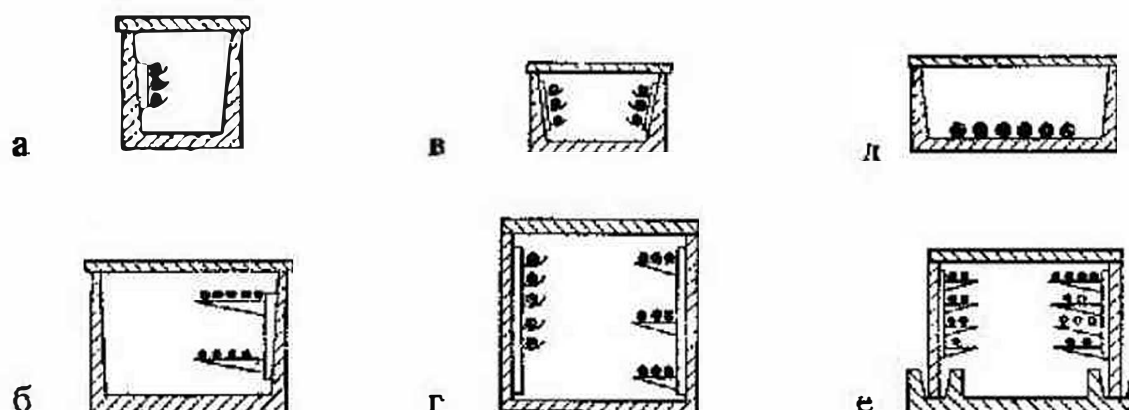


Рис.2.26. Варианты прокладки кабелей в лотках:

а – расположение кабелей на одной стенке на подвесах; б – то же на полках;
в – то же на обеих стенках на подвесах; г – то же на одной стенке на подвесах, на другой на полках; д – то же на дне канала; е – то же на обеих стенках на полках

Кабельные каналы должны рассчитываться с учётом возможности дополнительной прокладки кабелей не менее 10 % от проложенных. Горизонтальное расстояние в свету между конструкциями при двустороннем их расположении (ширина прохода) должно быть не менее 300 мм для каналов глубиной до 600 мм и не менее 400 мм при каналах глубиной 900 и 1200 мм.

Для прокладки в каналах применяют кабели с оболочками, не распространяющими горение. Расположение кабелей и их крепление на конструкциях в зависимости от их напряжения, сечения и типа, а также выполнения

горизонтальных асбоцементных перегородок и установка соединительных муфт такие же, как и в туннелях. Установка кабельных конструкций, расстояния между ними такие же, как и при установке в туннелях.

2.4. Прокладка кабелей в туннелях и коллекторах

Кабельные туннели и коллекторы рекомендуется сооружать в городах и на предприятиях с уплотненной застройкой территории или при большом насыщении территории подземными инженерными коммуникациями, а также на территориях больших металлургических, машиностроительных и других предприятий.

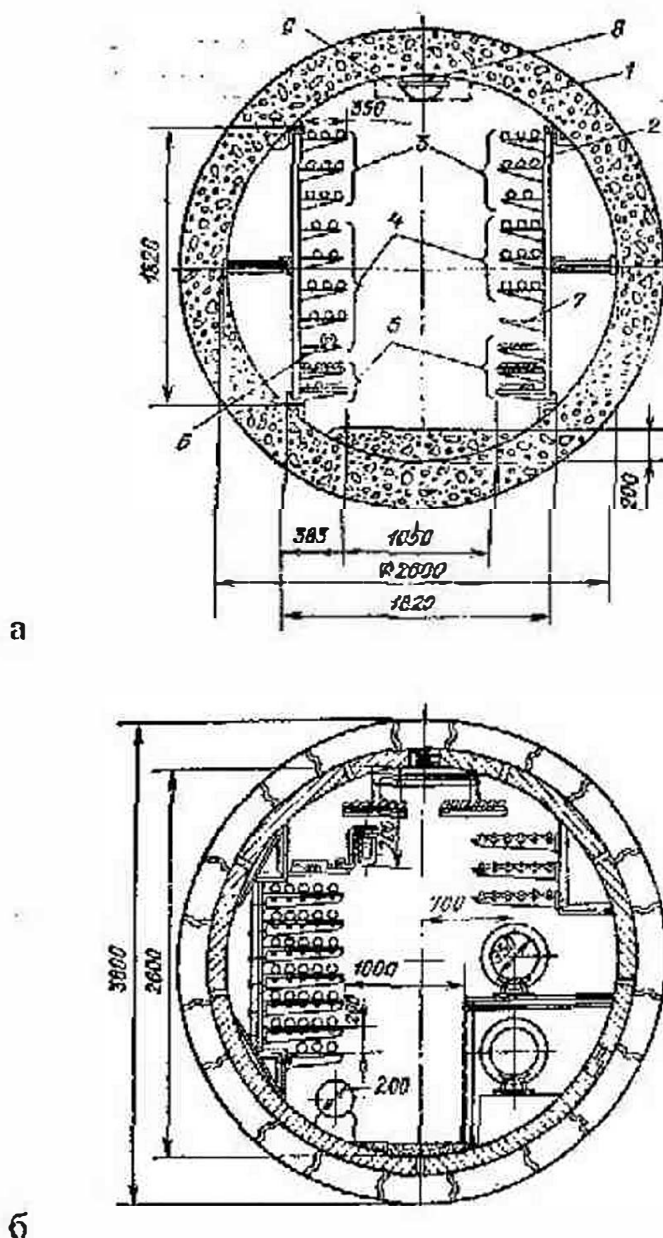


Рис. 2.27. Размещение кабелей в туннелях и коллекторах круглого сечения:
 а — туннель; б — коллектор; 1 — блок туннеля; 2 — блок кабельных конструкций;
 3 — кабели выше 1 кВ; 4 — кабели до 1 кВ; 5 — контрольные кабели; 6 — муфта соединительная; 7 — свободная полка для укладки соединительных муфт;
 8 — уплотнитель; 9 — зона пожароопасности и трубопроводов мешающих трубопроводов и их разрушения

Туннели прямоугольного сечения

Конструкция туннеля	Внутренние размеры, м	
	Ширина	Высота
С односторонним расположением кабелей: проходной полупроходной	1,5	2,1
	1,5	1,65
Туннель с двусторонним расположением кабелей: проходной полупроходной	2,4	2,1
	2,1	2,1
	1,8	2,1
	1,5	2,1
	1,8	1,65
	1,5	1,65
Трёхстенный с расположением кабелей на четырёх стенах проходной	1,8	2,1

Туннели и коллекторы круглого сечения проходного исполнения имеют внутренний диаметр 2,6 м и предназначены для двусторонней прокладки кабелей (рис.2.27).

Кабельные туннели и коллекторы прямоугольного сечения предназначены для двусторонней и односторонней укладки кабелей и бывают проходного и полупроходного исполнений. При большом числе кабелей туннели и коллекторы прямоугольного сечения могут быть трёхстенными (сдвоенными). В табл.2.13 приведены основные размеры туннелей прямоугольного сечения.

На рис.2.28 показано размещение кабелей в туннелях прямоугольного сечения.

Применение полупроходных туннелей допускается в местах, где подземные коммуникации мешают выполнить проходной туннель, при этом полупроходной туннель принимают длиной не более 15 м и для кабелей напряжением не выше 10 кВ.

Проходы в кабельных туннелях и коллекторах должны быть не менее 1 м, однако допускается уменьшение проходов до 800 мм на участках длиной не более 500 мм.

Пол туннеля или коллектора должен быть выполнен с уклоном не менее 1 % в сторону водосборников или ливневой канализации. При отсутствии дренажного устройства через каждые 25 м должны быть устроены водосборные колодцы размером 0,4×0,4×0,3 м, перекрываемые металлическими решётками. При необходимости перехода с одной отметки на другую должны быть устроены пандусы с уклоном не более 15°. В туннелях (коллекторах) должны быть выполнены мероприятия по предотвращению попадания в них грунтовых и технологических вод и обеспечен отвод почвенных и ливневых вод.

Туннели (коллекторы) должны быть обеспечены в первую очередь, естественной вентиляцией. Выбор системы вентиляции и расчёт вентиляционных устройств производятся на основании тепловыделений, указанных в

строительных заданиях. Вентиляционные устройства должны автоматически отключаться, а воздуховоды должны снабжаться заслонками с дистанционным или ручным управлением для прекращения доступа воздуха в коллектор или туннель в случае возникновения пожара. В туннеле и коллекторе должны быть предусмотрены стационарные средства для дистанционного и автоматического пожаротушения. Источником пожара могут быть кабели, соединительные кабельные муфты, небрежное отношение с огнём и легковоспламеняющимися материалами при монтажных или ремонтных работах.

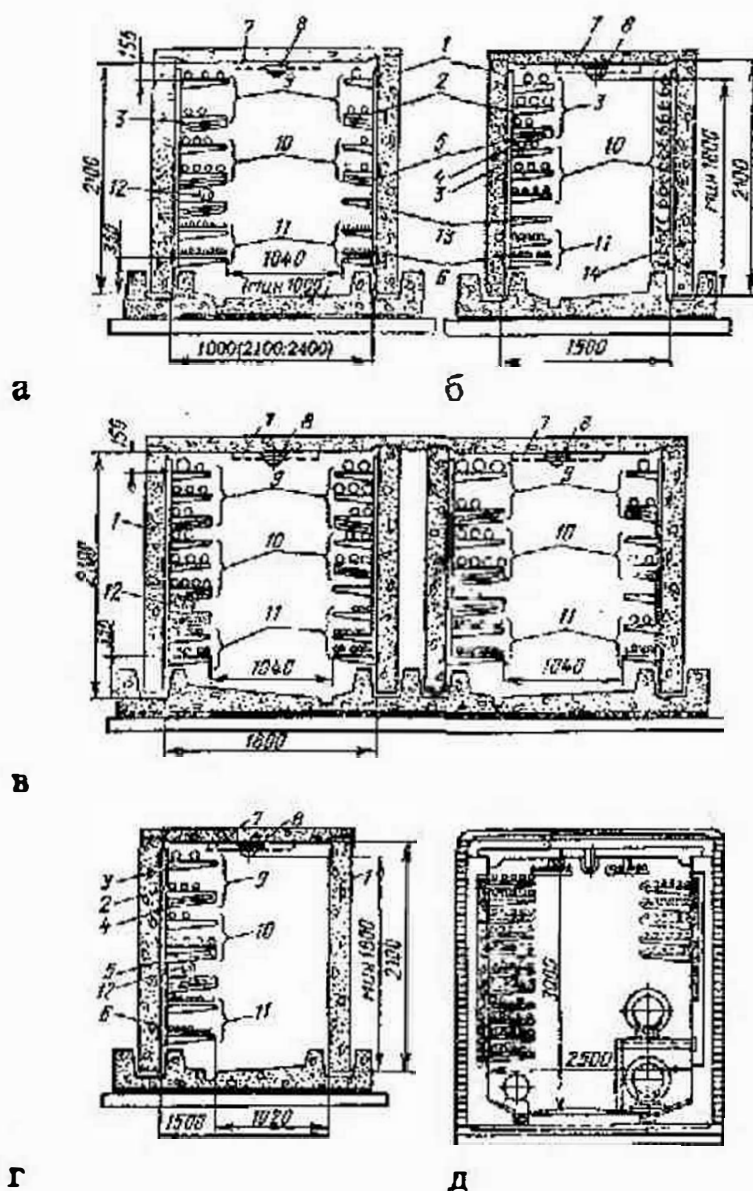


Рис.2.28. Размещение кабелей в туннелях и коллекторах прямоугольного сечения.

а и б – проходной с двусторонним расположением кабелей; в – проходной трёхстенный с четырёхсторонним расположением кабелей; г – проходной с односторонним расположением кабелей; д – проходной двусторонний коллектор; 1 – блок туннеля; 2 – стойка; 3 – полка; 4 – подставка; 5 – перегородка огнестойкая; 6 – лоток сварной; 7 – зона пожарозащиты и трубопроводов механизированной уборки пыли и пожаротушения; 8 – силовой кабель; 9 – силовые кабели выше 1 кВ; 10 – силовые кабели до 1 кВ; 11 – контрольные кабели; 12 – муфта соединительная в защитном кожухе; 13 – полка для укладки соединительных муфт; 14 – подвеска

Коллекторы и туннели должны быть оборудованы электрическим освещением и сетью питания переносных светильников и инструмента.

Протяжённые кабельные туннели и коллекторы разделяют по длине огнестойкими перегородками на отсеки длиной не более 150 м с устройством в них дверей.

Прокладка кабелей в коллекторах и туннелях рассчитывается с учётом возможности дополнительной прокладки кабелей в количестве не менее 15 %.

Заканчивающие строительством туннели и коллекторы должны быть до начала прокладки кабелей приняты по акту электромонтажной и эксплуатирующей организациями. При приёмке проверяется соответствие сооружения проекту, а также требованиям ПУЭ и СНиП.

Металлические опорные конструкции для кабелей должны быть установлены на расстоянии 0,8-1 м одна от другой на горизонтальных прямолинейных участках. В местах поворотов трассы расстояние между конструкциями выбирается по месту с учётом допустимого радиуса изгиба кабелей, но не больше, чем на прямых участках. Все металлические конструкции должны иметь антикоррозионное покрытие. Перед прокладкой кабелей в сооружениях представители эксплуатирующей организации проверяют готовность трассы для прокладки кабелей:

- крепление заделанных в стены труб;
- диаметр труб и их соответствие проектной марке кабеля;
- крепление конструкций (стоек, полок) и расстояние между ними по горизонтали и вертикали;
- окраску металлоконструкций (особенно в местах приварки);
- отсутствие течи воды и воды в прямках;
- исправность электропроводки и наличие ламп (при необходимости на поворотах установить дополнительное освещение);
- отсутствие посторонних предметов по всей трассе;
- расставленные по всей трассе линейные и угловые ролики (угловые ролики должны быть закреплены).

После выполнения перечисленных требований разрешается прокладка кабелей и составляется акт на скрытые работы и акт приёмки сооружения под монтаж кабелей. Для прокладки в туннелях разрешается применять только кабели с негорючими оболочками.

При двустороннем расположении кабельных конструкций контрольные кабели следует размещать по возможности на противоположной стороне от силовых кабелей. При одностороннем расположении конструкций контрольные кабели следует размещать под силовыми кабелями и разделять их горизонтальной перегородкой.

При применении автоматического пожаротушения с использованием воздушно-механической пены или распылённой воды перегородки допускаются не устанавливаться.

Силовые кабели напряжением до 1 кВ следует прокладывать под кабелями напряжением выше 1 кВ и разделять их горизонтальной перегородкой. Различные группы кабелей, а именно рабочие и резервные напряжением выше 1 кВ, рекомендуется прокладывать на разных полках с разделением их горизонтальными негорючими перегородками. В качестве перегородок ре-

комендуются асбоцементные плиты прессованные неокрашенные толщиной не менее 8 мм.

Прокладку бронированных кабелей всех сечений и небронированных сечением жил 25 мм^2 и выше следует выполнять по конструкциям (полкам), а небронированных кабелей сечением жил 16 мм^2 и менее – на лотках, уложенных на кабельные конструкции.

Кабели, проложенные в туннелях и коллекторах, должны быть жестко закреплены в конечных точках, с обеих сторон изгибов и у соединительных муфт. Во избежание установки дополнительных муфт следует выбирать предпочтительную строительную длину кабелей. Каждую соединительную муфту на силовых кабелях следует укладывать на отдельной полке опорных конструкций и заключать в защитный противопожарный кожух, который должен быть отделен от верхних и нижних кабелей по всей ширине полок защитными асбоцементными перегородками. В каждом туннеле и канале должны предусматриваться свободные ряды полок для укладки соединительных муфт.

Для прохода кабелей через перегородки, стены и перекрытия должны быть установлены патрубки из негорючих труб. В местах прохода кабелей в трубах зазоры в них должны быть тщательно уплотнены негорючим материалом. Материал заполнения должен обеспечивать схватывание и легко поддаваться разрушению в случае прокладки дополнительных кабелей или их частичной замены.

Применение в кабельных туннелях небронированных кабелей с полиэтиленовой оболочкой по условиям пожарной безопасности запрещается.

Перед прокладкой кабеля требуется измерить длину кабельной линии в соответствии с проектом. Для прокладки кабеля в протяженных туннелях необходимо также уточнить расположение мест, откуда может производиться затяжка кабеля в туннель или коллектор (колодцы, вентиляционные шахты и т.д.), определить фактическое расстояние между ними.

Механизированная раскатка кабеля в туннелях, как правило, производится тяжением с помощью лебедки (рис. 2.29).

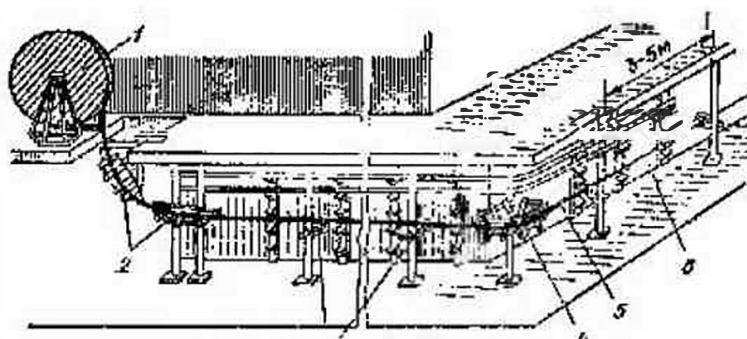


Рис. 2.29. Раскатка кабеля в туннеле:

- 1 – барабан с кабелем; 2 – угловые ролики; 3 – линейные ролики;
4 – угловой ролик на повороте трассы; 5 – кабель; 6 – канат лебедки

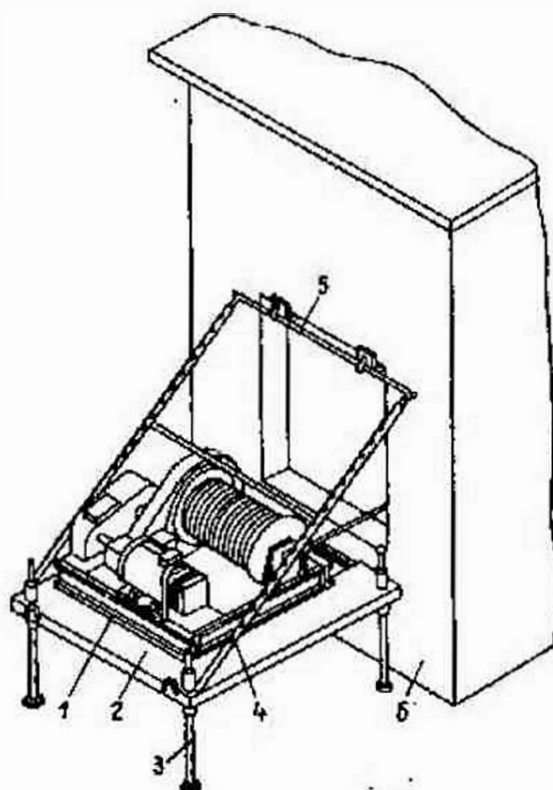


Рис.2.30. Установка платформы с тяговой лебедкой у проёма вентиляционной шахты:

1 – лебедка; 2 – платформа; 3 – стойка; 4 – телескопические утюры; 5 – переключатель; 6 – вентиляционная шахта

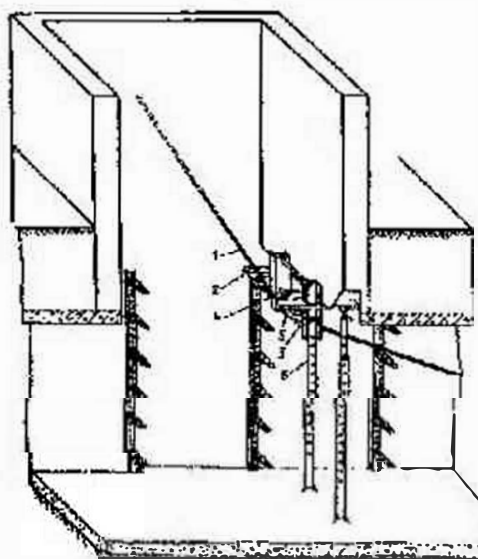


Рис. 2.31. Установка обводного блока для перехода каната из тоннеля в вентиляционную шахту:

1 – канат; 2 – крестовина; 3 – стяжная шпилька; 4 – ось; 5 – блок; 6 – усиленная стойка

При разматке барабан с кабелем устанавливается на домкратах на одном конце трассы, а на другом конце – тяговая лебедка. Трос лебедки при-

крепляют к концу кабеля, протягивают кабель по трассе и после этого вручную переключают его на отведенное место на кабельных конструкциях.

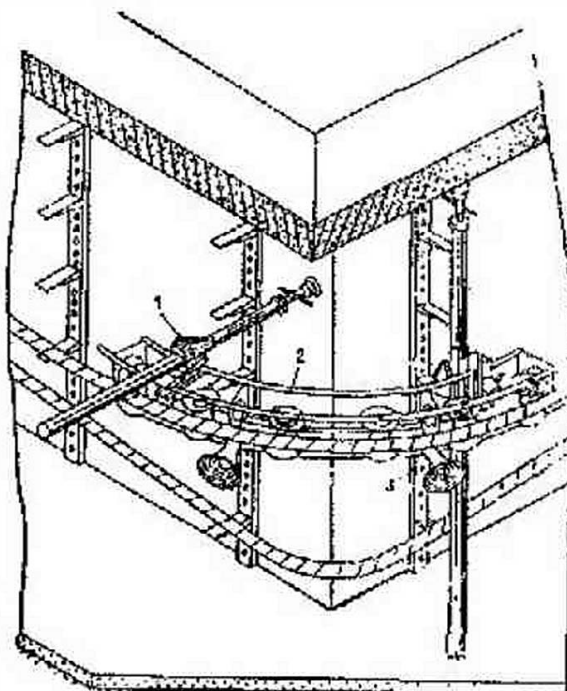


Рис. 2.32. Установка обводного универсального устройства на углу поворота кабельной трассы в тоннеле:
1 – захват; 2 – сектор; 3 – ролик опорный

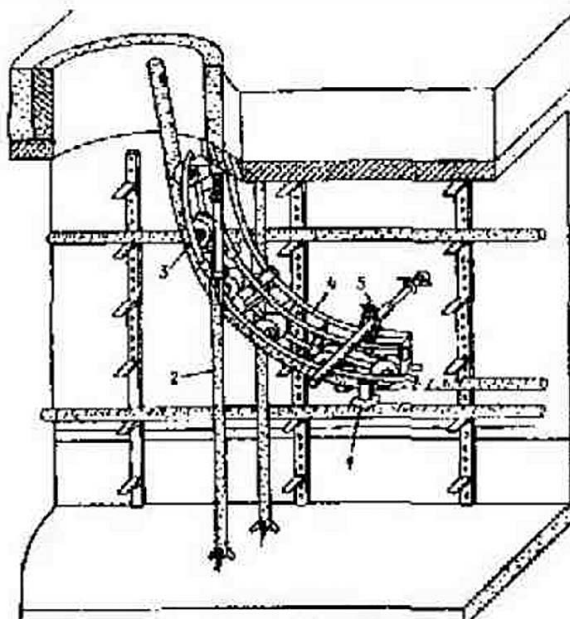


Рис. 2.33. Установка обводного универсального устройства на спуске кабеля из колодца (вентиляционной шахты) в тоннель:
1 – ролик опорный; 2 – стойка телескопическая; 3 – ролик; 4 – сектор; 5 – захват

Перед раскаткой устанавливают по трассе различные приспособления: фиксирующего направления каната лебёдки (рис.2.30) – при переходе каната с барабана тяговой лебёдки в вентиляционную шахту; обводной блок для перехода каната из вентиляционной шахты (колодца) в туннель в месте сопряжения вентиляционной шахты и потолка туннеля (рис.2.31); обводные устройства на углах поворота (рис.2.32), в местах входа в кабельный туннель (рис.2.33). При наличии трубных переходов и строительных проёмов устанавливают специальные приспособления для ввода кабеля в трубу (рис.2.34) и обводные устройства для прохода кабеля через проёмы (рис.2.35).

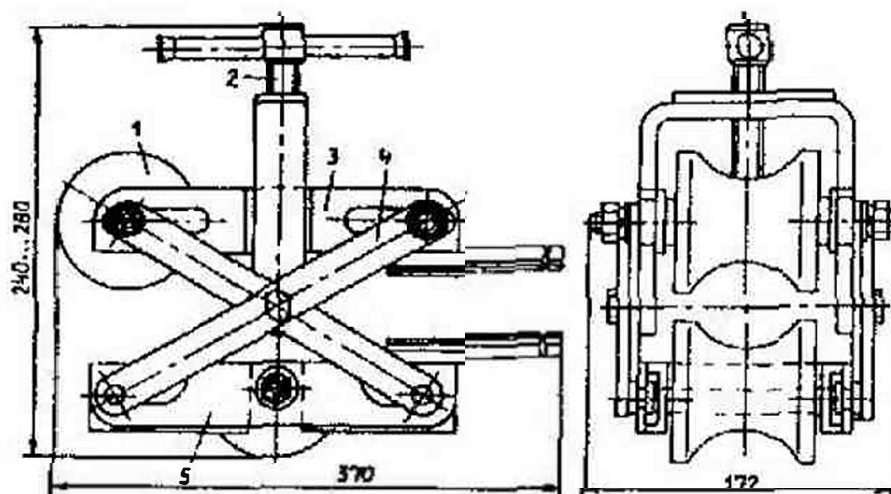


Рис. 2.34. Приспособление для ввода кабеля напряжением до 10кВ в трубы:

1 – ролик; 2 – винт; 3 – направляющая; 4 – коромысло; 5 – съёмная направляющая

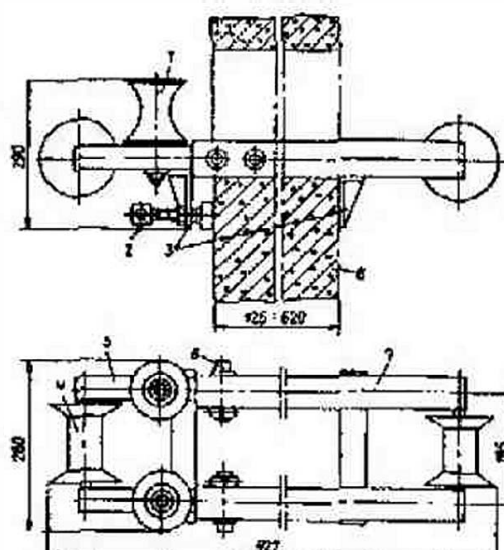


Рис. 2.35. Обводное устройство для прохода кабеля через проёмы:

1 – ролик вертикальный; 2 – прижим винтовой; 3 – упор рамы; 4 – ролик горизонтальный; 5 – рама неподвижная; 6 – запор; 7 – рама подвижная; 8 – стена

Кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, жёстко закрепляются в конечных точках, на поворотах трассы, с обеих сторон изгиба кабеля, у соединительных и концевых муфт и задлок. Кабели, проложенные вертикально по конструкциям и стенам, закрепляются на каждой кабельной конструкции. В местах крепления между экранированными кабелями со свинцовой или алюминиевой оболочкой, металлическими опорными конструкциями и металлической скобой должны быть проложены прокладки из эластичного материала (листовой резины, листового поливинилхлорида) толщиной не менее 2 мм, предохраняющие оболочку от механических повреждений. Экранированные кабели с пластмассовой оболочкой допускается крепить скобами (хомутами) без прокладок. Металлическая броня кабелей, прокладываемых в туннелях, должна иметь антикоррозийное покрытие.

2.5. Прокладка кабелей в блоках

Прокладка кабелей в блоках рекомендуется в местах пересечений с железными и автомобильными дорогами, в условиях стесненности по трассе (при большом числе других подземных коммуникаций и сооружений), при вероятности разлива металла или агрессивных жидкостей в местах прохождения кабельных трасс, при прокладке кабельных линий в агрессивных по отношению к оболочке кабелей грунтах, при необходимости защиты кабелей от блуждающих токов.

Для сооружения блоков применяют двух- и трёхканальные железобетонные панели, предназначенные для прокладки в сухих, влажных и насыщенных водой грунтах, асбоцементные трубы для защиты кабелей от блуждающих токов, керамические трубы для защиты кабелей в агрессивных и насыщенных водой грунтах (при необходимости можно и в сухих грунтах).

В местах изменения направления трассы или глубины заложения блоков, а также на прямолинейных участках большой длины выполняют кабельные колодцы. Число колодцев на прямых участках блока должно быть минимальными, при этом расстояние между соседними колодцами следует принимать максимально возможным с учётом строительных длин кабелей, допустимых усилий тяжения и условий прокладки.

Габариты кабельных колодцев должны обеспечивать нормальные условия протяжки кабелей с максимальным сечением $3 \times 240 \text{ мм}^2$ с радиусом изгиба кабеля $R = 25d$, замену их в случае надобности, установку соединительных муфт с защитными металлическими кожухами длиной 1250 мм. Кабельные колодцы выполняются из кирпича или сборного железобетона и бывают следующих типов: проходной прямого типа; угловой — для изменения направления блочной канализации с углами поворота 90, 120, 135 и 150°; треугольный прямой и с углом поворота 120 и 150°; крестообразный.

Уклон пола колодца должен быть 0,003 в сторону водосборника. Решетка водосборника должна быть металлической. Установка закладных деталей под кабельные конструкции производится в процессе монтажа колодцев.

Горловины (пазы) кабельных колодцев делают круглыми или овальными.

ми с двойными металлическими крышками. Люки круглой формы рассчитаны только на одностороннюю протяжку кабелей и должны иметь диаметр не менее 700 мм, люки овальной формы рассчитаны на двустороннюю протяжку кабелей большой длины сечением до 185 мм^2 и иметь ширину 800, длину 1800 мм. Кабели сечением 240 мм^2 и выше протягивают без петли в одну сторону. Колодцы снабжаются стальными скобами или металлической лестницей для спуска.

При выполнении блоков из асбоцементных труб внутренние поверхности труб и их стыки смазывают битумом. При сухих грунтах все наружные поверхности труб и их стыки покрывают окрасочной гидроизоляцией в два слоя, а при влажных и насыщенных водой грунтах оклеивают гидроизоляцией в два слоя.

У блоков из керамических труб для агрессивных грунтов заполняют пустот между трубами бетоном, для неагрессивных грунтов — бетоном, но только в местах соединения труб, а остальная часть засыпается песком или просеянным грунтом.

При параллельной прокладке блока с трубопроводами между трубопроводами и ближайшим кабелем расстояние должно быть не менее 250 мм, а при параллельной прокладке с теплопроводом — не менее 2 м.

Сооружённые блоки перед засыпкой землей принимаются электромонтажной и эксплуатирующей организациями. Блочная канализация должна соответствовать проекту. Глубина заложения кабельных блоков (считая от верхнего кабеля) должна быть не менее 1 м при пересечении улиц и площадей и 0,7 м во всех остальных случаях. В производственных помещениях и на закрытых территориях глубина не нормируется. Каждый кабельный блок должен иметь 10 % резервных каналов, но не менее одного канала. Засыпку блоков допускается производить только после их приёмки. Каналы кабельных блоков и труб, выходы из них, а также места их соединения должны иметь обработанную и очищенную поверхность для предотвращения механических повреждений оболочек кабелей, как при протяжке, так и в условиях эксплуатации.

Внутренние диаметры отверстий (каналов) железобетонных блоков должны быть не менее 90 мм, внутренние диаметры труб блочной канализации — не менее 100 мм.

Кабельные блоки должны иметь уклон не менее 0,2 % в сторону колодцев. Наименьшие расстояния в свету между трубами блочной канализации, проложенными непосредственно в земле, должны быть такими же, как для кабелей, проложенных без труб.

До затяжки кабеля в канал блока последний нужно очистить от бетонного раствора на стыках блоков и строительного мусора. Это достигается протягиванием через канал с помощью лебёдки каната с прикрепленным к нему приспособлением в виде стального контрольного цилиндра (рис.2.36) и ершей (рис.2.37). Наружный диаметр контрольной поверхности цилиндра должен быть на 15 мм меньше диаметра канала, а диаметр ерша на 6 мм больше диаметра канала. Схема прочистки канала показана на рис.2.38. Для этого к одному концу предварительно затянутой в канал стальной проволоки присоединяют стальной канат и протягивают его через канал, после этого ко

второму концу каната прикрепляют контрольный цилиндр с ершами. В колодце (ближайшем к лебёдке) закрепляют направляющие ролики, через которые пропускают протянутый канат и, прикрепив к канату лебёдки, производят очистку канала. При прочистке трассы к последнему ершу прикрепляют стальной канат, который одновременно затягивают в канал для последующей протяжки кабеля. Затяжку проволоки в каналы блоков рекомендуется производить в процессе сооружения кабельной канализации. Затяжка проволоки в блоки законченной строительством канализации на участках трассы длиной до 50 м производится путём непосредственного проталкивания круглой проволоки диаметром 4-5 мм с загнутым концом, чтобы он не мог упереться в стенки канала.

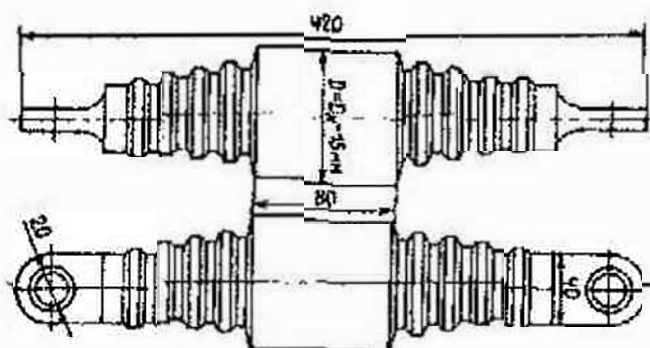


Рис. 2.36. Контрольный цилиндр (D_k – диаметр канала)

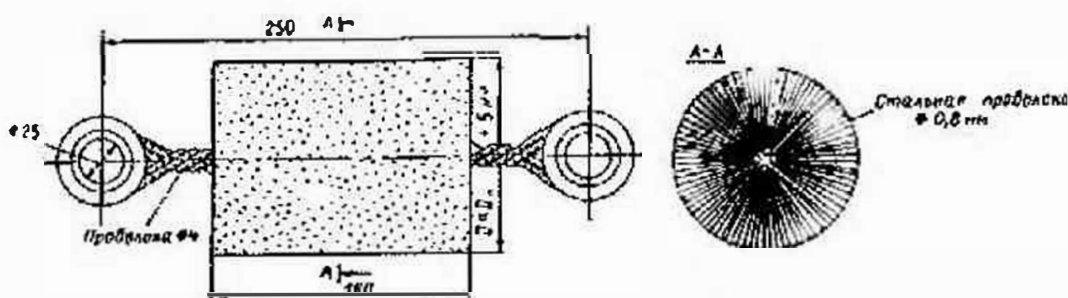


Рис. 2.37. Ёрш для прочистки каналов

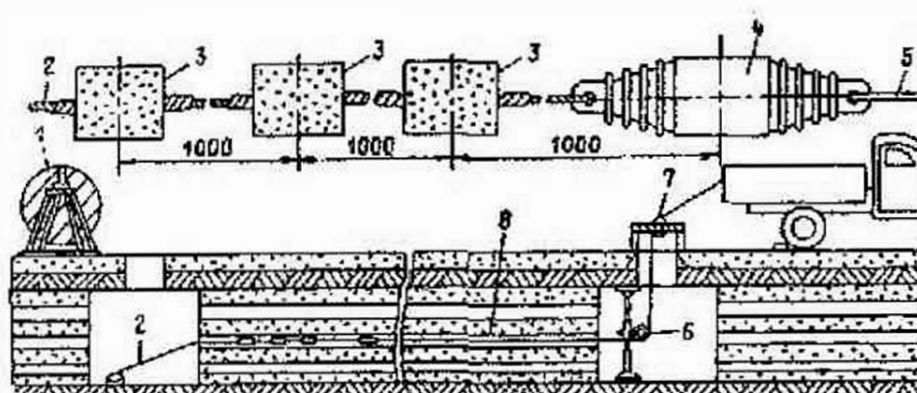


Рис. 2.38. Схема прочистки блочной канализации:

1 – барабан с кабелем; 2 – канат для затяжки кабеля; 3 – ёрш; 4 – контрольный цилиндр; 5 – канат для прочистки канала; 6 – распорный ролик; 7 – ролик; 8 – канал блока

На участках длиной более 50 м стальной канат затягивают одним из способов:

проталкиванием проволоки с двух концов труб одновременно с предварительно сделанными на каждом конце крючком, при встрече в трубе концы проволок сцепляют и проволоку вытаскивают с одной стороны на столько, чтобы наружу вышло место сцепления проволок;

при помощи сцепных или свинчивающихся штанг (стержней); пневматическим приспособлением для затягивания шнура (рис.2.39), к которому затем присоединяют канат, или непосредственно каната.

Для прокладки в блочной канализации применяют кабели с голой свинцовой оболочкой марок СТ, АСТ, а также кабели с голой поливинилхлоридной оболочкой марок ВВВГ, АВВГ, ВГР, АВРГ. На участках блоков длиной до 50 м допускается также прокладка бронированных кабелей в свинцовой или алюминиевой оболочке без наружного покрова из кабельной пряжи с покраской брони для защиты от коррозии битумным лаком.

Марки кабелей для каждого конкретного случая определяются проектом. При протяжке кабеля марки СТ в блоки с креплением каната к оболочке кабеля чулком (рис.2.40) общая длина канала блока по условиям предельно допустимых усилий тяжения не должна превышать 145 м для кабелей сечением до $3 \times 50 \text{ мм}^2$, 115 м сечением $3 \times 70 \text{ мм}^2$, 108 м сечением $3 \times 95 \text{ мм}^2$ и выше.

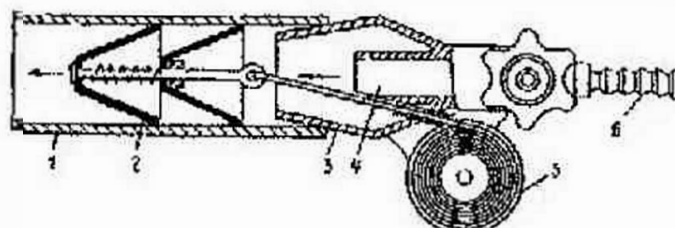


Рис.2.39. Пневматическое приспособление для затягивания шнура в блок:

1 – труба; 2 – поршень; 3 и 4 – сопла; 5 – катушка с тросиком или капроновым шнуром; 6 – штуцер для воздушного шланга

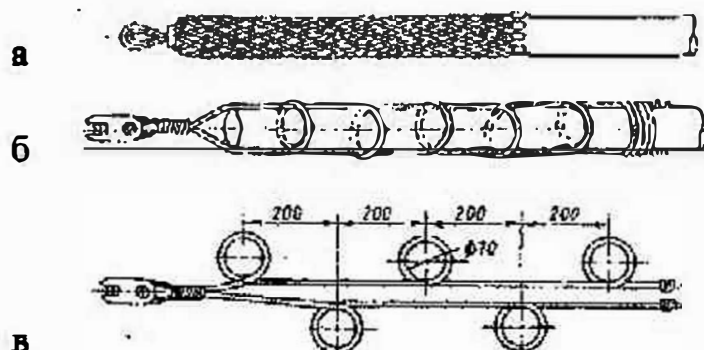


Рис.2.40. Крепление кабеля к стальному канату:

а – проволоочным чулком; б – с помощью концевого захвата;
в – общий вид захвата

Если сквозную протяжку кабеля на двух или более участках осуществить невозможно, то кабель можно протянуть из промежуточного колодца в обе стороны трассы при условии, что размеры люка позволяют в конце протяжки опустить в колодец петлю кабеля с соблюдением допустимого радиуса изгиба.

В этом случае барабан с кабелем устанавливают у промежуточного колодца и протягивают кабель на более длинном участке трассы. Затем с барабана сматывают и отрезают по замеру кабель на длину второго участка и раскладывают петлями на земле. Прикрепив конец кабеля к канату, затянутому в канал блока, производят протяжку кабеля на втором участке трассы так, чтобы при завершении протяжки и опускании петли в колодец радиус изгиба кабеля не был меньше допустимого. После протяжки кабель укладывают в колодец на опорные конструкции, концы герметизируют, в местах выхода кабеля из каналов блока прикладывают эластичные прокладки для защиты оболочки от истирания.

Соединительные муфты в колодце после их монтажа помещают в защитный противопожарный кожух.

На вводах блоков в здания туннели отверстия в блоках после прокладки кабелей заделывают негорючим и легко пробиваемым материалом.

Предельно допустимые усилия тяжения кабелей марок СГ и АСГ с креплением каната за жилы, а также требуемые усилия на протяжку 100 м кабеля через блочную канализацию приведены в табл. 2.14. Предельно допустимые усилия тяжения кабелей марок ВВГ, АВВГ, ВРГ и АВРГ с креплением каната за жилы следует принимать по табл. 2.14 с коэффициентом 0,7 для медных жил, 0,5 – для алюминиевых жил из твердого алюминия, 0,25 – для алюминиевых жил из полутвердого алюминия.

Таблица 2.14

Предельно допустимые усилия тяжения кабелей СГ и АСГ с креплением каната за жилы и усилия на протяжку 100 м кабеля через блочную канализацию

Марка кабеля	Число и сечение жил кабеля, мм ²	Допустимое усилие тяжения, кН	Требуемое усилие тяжения, кН на 100 м кабеля на напряжение, кВ		
			1	6	10
СГ	3×50	6,4	1,7	2,3	2,7
СГ	3×70	8,9	2,2	2,8	3,2
СГ	3×95	12,0	2,8	3,5	4,0
СГ	3×120	15,3	3,4	4,2	4,6
СГ	3×150	19,0	4,2	5,3	5,5
СГ	3×185	23,5	5,1	6,7	6,3
АСГ	3×70	5,9	1,55	2,2	2,75
АСГ	3×95	7,45	1,8	2,4	2,9
АСГ	3×120	9,4	2,1	2,9	3,3
АСГ	3×150	11,8	2,6	3,6	3,8
АСГ	3×185	14,5	3,1	3,7	4,3

Сквозная протяжка кабеля на двух и более участках, без разрезки его в промежуточных колодцах, возможна при условии, что после протяжки в колодцах будет создан необходимый запас кабеля по длине для укладки его на опорные конструкции.

2.6. Прокладка кабелей на лотках

В ряде случаев в производственных помещениях количество проводов и кабелей, прокладываемых по общим трассам, бывает очень большим, тогда целесообразно применить прокладку кабелей на лотках. Лотки предназначены для открытой прокладки кабелей в сухих, сырых и жарких помещениях, в помещениях с химически активной средой, в пожароопасных помещениях для прокладки проводов и кабелей, допускаемых для этих помещений; в кабельных полутрассах и подвалах электромашиных отделений; в проходах за щитами и панелями станций управления и переходах между ними; в технических этажах зданий и сооружений и т.п. Эта система канализации электроэнергии обладает большой гибкостью, существенно облегчает монтаж и эксплуатацию. Проводка в лотках обеспечивает хорошие условия охлаждения кабелей, дает большую экономию и снижает стоимость работ по сравнению с другими видами проводки. В лотках создается свободный доступ к кабелям на всём их протяжении. В случае необходимости кабели могут быть легко вынуты и заменены другими, при этом можно изменить их число, сечение, марку, а также трассу. При использовании лотков легче выполнить проводку на сложных трассах, возможно устроить ответвления на любом участке трассы лотковой линии.

Лотки выполняют из стальных профилей и полос. Применяют два типа лотков: сварные и из перфорированных полос (рис.2.41). Сварной лоток состоит из двух продольных стальных профилей, к которым через каждые 364 мм приварены перфорированные стальные полосы (поперстины). Длина лотка 2, 2,5 и 3 м, ширина 400, 200, 100 и 50 мм. Перфорированный лоток представляет собой перфорированную стальную полосу с загнутыми под прямым углом краями (бортиками) высотой 16-30 мм. Такая конструкция придаёт лотку жёсткость и в то же время позволяет слегка изгибать лоток при монтаже. Длина лотка 2 м, ширина 50 и 105 мм. Для разделения потоков разных цепей, совместная прокладка которых недопустима,



Рис. 2.41. Лотки:
а — сварной, б — перфорированный

выпускают разделительные уголки, которые устанавливают на лотке между соответствующими потоками кабелей по всей трассе. Лотки обоих типов снабжены соединительными угольниками и болтами для соединения лотков в магистраль.

Отдельные лотки и лотковые магистрали можно располагать горизонтально, вертикально и наклонно. В горизонтальной плоскости их можно располагать в несколько ярусов. Можно располагать лотки по несколько штук в ряд для образования широкой несущей поверхности. Опорными конструкциями при установке лотков служат специальные кронштейны, которые вместе с кабельными стойками или подвесами (рис. 2.42, 2.43) образуют трассу для крепления лотков к строительным элементам зданий и сооружений.

В пролётах цехов лотки крепят на несущих тросах и тросовых подвесках с помощью тросовых растяжек. Для облегчения монтажа лотков при обходах и пересечениях используют выносные опорные конструкции, которые обеспечивают прямолинейное расположение лотков. Обход выступов и других препятствий при горизонтальной установке лотков выполняют путём разрыва трассы лотков на ширину препятствия и дополнительной в месте разрыва вставки с креплением к боковинам лотков. Обход внутренних углов при горизонтальной прокладке сварных лотков, а также при переходе с одной отметки на другую при установке лотков плашмя на стене выполняют с помощью угловых вставок (рис. 2.44). Ответвления от горизонтально проложенных сварных лотков осуществляют тройниковой или крестовой вставкой. Обход внутренних углов и повороты при горизонтальной и вертикальной прокладке перфорированных лотков производится с помощью надрезов ребра жесткости лотка в месте поворота или ответвления (рис. 2.45).

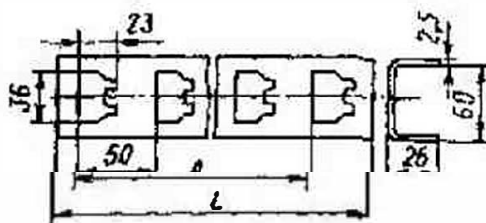


Рис. 2.42. Стойки для установки кабельных полок
 A — от 350 до 1950 мм, L — от 400 до 220 см

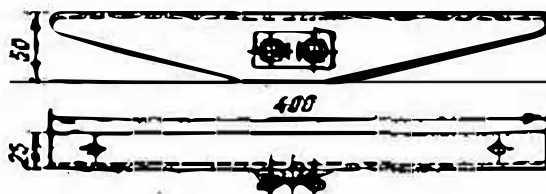


Рис. 2.43. Подвеска НЛ-ПВ для крепления прямых секций к
 потолочным точкам

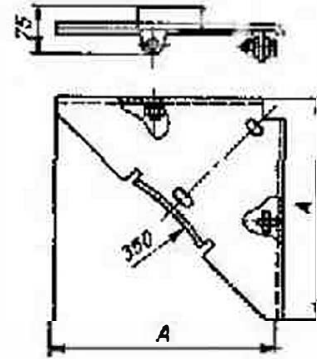


Рис.2.44. Угловые секции для оформления углов поворота

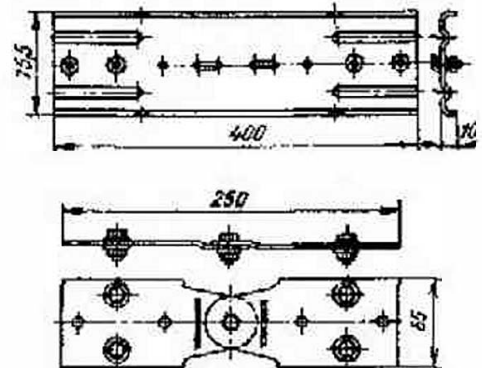


Рис. 2.45. Переходный и шарнирный соединители

Действующими правилами нормированы расстояния при установке лотков, обязательные при разметке трассы лотковых магистралей. Конструкции закрепляют на такой высоте, чтобы расстояние от лотков до уровня пола или площадки обслуживания было не менее 2 м при установке на стенах и 2,5 м при установке под перекрытиями. В электротехнических помещениях и в помещениях, которые обслуживает специально обученный персонал, высота расположения лотков не нормируется.

При пересечении лотков с трубопроводами расстояние от трубопровода до ближайшего кабеля должно быть не менее 50 мм, а при параллельной прокладке – не менее 100 мм. Если трубопроводы с горючими жидкостями или газами, то эти расстояния увеличиваются: при пересечении – не менее 100 мм, при параллельной прокладке – не менее 250 мм.

Расстояния между точками крепления лотков не нормированы, обычно составляют 1,6–2 м. Сварные лотки крепят к кабельным полкам или монтажным профилям специальными прижимами (рис.2.46). Если лотки предназначены для установки на кабельных полках, их предварительно соединяют по несколько штук в секцию, поднимают на опорные конструкции и закрепляют. Лотки имеют длину 2–3 м, а стандартный шаг строительных конструкций – 6 м, поэтому при монтаже лотков под перекрытием помещений требуется увеличивать жесткость лотков при помощи оттяжек или прокладки опор из угловой стали от балки до балки. Но более целесообразно производить прокладку лотков под перекрытием помещений на тросах или канате.

Для прокладки больших потоков кабелей по лоткам на преимущественно прямолинейных трассах в машинных залах и кабельных полутажах применяют механизированное приспособление «непрерывная шить» (рис.2.47).

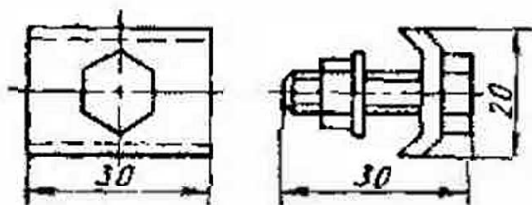


Рис. 2.46. Прижим НЛ-ПР для крепления прямых секций к конструкциям

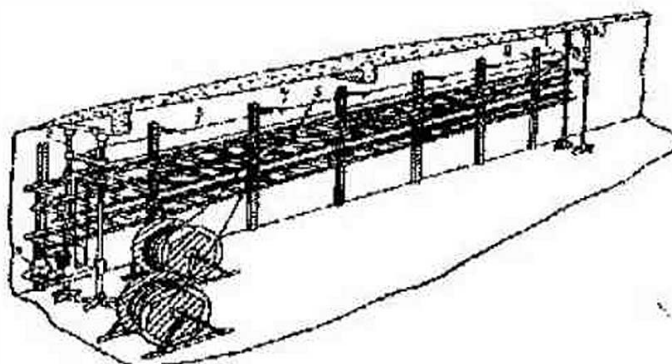


Рис. 2.47. Приспособление «непрерывная нить» для прокатки кабеля по лоткам:

1 – электропривод; 2 – стойки телескопические; 3 – канат замкнутый; 4 – ролики поддерживающие; 5 – ролики РЛУ; 6 – кабельный захват; 7 – кабельный зажим

Телескопические стойки устанавливаются в начале и конце трассы. Вдоль стоек на раме может перемещаться приводной механизм, обеспечивая необходимость натяжения каната, который получает движение от ведущих шкивов, установленных на приводных механизмах. Верхняя (ведомая) петля каната опирается на поддерживающие ролики, нижняя (ведущая) петля каната не имеет поддерживающих роликов. Раскаточные ролики, по которым перемещаются раскатываемые кабели, располагаются ниже ведущей петли каната на 1-1,2 м для предотвращения возможности закручивания кабеля вокруг каната.

Прокладку кабеля по лотковым трассам различной конфигурации в производственных помещениях рекомендуется выполнять с помощью комплекта средств механизации КШМ (рис. 2.48), состоящего из двух механизмов МТБ-0,5-120 с универсальными монтажными приводами ПУМ-1, роликов линейных типа РЛУ, угловых роликов, собираемых из линейных, устройства для группирования кабелей, кабельного и канатного захватов.

Кабели на лотках следует прокладывать в один ряд. Небронированные кабели напряжением до 1 кВ с сечением жил до 25 мм² допускается прокладывать в лотках многослойно, пучками и однослойно без промежутков. Высота слоев кабелей, прокладываемых многослойно, должна быть не более 150 мм. Высота (диаметр) пучка должна быть не более 100 мм. Расстояние между пучками силовых кабелей должно быть не менее 20 мм; расстояние между пучками контрольных кабелей, а также силовых и контрольных не нормируется.

При монтаже кабелей пучками заготовку пучков производят в мастер-

ских или непосредственно в зоне монтажа, при этом в пучки следует группировать кабели с одготипными оболочками. При прокладке заготовленных в мастерской пучков их доставляют в монтажную зону на инвентарных барабанах. Раскатку пучков кабелей осуществляют по линейным роликам, устанавливаемым через 3-6 м в зависимости от массы пучка, на углах поворота трассы располагают угловые ролики. Прокладку пучков кабелей при длине трассы до 50 м выполняют вручную, свыше 50 м — механизированным способом, причем при длине пучка до 100 м — комплексом средств механизации КПП, выше 100 м — электрической лебедкой. После протяжки пучка его вручную переключают на лоток.

Монтаж кабеля при формировании пучка в монтажной зоне осуществляют путём одновременной раскатки с барабанов кабелей, группируемых в пучок. На собранные в пучок концы кабелей накладывают временный бандаж для закрепления кабельного захвата и через группирующее устройство прикрепляют пучок к канату лебедки. Раскатку пучка осуществляют по линейным и угловым роликам.

Крепление кабелей, прокладываемых в лотках на прямых участках трассы при горизонтальной установке лотков, не требуется; при любом ином расположении лотков кабели крепят к лоткам с интервалом не более 2 м. В местах поворота трассы кабелей для всех случаев расположения лотков как при прокладке отдельных кабелей, так и при прокладке в пучках, кабели следует закреплять до и после поворота на расстоянии не более 0,5. Крепление кабелей на лотках выполняют полоской с пряжкой, хомутом, скобой и т.п. При креплении оплетённых кабелей металлическими бандажами и скобами необходимо в местах крепления защищать кабель мягкой прокладкой толщиной не менее 2 мм. Маркировку кабелей, проложенных в лотках многослойно или пучками, рекомендуется производить только у концевых заделок.

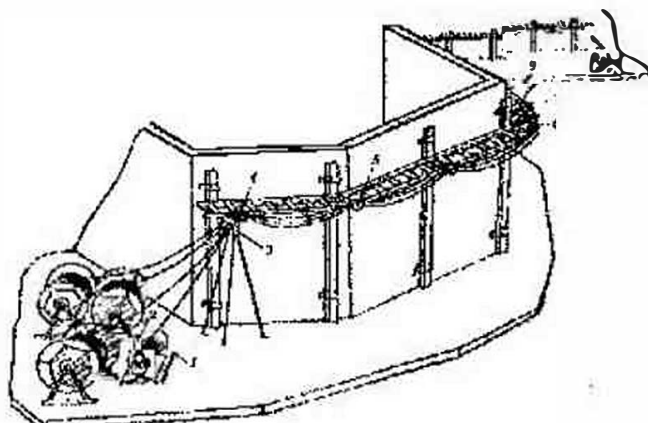


Рис. 2.48. Комплекс механизмов и приспособлений КПП для прокладки кабелей по лоткам:

- 1 — механизм тяговой МТБ-0,5-120; 2 — привод универсальный монтажный ПУМ-1;
- 3 — устройство для группирования кабеля; 4 — ролик РЛУ; 5 — устройство для прокладки кабеля; 6 — ролик угловой; 7 — захват канатный; 8 — захват кабельный (вертлуг)

2.7. Прокладка кабелей на эстакадах и в галереях

Прокладка кабелей напряжением до 10 кВ сечением до 240 мм² на эстакадах и в галереях применяется для межцеховых электрических сетей по территориям промышленных предприятий. Применение специальных кабельных эстакад рекомендуется в качестве основного вида прокладки кабелей по территориям химических и нефтехимических предприятий, где не исключена возможность разлива веществ, разрушительно действующих на оболочки кабелей.

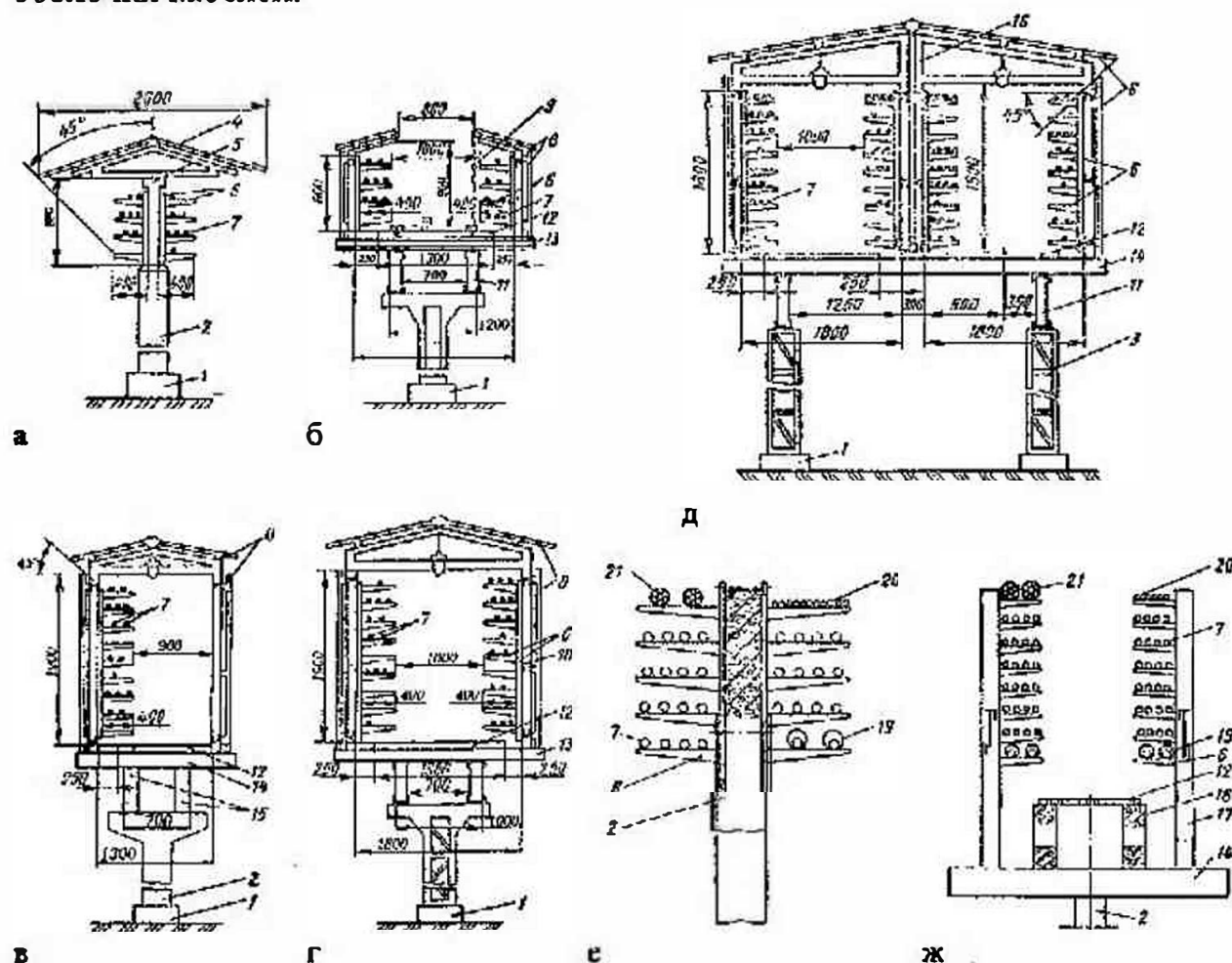


Рис. 2.49. Прокладка кабелей на кабельных эстакадах с солнцезащитными козырьками и без солнцезащитных козырьков:

- а – эстакада непроходная железобетонная; б – эстакада проходная металлическая;
- в – галерея односторонняя; г – галерея двусторонняя металлическая; д – галерея трёхсторонная комбинированная; е – эстакада непроходная железобетонная без солнцезащитных козырьков; ж – эстакада проходная без солнцезащитных козырьков;
- 1 – железобетонное основание; 2 – железобетонная колонна; 3 – металлическая колонна;
- 4 – солнцезащитный козырёк; 5 – железобетонная балка; 6 – кабельная конструкция (стойка и полки); 7 – кабели; 8 – стационарные солнцезащитные панели;
- 9 – съёмные солнцезащитные панели; 10 – профиль стальной (только в местах стыка солнцезащитных панелей); 11 – основные несущие металлические фермы;
- 12 – металлический настил; 13 – металлическая траверса; 14 – железобетонная траверса;
- 15 – основные несущие железобетонные балки; 16 – сплошная огнезащитная перегородка;
- 17 – стойка; 18 – плита; 19 – соединительная муфта; 20 – контрольные кабели; 21 – пучок кабелей сечением до 16 мм²

Допускается использовать технологические эстакады для совмещённой прокладки трубопроводов и кабелей. Основные типы кабельных эстакад выполняются непроходными железобетонными и металлическими, проходными железобетонными, металлическими и комбинированными. Непроходные эстакады выполняют таким образом, чтобы была возможность обслуживания их со специально оборудованных машин.

На рис. 2.49 представлены галереи, кабельные эстакады различных исполнений из унифицированных элементов. При совмещённой прокладке трубопроводов и кабелей эстакады должны иметь индивидуальное исполнение.

Непроходные эстакады применяются для прокладки 16, 24 и 40 кабелей с пролётами между опорами 6 м, а для прокладки 24 и 48 кабелей — 12 м; проходные одно- и двухсекционные эстакады для прокладки 64 и 128 кабелей с пролётами 6 и 12 м.

Расстояние между полками по вертикали на непроходных эстакадах 200 мм, на проходных — 250 мм. Расстояние по горизонтали между полками 1 м, но оно может быть увеличено при разработке конкретного проекта с учётом несущей способности кабельных конструкций. При прокладке кабелей в алюминиевой оболочке сечением жил 50 мм^2 и более расстояние между кабельными конструкциями допускается до 6 м. Стрела провеса кабелей между конструкциями должна быть 0,4 м.

Для прокладки по эстакадам должны применяться кабели без наружного горючего покрова, имеющие антикоррозионную защиту или с наружным защитным покровом из негорючего материала.

Расположение кабелей на полках, расстояния между кабелями, установка соединительных муфт и другие условия такие же, что и при прокладке кабелей в туннелях.

Механизированная раскатка и прокладка кабелей по галереям и эстакадам осуществляется по тому же принципу, что и в туннелях: тяжением кабеля канатом электролебёдки с использованием линейных роликов и универсальных обводных устройств. Этот способ прокладки является универсальным, так как позволяет производить раскатку кабеля при различных конфигурациях кабельных трасс и возможных конструкциях строительной части эстакад (рис. 2.50).

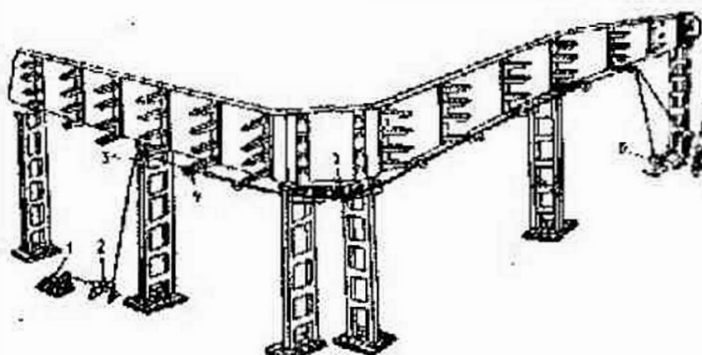


Рис. 2.50. Раскатка кабелей по эстакадам с применением комплекса КИЭ:
1 — лебёдка; 2 — устройство контроля усилий тяжения; 3 — блок обводной; 4 — ролики РЛУ;
5 — устройство обводное универсальное; 6 — лебёдка вспомогательная;
7 — барабан с кабелем

При наличии условий проходимости автомашин вдоль непроходной эстакады раскатку кабеля можно производить с помощью специализированной автомашины (рис.2.51). В кузове автомашины устанавливают на домкратах барабан с кабелем и направляющее роликовое устройство. Кабель после раскатки переключают на отведённое ему место на полках кабельных конструкций, при этом используют гидropодъёмники, временные подмости и т.п. Раскатку кабеля можно производить по линейным и угловым роликам, установленным на уровне земли, с последующим подъёмом и укладкой кабеля на опорные конструкции эстакады. Раскатка кабелей на эстакадах различного типа показана на рис.2.52, 2.53.

Кабели, проложенные на эстакадах, прикрепляют к кабельным конструкциям в местах поворота и уклона (свыше 10°) трассы, а также у соединительных муфт. В случае необходимости кабели закрепляют на прямых участках для исключения возможного смещения их под действием ветровых нагрузок.

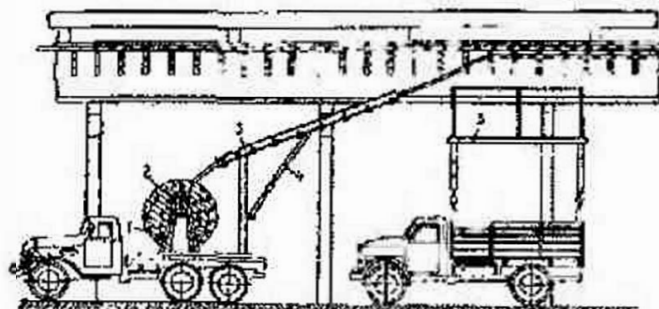


Рис. 2.51. Прокладка кабеля по открытой эстакаде с помощью специально оборудованной автомашины:

- 1 — домкрат с механизмом подъёма кабельного барабана; 2 — механизм вращения кабельного барабана; 3 — валковое протяжное приводное устройство; 4 — винтовое упорное устройство для регулировки высоты подъёма кабеля; 5 — платформа для размещения монтажников при укладке кабеля

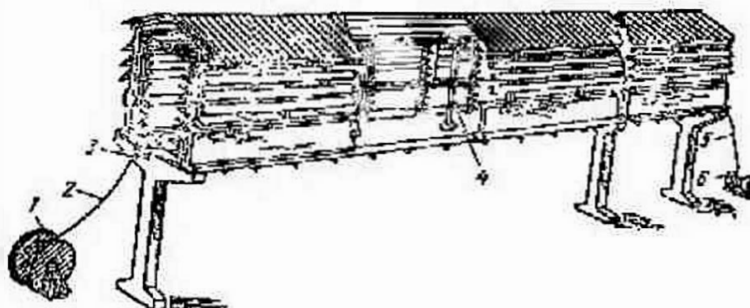


Рис. 2.52. Раскатка кабеля на эстакадах туннельного типа;

- 1 — барабан с кабелем; 2 — кабель; 3 — угловой ролик; 4 — линейный ролик; 5 — канат; 6 — лебёдка

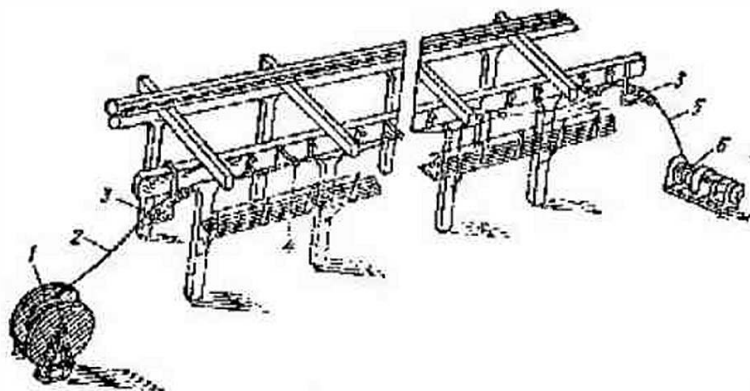


Рис. 2.53. Раскладка кабеля на открытых эстакадах тяжением электролебёдкой:

1 - барабан с кабелем; 2 - кабель; 3 - угловой ролик; 4 - линейный ролик; 5 - канат; 6 - лебёдка

2.8. Прокладка кабелей на тросах (на стальном канате)

Монтаж кабелей на тросах рекомендуется выполнять в тех случаях, когда другие виды прокладки кабелей не могут быть применены по технологическим, конструктивным или экономическим соображениям. Прокладка силовых кабелей на тросах применяется в сетях напряжением до 1 кВ как внутри помещений (цехов), так и вне их. Кабельные проводки на тросах внутри помещений выполняют по колоннам вдоль и поперек здания, а также между стенами (рис. 2.54), а вне помещений, как правило, между стенами зданий.

Для силовых линий, прокладываемых на тросе, применяются такие же кабели, как и для прокладки внутри зданий и сооружений. Выбор марки кабеля определяется проектом. Кабели, прокладываемые вне зданий, в том числе и под открытыми навесами, должны иметь защитное негорючее наружное покрытие.

Выбор троса производится в зависимости от несущей нагрузки. В качестве несущего троса применяют сплетённые из стальных оцинкованных проволок канаты по ГОСТ 3062-80 или ГОСТ 3063-80 и горячекатаную стальную оцинкованную проволоку по ГОСТ 2590-88.

Расстояние между анкерными креплениями несущего троса определяется в проекте и должно быть не более 100 м. Расстояние между промежуточными креплениями должно быть не более 30 м при прокладке одного-двух кабелей сечением до 70 мм^2 , 12 м при прокладке больше двух кабелей сечением 70 мм^2 и во всех случаях прокладки кабелей сечением 95 мм^2 и выше. Расстояние между кабельными подвесками должно быть 0,8-1 м. Анкерные концевые конструкции крепятся к стенам или колоннам зданий; крепление их к балкам и фермам не допускается.

Заготовку несущих тросов и кабелей, комплектование заводских изделий и изготовление конструкций по чертежам производят на монтажно-заготовительных участках. Заготовленные отрезки тросов и кабелей маркируют и наматывают на инвентарные барабаны.

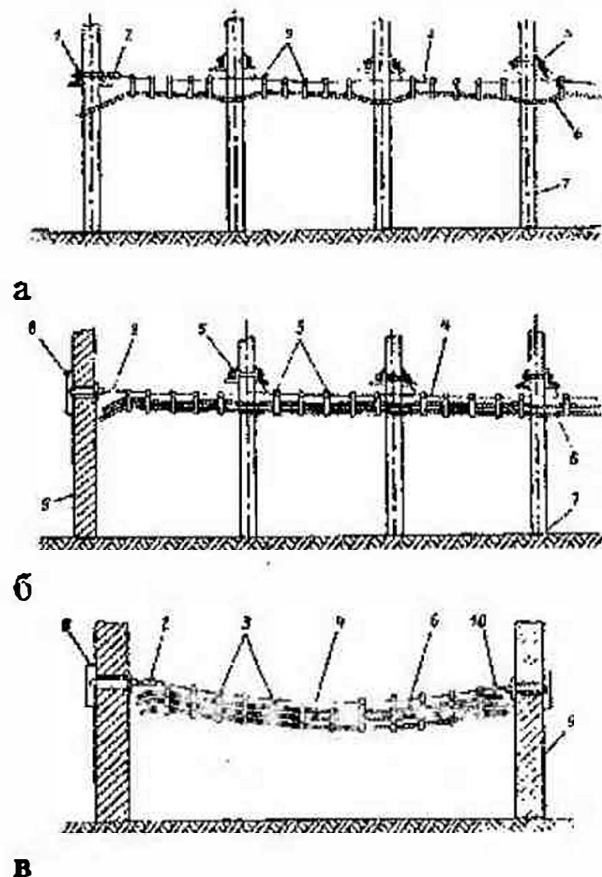


Рис. 2.54. Схемы прокладки кабелей на канате:

а - по колоннам; б - по колоннам с креплением каната к стене; в - между стенами;
 1 - обхват конечный; 2 - муфта натяжная; 3 - кабельный подвес; 4 - канат несущий;
 5 - обхват промежуточный; 6 - кабель; 7 - колонна; 8 - анкер; 9 - стена; 10 - зажим

Анкерные устройства крепят к стенам зданий с помощью шпилек и болтов, либо поворотной откидной планки, которая закладывается через заготовленное отверстие в стене (рис.2.55). Концевые и промежуточные обхваты крепятся на колоннах зданий стяжными шпильками.

Подъём и закрепление несущего троса, раскатанного вдоль трассы, производится с автовышек, гидropодъёмников, подмостей, лесов и т.д.

Установку на анкере натяжной муфты, закреплённой на конце несущего троса, когда второй конец троса закреплён на другом анкере, производят натяжкой троса монтажными блоками (полиспастами). Для этого трос предварительно вытягивают вручную и закрепляют его в блоке (рис.2.56).

Окончательное натяжение несущего троса и регулировку стрел провеса производят натяжными муфтами. Стрела провеса троса после прокладки кабелей должна быть равной $1/40 - 1/60$ длины пролёта, что для пролёта в 6 м составляет 100-150 мм, а при пролёте 12 м - 200-300 мм.

Раскатку, подъём и укладку кабелей в подвесные кабельные конструкции нужно выполнять с применением специальных механизмов и приспособлений. Монтаж одного кабеля можно осуществить совместно с монтажом несущего троса. С этой целью кабель к тросу крепится непосредственно на земле, с помощью монтажных блоков или лебёдки поднимается трос вместе с кабелем, несущий трос натягивается и крепится в анкерных устройствах.

Броня кабелей, прокладываемых на стальном канате, а также металлические кабельные подвески, анкерные устройства, натяжные муфты, концевые и промежуточные обхваты должны иметь антикоррозионное покрытие, наносимое на изделие на заводах-изготовителях. Оцинкованные конструкции окрашивают только в тех случаях, когда в процессе эксплуатации они могут корродировать от действия агрессивной окружающей среды.

Все не имеющие окраски или гальванических покрытий металлические части и оголенные места стального каната внутри помещений, а также стальной канат на всем протяжении при прокладке вне помещений, независимо от наличия покрытия, должны быть покрыты смазкой.

Внутри помещений гальванические покрытия покрывают смазкой только в случаях, когда оно может подвергаться разрушению под действием агрессивной окружающей среды в процессе эксплуатации.

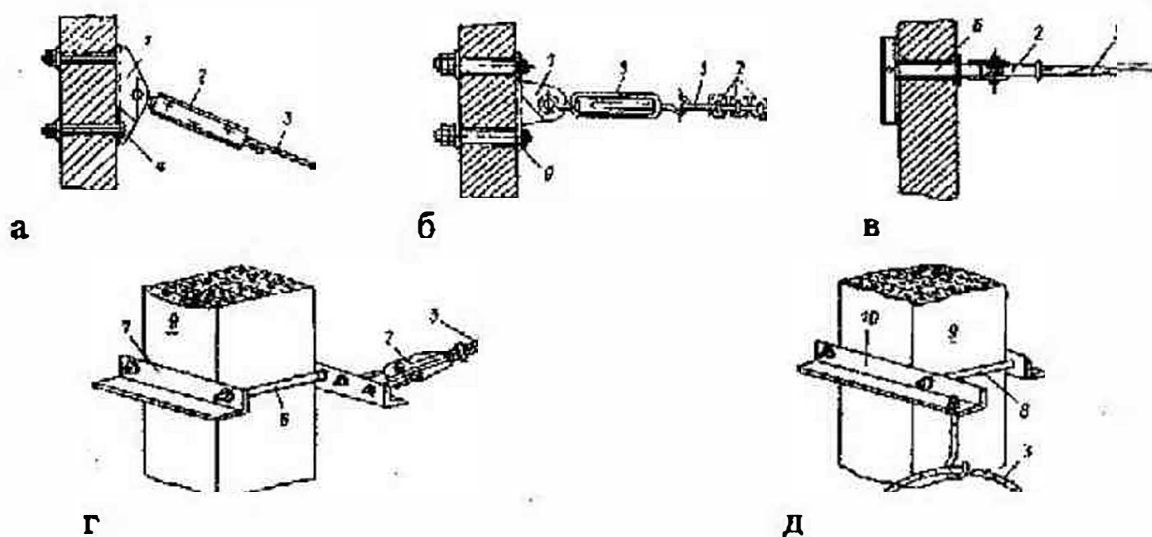


Рис. 2.55. Установка анкеров на стене и обхватов на колонне:

а, б – на стене с креплением на болтах; в – на стене с откидной планкой; г, д – на колонне на шпильках; 1 – анкер; 2 – зажим; 3 – несущий трос; 4 – болт; 5 – муфта натяжная; 6 – анкер с откидной планкой; 7 – обхват концевой; 8 – шпилька; 9 – колонна; 10 – обхват промежуточный

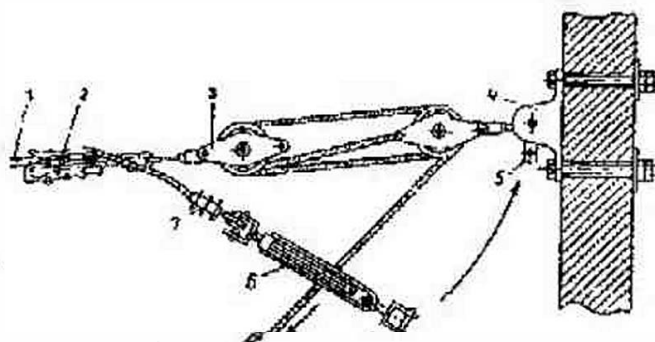


Рис. 2.56. Установка на анкер натяжной муфты:

1 – канат несущий; 2 – зажим монтажный; 3 – полиспаст; 4 – анкер; 5 – соединительная планка; 6 – муфта натяжная; 7 – зажим

2.9. Бестраншейная прокладка кабелей в земле

Бестраншейная прокладка кабеля допускается для одиночного бронированного кабеля напряжением до 10 кВ со свинцовой или алюминиевой оболочкой на участках открытой местности, на участках кабельных трасс, удаленных от подземных инженерных сооружений. В городских электросетях и на территориях промышленных предприятий, на участках, имеющих подземные коммуникации и пересечения с инженерными сооружениями, бестраншейная прокладка кабелей запрещается.

При бестраншейной прокладке кабель укладывают на глубину 1-1,2 м от уровня поверхности земли. Устройства постели, присыпки мелкой землей и механической защиты кабеля при этом не требуется; что обеспечивает снижение трудоёмкости в 7-8 раз по сравнению с прокладкой в открытую траншею. Засыпка кабеля производится грунтом, разрезаемым ножом кабелескладчика при его передвижении. Бестраншейная прокладка производится с самоходного или передвигаемого тяговыми механизмами ножевого кабелескладчика (рис.2.57), которая обеспечивает возможность прокладки во всех категориях грунтов, прохода болот, оврагов и нешироких водных преград. Перед прокладкой барабан с кабелем устанавливают на кабелескладчике. Разматывают кабель с барабана вручную в процессе прокладки в зависимости от скорости передвижения механизма так, чтобы кабель перед входом в кассету кабелескладчика не был натянут и имел некоторую слабину. Во избежание повреждения кабеля кабелескладчик должен плавно передвигаться по трассе без резких толчков и торможений.

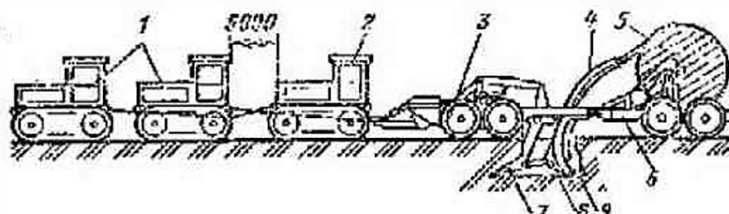


Рис. 2.57. Прокладка кабеля кабелескладчиком:

- 1 - трактор типа Т-100 М; 2 - трактор типа Т-100 МБГ; 3 - кабелескладчик типа КУ-150; 4 - входной лоток кассеты; 5 - барабан с кабелем; 6 - кабельный транспортер типа ТК 5; 7 - нож; 8 - кассета для кабеля; 9 - кабель

При прокладке мерной планкой контролируют заглубление кабеля в грунт через каждые 20-50 м. Отклонение глубины заложения кабеля от проектной допускается в пределах ± 50 мм. При прокладке необходимо учитывать строительную длину кабелей на барабанах, чтобы соединительные муфты приходились в местах, удобных для монтажа и эксплуатации. Перед окончанием размотки кабеля с одного барабана конец его укладывают внахлест и скрепляют смоляной лентой с концом кабеля другого барабана, подготовленного к прокладке. Длина нахлеста должна быть 2 м.

2.10. Прокладка кабелей напряжением 110 кВ

Рост мощности электроустановок промышленных предприятий, развитие техники производства маслонаполненных кабелей вызвали необходимость применения маслонаполненных кабелей в промышленности для глубокого ввода напряжения 110 кВ.

Бумажная изоляция маслонаполненных кабелей пропитывается маловязким маслом, находящимся под определенным давлением. Это позволяет избавиться от воздушных включений в изоляции и нагружать бумажную изоляцию значительно более высокими напряженностями электрического поля. Различают маслонаполненные кабели низкого, среднего и высокого давления. У этих кабелей длительно допустимое избыточное давление масла составляет соответственно 1, 3, 12 и 15 кг/см². Давление масла в кабеле поддерживается с помощью специальной подпитывающей аппаратуры. В настоящее время применяются более надежные кабели среднего давления; кабели высокого давления применяются на напряжениях 220 кВ и более (рис. 2.58).

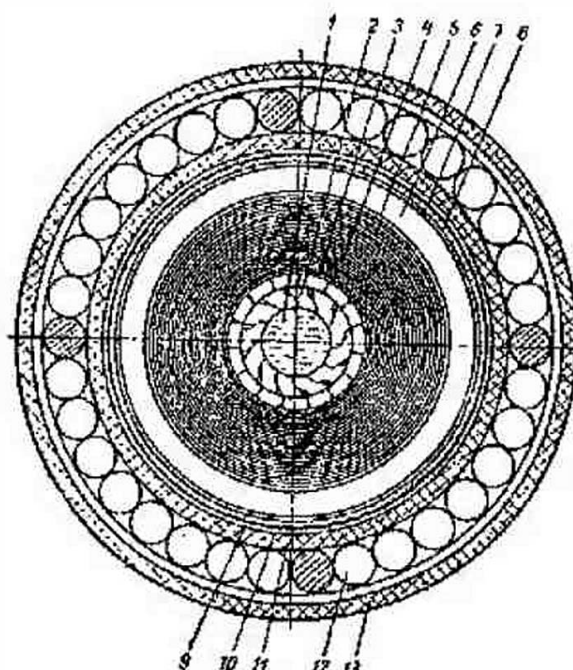


Рис. 2.58. Маслонаполненный кабель среднего давления марки МССК-4 (одна фаза):

1 — маслопроводящий канал; 2 — токопроводящая жила; 3 — экран по жиле из полупроводящей бумаги; 4 — бумажная изоляция; 5 — экран по изоляции из полупроводящей бумаги; 6 — оболочка из медистого свинца; 7 — битумный состав; 8 — ленты из поливинилхлоридного пластика; 9 — усиливающий покров; 10 — ленты из поливинилхлоридного пластика; 11 — подушка под броней из битума и пропитанной пряжи; 12 — броня из стальных проволок диаметром 4 мм и четырёх медных проволок; 13 — защитный противокоррозионный покров

Обязательным условием для сохранения высоких диэлектрических характеристик маслонаполненного кабеля является постоянное поддержание в нём масла не только в работе, но и во время монтажа, при транспортировке и

хранении. По этой причине в каждом барабане с кабелем внутри устанавливается бачок с маслом для подпитки кабеля. При хранении кабеля осмотр и контроль давления масла проводится не реже 1 раза в неделю, при этом давление масла в зависимости от температуры окружающей среды должно быть в пределах 25-300 кПа. В случае снижения давления ниже допустимого необходимо произвести подпитку от вспомогательного бака, а при превышении давления выше допустимого – слить часть масла из бака. Еще сложнее обстоит дело во время монтажа. Если кабель на одном конце разрезан для монтажа муфты или концевого захвата, то масло все время вытекает из кабеля. Для поддержания давления в кабеле необходимо непрерывно пополнять кабель дегазированным маслом под давлением с другого конца.

При прокладке маслонаполненных кабелей температура воздуха должна быть не ниже 5°C . Кабели, бронированные круглой проволокой, при механизированной прокладке следует тянуть за проволоки при помощи специального захвата, обеспечивающего равномерное распределение нагрузки между проволоками брони (рис.2.59).

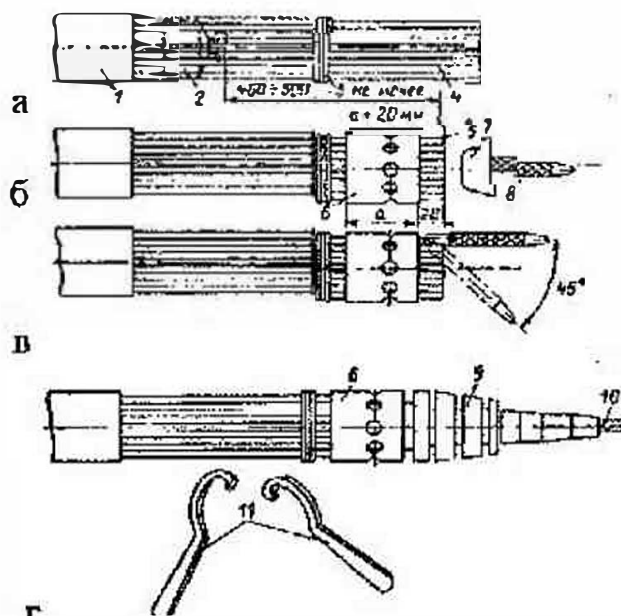


Рис. 2.59. Схема соединения захвата с кабелем:

а – установка банджа и обрезка проволоки брони; б – установка стакана захвата; в – загибание концов проволоки брони; г – захват в сборе; 1 – кабель; 2 – калпа; 3 – проволочный бандаж; 4 – проволока брони; 5 – линия обреза брони; 6 – стакан захвата; 7 – конусный вкладыш захвата; 8 – ручка конусного вкладыша; 9 – корпус захвата; 10 – калат захвата; 11 – специальные ключи для свертывания стакана с корпусом захвата

Для этой цели на верхнем конце кабеля проволоки брони должны быть на 800 мм длиннее кабеля. При тяжении такого кабеля общее тяжение не должно превышать 25 кН. Небронированные кабели допускается тянуть только за жилы при помощи захвата, который должен быть смонтирован предприятием-изготовителем на верхнем конце кабеля на барабане. Наибольшее допустимое усилие при этом определяется из расчёта 50 кН для медных жил, 40 кН

для жил из твёрдого алюминия и 20 кН для жил из мягкого алюминия. При прокладке кабеля следует вести регистрацию усилий тяжения в процессе всего периода прокладки, для чего контрольное устройство должно быть оборудовано самопишущим прибором, на ленте которого должны быть отпечатаны: дата, время начала и конца прокладки, а также помер барабана кабеля. Контрольное устройство должно иметь приспособление для автоматического отключения тяговой лебёдки в случае превышения допустимого усилия тяжения.

При прокладке в траншеях три однофазных кабеля для образования трёхфазной системы укладывают треугольником на глубине ниже уровня промерзания земли. В туннелях кабели прокладывают на конструкциях так, чтобы три однофазных кабеля располагались по углам равностороннего треугольника с расстоянием между осями в 250 мм. Соединительные и стопорные муфты маслонаполненных кабелей при прокладке их в земле и в туннелях располагают в специальных колодцах, сооружаемых до монтажа. Поэтому кабели поставляются только мерными длинами по проекту установки.

Для обеспечения плавного спуска кабеля при прокладке в траншее у барабана устанавливают направляющий ролик, длина которого должна быть не менее ширины барабана. Такой же ролик устанавливают и в конце участка у тяговой лебёдки. По оси траншеи через каждые 2 м устанавливают линейные ролики. Если кабель прокладывают в лотках, то ролики закрепляют между ребрами лотков (рис.2.60, 2.61). В местах поворота трассы должны быть установлены и надёжно закреплены от смещений обводные устройства (рис.2.62). После прокладки непосредственно в траншее двухцепной кабельной линии между линиями устанавливают разделительные перегородки из железобетонных плит. Такие же перегородки устанавливают и вдоль боковых стен траншеи в местах, где возможны частые раскопки, независимо от числа линий в траншее.

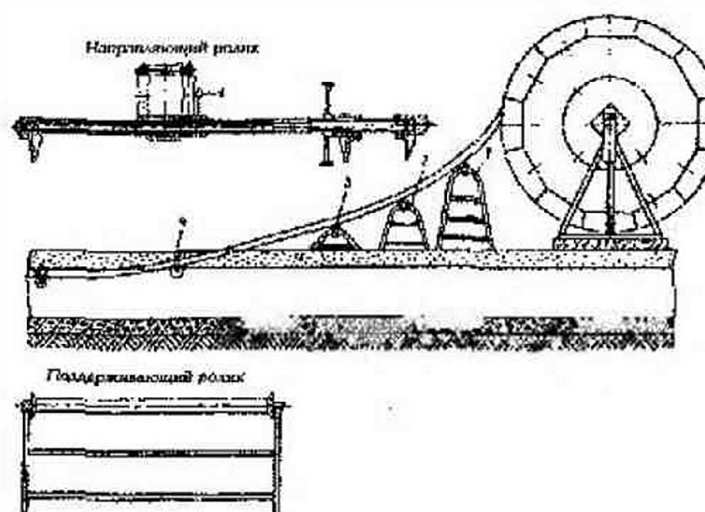


Рис.2.60. Устройство для спуска кабеля напряжением 110 кВ от кабельного барабана в канал

1-3 – ролики поддерживающие; 4 – ролик направляющий

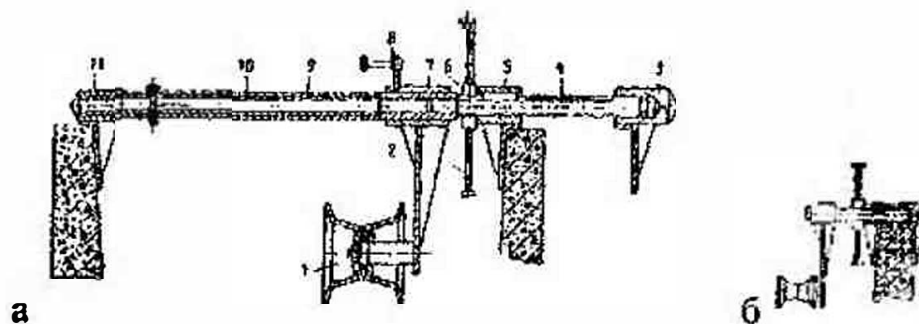


Рис. 2.61. Ролик линейный для прокладки кабеля напряжением 110 кВ
в каналах:

а – установка ролика в распор стенок канала; б – установка ролика за стенку канала;
1 – ролик линейный; 2 – стойка; 3 – неподвижная опора; 4 – винт; 5 – подвижная опора;
6 – гайка; 7 – втулка; 8 – винт; 9 – наружная труба; 11 – опора

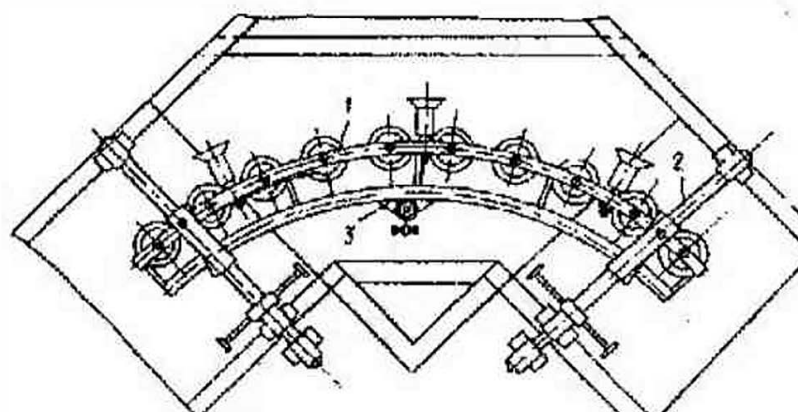


Рис. 2.62. Устройство угловое универсальное для прокладки кабеля на-
пряжением 110 кВ в каналах:

1 – сектор; 2 – поворотный захват; 3 – поддерживающая стойка

До прокладки кабелей дно траншеи или лотка присыпают слоем просеянной земли толщиной 100 мм. После прокладки кабелей и осмотра трассы кабели присыпают слоем просеянной земли толщиной 200 мм, поверх которого насыпают грунт, вынутый при рытье траншеи. Общая толщина слоя грунта над разделительными перегородками лотков должна составлять не менее 100 мм. Для защиты кабелей от механических повреждений поверх насыпанного грунта укладывают железобетонные плиты, а затем производят окончательную засыпку траншеи.

Кабель, проложенный в лотках, крепят на всех полках кабельных конструкций алюминиевыми скобами с прокладкой в два слоя резины толщиной 2 мм. После прокладки каждой строительной длины кабеля переключают его маслопитание с бака давления внутри барабана на бак, предварительно установленный в пункте питания (колодце, камере).

Для обеспечения нормальной эксплуатации маслонаполненных кабелей монтируется постоянное маслохозяйство, состоящее из баков давления, соединенных трубопроводами и вентилями для возможности выполнения необходимых переключений и аппаратуры для очистки, сушки и дегазации масла. Это маслохозяйство должно функционировать уже во время монтажа кабелей.

ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ

3.1. Заземление кабелей и кабельных конструкций

Заземление металлических оболочек и брони кабеля, металлических корпусов муфт и конструкций, на которых расположены кабели и муфты, производится для безопасности обслуживающего персонала, а также для предохранения свинцовой или алюминиевой оболочки от выплавления в ряде точек при пробое изоляции кабеля на землю.

В кабельных линиях к частям, подлежащим заземлению, относятся металлические оболочки и броня силовых и контрольных кабелей, металлические кабельные соединительные и концевые муфты, металлические кабельные конструкции, лотки, короба, тросы, на которых укреплены кабели, стальные трубы, в которых проложены кабели (в помещениях).

Броня и металлические оболочки кабелей должны иметь надёжные соединения по всей длине кабельной линии между собой и с металлическими корпусами соединительных и концевых муфт.

Соединение брони и оболочки с соединительными и концевыми муфтами выполняется с помощью гибких многопроволочных медных проводников. На концах кабельных линий медные проводники при соединении к мастикам заземления.

Сечение заземляющих многопроволочных медных проводников для силовых кабелей при отсутствии других указаний в проекте должно быть не менее:

Сечение кабелей, жил, мм ²	Сечение проводника заземления, мм ²
до 10	6
16, 25, 35	10
50, 70, 95, 120	16
150, 185, 240	25

Выполнение непрерывности заземления кабеля в местах соединения строительных длин кабеля с помощью свинцовых соединительных муфт осуществляется последовательным соединением проводника заземления с помощью пайки к броне и оболочке конца одного кабеля, затем к свинцовой муфте (в центре её), а затем к оболочке и броне другого конца кабеля (рис.3.1).

Выполнение непрерывности заземления в местах соединения кабелей с помощью эпоксидных соединительных муфт выполняется с помощью соединения проводника заземления, состоящего из двух отрезков, которые припаиваются к оболочкам и бронелентам обоих концов кабелей с помощью пайки. Соединение отрезков проводника заземления между собой осуществляется в соединительной медной гильзе с помощью опрессовки. Провод заземления должен быть в поливинилхлоридной изоляции или с надетой на него поливинилхлоридной трубкой либо неизолированным с подмоткой из хлопчатобумажной ленты, промазанной эпоксидным компаундом (рис.3.2).



Рис. 3.1. Заземление свинцовой соединительной муфты:

а – муфта предназначена для укладки в негерметичный кожух типа КзЧ; б – муфта предназначена для укладки в герметичный кожух типа КзЧГ; 1 – муфта свинцовая марки СС; 2 – место припайки муфты к оболочке кабеля; 3 – оболочка кабеля; 4 – броня из плоских стальных лент; 5 – бандажи из оцинкованной проволоки; 6 – место припайки проводника заземления для соединения под болт; 9 – опрессованный наконечник

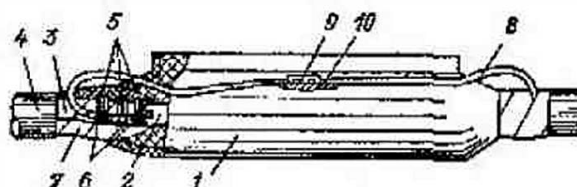


Рис. 3.2. Соединение проводником заземления концов кабеля в эпоксидной соединительной муфте:

1 – корпус муфты; 2 – металлическая оболочка кабеля; 3 – броня из плоских лент; 4 – джутовый покров; 5 – бандажи из оцинкованных проволок; 6 – место припайки проводника заземления; 7 – герметизирующая подмотка; 8 – проводник заземления в поливинилхлоридной оболочке; 9 – опрессованная медная гильза; 10 – изолирующая подмотка проводника заземления и гильзы

Для концевых муфт и концевых заделок длина провода заземления выбирается такой, чтобы обеспечить его присоединение к оболочке и броне кабеля и к заземляющему болту металлического корпуса муфты. Свободный конец провода заземления, оконцованный наконечником, путём сварки, пайки или опрессовки, присоединяется к заземляющему болту опорной конструкции муфты или заделки (рис.3.3).

Провод заземления присоединяется к свинцовой или алюминиевой оболочке кабеля при помощи бандажа из оцинкованной стальной проволоки диаметром 1-1,5 мм с последующей припайкой припосм. Предварительно место припайки к оболочке должно быть тщательно очищено и облужено: свинцовая оболочка – припоем марки ПОССу, а алюминиевая – припоем марки А.

Присоединение провода к броне производится для ленточной брони к обеим бронелентам, а для проволоочной брони – по окружности ко всем проволокам. Места присоединения должны быть предварительно очищены до блеска и облужены припоем ПОССу, после этого провод для заземления крепится бандажом из оцинкованной стальной проволоки диаметром 1-1,5 мм и припаивается тем же припоем. Лужение и пайка производятся с применением паяльного жира.

Заземление металлических оболочек одножильных кабелей в сетях пе-

ременного тока выполняется в соответствии с указаниями, приведёнными в проекте.

Заземление стальных лотков и коробов должно производиться не менее чем в двух местах, как правило, на обоих концах линии. Кроме того, каждое ответвление дополнительно заземляется в конце его.

В тех случаях, когда лотки или короба используются в качестве заземляющих проводников, должна быть обеспечена непрерывность электрической цепи.

Все металлические части, применяемые при прокладке кабелей на тросах, включая и несущий трос, должны быть заземлены. Несущий трос заземляется в двух местах — с противоположных концов — путём разъёмного соединения его гибкими перемычками с заземляющими проводниками или с помощью сварки.

Анкерные, промежуточные опорные и подвесные кабельные конструкции заземляются через трос путём плотного и надёжного контакта между ними. Места крепления троса и конструкций зачищаются до металлического блеска и смазываются составом ЦИАТИМ.

Стальные трубы, используемые для заземления, должны иметь надёжные соединения. При открытой прокладке могут применяться хорошо затянутые муфты на сурике с контргайкой на стороне длинного участка резьбы (сгон) или иные конструкции, дающие надёжный контакт. При скрытой прокладке должны применяться только муфты на сурике, причём они должны быть дополнительно приварены с каждой стороны в одной-двух точках.

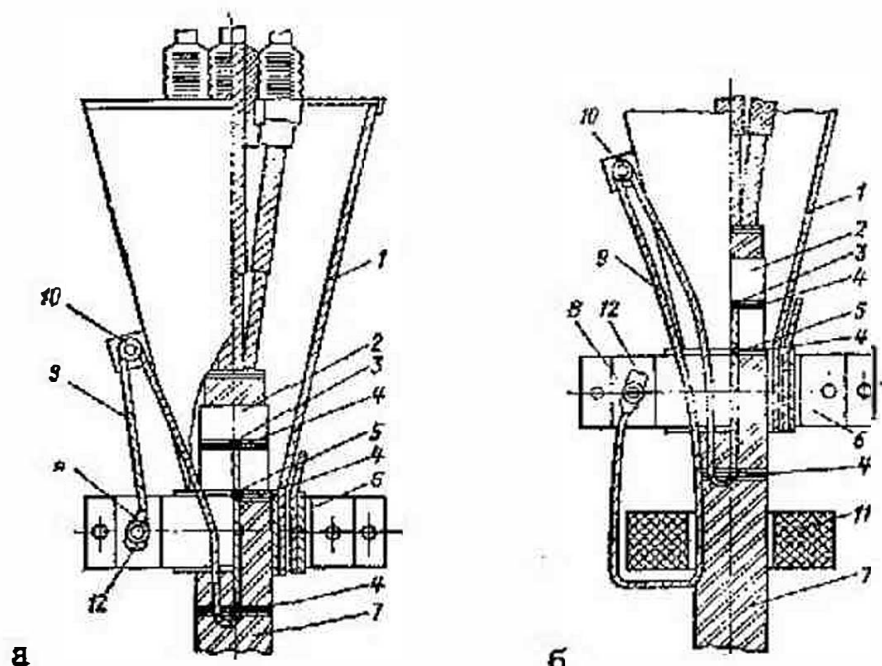


Рис. 3.3. Заземление концевых заделок КВБ:

- а — без трансформатора тока; б — с трансформатором тока; 1 — металлический корпус заделки;
 2 — оболочка; 3 — место пайки проводника заземления к оболочке;
 4 — бандаж; 5 — место пайки проводника заземления к броне; 6 — скоба; 7 — броня;
 8 — место присоединения проводника заземления к скобе; 9 — проводник заземления;
 10 — место присоединения проводника заземления к корпусу заделки;
 11 — трансформатор тока; 12 — наконечник

При тонкостенных трубах нельзя рекомендовать приварку муфт или других соединителей непосредственно на монтаже из-за возможного прожога тонкой стенки трубы. Поэтому при прокладке этих труб целесообразно предварительно в монтажных мастерских у концов отдельных труб приваривать стальные флажки, а затем на месте монтажа приваривать между флажками перемычки или сваривать флажки между собой.

Короткие отрезки труб, предназначенные для механической защиты кабельных линий и проходящие через стены или перекрытия, допускается не заземлять, если все проложенные в них кабели имеют металлическую оболочку или если помещения, в которые входят концы труб, относятся к категории без повышенной опасности.

Раздел четвертый

СОЕДИНЕНИЕ И ОКОНЦЕВАНИЕ КАБЕЛЕЙ

4.1. Общие положения

Для соединения и оконцевания силовых кабелей, а также для их присоединения к электрооборудованию применяют кабельные муфты и специальные разделки. Различают несколько видов кабельных муфт.

Соединительная кабельная муфта – устройство, предназначенное для соединения кабелей, обеспечивающее надёжное и герметичное соединение.

Стопорная кабельная муфта – специальная соединительная муфта, предназначенная для соединения кабелей и предотвращения стекания кабельной массы при прокладке кабелей на трассе с перепадами по высоте.

Переходная муфта – специальная соединительная муфта при соединении кабелей с бумажной изоляцией с кабелями с пластмассовой изоляцией.

Ответвительная кабельная муфта – специальная муфта, предназначенная для присоединения ответвительного кабеля к магистральной кабельной линии.

Концевая кабельная муфта – устройство, предназначенное для присоединения кабелей к аппаратам наружной и внутренней установки или воздушным линиям электропередач.

Концевая кабельная заделка – устройство, предназначенное для присоединения кабеля к аппарату внутренней установки. Кабельная заделка не имеет специального защитного корпуса.

4.2. Соединительные муфты

В соединительной муфте происходит переход от заводской изоляции токоведущих жил в изоляционную среду, выполненную вручную, поэтому изоляционная среда муфты обладает худшими изоляционными свойствами. В связи с этим в соединительной муфте должны быть увеличены изоляцион-

ные расстояния и приняты меры для уменьшения напряжённости электрического поля. Надёжность работы соединительной муфты зависит от её герметичности, механической прочности и электродинамической устойчивости.

Для обеспечения требований, предъявляемых к качеству соединительных муфт, к монтажу муфт допускаются электромонтажники, имеющие высокую квалификацию (не ниже четвёртого разряда) и прошедшие специальные курсы. Монтажники должны иметь удостоверения на право производства монтажа муфт соответствующей категории. Удостоверение продлевается с прохождением инструктажа через каждые три года.

Соединительные муфты бывают четырёх видов: *чугунные, свинцовые, эпоксидные, латунные.*

Чугунные муфты применяются для соединения силовых кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 1 кВ. Типы муфт – СЧ и СЧм (малогоабаритная). Чугунная муфта (рис.4.1) состоит из двух полумуфт, стягиваемых болтами. Верхняя полумуфта имеет съёмную крышку для заливки кабельной массы. Нижняя полумуфта имеет по всему периметру паз для прокладки маслостойкой резины и около горловины – два болта для заземления. Изоляционные расстояния между жилами кабеля в муфте СЧ фиксируются распорными фарфоровыми пластинами, в муфте СЧм распорные пластины не применяются. Соединение токоведущих жил выполняется опрессовкой, термитной сваркой или пайкой. После завершения монтажа муфту заливают разогретой до 160-190°C битумной массой МБ-70 (в земле) и МБ-90 (внутри помещений) в несколько приёмов. Если чугунная муфта находится в земле, её покрывают горячим битумом.

Недостатки чугунных муфт: большой вес и громоздкость, что затрудняет их применение внутри зданий, в каналах; недостаточная герметичность, влага может проникать через горловины и уплотнения. Чугунные муфты лучше всего работают в земле.

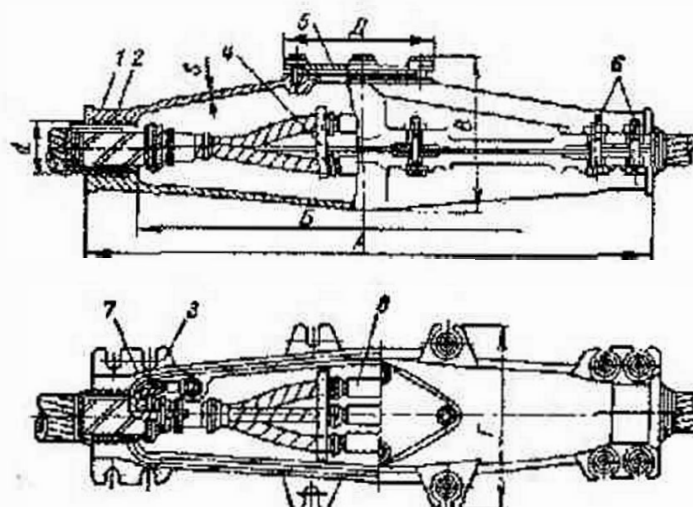


Рис. 4.1. Соединительная муфта типа СЧ:

- 1 – верхняя полумуфта; 2 – подмотка из смоляной ленты; 3 – нижняя полумуфта;
- 4 – фарфоровая распорка; 5 – крышка; 6 – стягивающий болт; 7 – провод заземления;
- 8 – гильза соединительная

Свинцовые муфты применяют для кабелей напряжением 6 и 10 кВ в свинцовой и алюминиевой оболочке и для кабелей до 1 кВ в случаях, когда требуется повышенная надёжность. Свинцовая муфта (рис.4.2,а) представляет собой свинцовую трубу, которая может быть изготовлена в монтажной организации и на заводе. При монтаже свинцовой муфты жилы кабеля соединяются сваркой или пайкой. Основной операцией является восстановление изоляции в месте соединения жил. Восстановление изоляции выполняют с помощью роликов или рулонов из пропитанной кабельной бумаги, которые выпускаются кабельной промышленностью в виде специальных комплектов в запаянных жестяных банках вместе с пряжей для подмотки и бандажа. Банки герметически закупорены и заполнены пропиточной массой МП-1. Свинцовые муфты заливают кабельными массами заводского изготовления через отверстия, предварительно вырубленные в муфте.

Соединительная свинцовая муфта с самосклеивающимися лентами имеет марку ССсл (рис.4.2,б).

Для защиты от механических повреждений свинцовые муфты на кабелях, проложенных в земле, помещают в защитные чугунные кожухи, которые заливают кабельной битумной массой (рис.4.3).

Соединительные свинцовые муфты на кабеле, проложенном внутри сооружения, защищаются стальными кожухами при толщине стенки не менее 5 мм.

Соединение в свинцовых муфтах обладает хорошей герметичностью и имеет меньшие габариты по сравнению с чугунными муфтами. Однако свинец является дорогостоящим и дефицитным металлом.

Эпоксидные муфты наиболее перспективны и применяются для соединения кабелей напряжением 1, 6 и 10 кВ. Они не требуют расхода металла и устойчивы к химическим агрессивным воздействиям.

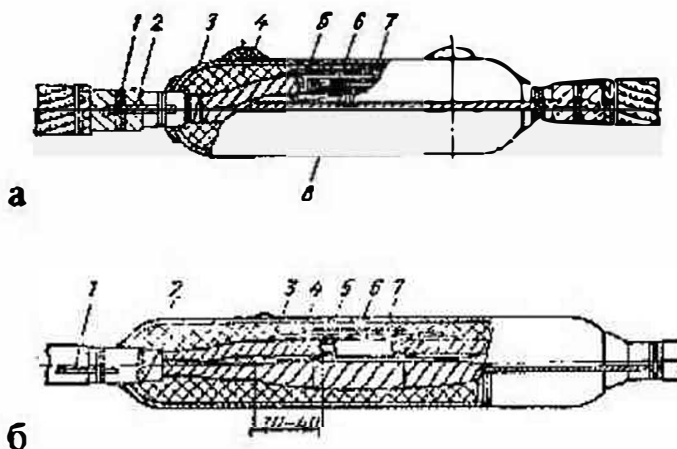


Рис. 4.2. Соединительная свинцовая муфта:

а – свинцовая СС: 1 – бандаж; 2 – провод заземления; 3 – корпус муфты; 4 – заливочное отверстие; 5 – обмотка рулонами; 6 – подмотка роликами шириной 10 мм; 7 – то же шириной 5 мм; 8 – соединительная гильза;

б – свинцовая ССсл: 1 – провод заземления; 2 – свинцовый корпус муфты; 3 – заливочный состав; 4 – подмотка из ленты ЛЭТСАР КФ-0,5; 5 – бандаж из стеклоленты; 6 – адгезионная подмотка из ленты ЛЭТСАР ЛПм; 7 – гильза

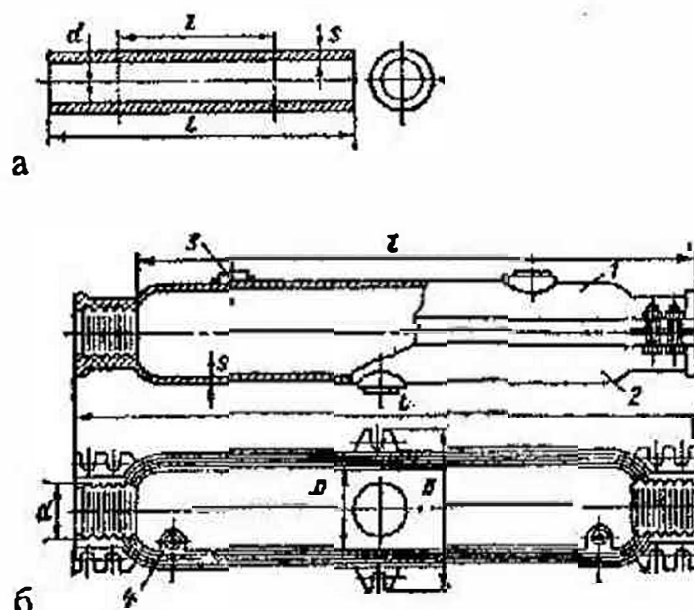


Рис. 4.3. Свинцовая труба для муфты и кожух для муфты чугуный герметичный:

а — свинцовая труба для муфты; б — кожух для муфты чугуный герметичный; 1 — верхний полукожух; 2 — нижний полукожух; 3 — пробка; 4 — площадка для заземления

При монтаже применяются эпоксидные муфты заводского изготовления (рис.4.4), которые выпускаются в виде комплектов, состоящих из съемной формы из пластмассы, металла или литого эпоксидного корпуса муфты и набора необходимых материалов, расфасованных на одну муфту. Заводские комплекты муфт имеют марки: Сэс — для съемной формы, Сэп — с литым корпусом с поперечным разъемом, Сэм — со свинцовыми манжетами.

Эпоксидные муфты заливают эпоксидным компаундом, в который добавляют наполнитель и отвердитель. Наполнитель (пылевидный кварц) вводят для повышения механической прочности, для снижения коэффициента линейного расширения. Отвердитель вводят непосредственно перед заливкой муфты для ускорения отвердевания. Время полного отвердевания зависит от температуры окружающей среды, если монтаж ведется при отрицательной температуре, то для нормального отвердевания необходимо создать положительную температуру.

Эпоксидные муфты, устанавливаемые на кабелях, проложенных в туннелях, каналах и других кабельных сооружениях, для обеспечения противопожарной защиты в случае взрыва защищают таким же кожухом, как и свинцовые.

Латунные муфты устанавливаются на кабелях с бумажной изоляцией с отдельно свинцованными жилами напряжением 20-35 кВ. Соединительные муфты выполняют на каждой жиле в отдельности, после чего три однофазные соединительные муфты заключают в общий чугуный или стальной кожух.

Соединительная муфта (СЛО -20 или СЛО-35) (рис.4.5) состоит из двух латунных полумуфт, которые соединяются между собой болтами, а по

торцам со свинцовой оболочкой кабеля – найкой. Восстановление изоляции жил делается с помощью кабельных роликов, заливаются муфты масляно-канифольной массой МК-45 для внутренней установки или МК-Н – для наружной установки муфт.

Стопорные муфты применяются для предотвращения стекания пропиточного состава кабеля с нормально пропитанной бумажной изоляцией при большой разности уровней трассы. Роль стопорных муфт успешно выполняют эпоксидные. Если нельзя использовать эпоксидные муфты, применяют специальные стопорные муфты марки Ст-6, Ст-10 для кабелей 6 и 10 кВ. Для соединения кабелей с нормально пропитанной изоляцией с кабелями с обесцвешенно пропитанной изоляцией применяют стопорно-переходные муфты марки СтП-6 и СтП-10. Основным элементом стопорной муфты является стопорное устройство (рис.4.6).

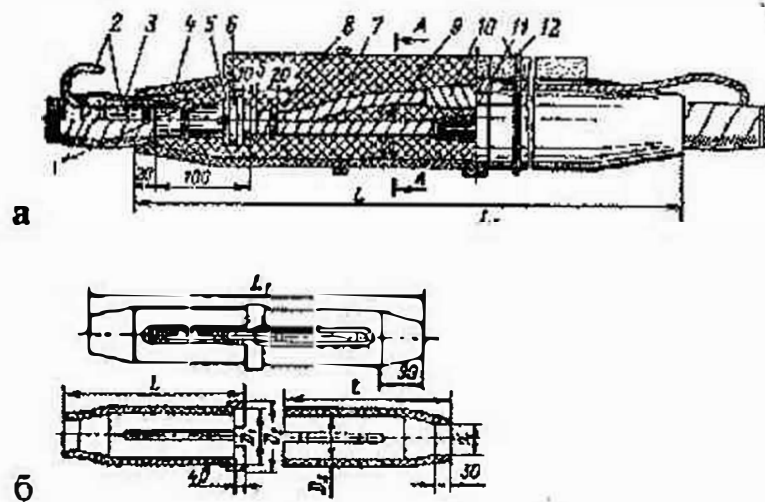


Рис. 4.4. Соединительная эпоксидная муфта типа СЭ:

- а – муфта; б – эпоксидный корпус; 1 – место приайки проводника заземления; 2 – проводник заземления; 3 – герметизирующая подмотка; 4 – корпус муфты; 5 – уплотнительное кольцо; 6 – металлический бандаж; 7 – заливаемый компаунд; 8 – бандаж из суровых ниток; 9 – фиксирующая звездочка; 10 – изоляция жил; 11 – место соединения жил; 12 – бандаж из проволоки; 13 – бандаж из суровых ниток

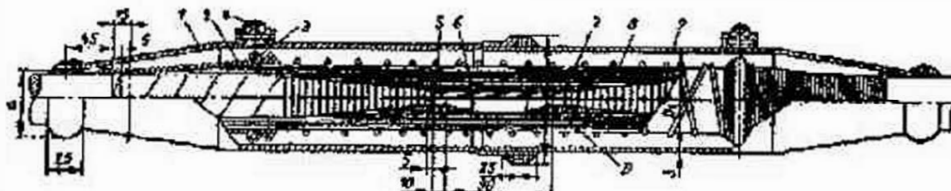


Рис. 4.5. Соединительная латунная однофазная муфта типа СЛО для кабелей 20 и 35 кВ:

- 1 – левая полумуфта; 2 – экран проволоочный; 3 – экранное кольцо; 4 – пробка; 5 – подмотка роликами шириной 5 мм; 6 – гильза соединительная; 7 – подмотка роликами шириной 10 мм; 8 – подмотка рулонами; 9 – правая полумуфта

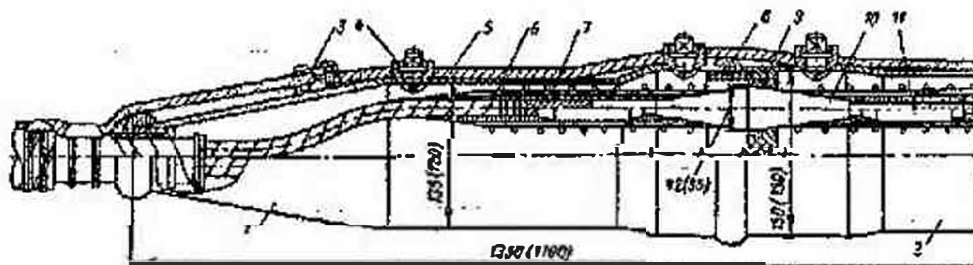


Рис. 4.6. Стопорные муфты типов Ст-6 и Ст-10:

1,2 – полумуфты; 3 – контактная шланка и болты заземления; 4 – пробка; 5 – провод заземления; 6 – подмотка роликами шириной 5 и 10 мм; 7 – подмотка рулонами;

8 – оправа; 9 – перегородка; 10 – стопор; 11 – соединительная гильза.

Размеры в скобках указаны для муфты Ст-6, вне скобок – для муфты Ст-10

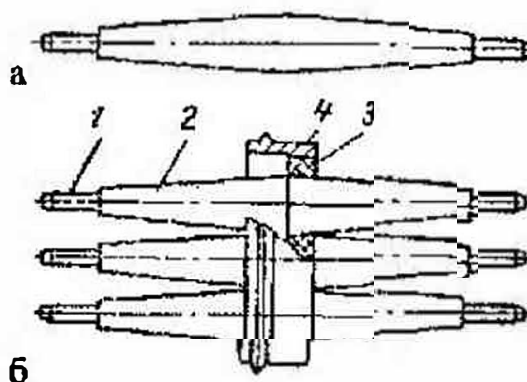


Рис. 4.7. Стопорное устройство:

а – отдельный стопор; б – собранное устройство; 1 – токопроводящий стержень; 2 – многослойная бакелизированная бумага; 3 – перегородка из текстолита или стеклотекстолита; 4 – латунная оправка

Стопорные устройства поступают на монтаж в готовом виде, упакованными в жестяные запаянные банки, заполненные масляно-канифольным составом (рис.4.7). Стопорное устройство помещается в середине муфты, состоящей из двух латунных полумуфт, которые припаиваются к его латушью оправке. Оболочки соединяемых концов кабелей припаиваются к горловинам латунных полумуфт. Стопорная муфта заливается масляно-канифольной массой МК-45 при температуре её 140°C.

При прокладке кабеля в земле стопорные муфты помещают в стальные или чугунные защитные кожухи. Стопорные и стопорно-переходные муфты очень громоздкие и дорогие сооружения и поэтому применяются в крайних случаях.

4.3. Концевые заделки и муфты

Концевые заделки предназначены для окосцевания кабелей внутри помещений, а также для наружных установок при условии полной защиты заделки от непосредственного воздействия атмосферных осадков, запыления и солнечных лучей. Область применения концевых заделок указана в табл.4.1.

В настоящее время в эксплуатации находятся несколько типов концевых заделок, которые в период их монтажа являлись самыми надёжными, технологичными и предпочтительными из-за наличия материалов и изделий для их монтажа. При ремонте концевых заделок и при монтаже их на вновь смонтированных кабельных линиях сейчас предпочтение отдаётся новым конструкциям концевых заделок с применением эпоксидных компаундов и самосклеивающихся полимерных лент, термоусаживающихся полимерных материалов, а при отсутствии их ещё находят применение старые конструкции, такие, как битумные воронки и др.

Таблица 4.1

Концевые заделки внутренней установки для кабелей с бумажной изоляцией

Наименование и марка заделки или муфты	Напряжение кабеля, кВ	Указания по применению в помещениях							
		для разности уровней 10 м и более (для нижней заделки)	сухих (относительная влажность не более 60 %)	влажных (относительная влажность не более 61 - 75 %)	сырых и особо сырых (относительная влажность не более 75 %)	жарких, сухих	с токопроводящей пылью	с химически активной средой (кроме взрывоопасных)	тоже опасных
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Эпоксидная с термоусаживаемыми поливинилхлоридными трубками КВЭт	1; 6; 10	Следует применять	Следует применять	Следует применять	Допускается	Рекомендуется	Рекомендуется при условии периодической чистки	Рекомендуется при условии предохранения от контакта с химически активными веществами в жидком виде	Рекомендуется
Эпоксидная с наиритовыми трубками КВЭн	6; 10	То же	Рекомендуется	Рекомендуется	»	»	То же	То же	»
Эпоксидная с кремнийорганическими трубками КВЭк	6; 10	»	»	»	»	»	»	»	»
Эпоксидная с трёхслойными трубками КВЭт	1; 6; 10	»	»	Следует применять	Рекомендуется	»	»	»	Допускается

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сухая из само-склеивающихся лент КВсл	1;6;10	Не следует применять	»	Не следует применять	Не следует применять	»	Не следует применять	»	»
Эпоксидная с переходом на жилы кабеля с шв-стмассовой изоляцией КВЭп	1;6;10	Следует применять	Допускается	Рекомендуется	Следует применять	Допускается	Рекомендуется	»	»
Резиновая перчатка с заполнением КВРз	6	Не следует применять	Рекомендуется	Допускается	Не следует применять	»	Не следует применять	Допускается при условии предохранения от контакта с химически активными веществами в жидком виде	Не следует применять
Резиновая перчатка без заполнения КВР	1	То же	Следует применять	Рекомендуется	То же	»	Допускается при условии периодической очистки	То же	Допускается
Термоусаживаемая полиэтиленовая перчатка КВТп	1;6;10	Допускается	Допускается	Допускается	»	»	Допускается	»	Не следует применять
Свянцовая перчатка КВС	1;6;10	»	»	»	Допускается	»	Не следует применять	»	Допускается
Спальная воронка с битумным составом КВБ	1;6;10	Не следует применять	»	»	»	Не следует применять	То же	»	Не следует применять

Наиболее распространённые виды концевых заделок: в резиновых перчатках, эпоксидные, сухие заделки, заделки в термоусаживаемых перчатках.

Концевые заделки в резиновых перчатках имеют марку КВР. Применяются для силовых кабелей напряжением до 6 кВ при разности уровней не более 10 м во всех помещениях, кроме сырых. Резиновая перчатка изготовля-

ется из наиритовой резины, имеет три или четыре пальца, к которым приклеиваются трубки из резины для герметизации жил. Трубки захватывают цилиндрическую часть наконечника. Нижнюю часть перчатки приклеивают к оболочке кабеля (рис.4.8).

Резиновые перчатки для кошечных заделок поставляются заводами в комплекте со вспомогательными материалами, расфасованными на одну заделку.

Концевые заделки из эпоксидного компаунда для внутренней установки имеют марку КВЭ, применяются для оконцевания кабелей до 10 кВ. В зависимости от условий окружающей среды и конструкций кабелей имеется несколько исполнений заделок КВЭ, наиболее распространены КВЭн КВЭд.

При заделке марки КВЭн (рис.4.9) на бумажную изоляцию жил надевают трубку из наиритовой резины. Эпоксидный корпус заделки образуется путём заливки съёмной формы заранее приготовленным компаундом. Заделка КВЭн выпускается заводами в виде комплектов десяти типоразмеров. Каждый комплект содержит необходимые компоненты и вспомогательные материалы на одну заделку.

В заделках марки КВЭд (рис.4.10) вместо наиритовых трубок для надевания на изоляцию жил используются двухслойные трубки: нижний слой из поливинилхлорида, верхний – из полиэтилена. Такие трубки обладают высокой влагостойкостью.

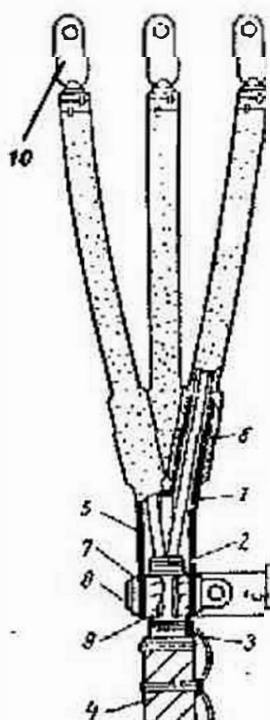


Рис. 4.8. Конструкция коцевой заделки типа КВР в резиновой перчатке:

- 1 – жилы кабеля; 2 – поясная изоляция кабеля; 3 – оболочка;
- 4 – броня; 5 – перчатка; 6 – резиновая трубка;
- 7 – подмотка прорезиненной лентой; 8 – хомут;
- 9 – уплотнение маслостойкой резиновой лентой;
- 10 – наконечник

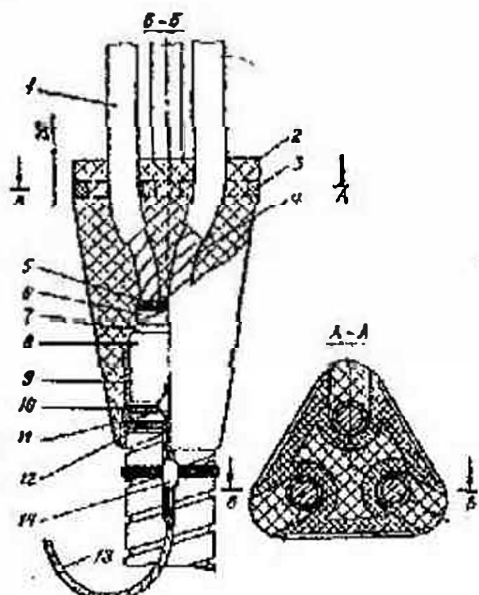


Рис. 4.9. Эпоксидная концевая заделка внутренней установки КВЭн с фиксирующей звездочкой:

- 1 – трубка из наиритовой резины; 2 – корпус из эпоксидного компаунда; 3 – фиксирующая звездочка; 4 – жила в бумажной изоляции; 5 – бандаж поясной изоляции; 6 – поясная изоляция; 7 – полупроводящая изоляция; 8 – оболочка; 9 – двухслойная подмотка; 10 – бандаж на оболочке; 11 – место пайки проводника заземления к оболочке; 12 – бандаж на броне; 13 – проводник заземления; 14 – место припайки проводника заземления к броне

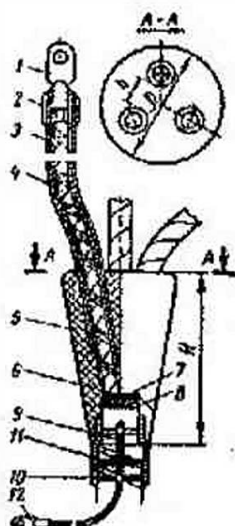


Рис. 4.10. Эпоксидная концевая заделка исполнения КВЭд с двухслойными трубками:

- 1 – наконечник; 2 – подмотка из хлопчатобумажной ленты с промазкой эпоксидным компаундом; 3 – двухслойная трубка; 4 – жила в заводской изоляции; 5 – эпоксидный корпус; 6 – подмотка из лентки поливинилхлоридной ленты; 7 – бандаж на поясной изоляции; 8 – поясная изоляция; 9 – провод заземления; 10 – проволоочный бандаж; 11 – подмотка из хлопчатобумажной ленты с промазкой эпоксидным компаундом; 12 – наконечник провода заземления

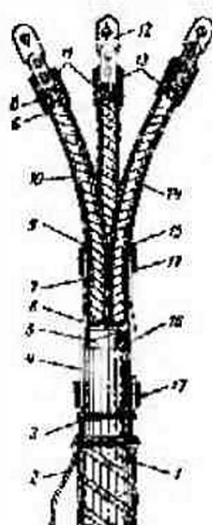


Рис. 4.11. Концевая заделка типа КВВ:

- 1 – броня кабеля; 2 – провод заземления; 3 – проволоочный бандаж; 4 – свинцовая или алюминиевая оболочка кабеля; 5 – поясная заводская изоляция; 6 – бандаж из хлопчатобумажной пряжи; 7 – жила в заводской изоляции; 8 – оголённый участок жилы; 9 – поясная станкообразная подмотка; 10 – подмотка по жилам; 11 – выравнивающая подмотка (в заделках I и II исполнения – из поливинилхлоридных лент, в заделках специального исполнения – из хлопчатобумажных лент, пропитанных эпоксидным компаундом); 12 – кабельный наконечник; 13 – бандаж из кручёного шпагата; 14 – место наложения временного бандажа; 15 – заполнение составом N 2 в заделках I и II исполнения и эпоксидным компаундом в заделках специального исполнения; 16 – выравнивающая подмотка из поливинилхлоридных лент; 17 – бандаж из кручёного шпагата

Для оконцевания силовых кабелей до 10 кВ с пластмассовой изоляцией сечением жил до 240 мм² и эксплуатации их в сухих помещениях применяются коцевые заделки марки ПКВ (рис.4.12).

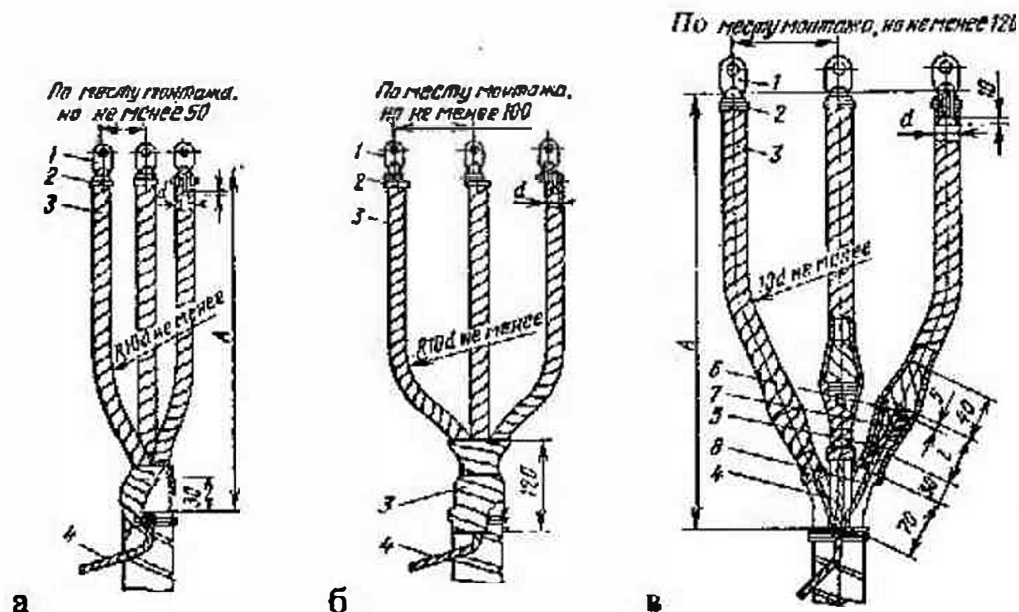


Рис.4.12. Концевые заделки ПКВ для кабелей:

а – до 3 кВ; б – до 6 кВ; в – до 10 кВ; 1 – кабельный наконечник; 2 – бандаж из суровых ниток; 3 – подмотка из липкой поливинилхлоридной или самосклеивающейся ленты или поливинилхлоридная трубка; 4 – провод заземления; 5 – конусная подмотка; 6 – экран из полупроводящего материала; 7 – металлический экран; 8 – шланг (оболочка) поливинилхлоридный

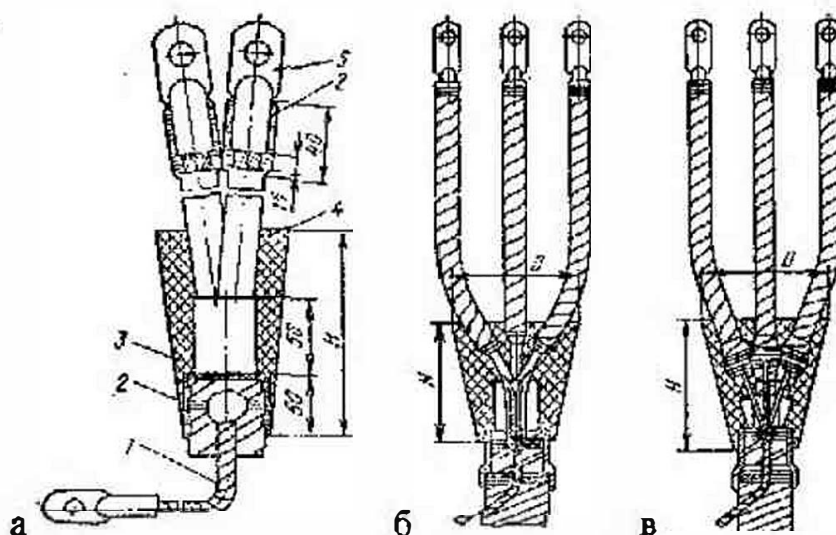


Рис. 4.13. Концевые заделки ПКВЭ для кабелей:

а – 1 – 3 кВ; б – 6 кВ; в – 10 кВ; 1 – провод заземления; 2 – подмотка из самосклеивающейся или хлопчатобумажной ленты с промазкой эпоксидным компаундом; 3 – бандаж; 4 – корпус муфты; 5 – наконечник

В сырых помещениях с относительной влажностью воздуха до 98 % при температуре +35°C, а также в помещениях с температурой окружающей среды от -10 до +55°C при отсутствии прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков применяют концевые заделки ПКВЭ и ПКВЭО (рис.4.13, 4.14).

Концевые муфты наружной установки подвержены воздействиям атмосферных осадков, солнечных лучей. Основным условием их надёжной ра-

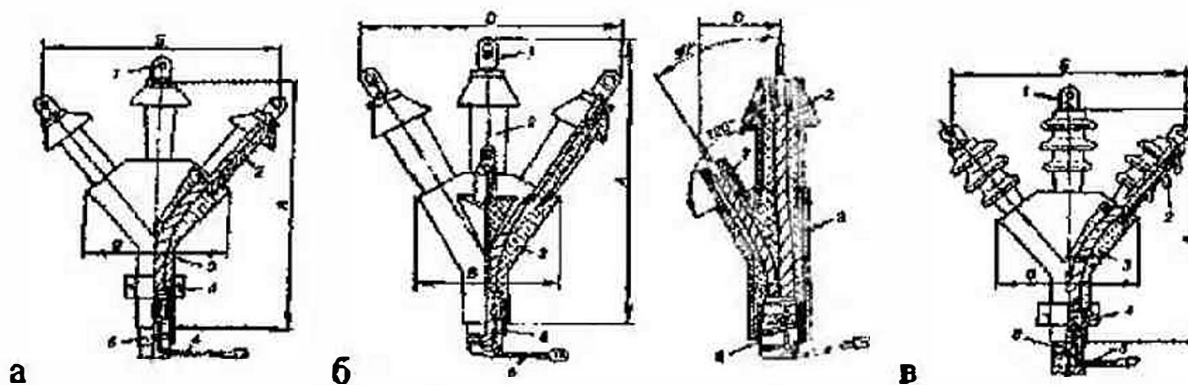


Рис. 4.16. Концевая муфта типа КИО:

а — для трёхжильного кабеля до 1 кВ; б — для четырёхжильного кабеля до 1 кВ; в — для кабеля 6-10 кВ; 1 — кабельный наконечник; 2 — проходной изолятор; 3 — корпус муфты; 4 — скоба для крепления; 5 — провод заземления; 6 — подмотка из хлопчатобумажных лент с промазкой компаундом; 7 — проходной изолятор четвертой жилы

Концевые муфты наружной установки для кабелей с пластмассовой изоляцией выполняют из эпоксидного компаунда. Корпус муфты отливают на месте монтажа, изоляторы из эпоксидного компаунда изготавливают на заводе и закрепляют на жилах кабеля в процессе монтажа. Эпоксидный корпус герметизирует «корешок» муфты от проникновения влаги, а изоляторы служат для обеспечения микроразрядных характеристик.

4.4. Новые способы соединения и оконцевания кабелей

Важное значение для качества монтажа муфт имеют надёжное предохранение от попадания в них влаги и грязи, а также подготовка рабочего места. При монтаже муфт на открытом воздухе при любых условиях, а внутри помещений в тех случаях, когда в муфты могут во время монтажа попасть влага, пыль и грязь, монтаж их ведется в брезентовой палатке.

Для уменьшения влияния на качество муфт пересчитанных факторов и для повышения качества соединения разрабатываются и применяются новые материалы и конструкции.

В последние годы в мировой практике монтажа широкое распространение получили термоусаживаемые материалы (ТУМ), получаемые из обычных термопластов (в основном полиолефенов) путём их радиационной, радиационно-химической, химической и другой обработки. В процессе обработки происходит поперечная «сшивка» линейной структуры молекул с образованием между ними упругих поперечных связей; в результате полимер приобретает улучшенные механические характеристики, повышенную термостойкость и коррозионную стойкость, долговечность к хладотекучести и к плавлению. Главное достоинство ТУМ — «память формы», то есть способность изделий из ТУМ, предварительно растянутых в нагретом состоянии и охлаждённых до температуры окружающей среды, сохранять практически

неограниченное время растянутую форму, а при повторном нагреве до 120-150°C возвращаться к первоначальной форме. Это свойство позволяет не ограничивать монтажные допуски, что значительно упрощает сборочно-монтажные работы и сокращает их трудоёмкость. Изделия, служащие для герметизации и уплотнения, внутри имеют подслои, который плавится при нагреве (усадке) растянутого изделия и силой усадки вдавливается во все неровности уплотняемого изделия. При остывании герметизирующий подслои затвердевает, в результате чего происходит надёжное склеивание и герметизация изделий. В настоящее время разработана конструкция и технология изготовления наиболее сложного фасонного термоусаживаемого изделия – переходника с двумя и более отводами, предназначенного для изоляции и герметизации корешка разветвки силовых кабелей с бумажнопропитанной изоляцией. При монтаже применяются также различные термоусаживаемые трубки, манжеты, что облегчает и упрощает монтаж муфт. Широкий диапазон термоусаживаемости отдельных частей позволяет использовать один типоразмер муфты для нескольких типов кабелей и сечения жил, что в свою очередь значительно сокращает потребность в запасных муфтах, находящихся на хранении.

Термоусаживаемые изделия кабельной арматуры разрабатывает и производит АОЗТ «Термофит», г. Санкт-Петербург. Предприятие выпускает типы муфт: соединительные, кощевые внутренней установки, концевые наружной установки.

Соединительные муфты типа СТп (рис.4.17) термоусаживаемые предназначены для соединения силовых кабелей с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение 1, 6 и 10 кВ при прокладке в земле и на воздухе. Муфты характеризуются высокой степенью герметичности и технологичностью монтажа. Для выравнивания электрического поля при напряжении 6 и 10 кВ используется полупроводящая мастиковая лента. В комплект муфты входят термоусаживающиеся перчатки трёх-четырёхпалые, трубки, манжеты, шланг. Перчатки и манжеты снабжены герметизирующим слоем клея-расплава. Клей-расплав может менять свое состояние в зависимости от температуры. При эксплуатационных температурах кабельной арматуры клей находится в твёрдом состоянии, а при температурах усадки он принимает вязкотекучее состояние. Нанесение клея-расплава на внутреннюю поверхность герметизирующих изделий производится в заводских условиях способом горячего пневмораспыления. При использовании термоусаживаемых изделий исключается необходимость выполнения монтажниками подмоток муфт. Соединительные муфты имеют следующие типоразмеры: трёхжильные до 1 кВ на сечения кабелей 16-70 мм² и 95-240 мм²; четырёхжильные до 1 кВ на сечения 16-70 мм² и 95-185 мм²; трёхжильные на 10 кВ на сечения: 16-70 мм², 95-150 мм², 150-240 мм².

Концевые термоусаживаемые муфты типа КВТп (рис.4.18) внутренней установки предназначены для оконцевания внутри сухих, влажных и сырых помещений силовых кабелей с бумажной пропитанной изоляцией. В комплект муфты входят перчатка, трубка и манжеты. Перчатка и манжеты снабжены герметизирующим подслоем. Типоразмеры по сечениям кабелей такие же, как для соединительных муфт.

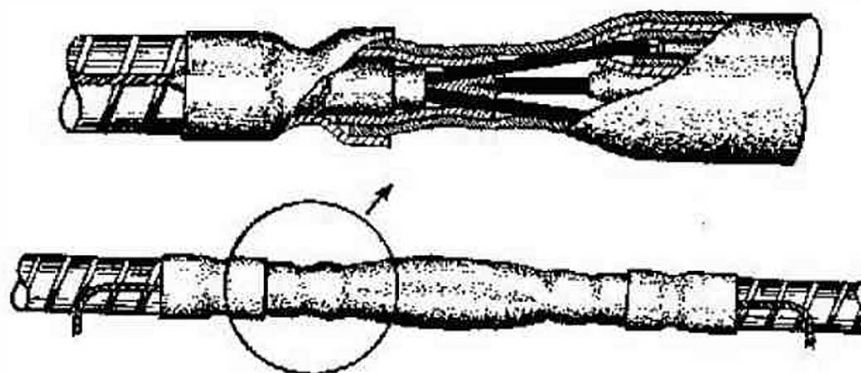


Рис.4.17. Муфта соединительная термоусаживаемая типа СТп

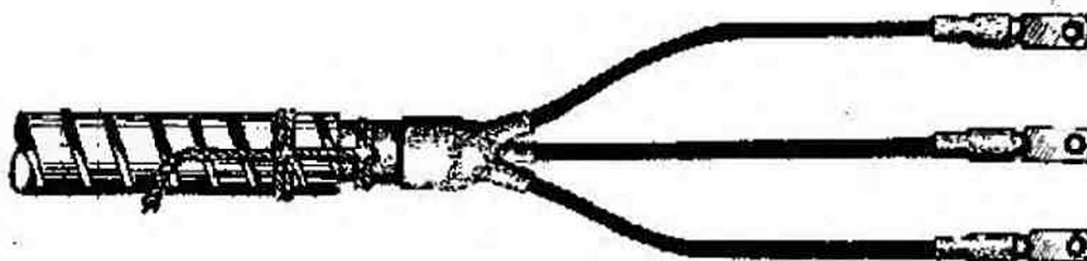


Рис.4.18. Муфта концевая термоусаживаемая внутренней установки типа КВТп

Технология монтажа заделки КВТп включает в себя разделку кабеля по обычной технологии и усадку термоусаживаемых деталей с помощью ручных инструментов: газового нагревателя (на базе стандартной газовой горелки) или воздушного нагревателя-электротеплоventильатора. Продолжительность монтажа (без учёта разделки кабеля и закрепления наконечников) составляет 15-20 мин, она зависит от длины разделки и не зависит от типа кабеля и его сечения. Концевые заделки КВТп рекомендуются к применению для кабелей напряжением до 10 кВ.

Концевые термоусаживаемые муфты наружной установки типа КНТп (рис.4.19) предназначены для оконцевания на открытом воздухе силовых кабелей с бумажной пропитанной изоляцией. Для прерывания токов утечки используются термоусаживаемые изоляторы, стойкие к воздействию окружающей среды. Изоляторы, перчатка и манжеты снабжены герметизирующим подслоем. При нагревании термоусаживаемых манжет и перчатки герметизирующий слой плавится и растекается, обеспечивая герметизацию муфты. Типоразмеры муфт по сечениям кабелей такие же, как для соединительных муфт.

В МП «УльГЭС» совместно с АОЗТ «Поиск» разработана конструкция соединительной муфты типа ССт, отличительной особенностью которой является метод «холодной» технологии монтажа муфты на кабеле, исключая операции пайки и сварки, которые требуют от кабельщика высокой квалификации. Муфты применяют в качестве соединительного устройства вы-

соковольтных кабелей (6-10 кВ). Могут применяться на кабелях до 1 кВ. Муфта имеет несколько исполнений, соответствующих различным сечениям кабелей – 70, 95, 120, 150, 185 и 240 мм². Исполнения отличаются размерами узлов уплотнения, при этом внешний размер муфты остается неизменным.

Корпус муфты (рис.4.20) представляет собой стальную трубу с толщиной стенки 4 мм. Места ввода кабеля герметизируются подпружиненными сальниками из маслостойкой резины, которые обеспечивают герметичность вводов при динамических ударах токами КЗ и механических воздействиях. Дополнительно крепление кабеля к корпусу муфты при помощи литых зажимов обеспечивает высокую механическую прочность соединения при растягивающих и изгибающих усилиях. Металлические оболочки кабеля соединяются через корпус при помощи свинцовых манжет, с большим усилием поджатых к оболочкам кабеля и корпусу муфты подпружиненными резиновыми сальниками. Для защиты от коррозии на внешнюю поверхность корпуса муфты и на литые зажимы нанесено полимерное покрытие. Кроме того, для защиты от коррозии при транспортировании и хранении на внутреннюю поверхность корпуса наносится слой консистентной смазки.

Внутренний объем корпуса муфты заполняется кабельным маслом. Возможно заполнение муфты битумным составом или иным веществом, изоляционные свойства которого удовлетворяют требованиям технических условий на данную муфту.

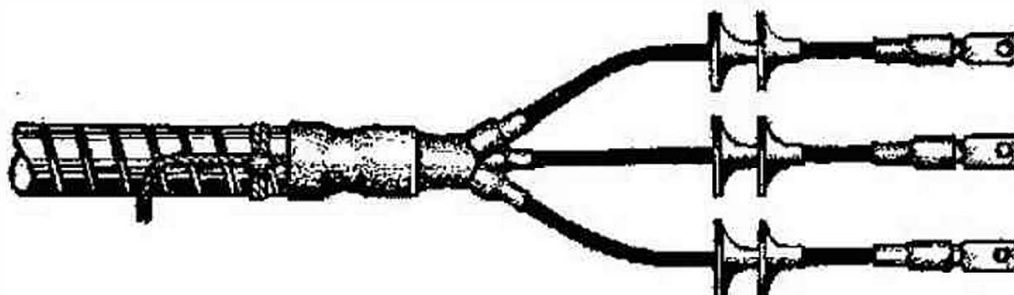


Рис.4.19. Муфта концевая термоусаживаемая наружной установки типа КНТп



Рис.4.20. Муфта соединительная типа ССт

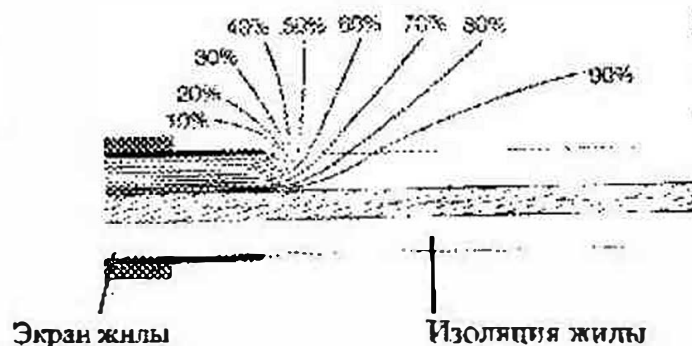
Восстановление изоляции жил осуществляется при помощи трубчатых керамических изоляторов. Возможно применение бумажных роликов, термоусаживаемых трубок и прочих известных способов. Соединение жил кабеля производится при помощи специальных соединительных гильз, укомплектованных болтами с самосрывающейся головкой. Возможно соединение методом опрессовки.

Акционерное общество «Трансэнерга» предлагает термоусаживающие кабельные муфты на напряжение от 1 до 35 кВ, выпускаемые немецкой фирмой Райхсм. Вся кабельная арматура фирмы основана на технологии поперечносшитых полимеров с пластической памятью формы. Эти полимеры обладают улучшенными механическими свойствами, химической и термической стойкостью. Широкий диапазон термоусаживаемости отдельных частей позволяет использовать один типоразмер муфты для нескольких типов кабелей и сечений жил. Муфты фирмы Райхсм при хранении практически не подвергаются старению и могут складироваться неограниченно долго.

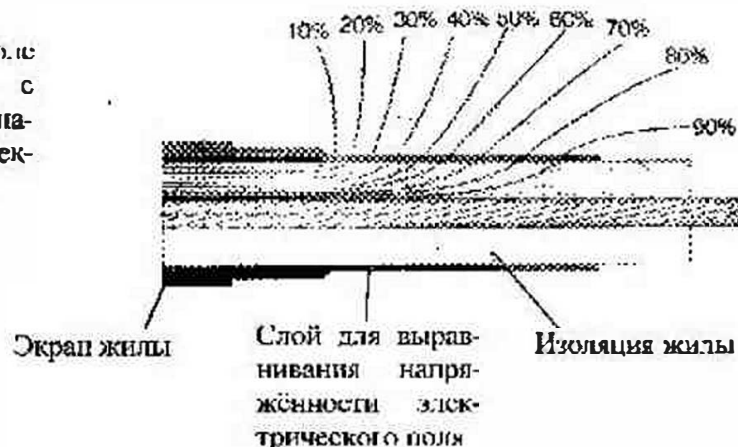
Группы изделий для энергетики включают в себя соединительные муфты, переходные муфты, кошечные муфты наружной и внутренней установки. Вся кабельная арматура выше 1 кВ имеет систему выравнивания напряженности электрического поля (рис.4.21), которая может быть выполнена в виде отдельных элементов или уже нанесенной на внутреннюю поверхность изоляционной трубки. В концевых муфтах внешние изоляционные трубки обладают поверхностной эрозийной стойкостью и трекинговой стойкостью и обеспечивают герметизацию кабельных наконечников. Область соединения кабельных жил закрывается двухслойной термоусаживаемой трубкой, которая обеспечивает беспустотное поверхностное соединение внутреннего изоляционного слоя и внешнего токопроводящего.

Система низковольтных соединительных муфт фирмы Райхсм является высоконадёжным и легко монтируемым методом соединения традиционных и современных типов кабелей. Кабель разделяется в соответствии с инструкцией. На кабель и его жилы надеваются маленькие внутренние трубки и большая внутренняя трубка (рис.4.22). Внутренняя трубка размещается над соединителем и (после соединения жил) усаживается под воздействием тепла, плотно облекая соединитель и жилую изоляцию и обеспечивая одинаковую толщину степок даже в такой неоднородной области, как болтовой соединитель. Слой клея, нанесенный на внутренней поверхности трубки, при её усадке плавится и растекается, обеспечивая муфте герметизацию и защиту от коррозии, а кабелю дает возможность расширяться и сжиматься при тепловых воздействиях на него. Внешняя трубка располагается над соединителем и усаживается. Толстостенная трубка выполняет механическую уплотнительную функцию внешней оболочки. На всей внутренней поверхности нанесён термопластичный клей, который и создает прочное и надёжное уплотнение. По завершении монтажа муфта может быть немедленно включена в работу.

Электрическое поле
на конце кабеля
без выравнивания
напряжённости
электрического
поля



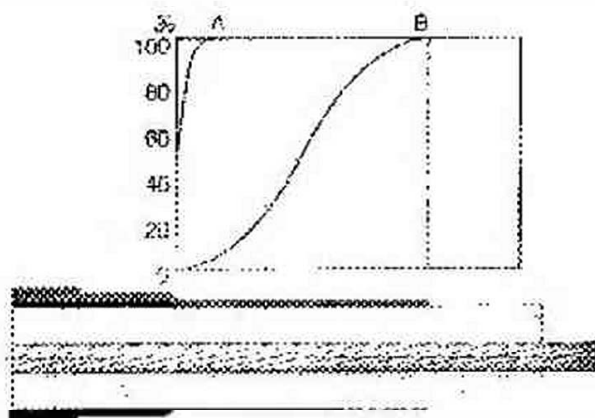
Электрическое поле
на конце кабеля с
выравниванием на-
пряжённости элек-
трического поля



Нелинейное распро-
странение напряжённо-
сти электрического поля

А — Без
выравнивания на-
пряжённости элек-
трического поля

В — Слой для
выравнивания
напряжённости элек-
трического поля



Линейное распростра-
нение напряжённости
электрического поля

А — неправильный
выбор
сопротивления

В — трубка для
выравнивания
напряжённости
электрического по-
ля

С — короткая длина

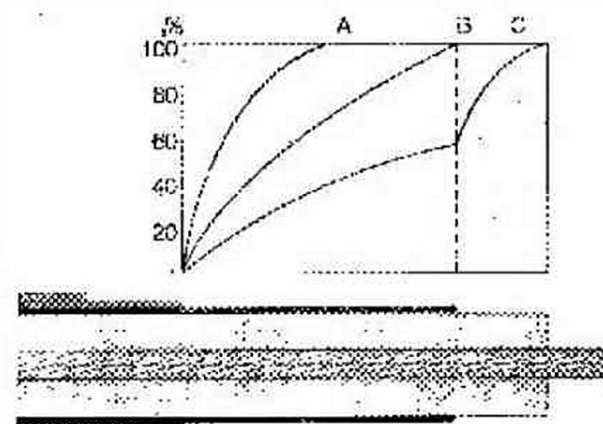


Рис.4.21. Выравнивание напряжённости электрического поля в кабельной арматуре

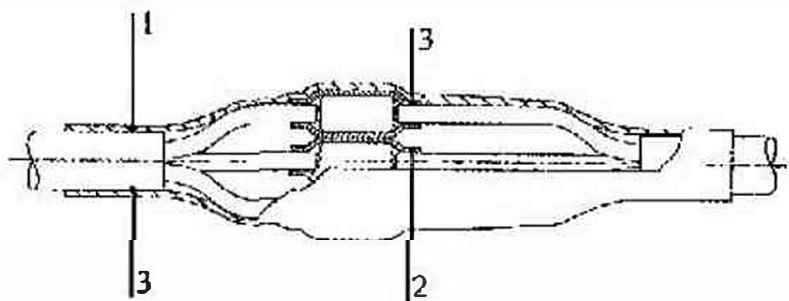


Рис.4.22. Муфта низковольтная соединительная фирмы Райхем

1 — внешняя трубка: толстая стенка защищает от механических воздействий, а благодаря склеиванию с внешней оболочкой кабеля обеспечивает герметизацию;
2 — внутренняя трубка: толстые стенки трубки и термопластичный клей обеспечивают электрическую изоляцию и защиту области соединения от влаги внутри кабеля;
3 — термопластичный клей

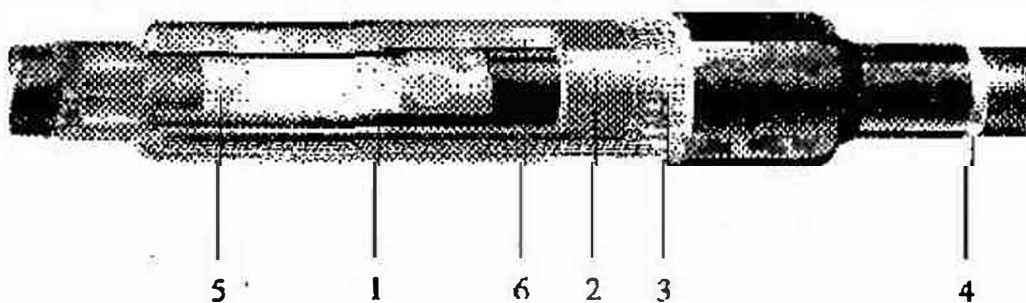


Рис.4.23. Муфта соединительная фирмы Райхем на среднее напряжение (до 35 кВ)

Конструкция соединительных муфт Райхем на среднее напряжение (до 35 кВ) представлена на рис.4.23. Цифрами отмечено следующее:

1 — трубка распределения напряженности электрического поля, позволяет сгладить скачки напряженности электрического поля в области соединителей и местах среза экрана. При монтаже трубки она усаживается и, сжимаясь, распределяет специальный наполнитель пустот (5) вокруг соединителя и кромки экрана. Обработка на конус изоляции в районе соединителей не требуется.

2 — изоляция и экран. Внутренний резиноподобный полимер (6) обеспечивает необходимую толщину изоляции. Внешний слой выполнен из проводящего термоусаживаемого полимера. Этот слой восстанавливает экран. Установка такой двухслойной трубки экономит время и гарантирует прочное соединение поверхностей изоляции и экрана.

3 — металлическая оплетка. Медная сетка вокруг области соединения восстанавливает электрический экран соответствующего сечения и осуществляет соединение с внешним экраном муфты.

4 — внешняя герметизация и защита. При усадке внешней трубки рас-

плавляется клеем, нанесенный на её внутренней поверхности; равномерно растекаясь по поверхности внешней оболочки, клей создаст барьер для проникновения влаги и предотвращает коррозию. Внешняя трубка обеспечивает муфте защиту от механических воздействий и химическую стойкость. Для кабелей с ленточной броней наборы муфт включают в себя каркасы из анодированной стали или стальные сетки.

Это соединительная муфта для одножильного кабеля с пластмассовой изоляцией. Для трёхжильного кабеля применены те же самые принципы. В переходных муфтах (для соединения кабелей с бумажной пропитанной изоляцией с кабелями с пластмассовой изоляцией) применяются специальные маслостойкие трубки для того, чтобы трансформировать кабель с бумажно-масляной изоляцией (стекающей и нестекающей) в кабель с пластмассовой изоляцией с радиальным распределением электрического поля внутри нее (рис.4.24).

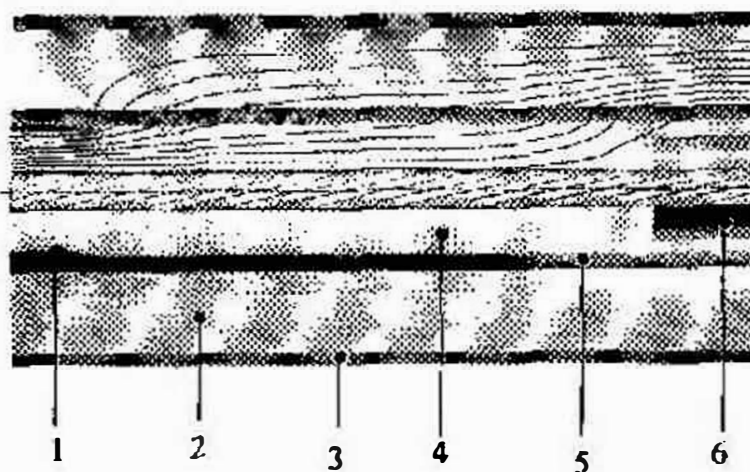


Рис.4.24. Распределение напряжённости электрического поля в соединительных муфтах:

1 – экран изоляции; 2 – изоляция муфты; 3 – экран муфты; 4 – изоляция жилы; 5 – трубка выравнивания напряжённости электрического поля; 6 – соединитель

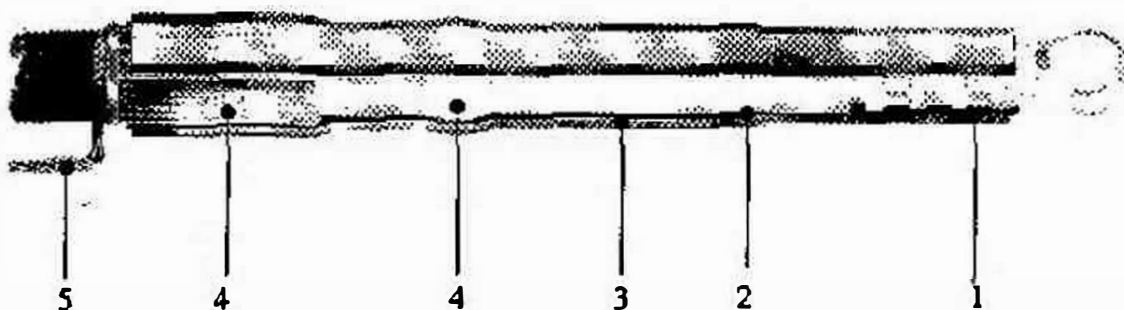


Рис.4.25. Муфта концевая фирмы Райхем на среднее напряжение (до 35 кВ)

Фирмой Райхем создана система концевых муфт внутренней и наружной установки для кабелей с бумажной или пластмассовой изоляцией для одно- и трёхжильных кабелей с круглым или секторным сечением жил для большинства типов кабельной брони и экранов на напряжение до 35 кВ. Основные компоненты концевых муфт напряжением до 35 кВ показаны на рис. 4.25. Цифрами отмечено следующее:

1 — надёжная герметизация достигается с помощью специальных клеевых и мастичных уплотнителей, расположенных внутри погодо- и трекингоустойчивых компонентов конструкции муфты. Одновременно с нагревом термоусаживаемых трубок происходит расплав и растекание герметизирующих материалов. Для трёхжильных кабелей применяется термоусаживаемая перчатка с нанесённым на её внутренней поверхности клеем. Таким образом, от наконечника до внешнего покрова кабеля создаётся погодо- и трекингоустойчивая поверхность, полностью загерметизированная изнутри.

2 — выравнивание напряжённости электрического поля с помощью материала с заданными электрическими параметрами. Этот материал наносится на внутреннюю поверхность термоусаживаемой трубки. Когда трубка усаживается, внутренний слой размягчается и обжимается трубкой таким образом, что исключается возможность образования пустот даже на неровной поверхности изоляционного слоя.

3 — трекингоустойчивые изоляционные трубки противостоят поверхностным электрическим разрядам даже в самых суровых климатических условиях.

4 — заполнитель пустот, обладает нелинейными диэлектрическими свойствами и легко наносится на нужное место в форме короткой клейкой ленты. Он обеспечивает исключение образования воздушных пузырьков, которые могут быть причиной разрядов в области повышенной плотности напряжённости электрического поля, на срезе экрана.

5 — заземление. Заземляющий проводник или оплетка внедрены в уплотнительную мастику таким образом, что обеспечивают защиту от коррозии. Для кабелей с ленточным экраном или металлической оболочкой с броней система непаяющего заземления поставляется в наборе.

Термоусаживаемые изделия фирмы Райхем имеют ряд достоинств. Конструкция изделий подходит к различным типам и размерам кабелей различных производителей, допускает возможные отклонения в кабельной разделке при рабочих условиях, обеспечивает универсальный подход к монтажу различных типов кабелей.

Полный набор материалов с испытанной в заводских условиях изоляцией обеспечивает простоту и быстроту монтажа. Термоусадка допускает независимость от допустимых отклонений в изготовлении кабелей и даст возможность установки термоусаживаемых изделий при низких температурах.

Выравнивание напряжённости электрического поля трубкой, слоем материала уменьшает уровни частичных разрядов и повышает эксплуатационную надёжность.

МОНТАЖ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

5.1. Общие положения

Ранее значительное количество электропроводок во взрывоопасных зонах выполнялось проводами и кабелями в стальных водогазопроводных трубах. Основным преимуществом трубных проводок является надёжная защита проводников от механических воздействий и внешних источников воспламенения проложенных в трубах проводов и кабелей. Кроме того, в случаях загорания кабелей в трубопроводах, они локализуются внутренним объёмом трубной проводки и не распространяются на рядом лежащие электрические сети. В то же время недостатков у трубных электропроводок несоизмеримо больше по сравнению с открытыми кабельными прокладками. Главный из них — значительно большая трудоёмкость прокладок, связанная с заготовкой, окраской, креплением, резьбовыми узлами присоединения и соединения, необходимость выполнения разделительных уплотнений и т.п.

Повышенная пожароопасность трубных проводок в ряде случаев не подтверждается, а связано это с некачественным монтажом, повреждением проводников при их протяжке по трубопроводам при неснятом трапе, что может привести к возникновению короткого замыкания. Трубы постоянно подвержены скоплению конденсата, что приводит к их интенсивной коррозии и снижает взрывоопасность всей системы электропроводок. Весьма затруднена и эксплуатация трубных проводок, особенно при прокладке труб в полу. В целом открытая прокладка электрических сетей с применением кабелей оказывается намного надёжней и эффективней трубных проводок. Поэтому прокладка проводов и кабелей в трубах допускается лишь в исключительных случаях.

К таким исключениям, в частности, относятся:

- групповые осветительные сети в зонах класса В-I и В-II, так как отсутствуют взрывозащищённые светильники и ответвительные коробки, позволяющие вводить и разделять в них бронированные кабели. Эти сети следует выполнять кабелями и проводами в трубах;
- вторичные цепи для оборудования приборов (датчиков, газоанализаторов и др.), конструкция которых предусматривает только трубный ввод;
- использование труб на коротких участках, где они являются каналобразователями, например, при подводе к электрооборудованию, установленному в удалении от стен в пределах одного помещения;
- на технологических эстакадах, где согласно п.7.3.121 ПУЭ небронированные кабели должны прокладываться только в стальных трубах или коробах;
- на коротких участках для защиты кабелей от механических воздействий.

Прокладка кабелей в коробах не рекомендуется из-за сложности выполнения их подводок к электрооборудованию, трудностей с обеспечением огнестойкости узлов прохода коробов сквозь стены и перекрытия.

Прокладка кабелей в каналах, в земле, в траншеях, в блоках не рекомендуется и допускается только при наличии обоснований в рабочей документации и строгом соответствии требованиям глав 7.3 и 2.3 ПУЭ. При прокладке кабелей во взрывоопасных зонах с тяжёлыми или сжиженными газами и ЛВЖ следует, как правило, избегать устройства кабельных каналов. При необходимости устройства каналов они должны быть полностью засыпаны песком. Необходимо учитывать, что эксплуатация кабелей в каналах, засыпанных песком, весьма затруднительна. При повреждении кабелей приходится переходить на открытую прокладку кабелей.

Прокладку кабелей в наружных взрывоопасных установках рекомендуется выполнять открыто: на кабельных эстакадах, в частично закрытых кабельных галереях, на технологических эстакадах, по стенам зданий и сооружений и т.п.

Рекомендуемые способы прокладки кабелей во взрывоопасных зонах приведены в табл.5.1, допустимые способы прокладки кабелей во взрывоопасных зонах приведены в табл.5.2.

Таблица 5.1

Рекомендуемые способы прокладки кабелей во взрывоопасных зонах

Характеристика кабелей	Способ прокладки	Назначение сети		
		силовые сети выше 1 кВ	силовые и вторич.цепи до 1 кВ	осветитель- ные сети
Бронированные кабели*	Открыто - по стропильным основаниям зданий и сооружений (стенам, перекрытиям) , в том числе эстакадам - непосредственно (например, на скобах) или на кабельных конструкциях и монтажных профилях	В зонах любого класса		
Небронированные кабели, предназначенные для стационарной прокладки*	То же (для осветительных сетей, кроме того, на тросах и струнах)	В-1б В-1г В-1а	В-1а В-1г В-1б В-1а	
Гибкие кабели до 0,66 кВ для передвижных и переносных электроприемников	На специальных катках и подвесах	В зонах любого класса		

Примечание. При необходимости кабели должны быть защищены от непосредственных механических и химических воздействий.

Таблица 5.2

Допустимые способы прокладки кабелей во взрывоопасных зонах

Кабели	Способ прокладки	Сети выше 1 кВ	Силовые сети и вто- ричные це- пи до 1кВ	Освети- тельные сети до 380 В
Бронирован- ные кабели	Открыто по стенам и стро- ительным конструкциям на ско- бах и кабельных конструкциях; в коробах, лотках, на тросах, кабельных и технологических эстакадах; в каналах; скрыто — в земле (траншеях), в блоках	В зонах любого класса		
Неброниро- ванные кабели в резиновой, поливинилхло- ридной и ме- таллической оболочках	Открыто — при отсутствии механических и химических воздействий, по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструк- циях; в лотках, на тросах	В-Iб, В-IIа, В-Iг	В-Iб, В-IIа, В-Iг	В-Iа, В-Iб, В-IIа, В-Iг
	В каналах пылеуловителей (например, покрытых асфаль- том) или засыпанных песком	В-II, В-IIа	В-II, В-IIа	В-II, В-IIа
	Открыто — в коробах	В-Iб, В-Iг	В-Iа, В-Iб, В-Iг	В-Iа, В-Iб, В-Iг

Примечания: Для искробезопасных цепей во взрывоопасных зонах любого класса раз-
решаются все перечисленные в таблице способы прокладки проводов и кабелей.

При прокладке кабелей необходимо выполнять следующие условия:

- установки соединительных муфт должны выполняться вне взрыво-
опасной зоны, при этом должны быть защищены кожухами;
- кабели не следует прокладывать непосредственно под трубопровода-
ми, на которых установлены фланцы и задвижки. В местах установок на тру-
бопроводах фланцев и задвижек кабели должны быть защищены от попада-
ния на них продуктов из трубопроводов;
- кабели рекомендуется прокладывать со стороны трубопроводов, не
несущих горючие газы (ГГ) или ЛВЖ;
- для монтажа кабелей должны быть предусмотрены зоны монтажа, по
всей высоте от земли (площадок), позволяющие вести монтаж механизиро-
ванным способом. Ширина зоны со стороны монтажа должна быть не менее
1 м;
- при установке кабельных конструкций на высоте более 4,5 м должны
быть предусмотрены проходы обслуживания (проходные эстакады);
- в местах сближения и пересечения кабелей с трубопроводами всех на-
значений расстояние между кабелями и трубопроводами должно быть не ме-
нее 0,5 м;
- прокладка изолируемых кабелей, относящихся к электропри-
ёмникам первой и особой группы I категории по надёжности электроснабже-
ния, на одной технологической эстакаде не допускается.

5.2. Кабели, применяемые во взрывоопасных зонах

Во взрывоопасных зонах всех классов применяются кабели с резиновой, поливинилхлоридной и бумажной изоляцией в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках. Во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Iа должны применяться кабели с медными жилами. Во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-Iг, В-II и В-Iа допускается применение кабелей с алюминиевыми жилами. Применение кабелей с алюминиевой оболочкой во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Iа запрещается.

Область применения кабелей, рекомендуемых для применения во взрывоопасных зонах, приведена в табл.5.3.

Таблица 5.3

Область применения кабелей, рекомендуемых для открытой прокладки по классам взрывоопасных зон

Назначение сети	Рекомендуемые марки кабелей для зон классов					
	В-I	В-Iа	В-Iб	В-Iг	В-II	В-IIа
Силовые сети выше 1000 В	СБГУ	СБГУ	ААБнЛГ ААБнЛУ АСБГУ	ААБнЛГ АСБГУ ААБнЛУ ААШнУнг	ААБнЛГ АСБГУ ААБнЛУ	ААБнЛГ АСБГУ ААБнЛУ
Силовые сети до 1000 В	ВБбШв ВРБГ ₃ СБГУ	ВБбШв ВРБГ ₃ СБГУ	АВВГ ₃ АВРГ ₃ АСШнУ АСГУ ААГУ	АВВГ ₃ АВРГ ₃ ААШнУнг АСШн АВБбШв	АВБбШв АВРБГ ₃ АСБГУ	АВВГ ₃ АВРГ ₃ АСШнУ АСГУ ААГУ
Осветительные сети до 380 В	-	ВВГ ₃ ВРГ ₃	АВВГ ₃ АВРГ ₃	АВВГ ₃ АВРГ ₃	-	АВВГ ₃ АВРГ ₃
Вторичные цепи до 1000 В	КВБбЛн КВВБГ КРНБГ	КВБбЛн КВВБГ КРНБГ	АКВВГ ₃ АКВВГ АКРНГ	АКВВГ ₃ АКВВГ АКРНГ	АКВБбШв АКВВБГ АКРНБГ	АКВВГ ₃ АКВВГ АКРНГ
Сети передвижных установок напряжением до 1000 В	КПГСИ КПГС	КПГСН КПГС КПГН	КПГСН КПГС КПГН КГ	КПГСН КПГС КПГН	КПГСН КПГС КПГН	КПГСН КПГС КПГН КГ

В силовых сетях взрывоопасных зон напряжением выше 1000 В применяются кабели с бумажной изоляцией. В настоящее время кабельные заводы применяют новую технологию, в связи с чем в маркировку кабелей добавлена буква «У». Поэтому все марки в табл.5.3 обозначены как СБГУ, ААБнЛУ, АВВГ₃, АВРГ₃, АКВВГ₃, АКВВГ, АКРНГ, КПГСН, КПГС, КПГН, КГ.

АСБГУ и т.п. В зонах класса В-1 и В-1а рекомендованы только кабели СБГУ. В остальных зонах, где допустимы применения кабелей с алюминиевыми жилами, а также с алюминиевыми оболочками, рекомендуется в первую очередь применять кабели марок ААБнЛГ, которые обладают улучшенными характеристиками защитных покровов БнЛГ, что гарантирует нераспространение горения при прокладке этих кабелей в потоках. Кабели всех марок напряжением выше 1000 В, рекомендованные в табл.5.3, выполняются 3-жильными сечениями от 10 до 240 мм².

Основным требованием для применения бронированных и небронированных кабелей в силовых и вторичных цепях напряжением до 1000 В взрывоопасных зон в настоящее время является применение кабелей круглой формы в сечении, что позволяет обеспечить требования взрывозащиты при монтаже во взрывозащищенное электрооборудование. В настоящее время выпускаются кабели круглой формы, имеющие индекс «З», например, ВВГЗ, ВРБГЗ и т.п. Кабели с пластмассовой изоляцией марок ВВГЗ, АВВГЗ с круглыми жилами выпускаются сечением до 50 мм². Кабели марок ВВГ и АВВГ сечением выше 50 мм² выпускаются, как правило, с секторными жилами, имеют в сечении форму, близкую к кругу и допустимы к применению во взрывоопасных зонах. При их применении должна быть обеспечена герметизация концевых заделок кабелей. Кабели марок ВРГЗ (АВРГЗ), ВРБГЗ (АВРБГЗ) выпускаются во всем диапазоне сечений.

Кабели, которые не прокладываются в земляных траншеях, в каналах, засыпанных песком, в стальных трубах, либо не защищены от воздействия огня каким-либо иным способом (например, покрытием огнезащитным составом ОЩС), должны быть не распространяющими горение. Цели обеспечения нераспространения горения могли бы служить кабели с индексом «Н», однако этому удовлетворяют лишь кабели с бумажной изоляцией типа ААШвУнг-6-10 кВ, имеющие круглую форму. Кабели марок АВВГнг, к примеру, имеют некруглую форму в сечении и неприменимы во взрывоопасных зонах.

Применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой, включая контрольные кабели с самозатухающим полиэтиленом, во взрывоопасных зонах всех классов не допускается.

Сечение жил кабелей в силовых и осветительных сетях взрывоопасных зон должно быть не менее 1,5 мм² для медных жил и 2,5 мм² для алюминиевых жил.

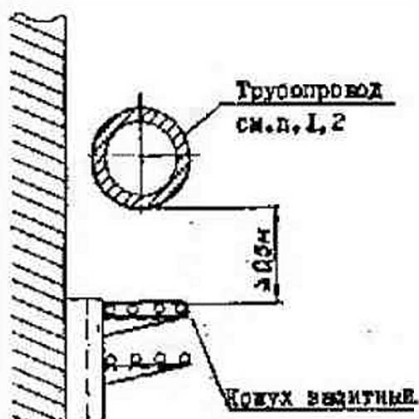
5.3. Открытая прокладка кабелей

При открытой прокладке кабелей во взрывоопасных зонах могут применяться все марки кабелей, приведенные в табл.5.3.

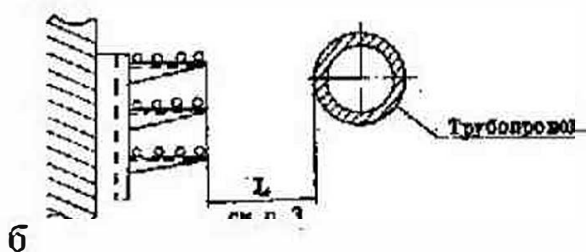
При прокладке в помещениях с агрессивной средой должны применяться кабели, стойкие к воздействию этой среды. Металлические оболочки кабелей и металлические поверхности, по которым они прокладываются, должны быть защищены негорючим антикоррозийным покрытием. Кабели, прокладываемые открыто, не должны иметь наружных покровов и покрытий из горючих материалов (битум, джут, хлопчатобумажная оплетка, капролен и т.п.).

Во взрывоопасных зонах всех классов основные трассы кабелей следует располагать на высоте не менее 2 м от уровня пола, земли или площадки обслуживания; рекомендуемая высота расположения трасс - 2,5-4 м.

Во взрывоопасных зонах в производственных помещениях расстояние между кабелями (независимо от сечения, назначения, наличия или отсутствия брони в покровах) и параллельно уложенными с ними газопроводами, трубопроводами с ЛВЖ или ГЖ, как правило, должно быть не менее 1 м, а прочими трубопроводами - не менее 0,5 м (рис.5.1). На участках сближения длиной до 1 м допускается уменьшение требуемых расстояний до 0,5 м - при сближении с газопроводами с ЛВЖ или ГЖ и до 0,25 м - при сближении с прочими трубопроводами; при этом кабели должны быть защищены от механических повреждений, а в необходимых случаях и от перегрева на всем участке сближения (кожухами, коробами, профилями и т.п.) плюс по 0,5 м в каждую сторону (рис.5.1). В местах пересечений расстояние между кабелями и всякого рода трубопроводами должно быть не менее 0,5 м (рис.5.1). В местах пересечений кабели должны быть защищены от механических повреждений, перегрева и пролива на них жидкостей из трубопроводов. При расстоянии между кабелями и трубопроводами более 0,5 м требуется только защита от проливов.



а



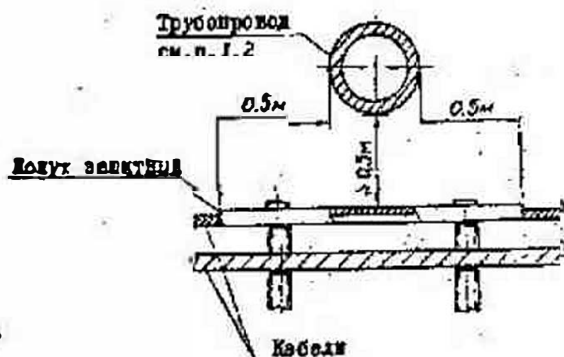
б

Рис.5.1. Прокладка кабелей на участках сближения и пересечения с трубопроводами:

а - под трубопроводами; б - параллельно с трубопроводами; в - пересечение с трубопроводами.

Примечания: 1. Прокладка кабелей под трубопроводами с ЛВЖ и ГЖ

в одной вертикальной плоскости не допускается; 2. При параллельной прокладке и при пересечении с горячими трубопроводами кабели должны быть защищены от перегрева и проливов; 3. При сближении с газопроводами, трубопроводами с ЛВЖ или ГЖ - $L \geq 1$ м, с прочими трубопроводами - $L \geq 0,5$ м



в

В производственных помещениях параллельная прокладка кабелей под трубопроводами с ЛВЖ и ГЖ в вертикальной плоскости не допускается.

При выборе кабельных трасс должны предусматриваться зоны монтажа и обслуживания, позволяющие выполнять монтаж промышленными методами. Эти зоны глубиной не менее 1 м (без учета глубины кабельных конструкций) не должны занимать строительными конструкциями, оборудованием и трубопроводами по всей высоте, начиная от пола, земли, площадки обслуживания, до верха кабельных конструкций.

В зонах классов В-П и В-Па прокладка кабелей, как правило, должна выполняться по кабельным конструкциям, имеющим узкие горизонтальные поверхности, ограничивающие скопление на них пыли; на подвесках, по лоткам и профилям, установленным на ребро – на расстоянии от стены не менее 20 мм (рис. 5.2 и 5.3).

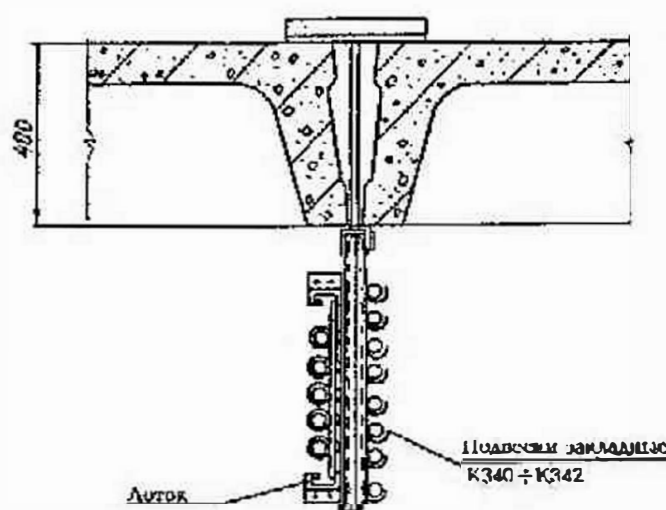


Рис. 5.2. Прокладка кабелей на конструкциях, имеющих узкие горизонтальные поверхности, и по лоткам, установленным на ребро

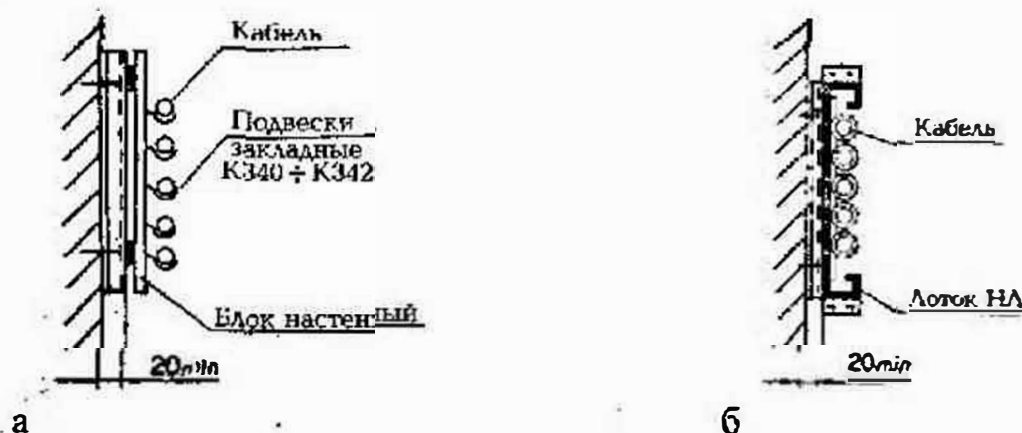


Рис 5.3. Прокладка кабелей во взрывоопасных зонах классов В-П и ВПа по стенам:

а – по кабельным конструкциям с узкими горизонтальными поверхностями;
б – по лоткам, установленным на ребро

Кабели диаметром не более 20 мм при количестве их до трёх включительно допускается прокладывать непосредственно по строительным конструкциям.

Во взрывоопасных зонах всех классов запрещается установка соединительных и ответвительных муфт, за исключением искробезопасных цепей. Во взрывоопасных зонах всех классов допускается прокладка осветительных сетей на общих конструкциях с силовыми и контрольными кабелями с соблюдением требований ПУЭ.

5.4. Проходы кабелей сквозь стены и перекрытия

Выбор способов проходов кабелей сквозь стены и междуэтажные перекрытия зданий и сооружений с взрывоопасными зонами должен производиться проектной организацией с учётом требований к огнестойкости и пылегазонепропускаемости мест проходов на основании действующих нормативных документов. Огнестойкость узла прохода кабелей и электрических трубопроводов через стены, перекрытия зданий и сооружений должна быть не ниже минимального предела огнестойкости, нормируемого для пересекаемой конструкции.

В многоэтажных зданиях с взрывоопасными зонами всех классов следует по возможности предусматривать горизонтальные потоки кабелей, входящие в эти зоны в пределах каждого этажа, избегая вертикальных потоков с большим количеством кабелей в потоке, пересекающих перекрытия с взрывоопасными зонами. При невозможности, значительном усложнении или технической нецелесообразности выполнения таких решений следует рассредотачивать кабели, пересекающие междуэтажные перекрытия.

Толщина стен и перекрытий в местах прохода кабелей во всех случаях должна быть не менее 250 мм. Кабели с обеих сторон прохода должны быть жёстко закреплены на расстоянии не более 500 мм.

В зависимости от пересекаемой конструкции (перекрытия, внутренние стены и т.п.) и класса взрывоопасной зоны рекомендуются следующие способы выполнения узлов прохода кабелей:

1) в отрезках стальных водогазопроводных труб (патрубках), в которых кабели уплотняются легкопробиваемыми составами и теплоизоляционными волокнистыми материалами:

а) проходы через перекрытия, покрытия и наружные стены во взрывоопасных зонах всех классов;

б) проходы через внутренние стены взрывоопасных зон классов В-Іб, В-ІІ и В-ІІа;

в) проходы через внутренние стены взрывоопасных зон классов В-І, В-Іа при количестве кабелей до 5 включительно;

2) в стальных коробах, засыпаемых песком, при количестве кабелей более 5 (рис.5.4):

а) проходы через внутренние стены взрывоопасных зон классов В-І, В-Іа, В-Іб с горизонтальным выходом кабелей (рис.5.4,а);

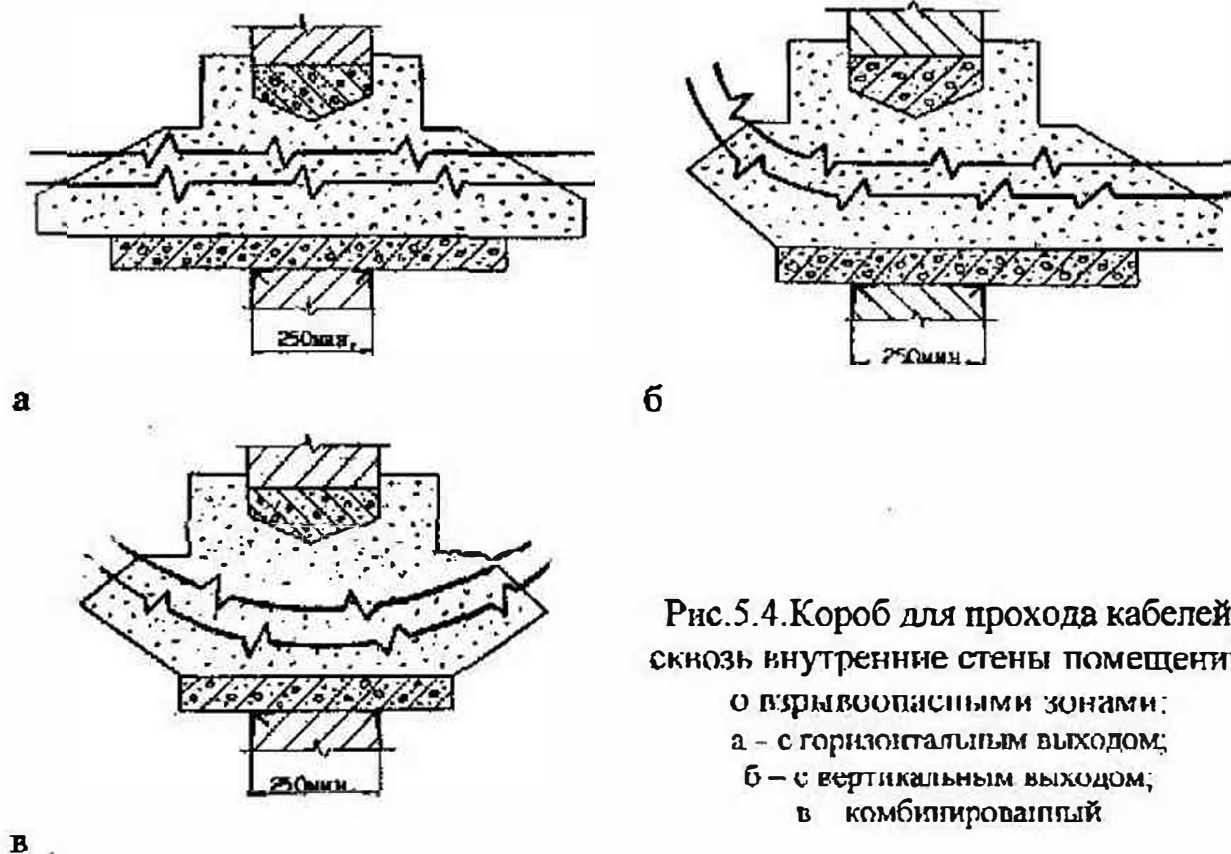


Рис.5.4.Короб для прохода кабелей
сквозь внутренние стены помещений
о взрывоопасными зонами:
а – с горизонтальным выходом;
б – с вертикальным выходом;
в – комбинированный

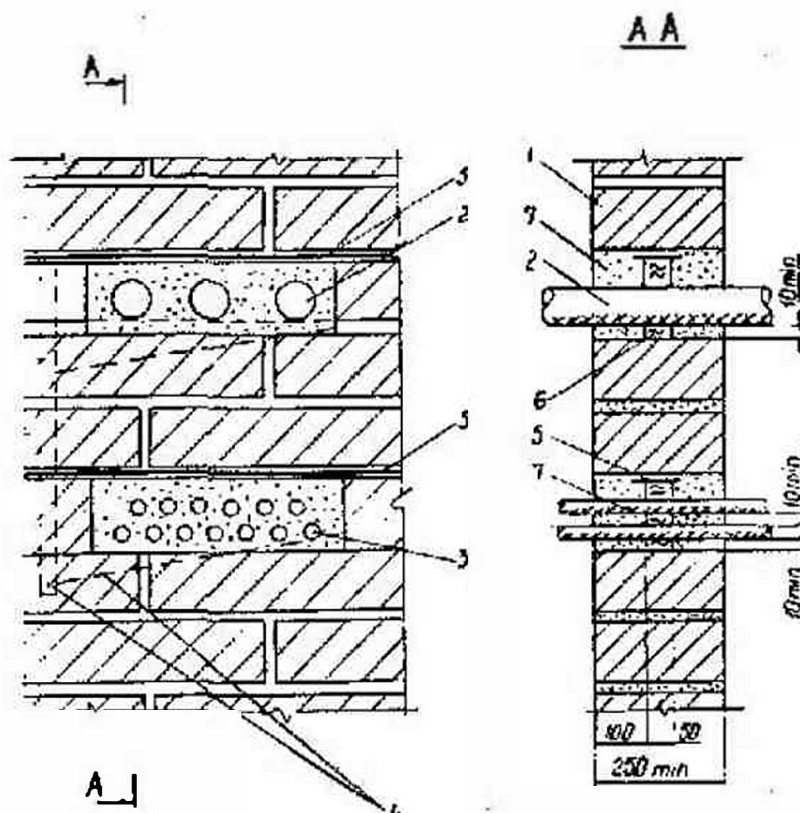


Рис 5.5. Проход кабелей через наружную стену:
1 – кирпичная кладка; 2 – силовой кабель; 3 – контрольный кабель; 4 – кабельная конструкция (за стеной); 5 – отрезок стальной полосы 4×100 мм; 6 – набивка волокнистым теплоизоляционным материалом-калиновой ватой или базальтовым волокном;
7 – набивка легкопробиваемым негорючим составом

б) проходы через внутренние стены взрывоопасных зон классов В-II и В-Ia с вертикальным выходом кабелей (рис.5.4,б); при условии периодической очистки поверхности коробов от осевшей пыли и, при необходимости, дополнительной подсыпки песка;

3) в проёмах, предусмотренных строителями, в которых кабели уплотняются легкопробиваемыми негорючими и волокнистыми теплоизоляционными материалами: данный способ может применяться при проходе через наружные стены взрывоопасных зон (рис.5.5).

Допускаются и другие конструкции узлов проходов, другие уплотняющие материалы при условии, что они обеспечивают пылегазонепроницаемость и нормируемую огнестойкость узлов прохода кабелей, прошли соответствующие испытания и допущены к применению.

При выполнении проходов кабелей через междуэтажные перекрытия и отрезках стальных труб (патрубках) их следует жёстко крепить в проёмах приваркой к специально предусмотренной сетке или оставленной строителями арматурной сетке, рамам и т.п. Заделка промежутков между патрубками и проёмом выполняется на всю глубину прохода цементным раствором с обеспечением пылегазонепроницаемости мест заделки.

Уплотнение кабеля в патрубке выполняется следующим образом:

- при вертикальной установке (рис.5.6) нижняя часть патрубка, а при горизонтальной (рис.5.7) - средняя часть патрубка плотно набиваются вокруг кабеля супертонкой муллитокремнеземистой (каолиновой) ватой, супертонким базальтовым волокном или асбестовым шнуром, при этом толщина укашки набивки в патрубке должна быть порядка 50-60 мм;

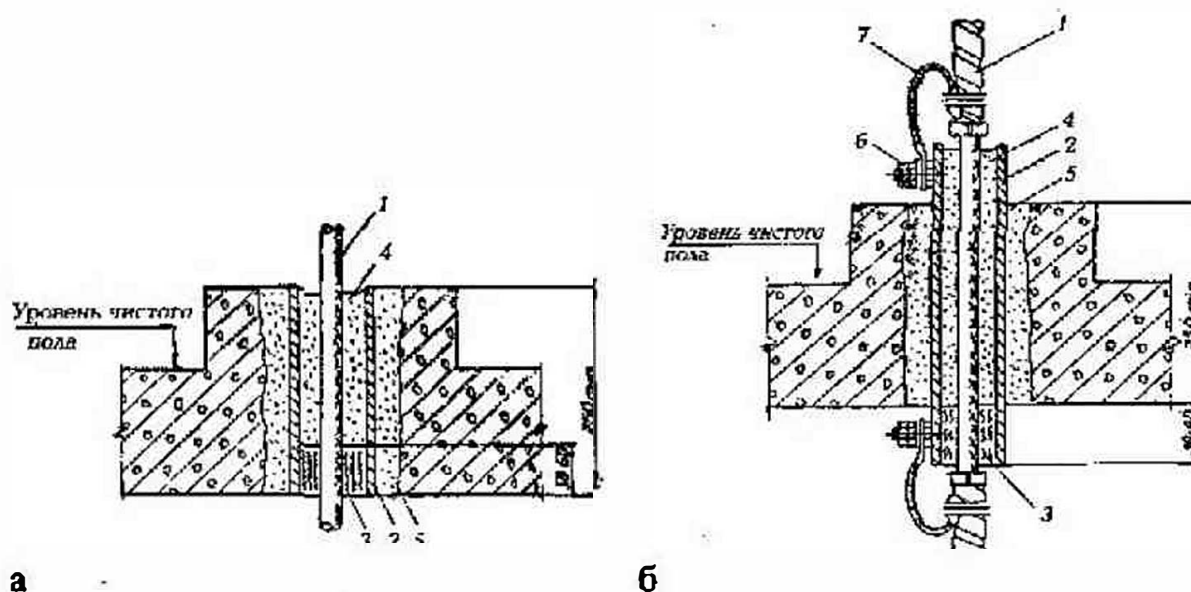
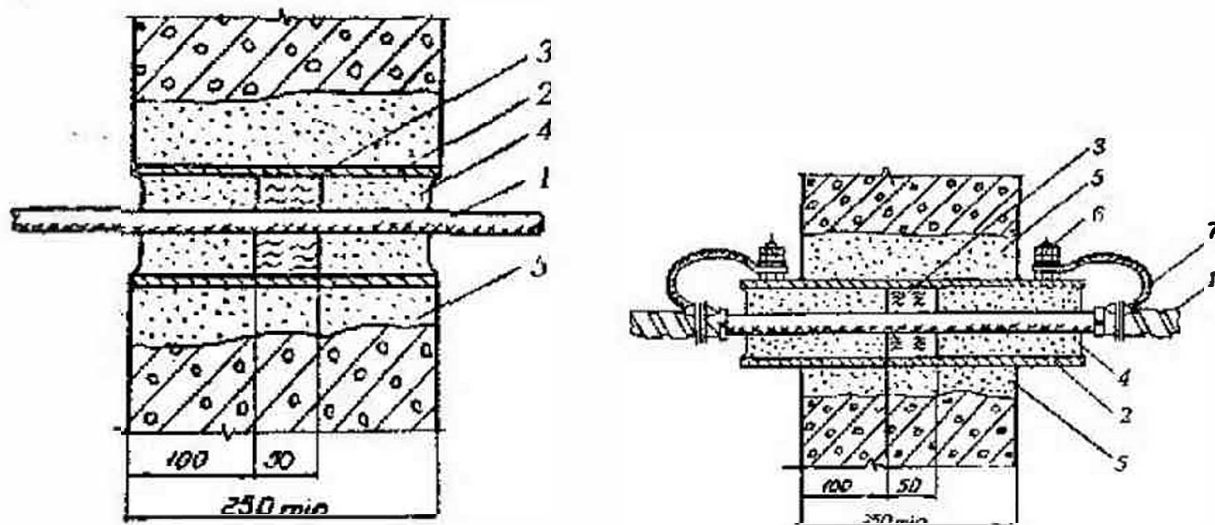


Рис. 5.6. Проходы кабелей через перекрытия в стальных патрубках:

а - проход через перекрытие; б - то же, в зонах классов В-I и В-Ia со снятием брони на участке прохода, 1 - кабель, 2 - стальной патрубок, 3 - набивка каолиновой ватой МКРВ, базальтовым волокном или асбестовым шнуром; 4 - набивка легкопробиваемым составом; 5 - заделка патрубка строительным раствором; 6 - болт заземления; 7 - заземляющий (защитный) проводник брони

- оставшая (за набивкой) часть патрубка при вертикальной установке и обе части при горизонтальной должны быть плотно набиты до упора легкопробиваемым негорючим составом, например, раствором цемента с песком, глины с песком, глины с цементом и песком. Отношение диаметра кабеля к внутреннему диаметру патрубка быть равно или меньше 0,5.



а

б

Рис.5.7. Проходы кабелей через внутренние стены в стальных патрубках:

а – проход через внутренние стены; б – то же, в зонах классов В-I и В-Ia со снятием брони на участке прохода. 1 – кабель; 2 – стальной патрубок; 3 – набивка каолиновой ватой МКРВ, базальтовым волокном или асбестовым шнуром; 4 – набивка легкопробиваемым составом; 5 – заделка патрубка строительным раствором; 6 – болт заземления; 7 – заземляющий (зануляющий) проводник брони

При выполнении проходов кабелей в стальных патрубках через внутренние стены взрывоопасных зон классов В-I и В-Ia (рис.5.7) при числе кабелей до 5, помимо ранее описанных способов заделки патрубков, допускается уплотнение кабелей в патрубке выполнить заполнением составом УС-65 на глубину 100-120 мм от конца патрубка с предварительной и последующей набивкой с обеих сторон состава УС-65 асбестового шнура толщиной не менее 15 мм. Уплотнение кабеля во взрывоопасных зонах всех классов должно выполняться с обоих концов патрубков, при этом суммарная толщина набивки должна быть не менее 200 мм.

При выполнении проходов бронированными кабелями, не имеющими поверх брони шланга, в стальных патрубках через внутренние стены и перекрытия (рис.5.6б, 5.7б) во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Ia, с целью надёжного уплотнения кабеля в патрубке, на участке прохода следует снять броню, заземляющие проводники припаять к броне с обеих сторон прохода и присоединить их к болтам, приваренным к патрубкам. Допускается не сни-

мать броню на участке прохода кабеля через патрубок, если кабель проходит из помещения, имеющего взрывоопасную зону того же класса, и в котором обращаются смеси той же категории и группы.

Проходы группы кабелей (более 5) сквозь внутренние стены взрывоопасных зон всех классов рекомендуется выполнять в специальных стальных коробах, засыпанных песком.

Примеры установки коробов приведены на рис.5.4 и 5.5. Короба выбирают в зависимости от количества кабелей и направления трассы. Расстояние между кабелями, а также между кабелями и внутренними поверхностями короба и проёма, в котором он установлен, должно быть не менее 10 мм. Пересечения кабелей в коробе не допускается. Короба засыпаются сухим песком с фракцией не более 0,7 мм. Длина пути прохождения воздуха через песок составляет не менее 400 мм. Уплотнения между стеной и корпусами коробов выполняются с помощью резиновых прокладок, предусмотренных в конструкции короба.

Проходы кабелей через наружные стены взрывоопасных зон всех классов, в том числе и проходы кабелей из помещений с нормальной средой во взрывоопасные зоны класса В-Г, рекомендуется выполнять в проёмах в стенах (ограждающих конструкциях), при этом кабели следует группировать. В группы объединяются кабели, лежащие на одной полке, лотке, профиле до и после проёма. Для каждой группы кабелей рекомендуется выполнять отдельный проём. Уплотнение кабелей в проёмах производится аналогично уплотнению их в патрубках при горизонтальных проходах. Промежутки между кабелями и внутренними стенками проёма должны быть плотно набиты материалами, ранее описанными, на всю глубину проёма. Пример прохода через наружную стену приведен на рис.5.5.

Работы по выполнению узлов проходов кабелей через внутренние и наружные стены, перекрытия должны выполняться с особой тщательностью. Эксплуатация коробов, не засыпанных песком, а также заделок, имеющих трещины, не допускается.

Следует заметить, что указанные в разделе 5 классы взрывоопасных зон соответствуют классификации, приведенной в главе 7.3 ПУЭ, 1998 г. Новая редакция главы 7.3 ПУЭ предполагает учесть ряд положений «Публикаций Международной Электротехнической Комиссии» (МЭК). Вместе с тем при всё увеличивающемся сближении национальных норм большинства стран, базой для которого служат «Публикации МЭК» и Европейские нормы, нормы США в части классификации взрывоопасных зон существенно отличаются от них. Примерное соответствие классификаций по различным нормативным документам приведено в табл.5.4.

Классификация взрывоопасных зон

Вещества, образующие с воздухом взрывоопасные и горючие смеси	Россия		Публикация МЭК 79 – 10	США NEC 500
	ПУЭ (шестое издание)	ПУЭ (проект седьмого издания)		
Горючие газы, пары ГЖ (ЛВЖ), горючие туманы	--- Зона класса В – I Зона класса В – Ia Зона класса В – Ig Зона класса В – Ib	Зона класса 0 Зона класса 1 Зона класса 2a Зона класса 2г Зона класса 3	Зона 0 Зона 1 Зона 2 Зона 2 Зона 2	Класс I Категория 1 Класс I Категория 1 Класс I Категория 2 Класс I Категория 2 Класс I Категория 2
Горючие пыли	Зона класса В – II Зона класса В – IIa	Зона класса 10 Зона класса 11	Зона 10 Зона 11	Класс II Категория 1 Класс II Категория 2
Горючие пыли	Зона класса П – II	Зона класса П – II	Зона 11	Класс III Категория 1 и 2

Примечание. Согласно ПУЭ смеси с воздухом горючих волокон при определённых условиях могут образовывать зону класса В – IIa (11).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии отражены современные достижения науки и техники в области конструктивного исполнения кабельных линий, технологии электромонтажных работ, обеспечивающие повышение надёжности электрической сети. Рассмотрены методы подготовки производства комплексной механизации и организации работ, направленные на снижение трудоёмкости и рост производительности труда. Изложены действующие в настоящее время нормативные материалы. Изучение пособия будет способствовать повышению квалификации и углублению знаний по монтажу кабельных электрических сетей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) / Главэнергонадзор России. – 6-е изд., перераб. и доп., с изм. – М., 1998.
2. Клементьев В.Р., Мигазинник Л.Т. Монтаж внутризаводских электроустановок: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1996.
3. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий: Справочник электромонтажника. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Инструкция по прокладке кабелей напряжением до 110 кВ / ВНИИпроектэлектромонтаж. Концерн «Электромонтаж». – М., 1992.
5. Электромонтажные устройства и изделия: Справочник / Главэлектромонтаж Минмонтажспецстроя СССР. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
6. Raychem. Энергетика. Кабельная арматура: Каталог, 1999/2000. – М., 1999.
7. Alcatel Cable. Кабель и кабельная арматура 110-500 кВ. Каталог, 2001. – М., 2000.
8. Инструкция по устройству сетей заземления и молниезащите/ Концерн «Электромонтаж». – М.: «Кэнди», 1992.
9. Nexans. Каталог кабельной продукции. – М., 2000.
10. АОЗТ «Термофит». Номенклатура термоусаживаемых изделий кабельной арматуры. – Санкт-Петербург, 2000.
11. АОЗТ «Поиск». Муфта соединительная ССт. Сертификат № РОСС RU. ME 57. Н00515, выдан НТЦ «Сскаб», 1996. – М., 1996.
12. Нокия кабель АО: Каталог по кабельным изделиям и их монтажу. – М.: АО Нокия, 1999.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Раздел первый	
Общие положения	4
1.1. Основные термины и определения.....	4
1.2. Выбор способа прокладки кабелей.....	6
1.3. Техническая документация по прокладке кабельных линий.....	8
Раздел второй	
Прокладка кабелей	9
2.1. Подготовительные работы.....	9
2.2. Прокладка кабелей в траншеях.....	16
2.3. Прокладка кабелей в каналах.....	25
2.4. Прокладка кабелей в туннелях и коллекторах.....	28
2.5. Прокладка кабелей в блоках.....	36
2.6. Прокладка кабелей на лотках.....	41
2.7. Прокладка кабелей на эстакадах и в галереях.....	46
2.8. Прокладка кабелей на тросах (на стальном канате).....	49
2.9. Бестрапешная прокладка кабелей в земле.....	52
2.10. Прокладка кабелей напряжением 110 кВ.....	53
Раздел третий	
Защитное заземление	57
3.1. Заземление кабелей и кабельных конструкций.....	57
Раздел четвертый	
Соединение и оконцевание кабелей	60
4.1. Общие положения.....	60
4.2. Соединительные муфты.....	60
4.3. Концевые заделки и муфты.....	65
4.4. Новые способы соединения и оконцевания кабелей.....	72
Раздел пятый	
Монтаж кабельных линий во взрывоопасных зонах	81
5.1. Общие положения.....	81
5.2. Кабели, применяемые во взрывоопасных зонах.....	84
5.3. Открытая прокладка кабелей.....	85
5.4. Проходы кабелей сквозь стены и перекрытия.....	88
Библиографический список	94

Учебное издание
ШИШАРОВ Виктор Павлович
МОНТАЖ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ
Учебное пособие

Редактор Н.А. Евдокимова
Компьютерная верстка А.П. Митрофанова

Изд. лиц. 020640 от 22.10.97. Подписано в печать 03.06.2002.
Формат 60x84/16. Бумага писчая. Усл.п.л. 5,58. Уч.-изд.л. 5,56.
Тираж 490 экз. (1-й издод - 200 экз.) Заказ 2315.

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск, Сев. Венец, 32
Типография УлГТУ, 432027, Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32.