

621.315

Н 48

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА



Н.М. НЕКРАСОВ
Г.Г. ТИРАНОВСКИЙ

**МОНТАЖ
СПЕЦИАЛЬНЫХ
И КОНТРОЛЬНЫХ
КАБЕЛЕЙ**



Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 508

Чекист
621.315
и 48

Н. М. НЕКРАСОВ
Г. Г. ТИРАНОВСКИЙ

МОНТАЖ СПЕЦИАЛЬНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

БАЛАНС



Центральная научно-
техническая
БИБЛИОТЕКА
Пермского ЦНТИ

МОСКВА
«ЭНЕРГИЯ» 1980

ББК 31.277.1

Н48

УДК 621.315.2.002.72

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Андриевский В. Н., Большам Я. М., Зевакин А. И., Каминский Е. А., Ларионов В. П., Мусаэлян Э. С., Розанов С. П., Семенов В. А., Смирнов А. Д., Соколов Б. А., Трифонов А. Н., Устинов П. И., Филатов А. А.

Некрасов Н. М., Тирановский Г. Г.

Н48 Монтаж специальных и контрольных кабелей. — М.: Энергия, 1980. — 96 с., ил. — (Б-ка электромонтера; Вып. 508).

25 к.

Приводятся способы заготовки и монтажа жаростойких, судовых, коаксиальных, терморезистивных и контрольных кабелей, применяемых во вторичных цепях тепловых и атомных электростанций. Приводятся описания приспособлений и инструментов, используемых для оснащения технологических линий по заготовке кабелей.

Книга предназначена для мастеров, бригадиров и электромонтажников, осуществляющих монтаж кабельных линий, может быть полезна электромонтерам, занятым эксплуатацией электрооборудования на электростанциях.

Н 30313-434
051(01)-80 87-80. 2302030000

ББК 31.277.1

6П2.11

© Издательство «Энергия», 1980 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Широкое строительство тепловых и атомных электростанций ставит перед монтажными организациями серьезные задачи по освоению монтажа принципиально нового оборудования и материалов.

Настоящая книга знакомит читателей с особенностями применения специальных кабелей на атомных электростанциях, с технологическими приемами их монтажа и является одной из первых книг, где описаны элементы работы монтажного персонала на АЭС.

Объемы работ по монтажу кабелей на АЭС весьма велики, а протяженность кабельных линий достигает 2000 км. Электромонтажные работы на таких станциях имеют свои особенности. Силовые, контрольные и другие виды кабелей функционируют в различных, строго определенных условиях окружающей среды.

В главе о материалах для монтажа специальных кабелей авторы, опираясь на свой опыт работы на АЭС, приводят таблицу, которую рекомендуют использовать при производстве электромонтажных работ. В материалах по технологии монтажа указаны новые, эффективные приспособления, механизмы и инструменты, внедряемые на кабельных работах.

Авторы выражают надежду, что книга окажет практическую помощь персоналу, занятому на монтаже электрооборудования, и просят читателей сообщать свои замечания по книге в адрес издательства «Энергия»: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Авторы

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АЭС

Развитие атомной энергетики позволило уже сегодня заменять энергию, получаемую из органического топлива (уголь, сланцы, нефть, газ), запасы которого на Земле ограничены, энергией деления атомного ядра. Использование энергии деления ядерного топлива в атомных реакторах электростанций на долгие годы решает проблему обеспечения человечества энергетическими ресурсами.

Атомные электростанции имеют различные конструкции реакторов и технологические схемы получения пара для выработки электроэнергии.

Основной вид ядерного топлива—уран U-235. Содержание этого изотопа в природном уране незначительно, всего 0,714%. Основной изотоп урана, находящийся в большом количестве в природе (99,28%),—уран U-238. Этот изотоп цепной реакции не поддерживает. Обогащая природный уран до содержания в нем нескольких процентов урана U-235, получают ядерное топливо, способное поддерживать деление ядер в атомных реакторах. Один килограмм урана U-235 выделяет при делении столько же тепловой энергии, сколько дает сжигание 2900 т угля.

При делении ядер урана образуются быстрые нейтроны, энергия которых очень велика, поэтому их замедляют до медленных (тепловых). В качестве замедлителей нейтронов применяют воду, тяжелую воду, графит и др.

Для атомной энергетики в СССР в основном применяются корпусные водо-водяные энергетические реакторы электрической мощностью 440 и 1000 МВт (типов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000) и каналные графито-водные реакторы электрической мощностью 1000 МВт (типа РБМК-1000); внедряются также энергетические реакторы на быстрых нейтронах мощностью 350 и 600 МВт (типов БН-350 и БН-600).

В водо-водяных реакторах ВВЭР в качестве замедлителя нейтронов и теплоносителя активной зоны реактора используется вода. Принципиальная технологическая схема АЭС дана на рис. 1,а.

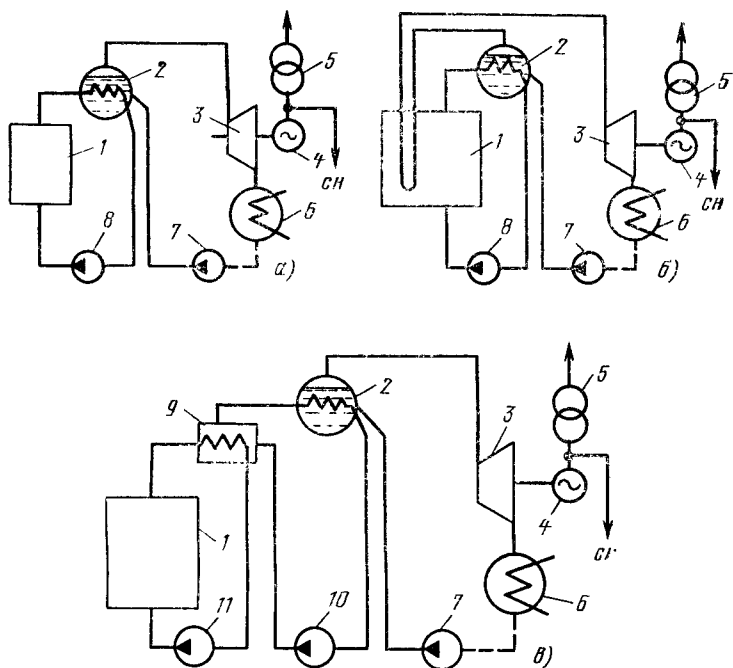


Рис. 1. Технологические схемы АЭС.

а — с реактором типа ВВЭР; б — с графито-водяным реактором типа РБМК; в — с реактором-размножителем типа БН; 1 — реактор; 2 — парогенератор; 3 — турбина; 4 — генератор; 5 — трансформатор; 6 — конденсатор турбины; 7 — питательный насос; 8 — главный циркуляционный насос; 9 — теплообменник натриевого натрия; 10 — насос нерадиоактивного натрия; 11 — насос радиоактивного натрия.

Как видно из схемы, в реакторах типа ВВЭР имеется два контура. Первый контур радиоактивный, состоит из реактора 1 и циркуляционных петель. Каждая петля включает в себя главный циркуляционный насос 8, парогенератор 2 и трубопроводы. Второй контур нерадиоактивный, состоит из парогенератора 2, турбины 3 и вспомогательного оборудования.

В канальных графито-водных реакторах типа РБМК на медленных нейтронах кипящего типа замедлителем служит графит, а теплоносителем—вода. Ядерное топливо—двуокись урана с содержанием U-235 до 1,8%. Этот реактор имеет одноконтурную технологическую схему (рис. 1,б).

Вода, протекая в технологических каналах реактора 1 (рис. 1,б), нагревается, и пароводяная смесь поступает в парогенератор 2. Выделенный из смеси пар направляется к турбине 3. Затем конденсат пара от турбины, пройдя подогреватели, смешивается с водой в барабанах-сепараторах и циркуляционными насосами подается в реактор. Второй контур, имеющий контакт с активным паром, приобретает слабую радиоактивность.

В реакторах типа БН на быстрых нейтронах теплоносителем является натрий, ядерным топливом—U-235 и плутоний Pu-239, который получается из урана U-238 под действием быстрых нейтронов. В этих реакторах может быть получено больше нового ядерного топлива (Pu-239), чем затрачено урана U-235 на его производство, поэтому реакторы на быстрых нейтронах называют реакторами-размножителями.

В реакторах типа БН (рис. 1,в) трехконтурная технологическая схема. В первом контуре в качестве теплоносителя применяется жидкий натрий. Натрий бурно реагирует с водой и водяным паром. Для исключения контакта в аварийных режимах радиоактивного натрия с водой в схеме предусмотрен второй контур, где в качестве теплоносителя служит нерадиоактивный жидкий натрий. Теплоносители в третьем контуре—вода и водяной пар.

2. ОБОРУДОВАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ ТРАСС

Кабельные сооружения на АЭС. Прокладка кабелей внутри здания АЭС производится в кабельных туннелях, каналах, полуэтажах, шахтах, открыто проложенных коробах и по кабельным конструкциям. Кабельные сооружения разделяются на отсеки противопожарными перегородками, в которых имеются двери. Вертикальные кабельные потоки прокладываются в кабельных шахтах, соединяющих основные кабельные потоки с соответствующими отметками центрального зала реактора, машинного отделения, вспомогательного корпуса и других

помещений. Все кабельные трассы, расположенные на высоких отметках от пола, снабжаются мостиками для обслуживания.

Прокладка кабелей в помещениях и коридорах, не относящихся к реакторному отделению, боксам турбогенераторов и кабельным полуэтажам, осуществляется по открытым кабельным конструкциям или внутри коробов, монтируемых по стенам на высоте не менее 2,5 и не более 6—7 м.

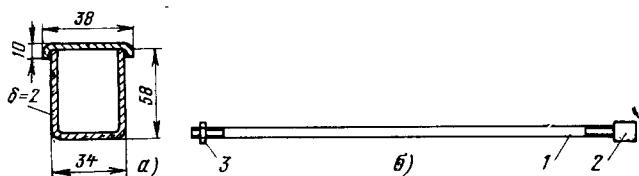


Рис. 2. Конструкции для прокладки кабелей по верху реактора.
 а — специальный короб; б — защитная труба; 1 — труба 3/4"; 2 — муфта; 3 — гайка.

Ввод кабелей в помещения с радиоактивными контурами осуществляется через специальные кабельные проходы, обеспечивающие герметизацию помещения при аварийном повышении давления и температуры. В этих помещениях до проходов прокладываются специальные кабели, а снаружи подводят контрольные кабели.

Конструкции для прокладки кабелей. На АЭС наряду с обычными для электростанций кабельными трассами в кабельных туннелях, полуэтажах, шахтах и каналах оборудуются трассы, свойственные только АЭС.

В помещении реактора жаростойкие кабели прокладываются по верху реактора в специальных коробах сечением 34×58 мм (рис. 2, а). Короба надежно защищают жаростойкие кабели от механических повреждений, которые могут возникнуть при ремонтных работах и во время эксплуатации реактора.

Короба изготовляют на гибочных прессах с помощью штампов, их концы обрезают под различными углами для правильного сопряжения на поворотах трассы и переходах по высоте. Из листа толщиной 0,5—0,7 мм к стенкам коробов привариваются через каждые 300 мм стальные полоски, с помощью которых жгуты кабеля закрепляются в коробе. Короба снабжены крышками. Короба и крышки имеют цифровую маркировку. Для защиты коробов от коррозии используют состав АС-8. Для

лучшей адгезии состава к поверхности короба все детали коробов зачищаются до металлического блеска пескоструйной установкой.

Заготовленные короба проходят контрольную сборку в соответствии с рабочими чертежами ППР. Трассы кабелей в помещении центрального зала оборудуют одно- и двухканальными коробами, кабельными лотками и защитными трубами (рис. 2,б). Для удобства пересечения трасс короба монтируют на стойках различной высоты. Все кабельные металлоконструкции покрывают антикоррозионным составом.

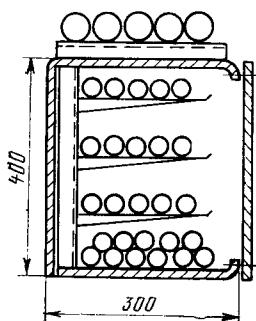


Рис. 3. Комбинированный короб.

На реакторе РБМК кабельные конструкции укладывают между защитным настилом реактора и верхними плитами (просвет 200 мм). Кабельные трассы в коридорах и небольших помещениях оборудуют коробами, укрепленными на кронштейнах на высоте 2,5—3 м от пола.

Для прокладки контрольных кабелей технологической автоматики и измерений применяют короба типа КП различных сечений. Кабели прокладывают пучками и многослойно. Для совместной прокладки контрольных и силовых кабелей используют комбинированные короба (рис. 3), позволяющие укладывать контрольные кабели и кабели управления на дно короба многослойно, а силовые кабели — на полки. Откидная крышка по всей длине короба позволяет закладывать кабель, не протаскивая его через замнутые конструкции.

В отдельных небольших помещениях, где установлено несколько шкафов или стативов, кабельные трассы оборудуются в полах. В помещении на рамах из швеллеров на высоте 150 мм от черного пола устанавливают шкафы, между шкафами закрепляют трубы (рис. 4,а) с изгибами на концах для прокладки перемычек кабеля. Все пространство между швеллерами бетонируют до отметки чистого пола.

Аналогично выполняются кабельные трассы в машинном зале на отметке установки турбогенераторов. По оси здания вдоль фронта турбин и генераторов в пол закладываются стальные короба сечением 400×400 и

200×400 мм. Крышка короба закреплена на петлях. Во время прокладки кабеля крышка откидывается в сторону и располагается на уровне отметки чистого пола. Все связи от коробов к электрсприводам задвижек, исполнительным механизмам, шкафам и сборкам выполняют в трубах, проложенных между черным и чистым полами по прямым—наикратчайшим расстояниям. После монтажа коробов и трубных трасс пол бетонируют.

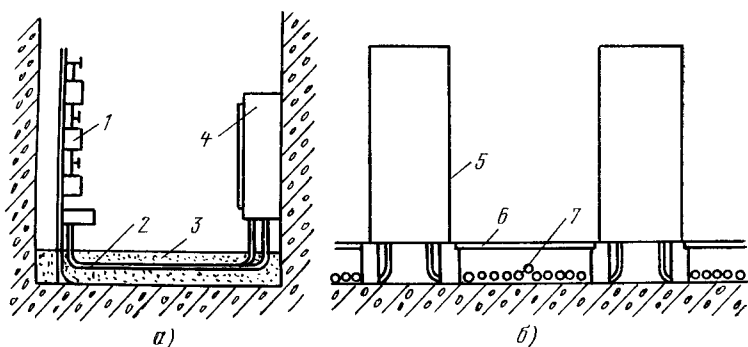


Рис. 4. Устройство кабельных трасс в электропомещениях.

а — в защитных трубах; б — с двойным полом; 1 — стив датчиков; 2 — трубы; 3 — бетон; 4 — шкаф; 5 — панель; 6 — щиты пола; 7 — кабели.

Другой способ прокладки кабельных трасс в машинном зале—монтаж коробов типа КП или ККБ под перекрытиями пола и вывод кабелей к шкафам или электроприводам через отверстия, оставленные при устройстве перекрытий.

При прокладке кабелей по первому варианту все кабели сосредоточены на трассе, удобной для разводки и не мешающей прокладке технологических трубопроводов.

В помещениях щитов, шкафов и стеллажей соединителей, а также станций управления наряду с прокладкой кабелей в кабельных полуэтажах применяется прокладка кабелей в пространстве двойного пола (рис. 4,б). Такое устройство позволяет сокращать длину перемычек при подаче кабелей ко всем панелям и стеллажам. Кабельное пространство на отметке установки панелей (чистого пола) перекрывается плитами из асбестоцемента.

Кабельные проходки. Проходы кабельных трасс через стены из помещений с радиоактивными контурами

в «чистые» выполняются через закладные трубы, сальниковые и герметичные проходки.

Кабельные проходки из стальных труб, сваренных в блоке, бетонируют в проемах, оставленных строителями. Блоки располагают перпендикулярно плоскости стен или под углом 45° (рис. 5,а), если это требуется по усло-

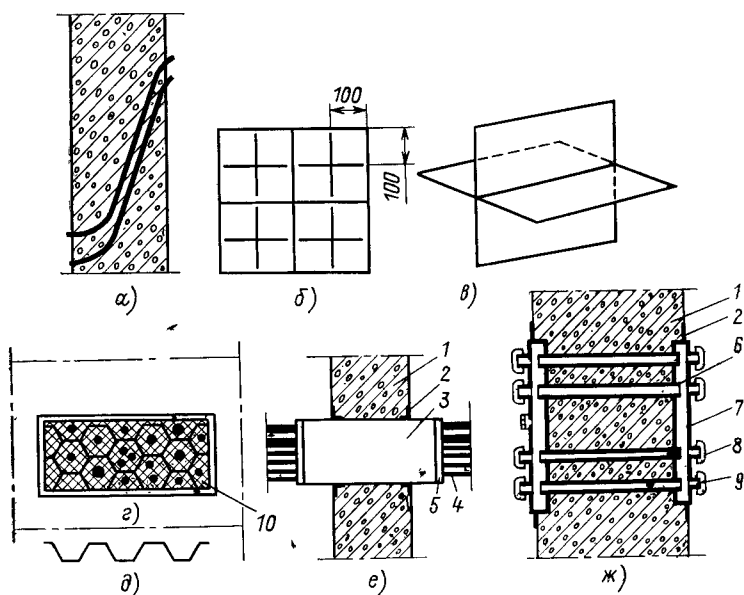


Рис. 5. Проходы для кабелей.

а — в закладных трубах; б, з — в наборных коробах; в, д — съемные перегородки; е — герметизация прохода кабелей; ж — сальниковые проходки; 1 — стена; 2 — обрамление; 3 — короб прохода; 4 — кабель; 5 — легкопробиваемая обмазка; 6 — закладные трубы; 7 — сальниковая плита; 8 — гайка сальника; 9 — гнездо сальника; 10 — уплотнение из асбеста.

виям радиационной безопасности. При прокладке кабелей, предварительно оконцованных соединителями, диаметр труб для прохода должен быть не менее 100 мм.

В последнее время проходки для большого количества кабелей (более шести) через стены и перекрытия делают в виде кабельных коробов из листовой стали толщиной 0,8—1 мм. После прокладки 60—70% длины кабеля в короба вставляют разделительные перегородки (рис. 5, б—д) с ячейками не менее 80×80 или 100×100 мм.

Перегородки имеют специальные выступы для сохранения их геометрических размеров и изготавливаются на прессах с помощью штампов.

Проходки в виде коробов очень удобны при прокладке кабелей и жгутов кабелей механизированными способами в производственных помещениях, насыщенных большим количеством технологического оборудования.

После прокладки кабелей кабельные проходки заделываются со стороны помещений зоны строгого режима асбестовой и другой специальной набивкой, например герметиком типа ВИКСИНТ, в необслуживаемых помещениях с высокой степенью радиоактивности контура — эпоксидной шпаклевкой. Герметизирующая набивка в кабельных проходках должна быть хорошо уплотнена с одной или с двух сторон раствором из легкопробиваемого состава (цемент, асбестовая крошка и вода 1:10 или цемент и алебастр 1:6).

После прокладки 60—70% кабельных линий перед сдачей помещений для пусконаладочных работ кабельные проходки допускается временно заделывать одним асбестом. Перед сдачей кабельных линий в эксплуатацию кабельные проходки герметизируются полностью (рис. 5, е). Проходы из центрального зала можно засыпать свинцовой или стальной дробью и заделывать составом ВИКСИНТ.

Сальниковые кабельные проходки (рис. 5, ж) выполняются как для одного, так и для нескольких кабелей. Через каждую трубу, оконцованную с обеих сторон трубными или приварными сальниками, прокладывается один кабель.

Групповые проходки выполняются с общей сальниковой плитой и набираются из типовых элементов, обеспечивающих проход нужного количества кабелей и труб. Конструкция плиты позволяет проводить испытания плотности заделки кабеля в целом блоке или в каждом элементе проходов сразу для всех труб.

Порядок монтажа проходов и кабелей следующий: блок закладных труб проверяется на плотность швов; к плитам приваривают гнезда сальников, места сварки шпаклюют и окрашивают, все гнезда сальников маркируют в соответствии с рабочими чертежами, каждый сальник укомплектовывается по диаметру кабеля стальными шайбами (табл. 1); гайки с комплектом шайб навинчиваются на гнезда сальниковых плит и труб; ка-

бель прокладывается и протаскивается через кабельные проходки. После рихтовки и крепления кабеля по трассе производится уплотнение кабеля в сальниках (отвинчивается гайка сальника и между двумя шайбами на кабель наматывается сальниковая набивка). Гайка вместе с намоткой уплотнения передвигается по кабелю и

Таблица 1

Тип сальника (ГОСТ 4860-76)	Пределы наружного диаметра кабеля, мм	Размер шайбы, мм	Размер заглушки, мм
СКПТ-48	10—12	22×44	44
	14—22	22×44	
	24—32	32×44	
СКПТ-60	14—22	22×55	55
	24—32	32×55	
	32—40	40×55	
СКПТ-90	32—40	40×84	84
	44—55	55×84	
	56—70	70×84	
СКСО-33	12—18	18×30	30
	14—22	22×30	
СКСО-48	14—20	20×44	44
	20—28	28×44	
СКСО-60	26—36	36×55	55
	32—40	40×55	
СКСО-90	44—55	55×84	84
	56—70	70×84	
	12—16	16×38	
СКСО-48	16—24	24×38	44
	20—28	28×38	
	26—36	36×55	
СКСО-60	32—40	40×55	55
	44—55	55×84	
СКСО-90	56—70	70×84	84

Примечание. Толщина шайб 2,5 мм, заглушек 1 мм.

навинчивается на гнездо сальника. Сальниковая гайка подтягивается при помощи специального ключа. После окончания прокладки всех кабелей ставят заглушки на свободные сальниковые гнезда. Между заглушками укладывается подмотка, после чего гайка на гнезде сальника затягивается ключом. Затем сальниковый проход вместе с кабелями контролируют на герметичность путем повышения давления в проходке.

Герметичные кабельные проходки (рис. 6) предназначены для установки в стенах помещений первого контура, в которых возможно повышение давления при

авариях. Кабельные проходки выполняют как для силовых, так и для контрольных цепей.

Применение герметичных кабельных проходок позволяет разделить кабельные линии на участки. Один участок внутри помещения атомного реактора выполняется специальным теплостойким, радиационнстойким

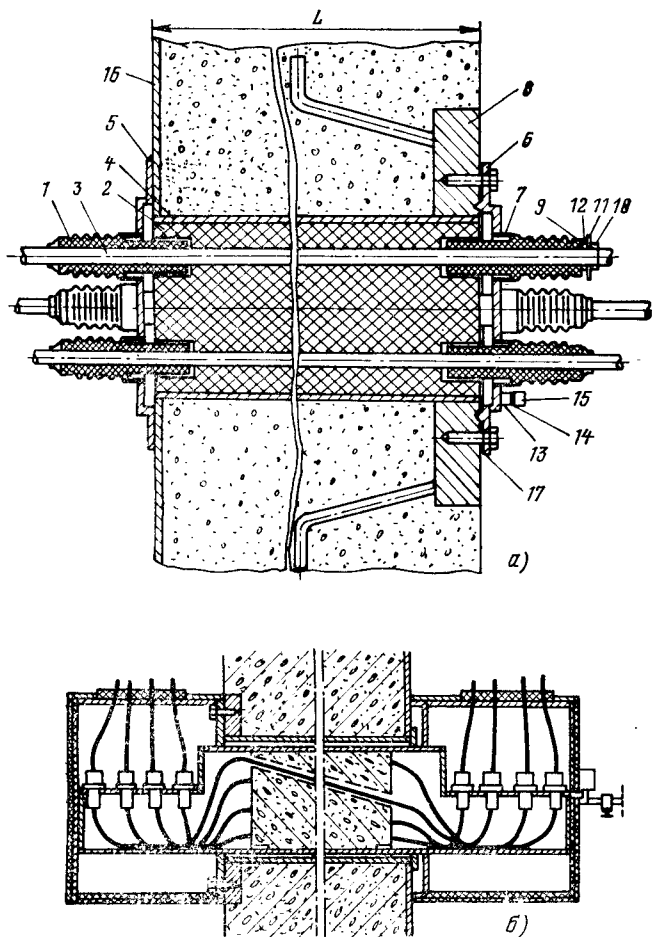


Рис. 6. Герметичная кабельная проходка.

а — для силовых цепей; *б* — для контрольных цепей; 1 — изолятор; 2 — керамическая часть; 3 — токопроводящий штырь; 4 — металлическая труба; 5 — фланец (грязная зона); 6 — фланец (чистая зона); 7 — обойма; 8 — плита; 9 — колпак; 10 — гайка; 11 — шайба; 12 — прокладка; 13 — nipple; 14 — прокладка; 15 — пробка; 16 — облицовка; 17 — прокладка.

кабелем, а второй участок—кабелем для нормальных условий. Такой монтаж не только повышает радиационную безопасность, но и значительно удешевляет кабельные линии. Кабельные проходки монтируются в стальных трубах диаметром 194 мм, забетонированных в строительных конструкциях. В трубы закладываются фарфоровые проходные изоляторы (рис. 6,а), имеющие 1, 4 или 8 медных токопроводящих стержней. Проходки для цепей напряжением 6 кВ выполняются с одним стержнем. Концы стержней пропущены через ребристые фарфоровые изоляторы, заармированные в стальных плитах. Стержни на выходе из изоляторов припаиваются к армировке. Присоединение жил силовых кабелей выполняется с помощью специальных зажимов. Некоторые параметры проходок приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а

Тип проходки	Напряжение, В	Номинальный ток, А	Количество штырей, жгутов
ИП-6/700	6000	700	1
ИП-1/500	400	500	4
ИП-1/100	400	100	8
ПГКК	—	—	4—6
ПГКК	400	350	4
		175	8
		100	8
		50	8
		30	24
		15	24
		0,5	56
		0,5	162

Примечание. Размеры проходки: длина 600—2000 мм, диаметр 160 мм.

В кабельных проходках для контрольных кабелей пропускаются жгуты проводов для контрольных, терморезистивных и радиочастотных цепей; общее количество проводов до 162 (рис. 6,б). Монтаж герметичных проходок ведется в следующей последовательности.

Труба 4 (рис. 6) с приваренной плитой 8 вставляется в отверстие облицовки 16 между ячейками арматуры стены (оболочки) так, чтобы плита после заливки бетоном выступала из стены на 2—5 мм. К стальной облицовке со стороны «грязной» зоны приваривается конец трубы, другой конец приваривается к арматуре.

Керамическая часть 2 вставляется в металлическую

трубу 4 и центруется так, чтобы зуб фланца 6 свободно входил в уплотнительную канавку плиты 8. В отверстия керамической части 2 вставляются токопроводящие стержни 3 и изоляторы 1 (или пучок контрольных кабелей). Фланец 5 этого узла приваривается к облицовке 16. Во время сварки изоляторы закрываются асбестовым полотном. На фланец 5 и обойму 7 керамических изоляторов наносится антикоррозионное покрытие (металлизация алюминием и состав АС-8). Устанавливаются свинцовые и медные прокладки 12, 15, 17 между упорной шайбой 11 и изолятором 1, фланцем 6 и плитой 8, а также колпачком изолятора 9 и гайкой 10. Фланец 6 крепится болтами к плите 8, а гайка 10 наворачивается на стержень 3. Болты и гайки затягиваются до полной герметичности узла.

Собранный ввод испытывается на герметичность сжатым воздухом давлением до 0,5 МПа. Воздух подается через ниппель 13. Качество сварных швов и уплотнений в прокладках проверяется водно-мыльной эмульсией или течеискателем ПТИ-7. По окончании испытаний ниппель 13 закрывается пробкой 14.

После присоединения жил кабеля к токоведущим стержням с помощью болтов узел присоединения герметизируется термоусаживаемыми трубками из тератена. При герметизации трубки сдвигаются с жилы на узел соединения, колпачок 9 и первое ребро изолятора. Горячим воздухом с температурой 130—140°C от электронагревателя трубка прогревается до плотного облегания на жилах и контактах.

3. ЗАГОТОВКА И МОНТАЖ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Понятие «заготовка кабелей» подразумевает приготовление в условиях монтажно-заготовительного участка кабеля или жгута кабелей заданного размера, оконцованных заделками для «горячих» и «холодных» помещений, промаркированных и принятых персоналом заказчика. Бухты заготовленных кабелей хранятся в отдельном помещении. Их систематически контролируют до выдачи в монтаж.

Жаростойкие и теплостойкие кабели заделывают на концах так, чтобы была обеспечена полная герметизация изоляции жил и оболочки.

С применением минеральной изоляции (гигроскопичной) в жаростойких кабелях повышаются требования к качеству монтажа заделок. Монтаж заделок со стороны «горячих» помещений выполняют с применением теплоустойчивых герметиков (состав АС-8а, ВИКСИНТ), специальных лент ЛЭТСАР, лент ФУМ, стеклолент и др. Со стороны «холодных» помещений для герметизации применяется эпоксидный компаунд.

Различные специальные контрольные кабели (судовые, радиочастотные, кабели управления), имеющие изоляцию и оболочку из пластика или резины, заделываются таким образом, чтобы корешок был достаточно уплотнен, все экранирующие покровы имели непрерывную электрическую цепь и надежное заземление, при этом изоляция жил должна быть неповрежденной, а концы жил припаяны к контактным гребенкам или наконечникам. Технология монтажа заделок и соединительных муфт приводится ниже.

Монтаж кабелей включает: работы по прокладке кабелей по трассам, крепление заделок и кабеля к конструкциям, присоединение концов кабелей к датчикам и рядам зажимов, уплотнение кабелей в проходах через строительные конструкции и в водных коробках оборудования.

Жаростойкие кабели в оболочке из нержавеющей стали. Для измерения технологических параметров реактора на АЭС широко применяются термпарные и нагревательные кабели с минеральной изоляцией. Кабели и соединительные муфты на них предназначены для работы при температуре до 600°C. Кабельные заделки «горячего» конца выдерживают температуру 250°C, а заделки «холодного» конца — от —50 до +65°C при относительной влажности до 98%. Кабели термпарные марки КТМС в оболочке из нержавеющей стали предназначены для термпар и кабелей удлинения. Они используются для измерения высоких температур. Термпарный кабель с минеральной изоляцией и термоэлектродными жилами из сплавов хромель-Т-алюмель рассчитан на температуру до 800°C (марка кабеля КТМС ХА), кабель с термоэлектродными жилами из сплавов хромель-Т-копель — на температуру до 600°C (марка кабеля КТМС ХК). Характеристики кабеля КТМС (рис. 7) приведены в табл. 3.

Минеральная изоляция кабеля выполнена из периклаза ПЭ-1. Удельное электрическое сопротивление изоляции термопарных кабелей должно быть не менее 10^9 Ом·м при 20°C и 10^4 Ом·м при 800°C .

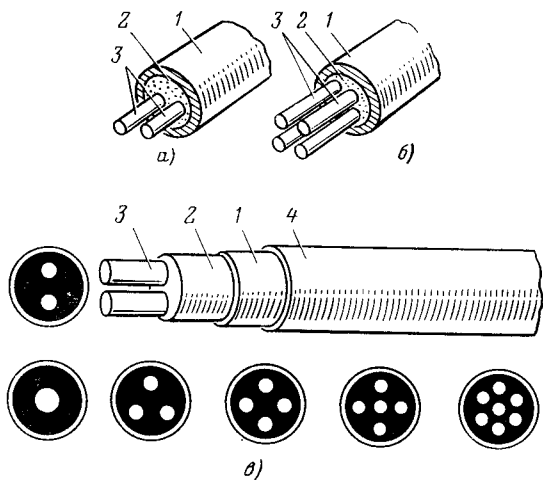


Рис. 7. Жаростойкие кабели с минеральной изоляцией в металлической оболочке.

а — термопарный кабель КТМС; *б* — нагревательный кабель марки КНМС; *в* — контрольный и силовой кабели марки КМЖ; 1 — металлическая оболочка; 2 — минеральная изоляция; 3 — жила; 4 — защитный покров.

Термопарные кабели в течение 1 мин при температуре 20°C должны выдерживать при диаметре кабеля от 1 до 3 мм испытательное переменное напряжение 250 В и при диаметре от 4,0 до 7,2 мм — 500 В. Кабели должны выдерживать один двойной изгиб на цилиндре диаметром, равным пятикратному диаметру кабеля. Кабель

Таблица 3.

Количество и сечение жил, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина оболочки, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса 1 км кабеля, кг	Максимальная строительная длина кабеля, м
2×0,02	0,15	0,15	1,0	4	100
2×0,06	0,27	0,25	1,5	10	100
2×0,3	0,65	0,35	3,0	35	100
2×0,5	0,85	0,55	4,0	66	50
2×0,6	0,90	0,65	5,0	100	30
2×0,9	1,08	0,85	6,0	150	20
4×0,44	0,75	0,35	4,6	80	25
4×1,13	1,2	0,55	7,2	195	10

при транспортировании можно свертывать в бухты диаметром 300—800 мм (в зависимости от наружного диаметра кабеля).

Кабели нагревательные марки КНМС в оболочке из нержавеющей стали предназначены для неподвижной прокладки при напряжении до 220 В для работы при температурах до 600°C.

Жилы кабеля изготавливаются из нихрома (НХ), нержавеющей стали (С) и никеля (Н). Технические характеристики кабелей марки КНМС приведены в табл. 4.

Таблица 4

Марка кабеля	Количество и сечение жил, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина оболочки, мм	Диаметр кабеля, мм	Масса 1 км кабеля, кг	Максимальная строительная длина кабеля, м
КНМС (С)	1×0,70	0,30	0,25	1,5	10	450
КНМС (Н)	1×0,159	0,45	0,2	2	15	250
	4×0,7	0,95	0,7	6	153	20
КНМС (НХ)	1×0,283	0,60	0,35	3	36	100
	1×0,502	0,80	0,55	4	67	50
	1×0,785	1,00	0,65	5	102	30
	1×1,131	1,20	0,85	6	152	20

Жила кабеля выполняется однопроволочной из нержавеющей стали марки Х18Н10Т, или нихрома марки Х20Н80Н, или никеля марок НП-2, НП-3, НП-4. Изоляция жил выполнена из окиси магния. Удельное электрическое сопротивление кабелей должно быть не менее 1,0 МОм·км при температуре 20°C и для кабеля диаметром 1,5—2 мм в течение 1 мин выдерживать испытательное напряжение 600 В, а для кабелей диаметром 3—6 мм—1000 В. Допускается два двойных изгиба кабеля на цилиндре диаметром, равным 15-кратному диаметру кабеля. Кабель можно транспортировать в бухтах диаметром 300—600 мм. В случае повреждения герметизации концов и проникновения влаги в кабель последний необходимо высушить в шкафу при температуре 200—300°C.

Соединительные муфты и заделки на «горячих» и «холодных» концах жаростойких кабелей марок КТМС (ХА), КТМС (ХК), КНМС (Н) и КНМС (С) монтируют электромонтажники, обученные на специальных курсах и прошедшие стажировку. Монтаж соедини-

тельных муфт жаростойких кабелей должны выполнять электромонтажники 6-го разряда и сварщик 5-го разряда. Концевые заделки имеют право монтировать электромонтажники 5-го разряда, к вспомогательным работам допускаются электромонтажники 3-го и 4-го разрядов.

Заделки и муфты на мерных отрезках кабеля монтируют в сухих помещениях (влажность не выше 60%) при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Технологическая последова-

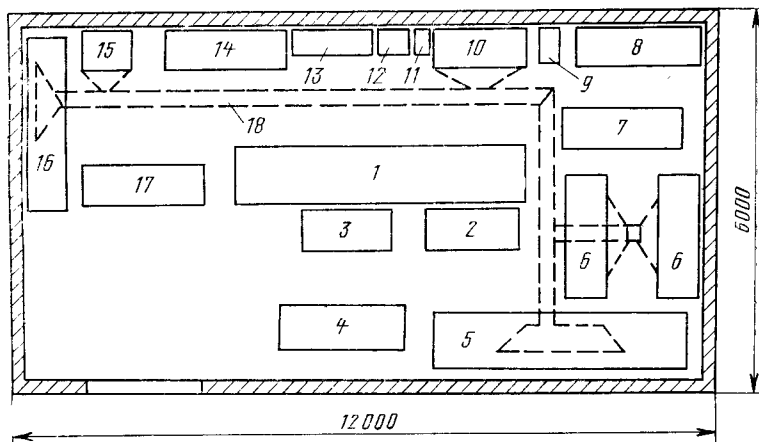


Рис. 8. Технологическая линия для заготовки жаростойких кабелей КТМС, КНМС, КМЖ.

1 — стеллаж приемки и сдачи; 2 — стол подбора бухт; 3 — стол подготовки бухт; 4 — верстак; 5 — стеллаж для сушки; 6 — стол для герметизации; 7 — мерно-отрезной стол; 8 — верстак; 9 — баллон с аргоном; 10 — сварочный пост; 11 — балластный реостат; 12 — трансформатор сварочный; 13 — шкаф; 14 — верстак; 15 — электропечь; 16 — стеллаж для сушки; 17 — верстак; 18 — вентиляция.

тельность работ при заготовке мерных концов следующая: подготовительная работа, разделка и монтаж заделки «холодного» конца кабеля, отмеривание и отрезание кабеля, разделка «горячего» конца кабеля, сварка или пайка арматуры узла ввода кабеля в разъем датчика к оболочке, монтаж заделки «горячего» конца, оконцевание жил кабеля. При отсутствии точных размеров длины кабеля на «холодном» конце выполняется временная заделка. Постоянная заделка монтируется после прокладки кабеля на объекте.

При массовой заготовке мерных отрезков кабеля рекомендуется все работы выполнять на технологической линии (рис. 8). Бухты кабелей марки КТМС или КНМС

до начала заготовки осматривают, проверяют их соответствие заказу по числу и сечению жил, а также состояние оболочки и подбирают по размерам. Проверяется электрическое сопротивление изоляции. При необходимости кабель сушат над пламенем пропановой горелки. Перед прогревом с обоих концов кабеля отрезаются участки длиной 200 мм. При сушке кабель нагревается до темнокрасного цвета на длину 200 мм от концов. В процессе прогрева горелки перемещают в сторону конца кабеля. После проверки состояния изоляции концы герметизируют. По размерам кабеля, указанным в заказе, и выпискам длин бухт подбираются, нарезаются и маркируются отрезки кабеля. Отмеряют кабель курвиметром, не разматывая бухт.

Разделка «холодного» конца кабеля производится на длину 150 мм в тисках в горизонтальном положении, при этом кабель зажимают в резиновой прокладке, чтобы не помять его оболочку. С помощью дискового ножа по намеченной риске делается поперечный надрез на половину толщины оболочки. Край оболочки захватывается бокорезами и отгибается. Отогнутый край оболочки вставляется в прорезь ключа и надрывается по спирали до поперечного надреза. Остатки минеральной изоляции с жил и торца кабеля удаляют, слегка постукивая плоскогубцами по краю оболочки (технология приведена на рис. 9). Жилы кабеля протирают бязью, смоченной в спирте. С торца оболочки надфилем снимают заусенцы, а шабером выравнивают завальцованные края оболочки кабеля. Жилы зачищают шлифовальным наждачным полотном. При монтаже «холодной» концевой заделки кабель закрепляется в тисках в вертикальном положении и прогревается пламенем пропановой горелки на длину 200 мм от обреза оболочки.

После остывания кабеля на жилы надевают трубки марки ПХВ, нижние концы трубок предварительно покрывают клеем ПЭД-Б. На оболочке кабеля КНМС на расстоянии 25 мм от обреза наносится риска (для кабеля КТМС—на расстоянии 18 мм). Кабель зажимают в пластмассовой форме, закрепленной на краю верстака (рис. 10,а). Форма заполняется эпоксидным компаундом, при этом трубки марки ПХВ следует приподнять и опустить в прежнее положение для заполнения компаунда. Заделку помещают в полиэтиленовый мешочек и завязывают, чтобы предохранить от повреждений.

Длину разделки «горячего» конца кабеля выбирают в зависимости от типа присоединяемого датчика. Разделка «горячего» конца кабеля ведется аналогично разделке «холодного» конца.

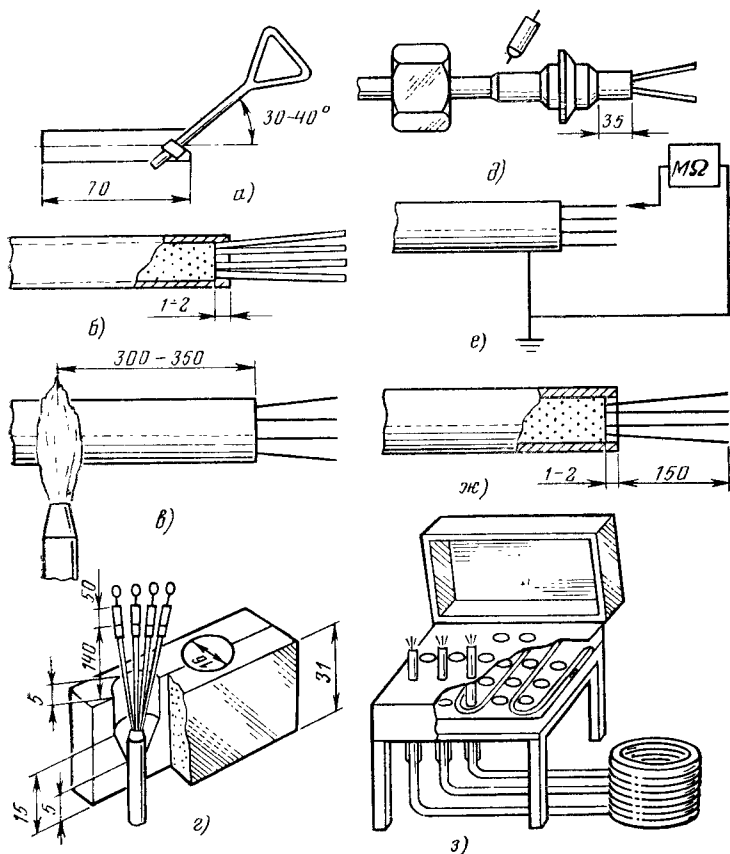


Рис. 9. Заделка концов кабеля КНМС.

а — удаление оболочки; *б* — разделанный конец кабеля; *в* — сушка изоляции пламенем горелки; *г* — подготовка к заливке эпоксидного компаунда; *д* — приварка ниппеля; *е* — контроль изоляции; *ж* — герметизация конца; *з* — термообработка заделок.

После разделки «горячего» конца бухта кабеля передается на сварочный пост, где арматуру узла ввода кабеля в датчик соединяют с оболочкой кабеля. Аргонодуговая сварка оболочки и узла ввода кабеля в соединитель ведется горелкой МГ-1 с вольфрамовым электродом

марки ВЛ диаметром 1,5—2 мм. При сварке давление аргона должно быть в пределах 0,01—0,02 МПа, расход газа 3—4 л/мин. Арматуру можно присоединить к оболочке кабеля также с помощью пайки серебряным припоем марки ПСр-45. Для пайки применяется кислородно-ацетиленовая горелка типа «Малютка». Торцы штуцера и оболочка перед пайкой должны быть покрыты флюсом № 209. При сварке на редукторах устанавлива-

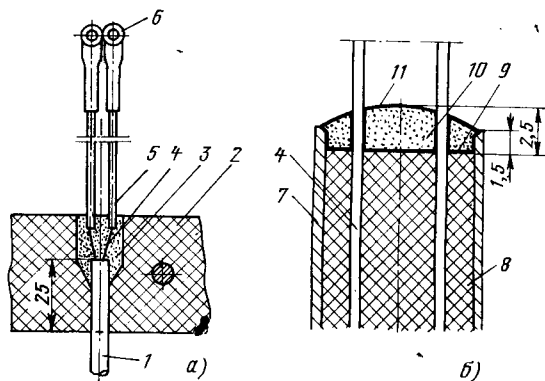


Рис. 10. Заделка кабеля.

а — «холодная» заделка конца кабеля КТМС; *б* — заделка «горячего» конца; *1* — кабель; *2* — форма; *3* — эпоксидный компаунд; *4* — жила; *5* — трубка ПВХ; *6* — наконечник; *7* — стальная оболочка; *8* — изоляция кабеля; *9* — первый слой заделки; *10* — второй слой; *11* — третий слой.

ется давление ацетилена в пределах 0,3—0,35 МПа и кислорода 0,02—0,03 МПа.

Для герметизации «горячих» концов кабелей (рис. 10, *б*) применяется состав АС-8а, представляющий собой однородную жидкую смесь кремнийорганического полимера с толуолом. Непосредственно перед герметизацией кабеля состав АС-8а тщательно перемешивают и при необходимости разбавляют толуолом до рабочей вязкости 18—25 с по вискозиметру ВЗ-4. Чтобы не допустить выпадения осадка, состав периодически перемешивают. Вторым слоем на торец заделки наносят пасту из состава АС-8а. Для приготовления пасты состав выдерживают на воздухе в течение 3—4 сут до получения густого сметанообразного состояния.

При монтаже заделки «горячий» конец кабеля располагают в тисках вертикально. С торца шабером выбирают магнизиальную изоляцию на глубину 1,5 мм.

оголившиеся участки жилы, оболочку кабеля зачищают до металлического блеска и протирают тканью, смоченной в спирте. Оболочку длиной 200 мм от конца кабеля прогревают пламенем пропановой горелки. После остывания кабеля наносят первый слой состава АС-8а толщиной 0,1 мм при помощи медицинского шприца. Капля состава стекает по жиле и равномерно распределяется по торцу путем постукивания по оболочке кабеля. Покрытие выдерживается на воздухе в течение 1,5 ч. Качество покрытия определяют при помощи лупы. Поверхность герметика не должна иметь пузырьков, пор, раковин и наплывов. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 10^9 Ом. Заделанный конец кабеля помещают в термошкаф (рис. 11). Температура в шкафу доводится до 200°C (скорость подъема температуры — не более $1,5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$), и при этой температуре концевая заделка выдерживается в течение 3 ч. После охлаждения кабеля осматривают слой заделки. Вторично измеряют сопротивление изоляции. Затем на торец кабеля наносят второй слой пасты АС-8а толщиной 2,5—3 мм и сушат его на воздухе при комнатной температуре в течение 3 ч. Третий слой наносят составом АС-8а вязкостью 18—25 с и сушат на воздухе. Выполненную заделку «горячего» конца выдерживают в сухом помещении с нормальными условиями (влажность 65%, температура $15\text{—}25^{\circ}\text{C}$) в течение 10 сут. Сопротивление изоляции кабеля не должно быть ниже 10^9 Ом и регулярно контролируется мегаомметром.

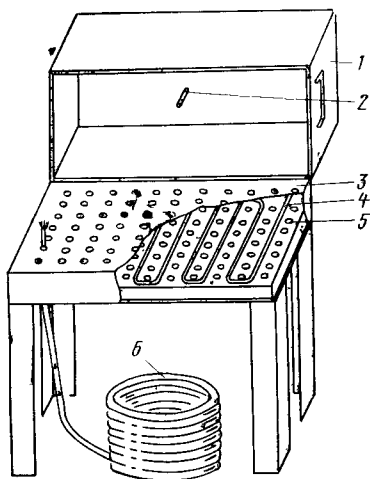


Рис. 11. Термошкаф для обработки заделок.

1 — крышка; 2 — термометр; 3 — верхняя панель; 4 — электронагреватели; 5 — отверстия; 6 — бухта кабеля.

Соединительные муфты на жаростойких кабелях устанавливаются, если длина трассы превышает строительную длину кабеля. На кабелях КТМС (ХА—ХК)

сечением $2 \times 0,6$ и КНМС (Н) сечением $4 \times 0,7$ мм² соединительные муфты монтируют в монтажном станке или в слесарных тисках, закрепленных на расстоянии 500 мм один от другого. Концы кабеля, зажатые в тисках, разделяют на участке длиной 50 мм. На концы кабеля надевают втулки и гильзы (рис. 12). На предварительно обезжиренные токопроводящие жилы надевают карднеритовые бусы. Производится центровка и скрутка жил. Одноименность жил кабеля определяют при помо-

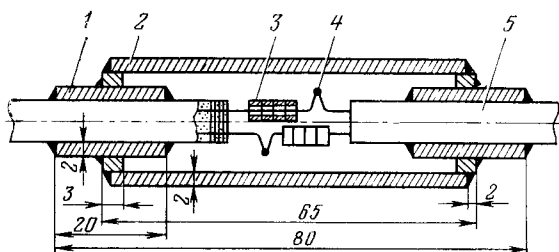


Рис. 12. Соединительная муфта для кабеля КТМС.

1 — втулка; 2 — гильза; 3 — карднеритовые бусы; 4 — место сварки жил; 5 — кабель.

щи магнита. Концы жил обрезают, оставляя два полных витка. Жилы соединяют аргонодуговой сваркой при токе 15—20 А дугой 1—1,5 мм вольфрамовым электродом диаметром 2 мм. Затем к оболочке кабеля приваривают втулки. Концы кабеля длиной 200 мм прогревают пламенем пропановой горелки и гильзу приваривают к втулкам. Режим сварки: ток 35 А, длина дуги 1,5—2 мм, присадочная проволока диаметром 1,2—1,6 мм.

После окончания монтажных работ проверяется состояние изоляции. Герметичность готовой муфты контролируют погружением муфты в воду на 12 ч. Сопротивление изоляции кабеля не должно изменяться. После соединения муфтой двух концов кабеля выполняется монтаж заделки на «горячем» конце. Соблюдение технологии монтажа муфты и заделок постоянно контролирует мастер.

Кабель присоединяется к датчикам с помощью специальных оконцевателей. Преобразователи расходомера присоединяют двумя жилами кабеля марки КНМС (Н) сечением $4 \times 0,7$ мм² при помощи наконечников из фоль-

ти (сталь X18H10T) и двумя жилами непосредственно к тем винтам датчика, к которым присоединены концы с наконечниками. Все детали в коробке зажимов датчика перед присоединением концов покрывают составом АС-8а. К датчику паросодержания присоединяют кабель КНМС (Н) сечением $4 \times 0,7$ мм². Перед присоединением жилы кабеля зачищают шлифовальной шкуркой до металлического блеска. На жилы надевают шнур-чулок марки АСЭЧ(б)-1,0. Концы жил для присоединения к зажимам круглогубцами изгибают в колечки. Колечко припаивают припоем марки ПСр-45 с применением флюса № 209. Для удаления остатков флюса колечко промывают горячей, а затем холодной водой. Контактные плоскости колечка зачищают наждачным полотном. После присоединения кабеля шнур-чулок, прокладки уплотнения и торцы зажимов покрывают составом АС-8а.

К терморным блокам жилы кабеля КТМС (ХА) сечением $2 \times 0,6$ мм² присоединяют аргодуговой сваркой. Полярность жил определяется при помощи магнита. Соединенные сваркой термоэлектродные жилы обматывают кремнеземной нитью марки КН-11 и покрывают составом АС-8а. Зазор между оболочкой кабеля и втулкой уплотнения заливают тем же составом.

Присоединение к термопаре жил кабеля КТМС (ХА) сечением $2 \times 0,6$ мм² выполняется без наконечников. Жилы кабеля зачищают до металлического блеска, изгибают в кольцо и зажимают гайкой между шайбами. После присоединения жилы кабеля и прокладки покрывают составом АС-8а. Заготовленные концы кабелей отправляют на объект.

Кабели жаростойкие с минеральной изоляцией в медной оболочке. Жаростойкие кабели марки КМЖ (см. рис. 7,в) применяют в электроустановках АЭС для длительной работы при температуре 100°С. Кабели в медной оболочке, защищенной от коррозии поливинилхлоридным шлангом марки КМЖВ, способны работать при температуре 70°С и относительной влажности воздуха до 100%.

Температура нагрева кабеля на отдельных участках не должна превышать 250°С. Радиус изгиба кабелей при монтаже должен быть не менее шести диаметров кабеля. Эти кабели выпускаются с количеством медных жил от 1 до 19. Поперечное сечение жил от 1 до 120 мм², наружный диаметр кабеля от 5 до 20 мм. Изоляция жил

из окиси магния рассчитана на номинальное напряжение 380 и 660 В. Кабели испытывают напряжением 2000 или 2500 В (при рабочих напряжениях 380 и 660 В соответственно) в течение 1 мин.

Кабель поставляется в бухтах массой не более 120 кг с герметизированными концами. Строительная длина кабеля от 20 до 200 м. Комплектно с кабелем отправляются концевая и соединительная арматура и герметик.



Рис. 13. Удаление оболочки кабеля КМЖ.
а — бокорезами; б — специальным ключом.

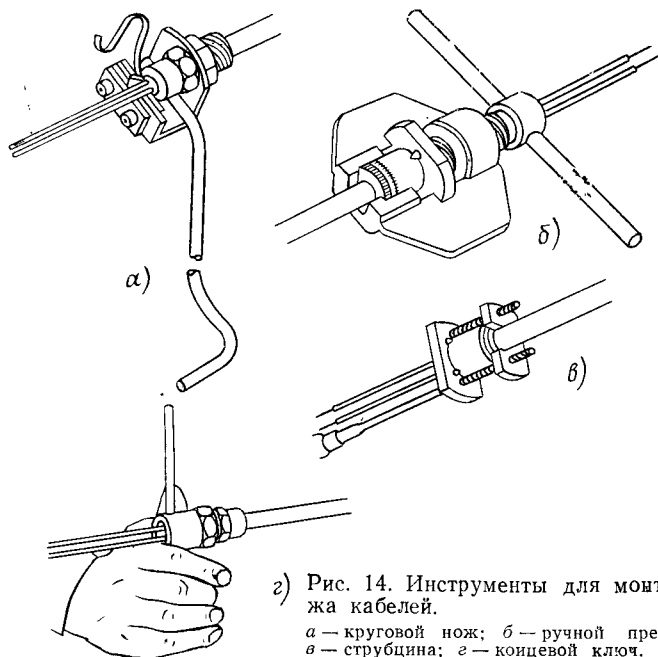
При монтаже следует учитывать, что окись магния гигроскопична, поэтому нужно избегать выполнения разделок и герметизации концов при высокой влажности в помещении. В случае увлажнения минеральной изоляции на концах кабеля следует высушить ее пламенем газовой горелки. Сушка ведется на участке кабеля длиной 200—300 мм с перемещением зоны нагрева в сторону конца кабеля. Увлажненный кабель можно сушить в электропечи при температуре до 200°С в течение 3 ч.

Заготовку концов кабеля производят на технологических линиях, оснащенных приспособлениями для сушки, резки и изгиба кабелей, пайки и герметизации концов. При подготовке концов кабеля к прокладке по замерам на месте прокладки готовят эскизы и ведомости на кабели, подлежащие заготовке. Затем от бухты отрезают кабель необходимой длины и просушивают его концы. При положительных результатах измерения сопротивления изоляции производится разделка кабеля. По риску на оболочке кабеля (80—100 мм от конца) роликовым ножом делается круговой надрез на полови-

ну ее толщины. Медную оболочку можно удалить одним из следующих трех способов:

при помощи бокорезов захватывают край оболочки и вращают бокорезы вокруг кабеля, придерживая их под углом 45° к оси, оболочка обрывается витой полоской (рис. 13,а);

при помощи ключа с прорезью захватывают конец кабеля, надорванный бокорезами; ключ вращают под уг-



2) Рис. 14. Инструменты для монтажа кабелей.

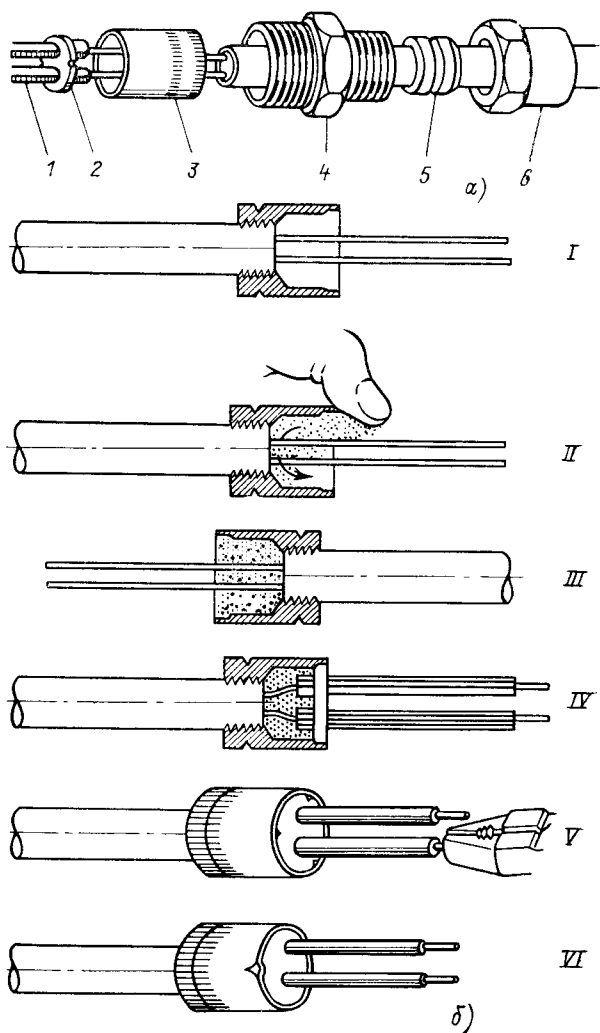
а — круговой нож; б — ручной пресс;
в — струбцина; з — концевой ключ.

лом к оси кабеля, а при подходе к кольцевому надрезу—параллельно надрезу; оболочка осторожно обрывается (рис. 13,б);

при помощи кругового ножа (рис. 14,а)—в этом случае кольцевой надрез на оболочку не наносят. В отверстие ножа вставляют сальник концевой муфты с зажатым кабелем. Резец настраивают на нужную глубину и при вращении ножа снимают стружку с оболочки. Полоску оболочки снимают рукой. С жил удаляют остатки изоляции и зачищают их до блеска.

Герметизацию «холодного» конца можно выполнять несколькими способами.

Первый способ. Герметизацию конца выполняют при помощи концевых заделок сальниковой типа (рис. 15,а). Арматуру для заделок поставляют заводы. Она состоит из трубок для уплотнения жил (из пластика Т-50 или термоусаживаемого полиэтилена), диска для



пропуска жил (текстолит А), колпачка для заливки герметика и корпуса, сочленяющих все детали арматуры, из компрессионных колец, закрепляющих арматуру на кабеле, и зажимной гайки. При монтаже на конец кабеля надевают корпус арматуры с гайкой и компрессионными кольцами. Колпачок и жилы кабеля обезжиривают и наносят для лучшей адгезии герметика подслои марки П-11. Колпачок навинчивают при помощи пассатижей на корпус арматуры. Конец кабеля зажимают в вертикальном положении и колпачок заполняют герметиком ВИКСИНТ У-1-18 или ВГО-1. На жилы надевают текстолитовый диск. Пальцами диск подают в колпачок и выжимают лишний герметик. Окончательную посадку и закрепление диска производят ручным прессом (рис. 14,б) или струбцинами (рис. 14,в).

Для изоляции токоведущих жил могут быть использованы термоусаживаемые полиэтиленовые трубки соответствующего диаметра. Расстояние между надетой на жилу трубкой и минеральной изоляцией кабеля составляет 5—7 мм. Для плотного облегания жилы трубку прогревают пламенем горелки.

Вместо герметика ВИКСИНТ У-1-18 колпачок можно заполнять эпоксидным компаундом марки К-115. В этом случае арматуру собирают после отверждения компаунда. При окончательной сборке на колпачок надвигают до упора корпус сальника, компрессионные кольца и гайку.

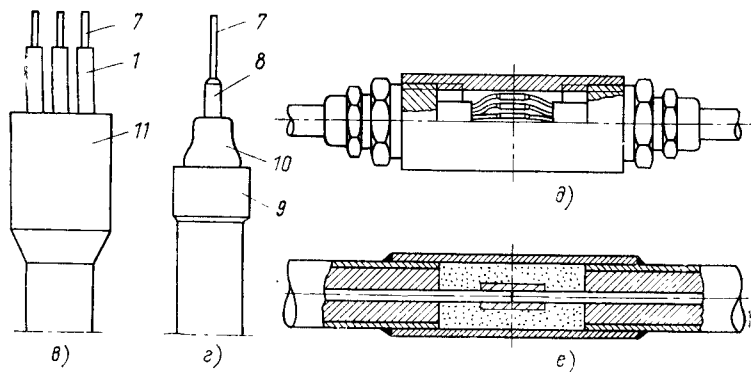


Рис. 15. Оконцевание кабелей КМЖ.

a — арматура с сальниками; *б* — латунная втулка и компаунд; *в* — эпоксидный компаунд; *г* — жаростойкая металлоглазьянная арматура; *д* — муфта с сальниками для «холодной» зоны; *е* — муфта для «горячей» зоны; 1 — изоляционная трубка; 2 — диск; 3 — колпачок; 4 — корпус; 5 — кольцо; 6 — гайка; 7 — жила; 8 — трубка из ковара; 9 — обойма из ковара; 10 — изолятор; 11 — втулка.

Гайку сальника навинчивают на корпус и затягивают ключом (14,з), при этом корпус поддерживают пассатижами.

Смонтированные концевые заделки можно проверить при помощи мегаомметра. Показания присоединенного к жилам прибора не должны изменяться при нагревании оболочки от спички вблизи заделки. У неисправной заделки следует удалить герметик и вновь загерметизировать арматуру, а при необходимости высушить минеральную изоляцию, как было указано выше. Чтобы проверить качество монтажа, концевую арматуру следует погрузить на 15 мин в воду, затем вынуть кабель из воды, просушить наружную поверхность заделки и измерить сопротивление изоляции. Его значение не должно отличаться от показания прибора до погружения кабеля в воду.

Второй способ. Для заделок из твердой латуни (марки ЛС-50) изготавливают самонарезающие втулки. Технология приведена на рис. 15,б (последовательно I—VI). Разделанный конец кабеля обезжиривают и жилы разводят, на оболочку навинчивают втулку. На жилы кабеля надевают изоляционные трубки. Заделку заполняют герметиком и выдерживают до полного отвердевания.

Третий способ. Герметизацию кабеля выполняют эпоксидным компаундом (рис. 15,в). Разделанный конец кабеля готовят к заливке, жилы разводят и зачищают до металлического блеска, на жилы надевают трубки ПВХ (предварительно их концы покрывают клеем ПЭД-Б), конец кабеля зажимают в форму, которую уплотняют пластилином. Компаунд К-115 с введенным в него отвердителем заливают в форму. Для заполнения эпоксидом трубки несколько раз продвигают по жиле вниз и вверх.

Четвертый способ. Для заделок кабеля марки КМЖ на «горячем» конце используют специальную жаростойкую арматуру (рис. 15,г). Принцип работы этой арматуры заключается в том, что электрический изолятор (стекло) снаружи армирован обоймой, а внутри — трубкой из сплава ковар. Стекло и ковар имеют одинаковое тепловое расширение. При монтаже заделки обойму припаивают серебряным припоем к оболочке кабеля, а внутреннюю трубку кабеля — к жиле.

Для оконцевания жаростойких кабелей применяются также лаки и эмали, например кремнийорганический

лак ИП-9 или КО-926 с рабочей температурой до 300°C, лак ЭФ-5-Т, эмаль с содержанием свинцового глета 70%, борной кислоты 28%, перекиси марганца 2%, кремнийорганический лак К-47, жаростойкая эмаль АЛ-70 с рабочей температурой до 420°C. Жилы кабеля к электроаппаратам или датчикам следует присоединять при помощи гибких шин или проводов.

Соединение жаростойких кабелей марки КМЖ, как правило, не производят. В случае необходимости соединение двух длин кабеля может быть выполнено одним из двух способов.

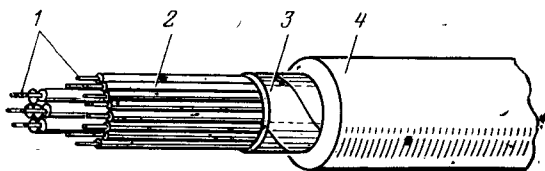


Рис. 16. Кабель КЖА.

1 — жилы; 2 — изоляция жил; 3 — общая изоляция жгута жил; 4 — оболочка.

Первый способ — соединение с помощью двух концевых арматур с изготовлением латунной муфты (рис. 15, д). Концы кабеля разделяют и герметизируют, как было описано выше (рис. 15, а), затем жилы спаивают твердым припоем или сваривают, а далее навинчивают муфту на один из корпусов сальника, закладывают герметик и в муфту ввинчивают корпус второй арматуры. Затем второй корпус закрепляют компрессионными кольцами и гайками сальника.

Второй способ — соединение с помощью латунной трубки (рис. 15, е), припаянной к оболочке кабеля. На конец кабеля надвигают трубку, производят разделку концов кабеля и пайку или сварку жил. На жилы в местах соединения надевают разъемную керамическую втулку, надвигают латунную трубку и спаивают ее с оболочкой с обоих концов. Для соединения более чем трех жил используют трубки большего диаметра и торцевые шайбы соответствующих размеров, которые припаявают к оболочке кабеля и латунной трубке.

Кабели жаростойкие в алюминиевой оболочке. Кабель КЖА сечением $7 \times 1,5 + 16 \times 0,35 \text{ мм}^2$ (рис. 16) предназначен для прокладки по верху атомного реактора для цепей сервоприводов системы управления и защиты. Он

может работать при температуре от -60 до $+270^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до 98% .

Этот кабель состоит из 7 жил сечением $1,5\text{ мм}^2$ и 16 жил сечением $0,35\text{ мм}^2$. Медные жилы кабеля имеют никелевое антикоррозионное покрытие; они изолированы четырьмя слоями стекловолкна, пропитанного органосиликатным составом, запеченным при высокой температуре. Толщина жгута жил $10,4\text{ мм}$. Жилы для защиты от увлажнения заключены в алюминиевую оболочку толщиной $1,4\text{ мм}$. При монтаже допускается 3-кратное изгибание кабеля под углом 180° с радиусом изгиба до 140 мм ($r=10d$) или однократное под углом 90° при радиусе изгиба 70 мм ($r=5d$). Испытательное напряжение не должно превышать 500 В в течение 1 мин ; удельное электрическое сопротивление изоляции кабеля в нормальных условиях не менее $5000\text{ МОм}\cdot\text{м}$. Сопротивление изоляции кабеля, нагретого до температуры 270°C , должно быть не ниже 10 МОм . Масса кабеля 340 г/м .

Заготовку мерных концов кабеля КЖА целесообразно выполнять в мастерских, применяя специальное оборудование, механизмы и инструменты. При составлении заказа на заготовку концов размеры кабеля определяют тремя способами:

- 1) по рабочим чертежам;
- 2) вычерчиванием трасс по чертежам и замерам на месте монтажа;
- 3) устройством макета верха реактора и трасс до шкафов и стеллажей соединителей.

Первый способ недостаточно точен и может привести к ошибкам и необходимости переделки. Вторым способом можно достаточно точно определить длины кабелей. Третий способ монтажа наиболее точный. Он совмещает в себе как заготовку деталей кабельных трасс—лотков, коробов, защитных труб, так и заготовку мерных длин всех спецкабелей для верха реактора.

При макетном способе разрабатываются чертежи металлоконструкций макета верха реактора. Эти чертежи можно использовать для монтажа нескольких реакторов одного типа. Для каждого реактора следует выполнить привязку макета с учетом возможных изменений трасс в связи с перестановкой кабельных проходов в стенах помещений или изменением места установки шкафов. Площадка макета верха реактора выполняется из деревянного настила с покрытием из фанеры. На пло-

щадке краской наносятся цифровая координатная сетка и места расположения датчиков. Макет датчиков изготовляют из деревянных брусков по размерам из чертежей датчиков. По размерам трасс, определяемым по одному из перечисленных выше способов, выбирается длина спецкабелей и составляется комплектовочная ведомость.

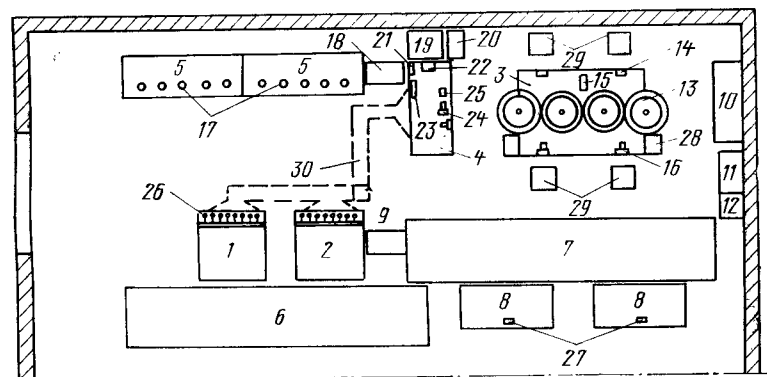


Рис. 17. Технологическая линия заготовки кабеля КЖА.

1, 2 — электропечи; 3 — верстак; 4 — стол сварочный; 5 — верстак с зажимами; 6 — стеллаж для приемки и сдачи кабелей; 7 — стеллаж для заготовок; 8 — мерный стол; 9 — шкаф для баллонов; 10 — шкаф для матернадов; 11 — силовая сборка; 12 — шкаф управления печами; 13 — вертушка для бухт; 14 — струбцина; 15 — регулятор для паяльника; 16 — тиски слесарные; 17 — зажим; 18 — баллоны с аргоном; 19 — сварочный трансформатор; 20 — реостат балластный; 21 — ротаметр; 22 — осциллятор; 23 — ящик с измерительными приборами; 24 — сварочная горелка; 25 — охладитель; 26 — коллектор азота на восемь бухт; 27 — курвиметр; 28 — касса для бирок; 29 — стул; 30 — короб вытяжной вентиляции.

Маркировка жгутов кабелей для правой и левой половин центрального зала отличается прибавлением к цифре букв П и Л.

В ведомости записывают номера жгутов по порядку, маркировку кабеля по кабельному журналу, номер короба по рядам координатной сетки, марку кабеля, места присоединения его концов, проектную длину кабеля, фактическую длину, сопротивление изоляции, соответствующее длине. Фактическая длина включает запас 1—1,5 м кабеля на переразделку концов в процессе эксплуатации. Заготовку кабелей следует проводить на технологической линии (рис. 17), под которую отводится сухое отапливаемое помещение размером 12×6 м. Цементный

пол помещения покрывают пластиком или красят; в помещении устраивают вентиляцию.

Заготовка мерных длин кабелей КЖА ведется в следующей технологической последовательности: подготовительные работы, разделка «горячего» конца, приварка корпуса соединителя к оболочке кабеля, пайка жил к контактам соединителя, сушка изоляции кабеля в электропечи, герметизация корпуса соединителя массой ВИКСИНТ, разделка и монтаж кабеля и соединителя на «холодном» конце, хранение и отправка заготовленных концов кабеля на объект. При подготовке работ проверяют инструмент, приспособления и материалы.

Привезенные со склада бухты кабеля распаковывают, осматривают (состояние герметизации концов, наличие вмятин или трещин на оболочке) и подбирают по длинам. На всех бухтах должен быть заводской ярлык с обозначением марки кабеля, сечения жил, длины, массы бухты, даты изготовления, номера бухты.

Бухты для заготовки мерных отрезков следует подбирать особенно тщательно, так как отрезки кабеля КЖА соединять муфтами не разрешается.

Курвиметром отмеряют и затем отрезают концы нужной длины. На бухты вешают бирки с маркировкой. На концы кабеля надевают полиэтиленовые колпачки для предохранения кабеля от увлажнения. Подготовленные бухты заготовок складывают на стеллаж. На верстаке, оснащенном слесарными тисками и зажимами, разделяют концы и удаляют алюминиевую оболочку. Для сохранения оболочки на кабель надевают кусок резиновой трубки. Кабель зажимают в горизонтальном положении в тисках и дисковым ножом делают круговой надрез на половину толщины оболочки. Оболочку надкусывают бокорезами и отгибают, вставляя в прорезь ключа. Вращая ключ по спирали, обрывают оболочку до кольцевого надреза и удаляют ее. Заусенцы на обресе оболочки зачищают личным напильником или надфилем.

Перед тем как надеть соединитель на кабель, корпус соединителя готовят к герметизации массой ВИКСИНТ У-1-18, внутреннюю поверхность корпуса обезжиривают сначала бензином, а через 5—10 мин—ацетоном. Через 5—10 мин поверхность тщательно протирают в течение 3—5 мин пастой № 2 (состав: гидрофобная жидкость 100 частей по массе и безводная окись алюминия 110 частей), нанесенной на чистую хлопчатобумажную ткань.

Лишнюю пасту удаляют кистью. После этого кистью дважды наносят подслои П-11; каждый слой подслоя сушат в течение 30—40 мин при комнатной температуре. Вместо пасты № 2 и подслоя П-11 допускается применение в качестве подслоя эпоксидного клея марки ПЭД-Б.

Корпусы соединителей следует заливать массой ВИКСИНТ У-1-18 не позднее чем через 10 дней после подготовки. Дата подготовки корпуса записывается на бирке бухты кабеля.

Для герметизации соединителя на «горячем» конце кабеля корпус соединителя из нержавеющей стали приваривают к оболочке кабеля при помощи переходной трубки и втулки. Переходную трубку из нержавеющей стали приваривают к алюминиевой втулке электронно-лучевой сваркой в специализированной лаборатории. На сварочном посту технологической линии переходную трубку приваривают к корпусу соединителя.

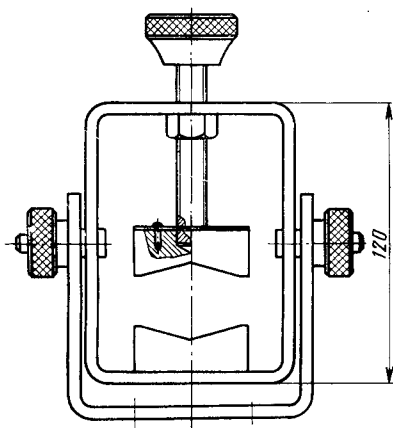


Рис. 18. Зажим для пайки соединителей.

На «горячие» концы кабеля надевают подготовленные соединители и припаивают жилы к хвостовикам контактов припоем ПОССу-95-5. Соединитель закрепляют в зажиме (рис. 18). Пайка ведется малым электропаяльником с жалом диаметром 3 мм. К месту пайки при помощи резиновой груши с медицинской иглой подается флюс—спирто-кашифольный раствор.

Пайку начинают с нижних контактов соединителя. Жилу зажимают губками плоскогубцев и вставляют в отверстие хвостовика. После пайки нижнего ряда контактов жилы места паек и хвостовики промазывают составом АС-8а.

Сварку втулок корпусов соединителей с алюминиевой оболочкой кабеля производят на сварочном посту (см. рис. 17). Для сварки применяют малогабаритную электросварочную горелку марки МГ-1М с вольфрамовым электродом диаметром 2 мм. В качестве присадки

используют проволоку СВАД-1 диаметром 1,8 мм. Отвод тепла от места сварки осуществляют с помощью кабельных охлаждающих клещей, которые имеют латунные вставки с отверстиями 16 и 20 мм для лучшего контакта с оболочкой кабеля.

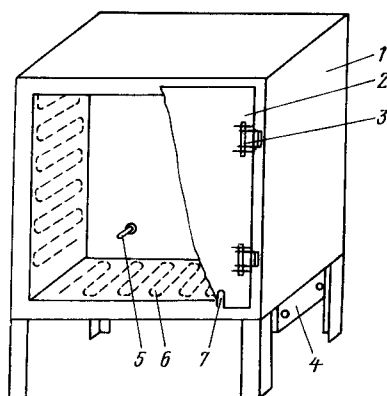


Рис. 19. Электропечь для сушки изоляции кабеля КЖА.

1 — шкаф печи; 2 — дверца; 3 — петли; 4 — вводная коробка; 5 — термопара; 6 — трубчатый электронагреватель; 7 — пазы для вывода концов кабеля.

Для измерения сопротивления изоляции кабеля в горячем состоянии, а также для сушки увлажненной изоляции бухты закладывают в электропечь (рис. 19). В печь одновременно помещается восемь бухт. Концы кабеля с соединителями размещают вне печи так, чтобы они нагревались не выше 70°C. Бухты кабеля в печи подогревают до 200°C. Для предотвращения увлажнения изоляции через открытые концы кабеля во время сушки продувают особо чистый азот или аргон. С этой целью концы кабеля при

помощи резинового шланга диаметром 12 мм присоединяют к коллектору. В коллектор от баллонов через редуктор подают азот под давлением 0,1 МПа. Из кабеля вместе с газом выходит влага через открытый корпус соединителя. Время сушки кабеля в печи определяют по состоянию изоляции, но сушка не должна длиться более 24 ч.

Таблица 5

Длина кабеля марки КЖА, м	Предельное сопротивление изоляции, МОм, не менее	
	при 20°C	при 270°C
20	260	0,5
25	250	0,4
30	167	0,33
35	143	0,29
40	125	0,25
45	111	0,23
50	100	0,2

Регулярно через 1,5 ч измеряют сопротивление изоляции между соседними жилами кабеля и между жилами и оболочкой. Для сокращения времени измерения рекомендуется применять приспособление (рис. 20), ко-

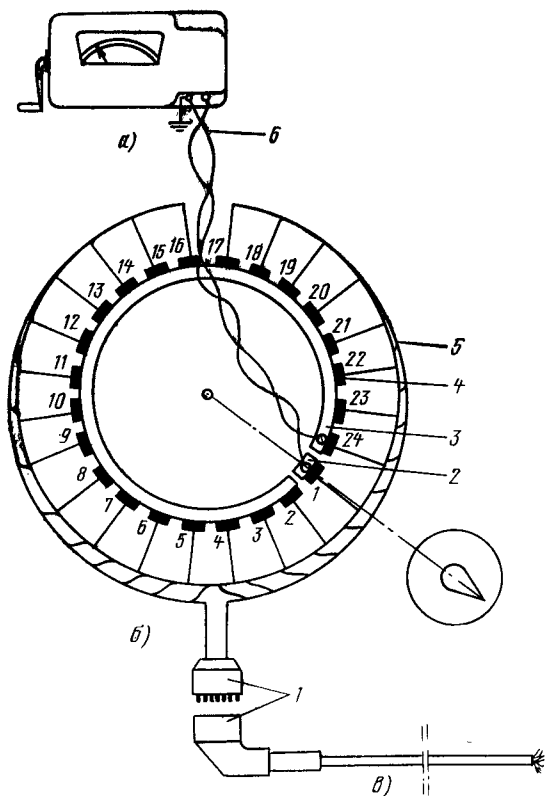


Рис. 20. Приспособление для контроля изоляции многожильных кабелей.

а — мегаомметр; *б* — переключатель жил; *в* — испытуемый кабель; *1* — соединитель; *2* — контакт испытуемой жилы; *3* — шийка заземления остальных жил; *4* — подвижный контакт; *5* — жгут проводов; *б* — соединительные провода.

торое присоединяется к жилам с помощью соединителя. Замер изоляции на 23 жилах занимает не более 10 мин.

Значения установившегося сопротивления изоляции должны быть не ниже приведенных в табл. 5.

Сразу после окончания сушки кабеля корпус соединителя заполняют герметиком ВИКСИНТ У-1-18, кото-

рый предотвращает деформацию кабеля при вибрирующих и ударных нагрузках, а также изолирует корпус разъема от влаги и пыли.

Герметик ВИКСИНТ У-1-18 после введения катализатора должен быть использован не позже чем через 1 ч.

Шприцевание корпуса соединителя герметиком производится на специальном стенде. Бухты кабеля подвешивают непосредственно к стенду, а концы с соединителями закрепляют в зажимах стенда.

Во время герметизации и проверки плотности соединителя продувка азота прекращается. Для этого в корпус соединителя большим паяльником с овальным жалом впаивается заглушка.

В заглушке и корпусе соединителя сверлят отверстия: одно диаметром 6 мм — для заполнения герметиком и другое диаметром 2 мм — контрольное. Корпус соединителя заполняют герметиком при помощи большого автомобильного шприца, в котором наконечник штуцера имеет диаметр 6 мм и устроена винтовая пара для шприцевания под давлением 0,25—0,4 МПа. После герметизации корпуса соединителя отверстия для контроля и заливки герметика запаивают. После затвердевания герметика плотность кабеля проверяют опрессовкой азотом при давлении 0,1 МПа в течение 5 мин. Герметичность контролируют по показанию манометра или с помощью мыльной эмульсии.

С согласия заказчика допускается для герметизации соединителя типа С «горячего» конца кабеля просто припаять крышку разъема более тугоплавким припоем без заполнения внутренней части корпуса герметиком ВИКСИНТ. В этом случае никаких отверстий в корпусе и крышке разъема не сверлят.

Для заделки «холодного» конца кабеля используют эпоксидный компаунд (рис. 21). На кабель надевают гайку соединителя и стакан, предохраняющий заделку от механических повреждений, удаляют алюминиевую оболочку на участке кабеля длиной 90 мм от конца, а изоляцию с жил — на участке длиной 75—80 мм.

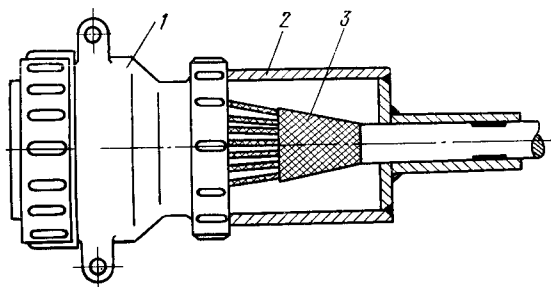
На оголенные жилы надевают поливинилхлоридную трубку диаметром 2—3 мм, а на оболочку полиэтиленовую воронку и форму для эпоксидной заделки. Форму закрепляют на оболочке, жилы разводят. Воронку заливают компаундом К-115. Сразу после заливки изоляционные трубки передвигаются по жиле для наполнения

трубок компаундом. В заделке создается замок, предохраняющий кабель от влаги. Для лучшей адгезии эпоксиды к алюминиевой оболочке и трубкам рекомендуется поверхности, соприкасающиеся с эпоксидным компаундом, предварительно покрыть клеем ПЭД-Б.

После отвердевания компаунда проверяют изоляцию жил между собой и по отношению к оболочке кабеля. Монтируют соединитель на «холодном» конце кабеля. После припайки жил к хвостовикам контактов на разъем надвигают защитный стакан, который прикрепляют

Рис. 21. Заделка «холодного» конца кабеля КЖА.

1 — соединитель;
2 — стакан;
3 — эпоксидная заделка.



к корпусу разъема гайкой, а к оболочке кабеля — подкладкой и винтом.

Оба конца бухты защищают полиэтиленовыми мешочками, закрепленными на оболочке. Готовые бухты хранят на стеллажах и вешалах. В помещение реактора бухты транспортируют на автомашине, предварительно уложив их в контейнеры. Для удобства погрузки и подъема контейнеры снабжены кольцами для зацепления строп.

В помещении АЭС бухты с кабелем раскатывают, укладывают и закрепляют в коробах. Концы с «холодной» заделкой протягивают через трубы кабельной проходки и прокладывают по кабельным сооружениям и конструкциям стендов на шите.

Кабели и провода с фторопластовой изоляцией. На атомных электростанциях применяют теплостойкие кабели марок КТФ, КТФЭ, МГСТФ, МГТФ, ГФ и компенсационные провода марки СФКЭ (рис. 22).

Изоляция из фторопласта-4 обеспечивает применение этих кабелей и проводов при температуре до 250°C и относительной влажности до 98%. Кратковременно кабели можно эксплуатировать при температуре до 300°C. Ка-

бели предназначены для фиксированного монтажа в аппаратах и на кабельных конструкциях.

Одножильные и многожильные кабели марок КТФ и КТФЭ рассчитаны для передачи переменного тока напряжением до 250 В и постоянного до 500 В.

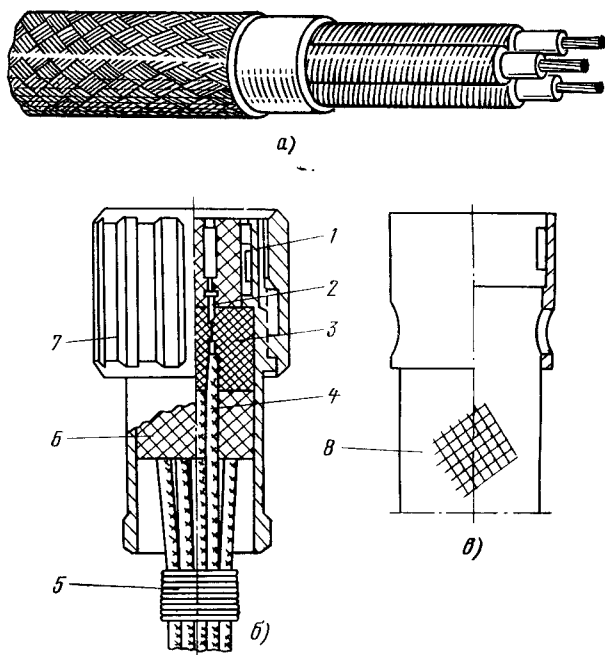


Рис. 22. Присоединение теплостойких проводов и кабелей.

a — кабель КТФЭ; *б* — заделка проводов в соединителе типа СНЦЗ; *в* — ключ для присоединения корпуса к металлорукаву; 1 — корпус; 2 — хвостовик; 3 — изолятор; 4 — провода; 5 — бандаж; 6 — компаунд; 7 — гайка соединителя; 8 — металлорукав.

Жилы кабеля скручены из медных мягких проволок. Кабели марки КТФЭ имеют от 1 до 12 жил сечением 1—1,5 мм². Изоляция выполнена в виде обмотки жилы пленкой из фторопласта-4. Поверх изоляции наложена оплетка из стеклонитей, пропитанных кремнийорганическим лаком. Поверх скрученных жил накладывают двойную обмотку лентами из фторопласта-4. Оплетка из медных луженых проволок поверх общей изоляции служит экраном. Строительная длина кабеля 35 м, но 40

допускается поставка кабелей длиной от 10 м в количестве не более 15% всей партии.

Кабели испытывают напряжением 1500 В переменного тока в течение 1 мин. Сопротивление изоляции кабелей в нормальных условиях составляет 10^5 МОм. При температуре 250°C оно равно $25 \cdot 10^3$ МОм (при влажности 98% сопротивление изоляции не менее 10 МОм).

У проводов марок КГСТФ, МГТФ и ГФ жилы изготовляют из повивов тонких серебряных (МГСТФ) или посеребренных медных проволок. Жилы изолируют фторлоном. Смонтированные провода испытывают напряжением 1000 В в течение 1 мин, сопротивление изоляции должно быть не менее 10^6 МОм.

Провода марки МГТФ сечением 1,5 и 2,5 мм² применяют для монтажа цепей управления сервоприводами на крышке атомного реактора типа ВВЭР-440. Эти провода прокладывают в металлорукавах и присоединяют к двигателям и датчикам положения при помощи теплоустойчивых соединителей типа СНЦ.

При заделке проводов в соединителе типа СНЦЗ (рис. 22,б) жгут проводов, протянутый в металлорукав, обматывают около обреза металлорукава и под фиксирующей скобкой фторопластовой лентой марки ФУМ-1. Металлорукав прикрепляют к лицевой стороне корпуса соединителя специальным ключом (рис. 11,в). Концы жил по маркировке временных бирок подгибают к соответствующим хвостовикам контактов и обрезают. С концов жил при помощи клещей удаляют изоляцию на длину 9 мм. Жилы отгибают в сторону, чтобы не мешать пайке. Плоскогубцами или пинцетом их по очереди заводят в отверстия хвостовиков и припаивают. Со стороны «горячего» конца пайка производится твердым (серебряным) припоем.

Во время пайки изоляцию жил защищают экраном от случайного прикосновения паяльником. Продолжительность пайки не должна превышать 8 с; при более длительной пайке фторопластовая изоляция перегревается и начинает разлагаться с выделением ядовитого газа. Механическая прочность паяного соединения проверяется покачиванием и потягиванием провода.

После пайки жил проводов или кабелей производится герметизация монтажного пространства. Хвостовики контактов заливают компаундом ВИКСИНТ К-18 с подслоем К-10-С (рис. 22,б) и клеем К-300-6. Такой способ

герметизации позволяет монтировать в одном разъеме до 13 проводов диаметром 5 мм или до 5 проводов диаметром до 8 мм.

Термопарные провода изготавливают с жилами из разных термоэлектродных металлов и сплавов: медь — константан, медь — копель (МК), медь — сплав ГП (СП), хромель — копель (ХК), хромель — алюмель (ХА), хромель — копель — алюмель (ХКА), никель — кобальт — спецалюмель (КС), никель — железо — спецкопель (МС). Каждому металлу условно присвоена своя расцветка, например хромелю — фиолетовая, копелью — желтая, алюмелью — белая и т. п.

На АЭС применяют термостойкие компенсационные провода марки СФКЭ, которые изготавливают из различных сочетаний термоэлектродных металлов и сплавов сечением $2 \times 1,0$ и $2 \times 1,5$ мм². Жилы для лучшей гибкости изготавливают из семи проволок. Каждую жилу изолируют двумя слоями стекловолокна с промежуточным слоем из фторопласта. Параллельно уложенные изолированные жилы оплетают стекловолокном и покрывают кремнийорганическим лаком. Провод имеет общую металлическую экранирующую оплетку. Испытывают провода напряжением 1000 В в течение 1 мин. Сопротивление изоляции провода должно быть не менее 500 МОм.

Термопарные провода марки СФКЭ прокладывают по верху реактора в металлорукавах и присоединяют к термопарам при помощи соединителей типов СНЦ9 и СНЦ10. Далее до соединительной коробки зажимов провода защищают коробами или стальными трубами.

Монтаж соединителей на отрезках проводов рекомендуется выполнять в мастерских с применением специальных приспособлений и инструментов. Разделку и пайку концов проводов выполняют, как показано на рис. 22,б. На край экранирующей оплетки провода СФКЭ накладывают бандаж из двух-трех витков луженой проволоки марки ММ0,5 и оплавляют припоем ПОССу-4-6. Многопроволочные жилы расплетают, зачищают наждачным полотном и скручивают под углом 15—30°. Перед пайкой жилы облуживают расплавленным припоем ПОС-40.

Для повышения качества пайки хромелевой жилы можно предварительно покрыть конец жилы латунью. Технология лужения проста. Подготовленный конец жилы нагревают газовой горелкой и вводят флюс — буру.

Концом жилы касаются мелко нарезанной латуни, латунь нагревают до температуры плавления и, поворачивая, окунают жилу в расплавленную каплю латуни. Покрытый латунью конец провода очищают от окисной пленки, наносят флюс (канифоль) и окунают в ванночку с расплавленным припоем ПОС-40, в результате чего и происходит лужение. Затем облуженные хромелевую и копелевую жилы припаивают электропаяльником к хвостовикам контактов соединителей. Места пайки промывают гидролизным спиртом и проверяют качество соединения.

Для заземления экранирующей оплетки проводов СФКЭ к свободному хвостовику соединителя припаивают гибкий медный проводник сечением $1,5 \text{ мм}^2$, длиной 100 мм. На жгут проводов на расстоянии 30—50 мм от места пайки накладывают бандаж из стеклоткани марки ЛСКЛ-155 размером $0,12 \times 20$ мм. Бандаж покрывают лаком КО-85. Места паяк у хвостовиков контактов герметизируют составом ВИКСИНТ У-1-18 и клеем К-300-61 с предварительным нанесением подслоя К-10С. После сборки соединителей мегаомметром 500 В проверяют сопротивление изоляции между токоведущими контактами и между контактами и корпусом; сопротивление изоляции должно быть не менее 5 МОм. Соединитель маркируют лаком или путем гравировки.

Соединение теплостойких кабелей и проводов с помощью муфты выполняется в двух вариантах: для помещений с температурой до 150°C , «жарких» и с температурой до 80°C .

Соединительная муфта для «жарких» помещений монтируется в следующем порядке: экранирующая оплетка сдвигается по кабелю (рис. 23) и временно закрепляется бандажом; сматывается общая поясная изоляция из ленты фторопласт-4 и закрепляется бандажом (у провода СФКЭ чулок из стекловолокна сдвигается по жилам и закрепляется); концы жил зачищаются от изоляции — ленты фторопласт-4 и стеклонити. Производится пайка соответствующих жил кабеля (у провода СФКЭ соответствие жил проверяется магнитом), в качестве припоя применяется сплав ПСр-45 или ПОССу-95-5. Соединение жил выполняется скруткой или в гильзах. Сростки жил изолируются стеклолентой, пропитанной составом АС-8а. Подмотка закрепляется стеклонитью. На жилах восстанавливается изоляция

лентой из фторопласта-4. Все жилы соединения обматываются общей поясной изоляцией — лентой из фторопласта-4 с добавлением ленты ФУМ-1. Затем соединение обматывается двумя слоями стеклоленты, промазанной составом АС-8а. При наличии на кабелях экра-

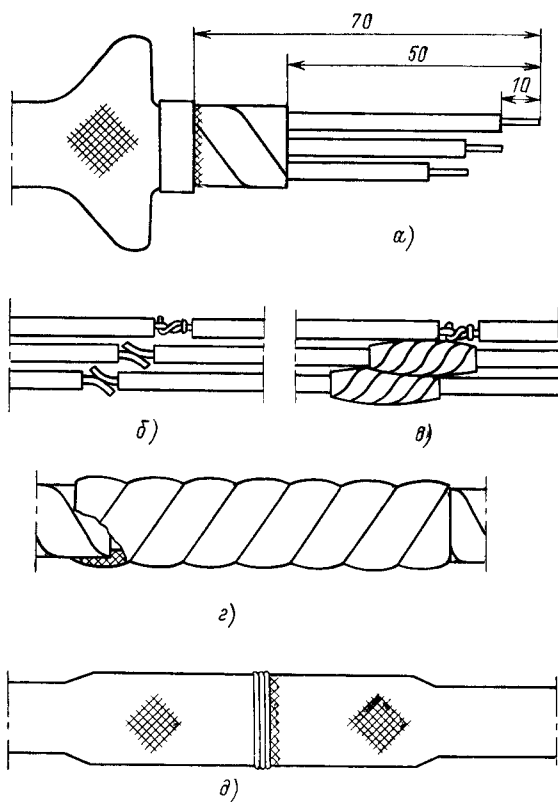


Рис. 23. Монтаж соединителей теплостойких проводов.

а — разделка конца кабеля; *б* — сращивание жил; *в* — наложение изоляции на сросток; *г* — восстановление поясной изоляции; *д* — пайка экрана.

нирующих оплеток они надвигаются на место соединения жил и спаиваются. Отвердение состава АС-8а в муфте происходит через 10 дней. Срок отвердения сокращается при сушке муфты в шкафу при температуре 100—150°C.

Соединительная муфта для помещений с температурой не выше 80°C выполняется также как и для муфт

«жарких» помещений; для промазывания лент в этих муфтах применяется эпоксидный компаунд.

Кабели теплозащитостойкие. К ним относятся кабели с изоляцией из облученного полиэтилена. Этот материал после облучения приобретает новые свойства: рабочая температура изоляции повышается до 60°C, изоляция выдерживает кратковременные повышения температуры до 90 и 150°C, может работать в условиях повышенной радиации (до 10 рад/ч) и высокой относительной влажности (до 100%).

Силовые кабели марки ПвСГ с изоляцией из вулканизированного полиэтилена в свинцовой оболочке предназначены для питания электроэнергией двигателей механизмов атомного реактора типа ВВЭР (табл. 6).

Кабели прокладывают по площадкам и верху реактора в коробах. При повороте радиус закругления должен быть не менее 15 диаметров кабеля. Медные многопроволочные изолированные жилы скручены в жгут и обмотаны лавсановой лентой. В зависимости от поперечного сечения жил толщина свинцовой оболочки составляет от 1,7 до 2,5 мм.

Смонтированные кабели испытывают повышенным напряжением выпрямленного тока: ПвСГ-1—4 кВ и ПвСГ-6—11 кВ в течение 10 мин.

При температуре 20°C значение сопротивления изоляции для кабеля марки ПвСГ-1 должно быть не менее 50 МОм, а для кабеля марки ПвСГ-6 100 МОм.

Оконцевание и соединение силовых кабелей выполняют по инструкциям, разработанным ВНИИКП. Соединительные и концевые муфты рассчитаны на те же параметры окружающей среды, что и сами кабели. Для изоляции жил применяют самослипающиеся ленты марок А, ЛП ЛЭТСАР и ЛЭТСАР. Лента марки А имеет высокие адгезионные свойства к любым материалам, в том числе и к полиэтилену. Электроизоляционная термостойкая самосклеивающаяся облученная резиновая лента ЛЭТСАР — наиболее подходящий материал для муфт и заделок в данных условиях работы. Заделки типа ПвКВЭсл-1 (рис. 24,а) для кабелей напряжением до 1 кВ монтируются в помещении реактора.

Для монтажа заделки с конца кабеля последовательно удаляют свинцовую оболочку и изоляцию с жил кабеля. Длина разделки должна быть не менее 250 мм. На жилы кабеля надевают свинцовую перчатку и припа-

Таблица 6

Марка кабеля	Номинальное напряжение, В	Количество и сечение жил, мм ²	Наружный диаметр, мм	Срок работоспособности кабеля при условиях		
				нормальных	аварийных	
					60°С, 0,1 МПа, 10 рад/ч	90°С, 0,2 МПа, 100 рад/ч

Силовые кабели

ПвСГ-1	1000	3×35	26,6	15 лет	5 раз по 5 ч	1 раз 10 ч
		3×70	35,0			
ПвСГ-6	6000	3×185	52,4			
		1×240	31,9			

Контрольные кабели

КПоЭСВ	380	7×0,75	15,0	15 лет	5 раз по 5 ч	1 раз 10 ч
		7×1,5	16,2			
КПоСГ	600*	27×1,5	19,1			
КПоСГ		14×2,5	16,4			
КПоСГ		7×4	14,6			

Кабели управления

КПЭТИ	220*	12×2×0,7	18	10 лет	5 раз по 5 ч	1 раз 10ч
		7×2×0,7	16			

Сигнальные кабели

СПовр	220*	10×2×0,7	18	—	—	—
-------	------	----------	----	---	---	---

Термопарные кабели

КПЭТИ	20	3×2,5 (Х-А-К)	16	10 лет	5 раз по 5 ч	1 раз 10ч
		2×0,7 (Х-А)	5			
		2×0,7 (Х-К)	5			

Коксиальные кабели

КПОЭ	500	1×0,35	10	10 лет	—	3 ч
			13			

* Постоянное напряжение.

ивают ее к оболочке. Жилы кабеля разводят и изгибают. Радиус изгиба должен быть не менее 10-кратного диаметра жилы. Оконцевание жил производится пайкой. Свинцовая оболочка заземляется медным луженым про-

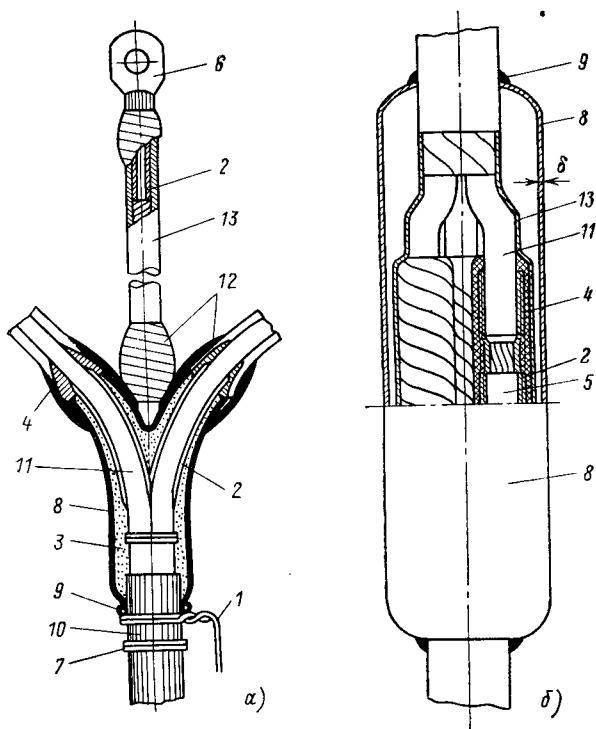


Рис. 24. Соединение и оконцевание термораднационных кабелей.

а — концевая заделка ПвКВСЭ-1; *б* — муфта ПвСсл-1; *1* — провод заземления; *2* — подмотка лентой ЛЭТСАР; *3* — эпоксидный компаунд; *4* — выравнивающая подмотка; *5* — гильза; *6* — наконечник; *7* — бандаж; *8* — свинцовая труба муфты или перчатка; *9* — место пайки; *10* — свинцовая оболочка; *11* — жила; *12* — стеклолента; *13* — трубка.

водом сечением 16—25 мм². Место припайки провода зачищают и облуживают припоем ПОССу-30-0,5, а провод на оболочке закрепляют бандажом и припаявают.

Изоляцию жил кабеля обезжиривают ацетоном, напильником наносят шероховатость; на цилиндрическую часть наконечника накладывают с заходом на изоляцию (30 мм) ленту марки А или ЛП ЛЭТСАР. После нане-

сения адгезионной прослойки выравнивают окончевание жилы и обматывают изоляцию двумя слоями ленты ЛЭТСАР. В свинцовую перчатку заливают эпоксидный компаунд К-115. Заливочное отверстие запаивают. Заделка годна для работы после полного отверждения компаунда — через 24 ч.

Соединительные муфты для кабелей 1 кВ (рис. 24,б) имеют марки ПвСсл-1 (для жил 35—70 мм²) и ПвСсл-2 (185 мм²). Для монтажа муфты используют самослипающиеся ленты и свинцовую трубу. До начала монтажа муфты на один из концов кабеля надвигают свинцовую трубу. Концы кабеля разделяют на расстоянии 180 мм для жил сечением 35—70 мм² и 220 мм для жил 185 мм². Соединение жил выполняют пайкой. В местах соединения восстанавливают изоляцию жил путем обмотки адгезионной лентой марки А, затем лентой марки ЛП ЛЭТСАР и выравнивают лентой ЛЭТСАР. Все изолированные жилы стягивают в плотный жгут общей подмоткой из двух слоев ленты ЛЭТСАР и двух слоев ленты ПХВ. На сросток надвигают свинцовую трубу, она обколачивается с обоих концов деревянным вальком до плотного соприкосновения с оболочкой кабеля. Места прикасания трубы к оболочке кабеля очищают до блеска стальной щеткой, а после нагрева — парафином. Для пайки применяется припой ПОССу-30-0,5. Провод заземления припаивают к оболочкам обоих концов кабелей и к свинцовой трубе муфты.

Заделки для силовых кабелей 6 кВ изолируют лентой ЛЭТСАР и термоусаживаемой трубкой марки ТТЭ-Т, корешок заделки экранируют подмоткой из медной луженой проволоки, заземленной на свинцовую оболочку кабеля.

Контрольные кабели с изоляцией из облученного полиэтилена применяют для коммутации цепей управления, измерения и сигнализации в помещении атомного реактора. Жилы и экранная оплетка у кабелей медные. Жгут изолированных жил обмотан лентой и покрыт свинцовой оболочкой. Кабели не рассчитаны на механические воздействия при прокладке и должны быть защищены.

Для присоединения кабелей к приборам и датчикам используют соединители (см. § 7). Концевые заделки герметичных проходок монтируют с помощью самослипающейся ленты ЛЭТСАР.

Коаксиальные терморadiационностойкие кабели предназначены для соединения ионизационных камер, установленных в центральном зале реактора с промежуточными шкафами соединителей.

Жила кабеля марки КПОЭ из медных луженных оловом проволок обмотана стекловолокном. Поверх стекловолокна наложена изоляция из термостабилизирован-

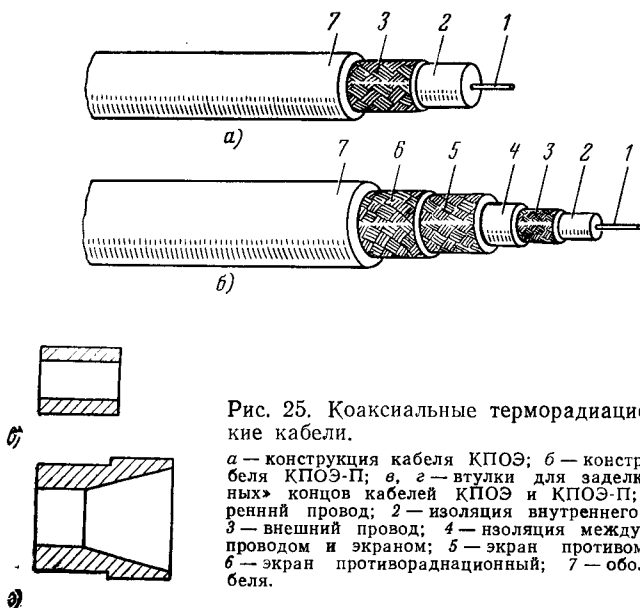


Рис. 25. Коаксиальные терморadiационностойкие кабели.

а — конструкция кабеля КПОЭ; б — конструкция кабеля КПОЭ-П; в, г — втулки для заделки «холодных» концов кабелей КПОЭ и КПОЭ-П; 1 — внутренний провод; 2 — изоляция внутреннего провода; 3 — внешний провод; 4 — изоляция между внешним проводом и экраном; 5 — экран противоманнитный; 6 — экран противорадиационный; 7 — оболочка кабеля.

ного полиэтилена (рис. 25,а). Она рассчитана на номинальное напряжение 500 В постоянного тока. На изоляцию нанесено покрытие из полупроводящего слоя и наложен экран, выполненный в виде оплетки из медных проволок. Оболочка кабеля — также из термостабилизированного полиэтилена.

У кабелей марки КПОЭ-П (рис. 25,б) кроме первого есть второй экран, состоящий из двух оплеток: стальной и медной. Между первым и вторым экранами наложен изоляционный слой из термостабилизированного полиэтилена. При этом сопротивление изоляции кабеля в нормальных условиях должно быть не менее 10^{12} Ом, а между двумя экранами 10^{11} Ом. Кабели испытывают напряжением 2000 В в течение 1 мин. Кабели выдерж-

живают многократные перегибы вокруг цилиндра диаметром не менее 120 мм. Перед монтажом концевых заделок на кабелях марок КПОЭ и КПОЭ-П проверяют сопротивление изоляции мегаомметром 500 В, а также целостность токоведущих жил. Концевые заделки на этих кабелях монтируют во вставках соединителей, поступающих с оборудованием.

Заделку кабеля КПОЭ на «горячем» конце выполняют в следующей последовательности. Конец кабеля протирают ветошью, смоченной в бензине, и закрепляют в зажим монтажного станка. На расстоянии 30 мм от конца кабеля удаляют полиэтиленовую оболочку. На экранную оплетку на расстоянии 22 мм от кольцевого среза оболочки накладывают бандаж из медной проволоки. Концы экрана расплетают и обрезают у бандажа. Оплетка экрана вместе с бандажом сдвигается к отрезу оболочки.

Электроножом или ножом с подогретым лезвием на расстоянии 5 мм от конца жилы кабеля удаляют уступом полиэтиленовую изоляцию, а на оставшейся изоляции делается срез на конус. Жилу провода заделывают в контактной штырь и паяют припоем ПОС-61.

На провод надевают гайку соединителя, затем на оболочку натягивают оплетку экрана, которую закрепляют бандажом из медной проволоки ММ0,5 и припаивают припоем ПОС-61. Конец провода заделывают в корпус вставки и закрепляют гайкой. Собранный заделку погружают на 30 мин в воду, нагретую до 50°C. Появление пузырьков воздуха указывает на нарушение герметичности кабеля. Для устранения неплотностей следует подтянуть гайку или заменить прокладку. Кабели КПОЭ-П и КПОЭ заделываются во вставку соединителя по единой технологии. Оболочку кабеля удаляют по длине на 32 мм, а междуэкранную оболочку — на 29 мм. Оплетку первого экрана сохраняют на длине 24 мм, а второго — на длине 21 мм. На конец кабеля надевают гайку вставки соединителя и обойму. К обойме припаивают все три оплетки двух экранов. Вставку надевают на конец кабеля и закрепляют гайкой. «Холодный» конец кабеля КПОЭ заделывается как в соединитель, так и, для присоединения жил, непосредственно к рядам зажимов промежуточного шкафа. Промежуточные ряды зажимов позволяют сократить расход дорогого терморезистентного кабеля и заменить его обычным радиочастот-

ным кабелем. Для заземления экранов кабелей КПОЭ и КПОЭ-П применяют латунные втулки (рис. 25,в, г), к которым припаивают экраны.

Судовые кабели. Судовые кабели предназначены для работы в особо сырых помещениях с относительной влажностью до 100% и при температуре от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$. Некоторые характеристики судовых кабелей на постоянное напряжение 1000 В и переменное 690 В, применяемых в электроустановках на АЭС, приведены в табл. 7.

Таблица 7

Характеристика кабеля	КНРТ, КНРЭТЭ	НРШМА, НГРШМ	КНР, КНРУ
Количество жил	2—48	1—3 (4—7)	1—3 (4—7)
Сечение жилы, мм ²	1	70—400 (1—2,5)	120—400 (1—2,5)

Токопроводящие жилы судовых кабелей изготавливают из меди или алюминия, в последнем случае вначале обозначения марки добавляется буква А; кабели изолируют резиной или поливинилхлоридным пластикатом. На скрученные изолированные жилы кабеля накладывают оболочку из шланговой резины, поливинилхлоридного пластика или свинца. Для защиты от помех кабели снабжают общим экраном, экраном на жилах или экранами на жилах и оболочке. Общий экран накладывают из медной луженой проволоки. В кабелях марки КНРЭТЭ, предназначенных для цепей управления и связи, не менее 50% жил экранируют металлизированной бумагой, а в кабелях марки СМПЭВ экраном жил служит оплетка из луженой медной проволоки. Судовые кабели обладают изгибоустойчивостью (до 10 изгибов при радиусе 5 диаметров кабеля). Кабель НГРШМ выдерживает до 1600 изгибов. Эти кабели обладают хорошей работоспособностью при отрицательных температурах (минус 40°C), маслобензостойкостью и способностью не распространять горение.

Применяются кабели в силовых цепях (КРШМ, КНР), в осветительных установках (НГРШМ, КНРТ, КНРУ), а также в цепях управления, сигнализации и телефонной связи.

Кабельные заделки. Кабель КНРЭТЭ можно присоединять в коробках и у панелей. Длину кабеля для раз-

делки определяют по наиболее отдаленным местам подсоединения жил; затем отрезают конец по размеру и снимают внешнюю металлическую оплетку (общий экран). Затем снимают резиновую оболочку. Эту операцию выполняют очень осторожно, чтобы не повредить изоляцию на жилах. У корешка на оболочку кабеля наматывают три-четыре слоя стеклоизоляционной ленты или лакоткани для защиты оболочки от перегрева во время пайки. На подмотку натягивают конец общего экрана и закрепляют бандажом. Жилы кабеля разводят по местам подключения, после чего отрезают по размеру концы жил. На жилы без экранов надевают трубки ПВХ, а на жилы с экранами из металлизированной бумаги — чулки из плетенки. Концы чулка со стороны корешка заделки накладывают на внешний экран из медной луженой проволоки. От бандажа выводят провод к контуру заземления. Затем производится пайка бандажа, общего экрана и экранов отдельных жил припоем ПОС-40. В качестве флюса применяют 30%-ный раствор канифоли в этиловом спирте. В корешке на жилы кабеля и на место пайки экрана с заходом на оболочку наматывают несколько слоев ленты ПВХ и смазывают составом ПВХ-1. Жгут жил кабеля скрепляют бандажами или вяжут трубкой ПВХ. На жилы в местах присоединения к рядам зажимов или гребенке напаивают наконечники.

Для монтажа заделки можно использовать полоску Лоскутова (рис. 26). После удаления экранной оплетки и оболочки край оплетки в корешке сдвигают и на оболочку накладывают два-три витка стеклоленты, а затем натягивают оплетку. На длине 25—30 мм от края оболочки оплетку зачищают наждачным полотном и ставят бандаж из луженой или оцинкованной жести (полоска Лоскутова) с заранее припаянным проводом заземления. Бандаж припаивают к экрану. Ниже первого бандажа накладывают второй, который закрепляет провод заземления и улучшает контакт с экраном. На резиновую изоляцию жил надевают трубки ПВХ. Корешок заделки вместе с бандажами обматывают трубкой ПВХ. Оплавленный на спичке конец трубки прижимают бумагой и приваривают к трубке ПВХ, конец бандажа можно приклеить составом ПВХ-1 или лаком ПВХ-26. Провод заземления присоединяют к шинке заземления. Для разделки кабелей марок КНРЭТЭ, СМПЭВ и др.,

у которых на изоляции жил имеется экран, проводятся следующие дополнительные операции. Облуженным медным проводом на фольгу экранов жил наматывают по пять витков. Места намоток облуживают припоем ПОС-61 с помощью электропаяльника. Концы бандажа длиной 100 мм скручивают вместе и припаивают к шинке спецзаземления. Если проектом не предусмотрено

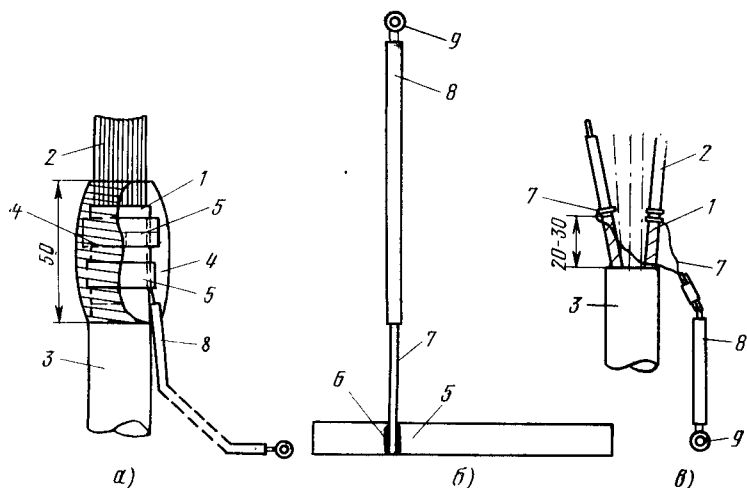


Рис. 26. Заделка судовых кабелей.

а — жилы без экранов, заземление полосками Лоскутова; *б* — провод заземления; *в* — заземление экранов жил; 1 — экран кабеля; 2 — жила; 3 — оболочка; 4 — подмотка корешка; 5 — полоска Лоскутова; 6 — место пайки; 7 — провод заземления; 8 — трубка ПВХ; 9 — наконечник.

доведение экранов до зажимов приборов, то фольгу экранов у мест заземления обрывают, а на жилы надевают трубки ПВХ. Если предусмотрено экранирование жил до рядов зажимов, то зона неэкранированной изоляции на жилах не должна превышать 50 мм.

После окончания монтажа проверяют правильность присоединения концов кабеля и измеряют сопротивление изоляции.

Сращивание судовых кабелей. При сращивании кабеля производят следующие операции: удаление экрана у оболочки с конца кабеля, отрезание концов и соединение жил, восстановление изоляции и оболочки кабеля, восстановление экрана.

Для сращивания концов кабеля используют монтажный станок (рис. 27). Концы кабеля очищают от за-

грязнения и протирают чистой салфеткой, смоченной в бензине. Протертую бензином плетенку марки ПОС 16×24 (панцирную оплетку) длиной 420 мм надевают на деревянную оправку, ее концы зачищают наждачным полотном и облуживают припоем. Затем плетенку надевают на один из концов кабеля. Зажатые в зажимы станка концы кабеля разделяют. С помощью ножниц для резки металла удаляют с концов кабеля панцирную оплетку на длине 200 мм для кабеля

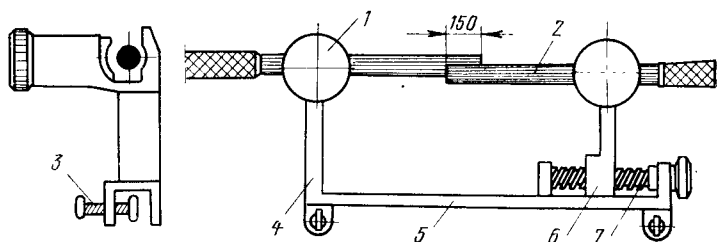


Рис. 27. Монтажный станок.

1 — зажим; 2 — кабель; 3 — крепежный винт; 4 — неподвижная стойка; 5 — станина; 6 — подвижная стойка; 7 — винт.

из двух повивов или 240 мм для кабеля из трех повивов. На длине 160 мм с кабеля удаляют защитную оболочку и срезают ленту, наложенную на повивы жил. Жилы кабеля обрезают по отметкам в местах соединения бокорезами по повивам, начиная с внешнего. Жилы каждого повива отгибают на оболочку и закрепляют временным бандажом. Проверяют целостность жил и измеряют сопротивление изоляции.

При сращивании жил, не имеющих экранов, с концов жил удаляют изоляцию на длине 30 мм и часть жил зачищают наждачным полотном. Концы жил смазывают спирто-канифольным раствором и облуживают, погружая в расплавленный припой ПОС-40 в стаканчиковом паяльнике.

Одноименные жилы скручивают для пайки, начиная с центральной жилы, последовательно по всем повивам. Сросток смазывают спирто-канифольным флюсом и пропаивают припоем ПОС-40 электропаяльником. Места пайки протирают салфеткой, смоченной в бензине, обрезают заусенцы и наплывы припоя и изолируют черной прорезиненной лентой.

Экраны из металлизированной бумаги соединяют куском медной плетенки, надетой на жилы до пайки. После пайки плетенку сдвигают на изолированный сросток. Участок соединения концов кабелей обматывают одним слоем прорезиненной изоляционной ленты. На резиновой оболочке кабеля у среза ножом делают фаски и придают наждачной бумагой шероховатость. Подготовленный для вулканизации участок кабеля протирают тряпкой, смоченной в бензине. Соединяемый уча-

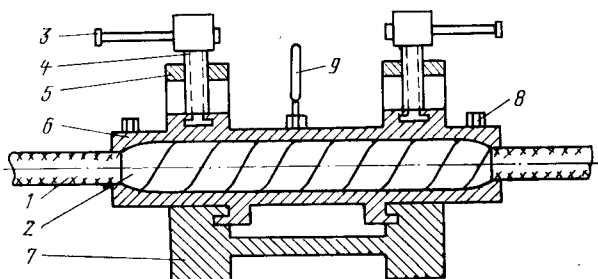


Рис. 28. Станок для вулканизации.

1 — оболочка; 2 — подмотка из сырой резины; 3 — рукоятка; 4 — винт; 5 — стойка; 6 — пресс-форма; 7 — станина; 8 — бобышка; 9 — термометр.

сток и часть оболочки обматывают полосой сырой резины марки ПШН. Подготовленный сросток закладывают в соответствующую по размерам пресс-форму (рис. 28), нагретую до температуры 30—35°C. Пресс-форму зажимают в станок для вулканизации и предварительно формируют сросток. Образовавшиеся наплывы в разьеме формы срезают ножом, а сросток, зажатый в форме, прогревают пламенем газовой горелки до 160—170°C в течение 25 мин. Температуру контролируют термометром. После окончания вулканизации пресс-форму извлекают из станка и охлаждают на воздухе. Кабель извлекают из формы и при помощи острого ножа, смоченного в воде, срезают облой на восстановленном участке оболочки.

Для восстановления панцирной оплетки на кабеле плетенку сдвигают на муфту, а в местах пайки на оболочку накладывают три-четыре слоя подмотки из липкой стеклоткани. Плетенку натягивают на панцирную оплетку и располагают симметрично относительно места сращивания. Оплетку и плетенку зачищают наждачным

полотном на участке 10 мм. Плетенку закрепляют на оплетке при помощи банджа из медной проволоки. Бандаж пропаивают паяльником припоем ПОС-40. После окончания монтажа кабельного соединения проверяют состояние изоляции и целостность жил.

Кабели управления. Кабели управления предназначены для соединения электрических устройств в цепях управления, контроля и информации (табл. 8).

Таблица 8

Характеристики кабеля	Марки кабеля	
	КУГВЭВ, КУГВВЭ, КУГЭВЭВ	КЭРШ, КЭВШ (КУПВ)
Номинальное напряжение, В:		
переменное	380	250
постоянное	500	500
Материал:		
оболочки	Поливинилхлорид	Резина*, поливинилхлорид
изоляции		Полиэтилен
Количество жил	7, 14, 24, 37, 61	7, 14, 19, 24, 37, 52
Сечение жилы, мм ²	0,35 и 0,5	0,35 и 0,5
Испытательное напряжение, кВ	2	2
Время испытания, мин	5	1
Сопротивление изоляции, МОм	5	500

* Для кабелей марки КЭРШ.

Изолированные жилы кабеля экранированы отожженной медной проволокой. В кабелях КУГВВЭ вокруг жгута жил наложен общий экран из алюминиевой фольги. Под экраном продольно заложена медная проволока диаметром 0,4—0,6 мм. В кабеле КУГЭВЭВ жилы могут экранироваться попарно.

В кабелях КЭРШ и КЭВШ (КУПВ) поверх оболочки оплетка может быть выполнена из стальной оцинкованной проволоки, тогда в обозначении маркировки прибавляется буква П. Строительная длина — от 30 до 70 м. Кабель рассчитан для работы при температуре от 40 до 60°С и относительной влажности $95 \pm 3\%$.

Кабельные заделки. Заделки на кабелях управления выполняются электромонтажником 4-го разряда по вто-

ричным цепям. Известны два способа монтажа концевых заделок.

По первому способу разделку кабеля КУГВЭВ 24×0,5 выполняют в такой последовательности (рис. 29):

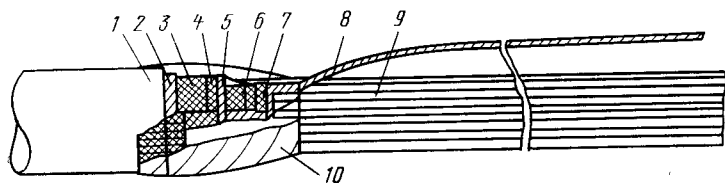


Рис. 29. Концевая заделка кабеля КУГВЭВ.

1 — оболочка; 2 — пленка; 3, 6 — экран на повивах; 4, 7 — петля из экранирующей оплетки; 5 — подмотка из стеклоленты; 8 — заземляющий провод; 9 — жилы со снятыми экранами; 10 — герметизирующая подмотка.

кабель отмеряют, отрезают секторными ножницами и удаляют поливинилхлоридную оболочку и полиэтиленовую пленку при помощи специального ножа (рис. 30,а).

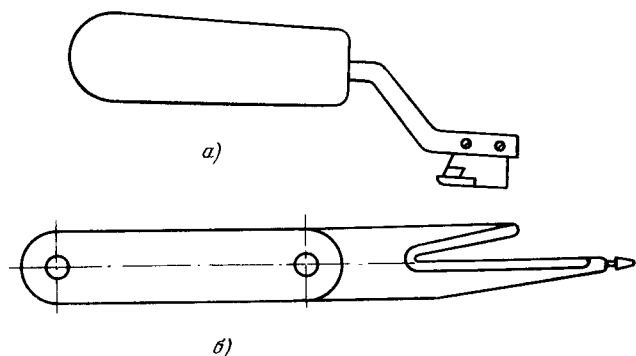


Рис. 30. Инструменты для разделки кабелей.

а — нож для удаления оболочки; б — приспособление для извлечения жил из экранирующей оплетки.

Металлическую оплетку удаляют инструментом (рис. 30,б), имеющим вилку и крючок. Свободные от экранов жилы выравнивают и закрепляют на корешке липкой лентой, поверх которой наматывают два-три слоя лакоткани марки ЛШС шириной 20 мм. Конец лакоткани подклеивают клеем ПХВ-1. На жилы первого наружного повива укладывают металлические оплетки, кото-

рые образуют общий экран. Экран стягивают биндом из медной проволоки диаметром 0,1—0,05 мм на расстоянии 2—3 мм от края подмотки локоткани. Возле проволочного бинда ножницами обрезают лишние концы экранирующих оплеток (кроме одной). Оставшиеся короткие концы оплеток загибают на бинд экранов наружного повива жил. Общий экран и наружные концы затягивают петлей оставленного длинного конца оплетки. Поверхность экрана и петли зачищают наждачным полотном, протирают салфеткой, смоченной ацетоном. Кисточкой наносят спирто-канифольный флюс и паяльником круговую петлю припаивают к экрану. Место пайки зачищают и покрывают защитным лаком. Таким же образом готовят и монтируют заземление экранов на жилах второго и третьего повивов кабеля.

Заземление экранов остальных жил выполняют тем же проводником (оплеткой), каким выполнено заземление жил первого повива. Жилы выравнивают и связывают в жгут при помощи перфоленты и кнопок или трубки ПХВ. Корешок заделки обматывают липкой лентой ПХЛ с заходом на оболочку и на жилы выше экрана третьего повива. Конец оплетки, припаянный к экранам всех жил, выводят под винт на шинку заземления; на жилы напаяют наконечники и концы присоединяют к зажимам.

По второму способу монтаж заделки и заземление экранирующих оплеток выполняют иначе: измеряют длину кабеля, подлежащего разделке, и лишнюю часть отрезают. Удаляют оболочку с кабеля. Определяют маркировку жил, после чего жилы выравнивают, укладывают в потоки и разводят к местам подключения. Заделка корешка может быть выполнена полиэтиленовой втулкой или подмоткой из ленты ПХВ. Заделку прикрепляют скобой к конструкциям панели или шкафа. Жгут жил скрепляют биндами или трубкой ПХВ. В изгибах у зажимов жилы извлекают из оплетки при помощи приспособления (рис. 30,б). Для присоединения с концов жил удаляют изоляцию и припаивают наконечники или обжимают концы жил в пистонах. Освободившиеся концы экранирующих оплеток отгибают в сторону заземляющей шинки.

Заземляющая шинка изготавливается из многопроволочного медного проводника сечением 6 мм², предвари-

тельно облуженного припоем ПОС-61 по всей длине. Концы оплеток жил припаивают к шинке, а шинку с наконечником прикрепляют к заземляющему контуру щита.

Места паек заземляющих проводов закрашивают цапонлаком.

Сращивание кабелей управления. В отдельных случаях возникает необходимость отрезки кабелей соединять в муфтах (рис. 31), например на трассах, превы-

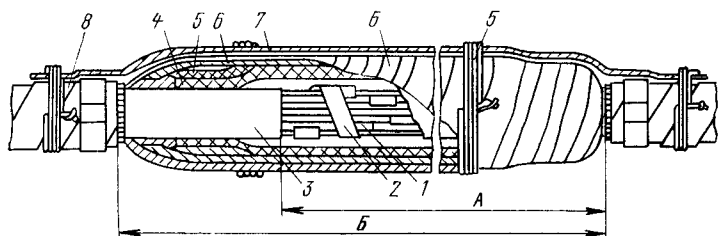


Рис. 31. Соединение кабелей в поливинилхлоридной муфте.

1 — соединение жил; 2 — бандаж из ленты; 3 — оболочка кабеля; 4 — муфта; 5 — бандаж; 6 — обмотка лентой ПВХЛ; 7 — сплошная обмотка; 8 — бронеленты.

шающих по размерам строительную длину кабеля, или при повреждении проложенного кабеля. Надежность соединения кабелей обеспечивается хорошим электрическим контактом токоведущих жил, экранирующих и защитных оплеток.

Кабели управления с поливинилхлоридной или резиновой оболочкой соединяют в поливинилхлоридных муфтах. Для изготовления муфт применяют оболочку кабеля большого диаметра (на 4—5 мм).

Концы кабелей разделяют, как показано на рис. 31, размеры приведены в табл. 9.

Сращивание концов кабеля выполняют следующим образом. На рабочем месте устанавливают монтажный станок. Концы кабелей закрепляют в зажимах. Оболочку протирают чистой салфеткой, смоченной в бензине. На конец одного кабеля надевают трубку ПВХ подходящего диаметра и сдвигают в сторону. С концов кабеля удаляют оболочку. При наличии на жилах экранирующей оплетки последняя сдвигается в сторону. Жилы обрезают ступенчато. На жилы надевают трубки ПВХ

длиной 50 мм (в соответствии с материалом изоляции жил). На расстоянии 10 мм от конца удаляют изоляцию с жил. Жилы зачищают наждачным полотном, смазывают спирто-канифольным раствором и облуживают, погружая в припой ПОС-61, расплавленный в стаканчиковом паяльнике. Одноименные жилы кабелей соединяют согласно их расположению по повивам относительно счетной пары жил. Скрутку жил паяют электропаяльником. При пайке для предохранения изоляции соседних

Таблица 9

Сечение жилы, мм ²	Количество жил	Б, мм
0,75—1,0	2—4	150
0,75—1,0	6—10	200
0,75—2,5	14—19	250
0,75—2,5	24—37	300

жил применяют прессшпан. После пайки срезают наплывы олова и заусенцы; места пайки протирают чистой тряпкой, смоченной в бензине. На место пайки жил надевают изоляционную трубку и накладывают изоляционную липкую ленту. Толщина восстановленной изоляции должна быть не менее толщины заводской изоляции жилы. При наличии на жилах экранирующей оплетки ее следует надвинуть на изолированное место сращения и пропаять. Пайку следует вести осторожно, чтобы не повредить изоляцию жил. Соединенные жилы стягивают липкой лентой ПХЛ. Оболочки кабелей, а также концы трубки обезжиривают бензином или ацетоном, и трубку (муфту) надвигают на сращок кабелей. Оболочку под трубкой смазывают составом ПХВ-2. Концы трубки стягивают плотным бандажом из крученого шпагата. Бандаж пропитывают составом ПХВ-1 и поверх него накладывают в три слоя ленту ПХЛ, захватывая часть трубки и защитные покровы кабеля. К панцирной оплетке припаивают перемычку из гибкого медного провода сечением 6 мм². Муфта начиная от защитных покровов обматывается в два слоя киперной лентой, пропитанной составом ПХВ-1.

Соединение кабелей можно выполнять в эпоксидных муфтах.

4. МОНТАЖ КОНТРОЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Контрольные кабели на АЭС применяются в цепях измерения, сигнализации и защиты в распределительных устройствах всех напряжений и установках собственных нужд. Контрольные кабели изготавливают с жилой из одной медной или алюминиевой проволоки, поверх которых накладывают изоляцию из поливинилхлорида, резины или полиэтилена. Толщина изоляции в зависимости от сечения жил (0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6 и 10 мм²) от 1 до 1,2 мм. Контрольные кабели выпускают для жил сечением от 0,75 до 1,5 мм² с 4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37 и 52 жилами, при сечении 2,5 мм²—с 4—37 жилами, при сечении 4, 6 и 10 мм²—с 4, 7 и 10 жилами. Марки кабелей с медными жилами: КВВГ, КВВБ, КВВБГ, КВПГ, КВПБ, КВПБГ, КВРГ, КВРБ, КВРБГ, КНРГ, КНРБ, КНРБГ, КСРГ, КСРБ, КСРБГ, КСРК.

Буквы в типовом обозначении расшифровываются следующим образом: первая буква К—контрольный кабель; вторая буква—материал оболочки: В—винил, Н—найритовая резина, С—свинец; третья буква—материал изоляции жилы: В—винил, П—полиэтилен, Р—резина; четвертая и пятая буквы—наличие защитных покрытий: Г—голая (без покрытий); Б—бронированная стальными лентами, К—бронированная круглыми проволоками.

Кабели с алюминиевой жилой имеют в начале маркировки букву А, например АКВВГ.

Контрольные кабели с алюминиевыми жилами на АЭС не применяются.

Определить жилу без прозвонки можно по цветной счетной паре жил в каждом повиве. Эти жилы имеют расцветку, отличающую их одну от другой и от остальных жил.

Изоляция жил кабеля из резины и полиэтилена должна иметь сопротивление не менее 50 МОм·км, а из поливинилхлорида—не менее 5 МОм·км. Кабель испытывают напряжением 2 кВ в течение 5 мин.

Концевые заделки контрольных кабелей. В зависимости от условий окружающей среды и марки кабеля рекомендуется применять различные типы концевых заделок.

Сухие заделки. Самая простая заделка для кабелей с изоляцией из поливинилхлорида, резины и поли-

Этилена — это сухая заделка в кабельных оконцевателях. В зависимости от количества и сечения жил применяют соответствующие типоразмеры оконцевателей (табл. 10 и рис. 32,а).

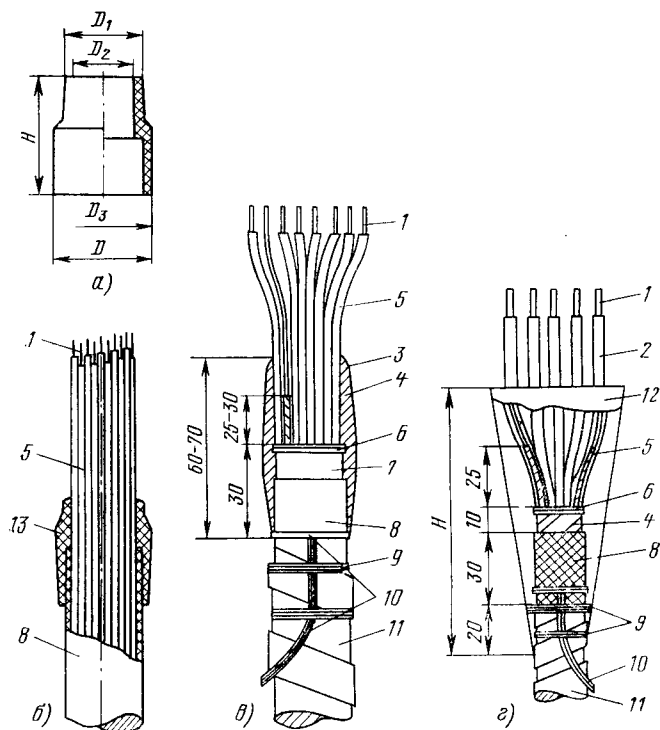


Рис. 32. Концевые заделки контрольных кабелей.

а — оконцеватель кабеля; б — заделка с оконцевателем; в — для сырых помещений; г — для особо сырых и жарких помещений; 1 — жила; 2 — трубка ПВХ; 3 — бандаж из шпагата; 4 — подмотка ленты; 5 — изоляция жилы; 6 — бандаж из ниток; 7 — поясная изоляция; 8 — оболочка; 9 — бандаж из проволоки; 10 — пайки заземляющего проводника; 11 — бронеленты; 12 — эпоксидный корпус; 13 — оконцеватель.

На жилы с резиновой и полиэтиленовой изоляцией для предохранения ее от старения надевают трубки ПВХ. Корешок заделки обильно смазывают составом ПВХ-1 и надевают оконцеватель.

Такие заделки монтируют в сухих помещениях.

Заделка с применением ленты ПВХ и трубок ПВХ пригодна для кабелей с пластмассовой и

резиновой изоляцией для помещений с проводящей пылью, с химически активной средой, сырых и жарких. Сухая заделка этих кабелей монтируется в следующей последовательности. Удаляют защитные покровы и оболочку (рис. 32,б,в). Металлические защитные покровы заземляют медным сечением 4—6 мм². На жилы кабеля проводом надевают трубки ПХВ, корешок заделки закрепляют подмоткой из ленты ПХЛ или ЛЭТСАР и бандажом из шпагата. Бандаж покрывают составом ПХВ-1.

Таблица 10

Тип оконцевателя	Размеры, мм				Количество и сечение жил кабеля, мм ²
	D_1	D_2	D_3	$H=D$	
ОК-1	14,7	12,1	15,4	18,4	4×1,5
ОК-2	17,0	14,0	17,8	22,4	7×1,5
ОК-3	14,0	18,0	22,8	28,6	7×2,5
ОК-4	25,3	20,5	26,0	32,8	14×1,5
ОК-5	28,0	22,5	28,6	36,1	14×2,5
ОК-6	31,8	25,7	32,4	41,0	27×1,5
ОК-7	37,5	30,0	38,2	48,0	37×1,5

Для жарких и особо сырых помещений корешок следует закреплять лентой ЛЭТСАР и бандажом из шпагата.

Сухая заделка контрольных кабелей с бумажной изоляцией монтируется с применением эмалей или лаков ПХВ или эпоксидного компаунда. После разделки кабеля (рис. 32,г) и заземления металлических покровов снимают бумажную изоляцию с жил, сохраняя ее на длине 30 мм от края оболочки. Жилы кабеля разводят и обезжиривают бензином или ацетоном. Удаляют поясок металлической оболочки у корешка разделки. На поясную изоляцию накладывают бандаж из суровых ниток. На расстоянии 250—300 мм от корешка жилы покрывают лаком или компаундом и надевают на них трубки ПХВ с косым срезом на концах. Трубки, поясную изоляцию и оболочку кабеля на участке 60—80 мм обильно смазывают эмалью ПХВ-26, или составом ПХВ-1, или компаундом К-115. Корешок заделки и оболочку кабеля обматывают киперной или тафтяной лентой в три-четыре слоя, промазывая каждый слой эмалью, лаком или компаундом. Поверх намотки

накладывается бандаж из крученого шпагата. Заделку дважды покрывают эмалью, составом или компаундом.

Эпоксидная заделка для контрольных кабелей с бумажной изоляцией пригодна для любых помещений с температурой не выше 60°C . Монтаж заделки ведется в следующем порядке. Производится ступенчатая разделка конца кабеля. Неизолированные жилы кабеля покрывают на длине 100—150 мм эпоксидным компаундом и надевают на них трубки ПВХ. Концы трубок перед монтажом обезжиривают ацетоном и покрывают клеем ПЭД-Б. Конец кабеля закрепляют в вертикальном положении, жилы разводят, металлическую оболочку кабеля подматывают в два слоя киперной лентой, промазанной эпоксидом, надевают съемную форму и заливают ее эпоксидным компаундом. Заделку выдерживают в форме 24 ч при температуре не ниже 10°C , а затем форму снимают.

Соединительные муфты. При сращивании двух кабелей должны быть обеспечены:

надежный электрический контакт между жилами при достаточной механической прочности;

высокая изоляция жил соединяемых кабелей;

защита места соединения от проникновения влаги;

защита сrostка от механических воздействий и вредных влияний окружающей среды.

Для соединения контрольных кабелей применяются поливинилхлоридные, эпоксидные и свинцовые муфты. Для кабелей с оболочкой из резины можно применять горячую вулканизацию.

Соединительная муфта типа ПСКМ применяется для кабелей с оболочкой из поливинилхлоридного пластика (рис. 33,а, табл. 11).

Сращивание кабелей должно производиться в помещении с температурой не ниже $+10^{\circ}\text{C}$. При работе вне помещений рабочее место защищается палаткой. До начала разделки концы кабелей протирают чистой тряпкой, смоченной в бензине Б-70, и закрепляют в зажимах монтажного станка (рис. 33,б) с таким расчетом, чтобы они перекрывали друг друга на 150 мм. На один из концов кабеля надевают корпус муфты ПСКМ, а на второй—конус муфты (рис. 33,в). Ножом удаляют оболочки с концов кабеля на длину 160 мм для кабелей с двумя повивами (от 10 до 19 жил) и на длину 200 мм для кабелей с тремя повивами (от 19 до 37 жил). Мегаомметром

500 В типа МС-05 проверяют состояние изоляции кабеля, а пробником—целость его жил (рис. 33,а). Затем начиная с внутреннего повива обрезают жилы (рис. 33,б) и удаляют изоляцию. Перед сращиванием двух жил на одну из них (длинную) надевают поливинилхлоридную трубку длиной 50 мм (для жил сечением 2,5 мм² диаметр трубки 6 мм, для жил сечением 10 мм²—10 мм). Жилы

Таблица 11

Количество жил кабеля	Сечение жилы, мм ²	Типоразмер муфты ПСКМ	Размеры, мм			
			L	L ₁	d ₁	d ₂
4; 5; 7 10 14; 19 27; 37	2,5	10×2 30×2 50×2 100×2	220 275 295 405	170 235 245 350	10,5 15,0 20,0 27,5	27 31 39 48
4; 7 10	4	30×2 50×2	275 295	235 245	15,0 20,0	31 39
4 7 10	6	30×2 50×2 100×2	275 295 405	245	20,0	39
4; 7 10	10	50×2 100×2	295 405	245 350	20 27,5	39 48

зачищают шлифовальной бумагой и скручивают (рис. 33,в). На медные жилы наносят бескислотный флюс и спаивают их припоем марки ПОС-40. На скрученные алюминиевые жилы с конца кисточкой наносят флюс ВАМИ. Концы жил сваривают пропан-бутановой горелкой или контактным разогревом до образования на конце скрутки шарика (рис. 33,г). Место пайки или сварки протирается чистой тряпкой, смоченной в бензине. Скрутку загибают в сторону короткой жилы. Поливинилхлоридную трубку, надетую ранее на жилу, надвигают на сrostок (рис. 33,з). Затем соединение обматывают поливинилхлоридной лентой в один слой с 50%-ным перекрытием предыдущих витков. Лента должна накладываться на оболочку сращиваемых кабелей на 5 мм с каждой стороны (рис. 33,и).

Сварка муфты ведется в следующей последовательности. Оболочкам кабеля, концу муфты и конусу стальной щеткой придается шероховатость на длине 35 мм.

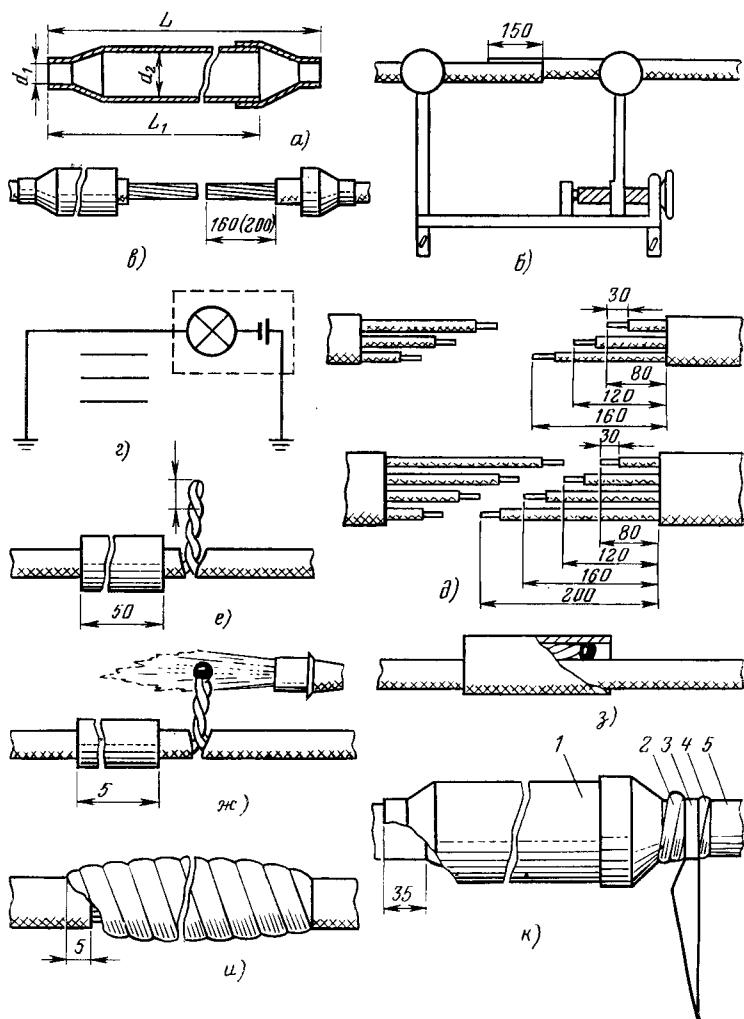


Рис. 33. Технология монтажа муфты ПСКМ.

a — корпус муфты; *б, в* — разделка кабеля; *г* — проверка изоляции и целостности жил; *д* — разделка жил; *е, ж* — пайка и сварка жил; *з* — изоляция срезка жилы; *и* — изоляция срезка кабелей; *к* — сварка концов муфты с оболочкой; *1* — муфта; *2, 4* — резиновый жгут; *3* — нагреватель; *5* — оболочка кабеля.

Части муфты надвигают на сросток, чтобы середина муфты совпала с серединой сростка. По диаметру оболочки кабеля и корпуса муфты подбирают нагревательные вкладыши. Участок муфты-трубки, в котором находятся нагревательные вкладыши, плотно обматывают резиновым жгутом, а у торцов муфты накладывают подмотку из кабельной бумаги (рис. 33,к). Хвостовую часть вкладышей нагревают пламенем газовой горелки. После окончания сварки нагревательные вкладыши самопроизвольно выдавливаются из муфты. Резиновый жгут удаляют через 2—3 мин после извлечения вкладышей. Герметичность сварных швов готовой муфты проверяют с помощью специального приспособления, которое имеет иглу со шлангом для подачи внутрь муфты воздуха под давлением 0,15 МПа. Для проверки плотности муфты ее на 2 мин погружают в ванну с водой или покрывают места сварки мыльной эмульсией. Неплотности и отверстия от прокола заваривают путем прикосновения нагретого металлического стержня.

После окончания монтажа проверяют правильность соединения жил, отсутствие обрывов и измеряют сопротивление изоляции. Отсутствие обрывов жил в муфте проверяется пробником. На кабеле у муфты прикрепляют пластмассовую бирку, на которой указывается номер муфты, дата монтажа, фамилия и инициалы кабельщика.

Т а б л и ц а 12

Типоразмер муфты	Сечение жилы, мм ²	Диаметр кабеля, мм
СЭК-1	0,75—2,5; 4; 6	До 23
СЭК-2	0,75—2,5; 4—6; 10	От 23 до 30
СЭК-3	1,5—2,5	Более 30

Эпоксидные соединительные муфты типа СЭК (табл. 12) устанавливаются на контрольных кабелях всех марок, в том числе и на кабелях с металлической оболочкой и бумажной изоляцией.

В монтажный комплект соединительной муфты типа СЭК входят корпус муфты из двух половин, наполненный эпоксидный компаунд, отвердитель, провод заземления, лента киперная, нитки, бязь, паяльный жир, припой и другие материалы. Рабочее место для монтажа

муфт должно быть защищено от пыли и атмосферных осадков. Температура в помещении должна быть не ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Монтаж ведет звено из двух человек 5-го и 3-го разрядов.

Перед началом монтажа концы кабелей с бумажной изоляцией разделяют на длине 100—150 мм. Пинцетом берут бумажную ленту изоляции и опускают в ковш с разогретым парафином (рис. 34,а). При появлении пены или пузырьков изоляция кабеля считается

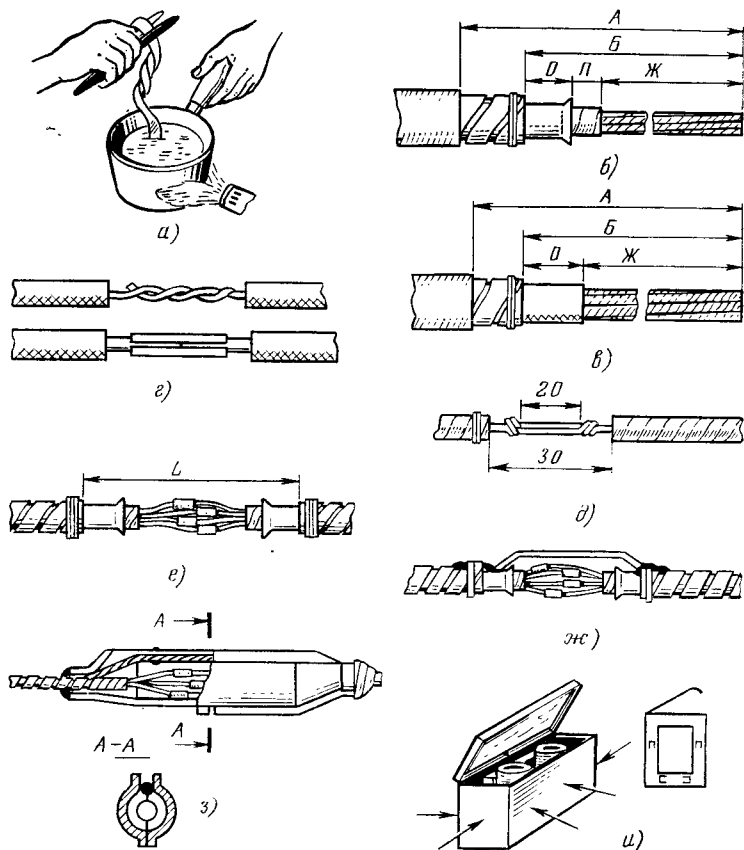


Рис. 34. Технология монтажа муфт типа СЭК.

а — проверка бумажной изоляции на влажность; б, в — разделка конца кабеля с бумажной или пластмассовой изоляцией; г, д — соединение медных и алюминиевых жил; е — изоляция жил; ж — заземление оболочек и бронелент; з — монтаж корпуса муфты; и — подогрев муфт.

влажной. Отрезав кусок кабеля длиной 0,3—0,5 м, проверку повторяют. Сопротивление изоляции кабеля проверяют мегаомметром.

Разделка концов кабеля ведется по размерам, указанным на рис. 34,б,в и в табл. 13.

Для соединения жил кабеля укладывают так, чтобы расстояние L (рис. 34,г) соответствовало типоразмеру муфты. Перед скруткой жил на одну из них надевают

Таблица 13

Типоразмер муфты	Размер, мм					
	А	Б	О	П	Ж	Л
СЭК-1	270/260	220	40/50	10	170	270
СЭК-2	320	280	45/55	10	225	330
СЭК-3	390	340	50/60	10	280	390

Примечание. В числителе — для кабелей с бумажной изоляцией, в знаменателе — с поливинилхлоридной изоляцией.

отрезок поливинилхлоридной трубки длиной 40 мм и диаметром 4 мм при сечении жил до 2,5 мм², диаметром 6 мм при сечении 4 мм². С концов жил снимают изоляцию и зачищают их. Гильзы или место скрутки медных жил пропаивают припоем ПОС-40 с помощью электропаяльника (рис. 34, г,д). Алюминиевые жилы паяют припоем марки А. Места пайки зачищают и нажимают на них трубки. Места соединений жил должны располагаться «вразбежку». Металлические оболочки и бронепокровы заземляют с помощью медного гибкого луженого провода сечением 4 мм² для муфт СЭК-1 и 6 мм² для муфт большего размера. Перед пайкой концы провода заземления расплетают и прикрепляют бандажами к металлическим оболочкам и бронелентам. Места соединений пропаивают припоем марки ПОС-40 с помощью паяльника. Время пайки не должно превышать 3 мин (рис. 34,ж).

Перед установкой корпуса муфты металлические или пластмассовые оболочки тщательно зачищают ножовочным полотном или стальной щеткой. Оболочки из поливинилхлорида смазывают клеем ПЭД-Б и сушат в течение 30 мин. На кабельное соединение устанавливают корпус муфты, торцы уплотняют смоляной лентой, а швы промазывают пластилином. Провод заземления ук-

ладывают в литник. Если заземление выполнено изолированным проводом, его укладывают в муфту вместе с жилами кабеля (рис. 34,з).

Очищенные снаружи банки с компаундом вскрывают и подогревают до 60—70°C. Компаунд тщательно перемешивают и охлаждают до 20—25°C, затем вводят отвердитель и снова перемешивают. Через 10—15 мин отстоявшийся компаунд заливают в муфту тонкой струей.

Если монтаж ведется при температуре ниже +5°C, муфта помещается в газовую грелку, где поддерживается температура 20—25°C (рис. 34,и). После монтажа муфты сопротивление изоляции кабеля проверяется мегаомметром, его значение должно быть не менее 0,5 МОм. Муфта маркируется биркой и регистрируется в кабельном журнале.

Монтаж муфт с применением самослипающихся лент и термоусаживаемых трубок. В зависимости от диаметра кабеля и количества жил применяются муфты, перечисленные в табл. 14.

Таблица 14

Типоразмер муфты	Сечение, мм ² (количество жил)	Размеры, мм		
		Длина муфты	Длина жилы	Диаметр муфты
СПС-К-1	0,75—10 (4—8)	200	150	25
СПС-К-2	0,75—4 (10—37)	300	250	30
СПС-К-3	0,75—1,5 (27—52)	350	300	40

До начала разделки на один из концов кабеля надвигают термоусаживаемую трубку соответствующего диаметра. Концы кабеля разделяют. Соединение жил выполняют вразбежку с соблюдением взаимного расположения жил по повивам и паяют. Сrostки жил изолируют лентой ЛЭТСАР. Оболочку обезжиривают ацетоном и обрабатывают ножовочным полотном. Место соединения смазывают кремнийорганическим лаком. На место соединения кабелей надевают термоусаживаемую трубку. Трубку размещают таким образом, чтобы она перекрывала на 30 мм оболочки кабелей с обеих сторон сrostка.

Трубку нагревают струей горячего воздуха при температуре до 180°C (или пламенем газовой горелки). На-

гревание ведут по всей поверхности трубки до плотного облегания сростка.

Соединение кабелей в резиновой муфте. Кабели с резиновой оболочкой и изоляцией жил целесообразно сращивать способом вулканизации с применением резины марки ПШН. Концы кабелей протирают чистой тряпкой, смоченной в бензине. Монтаж выполняют в станке, а вулканизацию резины — в пресс-формах с набором вкладышей для разных диаметров кабеля. Концы кабеля разделявают, удаляя последовательно защитные и изоляционные покровы. Жилы кабеля соединяют вразбежку, но по возможности ближе к центру. После удаления изоляции поверхность жил в местах пайки зачищают напильником и протирают тряпкой, смоченной в бензине; затем жилы спаивают. Места соединений изолируют прорезиненной изоляционной лентой с 50%-ным перекрытием и с заходом последнего слоя на основную изоляцию. Для восстановления резиновой оболочки сее торцов срезают фаски и зачищают оболочку напильником по 30 мм с каждой стороны. Полосы из резины марки ПШН протирают тряпкой, смоченной в бензине, и наматывают на сросток кабелей на 1—2 мм толще, чем внутренний диаметр вкладыша пресс-формы. Верхний слой резины должен перекрывать оболочку кабелей не менее чем на 20 мм.

Бронеленты на кабеле соединяют перемычкой из медного гибкого провода, а муфта закладывается в защитный кожух.

5. МОНТАЖ РАДИОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЕЙ

Радиочастотные кабели на АЭС предназначены для соединения различных радиотехнических установок и приборов, для связей датчиков с сигнальными и управляющими приборами, работающими при частотах 1 МГц.

По конструктивному исполнению радиочастотные кабели делят на коаксиальные кабели марки РК и симметричные (двухжильные) кабели марки РД. У радиочастотных коаксиальных кабелей первая цифра в обозначении марки (табл. 15) характеризует волновое сопротивление кабеля в омах, вторая — диаметр изоляции жилы и третья — порядковый номер конструкции кабеля, характеризующий материал изоляции.

Радиочастотные кабели со сплошной полиэтиленовой изоляцией предназначены для работы при температурах от минус 60 до плюс 85°C и влажности до 98%. Минимальный радиус изгиба равен 5 диаметрам кабеля, а при отрицательных температурах—10 диаметрам. Для повышения пожарной безопасности применение кабелей с полиэтиленовой оболочкой запрещено.

Концевую заделку радиочастотных кабелей обычно выполняют в соединителе. Арматура для оконцевания кабелей поступает комплектно с приборами и аппарата-

Таблица 15

Марка кабеля	Диаметр, мм			Строительная длина, м
	внутреннего провода	изоляции	оболочки	
РК-50-2-13	0,68	2,2	4	50
РК-75-4-15	0,72	4,6	7,3	100
РК-75-4-16	0,26	4,6	7,3	50
РК-75-9-12	1,35	4,6	9	100
РК-100-7-15	0,60	7,3	9,7	50
РД-16	0,68	6,3	11×18,8	25
РД-200-7-11	0,6	7,3	11,3×19,4	50

ми. Разъем состоит из двух частей: кабельной и блочной (смонтированной на приборе).

Для присоединения кабелей РК к зажимам монтируется заделка. При монтаже заделки с кабеля специальным ножом удаляется оболочка (см. рис. 30,а); на расстоянии 5—10 мм от среза оболочки шилом разводится экранная оплетка (внешний провод), в образовавшийся просвет в экране вытягивается жила кабеля. На изоляцию жилы и на экран надевается трубка ПВХ необходимой длины. Корешок разделки обматывается двумя слоями липкой ленты ПВХ. На подмотку накладывается бандаж из ниток 00 или тонкой трубки ПВХ. Заделка покрывается составом ПВХ-1 или ПВХ-26.

Внутренний провод — медный однопроволочный, внешний — плетеный из медных проволок. Изоляция внутреннего провода выполняется из стабилизированного полиэтилена, а оболочка — из поливинилхлорида.

Сращивание радиочастотных кабелей марок РК и РД. При сращивании радиочастотных кабелей с поли-

этиленовой изоляцией предусмотрены следующие операции:

разделка концов кабеля;

соединение внутреннего провода скруткой или гильзой с последующей пайкой;

восстановление полиэтиленовой изоляции кабеля горячим способом; пайка внешнего провода (экрана) и восстановление поливинилхлоридной оболочки.

Концы кабелей очищают салфеткой, смоченной в бензине. На один конец надевают муфту — трубку ПВХ. На

расстоянии 50—60 мм от конца кабеля снимают полиэтиленовую или поливинилхлоридную оболочку. Внешний провод (экран) сдвигают на 23 мм от конца кабеля и удаляют полиэтиленовую изоляцию внутреннего провода (рис. 35). Для

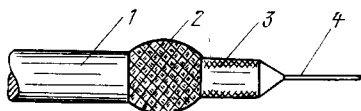


Рис. 35. Разделка конца кабеля РК.

1 — оболочка; 2 — внешний провод; 3 — изоляция жилы; 4 — внутренний провод.

удаления изоляции и оболочки следует применять тернож. При помощи ножа выполняют кольцевые и продольные надрезы, при этом токоведущие части кабеля не должны повреждаться.

Состояние изоляции проверяют мегаомметром на 2500 В. Сопротивление изоляции кабеля должно быть не менее 5000 МОм. Оголенные концы провода зачищают, смазывают спирто-канифольным раствором и облуживают. Концы кабеля зажимают в монтажном станке так, чтобы расстояние между срезами полиэтиленовой изоляции обоих концов кабеля было 15 мм. Провода кабелей скручивают и пропаивают паяльником. Все наплывы и острые концы сглаживают, а остатки флюса удаляют салфеткой, смоченной в бензине. При соединении проводов с помощью гильзы оголенные концы оставляют длиной 8 мм. На облуженные концы внутреннего провода надевают луженую медную гильзу (из листовой меди толщиной 0,3 мм) длиной 13 мм и пропаивают припоем ПОС-40.

Для восстановления полиэтиленовой изоляции внутреннего провода применяют ручной пресс, при помощи которого разогревают полиэтилен (рис. 36,а).

Ручной пресс состоит из латунного цилиндра с ребрами, наконечника с держателем пресс-формы, крыш-

ки с гайкой для создания давления на поршне и винтового устройства с рукояткой и поршнем. На головке пресса имеется рукоятка для удержания пресса рукой.

До начала монтажа ручной пресс заполняют гранулированным полиэтиленом марки П2015-КТ и разогревают его. При работе винт пресса вращают рукояткой и выдавливают жидкий, разогретый до температуры 250—270°C полиэтилен.

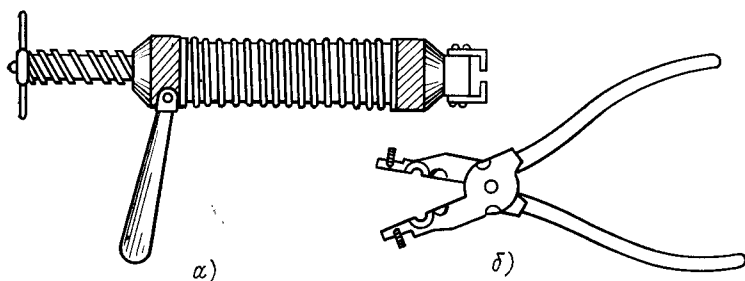


Рис. 36. Инструменты для восстановления полиэтиленовой изоляции. *а* — ручной пресс для разогрева полиэтилена; *б* — специальные клещи.

Специальные клещи для восстановления изоляции (рис. 36,б) имеют форму, литниковые отверстия и щеки для стыкования с ручным прессом. При выполнении работы место сростка зажимают клещами, к литнику присоединяют ручной пресс и в форму подают разогретый полиэтилен до появления его в контрольных пазах с обеих сторон формы. Через 1,5—2 мин опрессования сростка форма раскрывается. На восстановленной изоляции срезают литниковые выступы и облой. Для восстановления внешнего провода с одной стороны оплетку провода надвигают на восстановленную изоляцию внутреннего провода и закрепляют липкой лентой ПХЛ. На этот провод надвигают внешний провод другого конца и по центру сростка ставят бандаж; внешний провод смазывают спирто-канифольным раствором и пропаивают методом полива расплавленным припоем.

Пайка внешнего провода должна быть ровной, без наплывов. После пайки временный бандаж снимают и удаляют остатки флюса салфеткой, смоченной бензином.

Полиэтиленовую оболочку кабеля восстанавливают при помощи полиэтиленовой муфты-трубки длиной 130—

140 мм. Оболочку кабеля зачищают ножом, придают ей шероховатость напильником на расстоянии 40—45 мм от кольцевого среза. На сrostок надвигают полиэтиленовую муфту-трубку. На торцы муфты-трубки наматывают нелипкую полиэтиленовую ленту, поверх которой наматывают с легким натяжением один слой нелипкой стеклоленты. Конец стеклоленты за пределами прогреваемого участка закрепляют медной проволокой. Всю поверхность обмотки стеклоленты равномерно нагревают пламенем газовой горелки. Нагрев продолжают до тех пор, пока не начнет поступать расплавленный полиэтилен.

По окончании сварки концы муфты охлаждают в неподвижном состоянии, с отвердевшей, но не остывшей муфты сматывают стеклоленту и осматривают место сварки. При наличии дефектов — раковин, пузырей, трещин — место сrostка оплавливают.

Восстановление поливинилхлоридной оболочки производят муфтами-трубками ПВХ с помощью нагревательных вкладышей по технологии, приведенной выше. Далее проверяют сопротивление изоляции оболочки кабеля и изоляции между внутренним и внешним проводами. Сопротивление изоляции оболочки измеряют мегаомметром на 500 В, а изоляции между проводами — мегаомметром на 2500 В, оно должно быть не менее 5000 МОм.

6. МОНТАЖНЫЕ КАБЕЛИ И ПРОВОДА

Монтажные кабели и провода предназначены для коммутации электрических цепей в аппаратах, приборах, на панелях, в осветительной арматуре и электродвигателях.

На АЭС применяются различные монтажные кабели и провода. Монтажные кабели МКШ и МКШЭ предназначены для работы при постоянном напряжении 500 В или переменном 380 В частотой до 400 Гц при температуре от минус 40 до плюс 60°C и относительной влажности воздуха до 98%. Жилы кабелей гибкие из медной луженой проволоки сечением 0,35; 0,5 и 0,75 мм². Изоляция жил и оболочка выполнены из поливинилхлоридного пластика. Кабели МКШЭ имеют экранирующую оплетку из медной проволоки. Количество жил в кабелях — от 2 до 14.

При монтаже экранирующую оплетку заземляют медной полоской Лоскутова с заранее припаянным к ней проводом сечением $1,5 \text{ мм}^2$ (рис. 37, а, б, в). Заделку оконцовывают подмоткой из липкой ленты ПХЛ. Для присоединения кабеля к зажимам напаяют наконечники, а при пайке кабеля к лепесткам гребенок или приборов используют припой ПОС-61.

Провода марки РКГМ выпускают с гибкими медными жилами сечением $0,75\text{—}120 \text{ мм}^2$. Изоляция жил

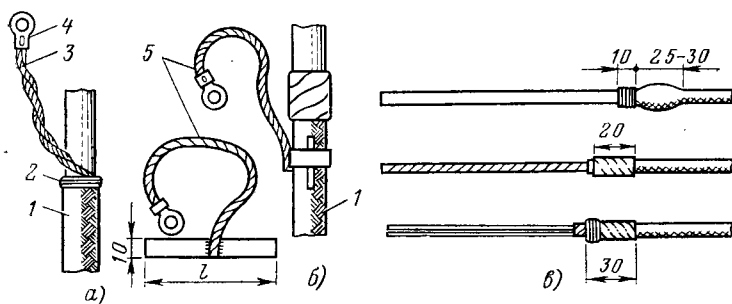


Рис. 37. Разделка монтажного кабеля МКШЭ.

а — заземление экранной оплетки косичками; б — то же полоской Лоскутова; в — порядок разделки конца кабеля; 1 — экранная оплетка; 2 — бандаж; 3 — косичка из экранной оплетки; 4 — наконечник; 5 — провод заземления.

выполнена из теплостойкой (до 180°C) кремнийорганической резины. Поверх изоляции накладывают оплетку из стекловолокна, покрытую теплостойким лаком. Провода испытывают после пребывания в воде напряжением 3 кВ в течение 5 мин. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм. Место пайки в соединениях и соединителях изолируют трубкой из полисилоксановой резины или самовулканизирующей изоляционной лентой марки ЛЭТСАР. Провода марки РКГМ применяют в качестве выводов у электродвигателей и аппаратов, работающих при повышенной температуре или в жарких помещениях с температурой воздуха до 65°C .

Провода марки ПРКС с медными гибкими жилами сечением $0,75\text{—}2,5 \text{ мм}^2$, с изоляцией из кремнийорганической резины в оплетке из стекловолокна, покрытой теплостойкой эмалью, применяются для зарядки светильников. Теплостойкость изоляции провода марки ПРКС до 180°C .

Провода марок ПКГВ и ПКГВ-1 имеют две гибкие многопроволочные жилы. Эти провода имеют жилы следующих сечений: 1; 1,5; 1,8 и 2,5 мм². Изоляция проводов ПКГВ выполнена из пластика ПВХ, а у проводов ПКГВ-1 поверх параллельно уложенных проводов накладывают общую изоляцию из поливинилхлорида с разделительной канавкой между жилами. Провода прокладывают в коробах и защитных трубках; они предназначены для работы при температуре от минус 40 до плюс 65°C и относительной влажности до 98% при 40°C.

Провода экранированные марок ПМЭ и ПМЭ-1, двухжильные с жилами сечением по 0,2 мм, применяют для фиксированного монтажа в аппаратах, работающих при напряжении до 220 В и диапазоне температур от минус 40 до плюс 70°C. Концы проводов присоединяют к лепесткам гребенок и зажимам приборов пайкой припоем ПОС-61.

Провода терморезисторные марки ПКСЛ (ХК) сечением 2×2,5 имеют изоляцию жил из стекловолокна и оболочку из лавсана и рассчитаны для работы при температуре от минус 60 до плюс 90°C. Испытывают их напряжением 1000 В в течение 5 мин. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 25 МОм. Этими проводами соединяют промежуточные ряды зажимов с измерительными приборами. Они значительно дешевле жаростойких кабелей (типа КТМС) или термостойких проводов (типа СФКЭ). Оконцовывают и соединяют их обычной пайкой или зажимами под винт; прокладывают в кабельных коробках или защитных трубках.

7. МОНТАЖ СОЕДИНИТЕЛЕЙ

Соединители служат для соединения и разъединения электрических цепей постоянного и переменного тока. Соединители состоят из блочной (монтируемой на приборе) и кабельной (для оконцевания кабеля) частей. Часть соединителей, в которой установлены гнезда, называется колодкой или розеткой, часть, монтируемая на приборе, — проходником. По форме корпуса соединители делятся на прямые и угловые. Соединители серий СНЦ, РРН и РРМ наиболее распространены на АЭС. Некоторые характеристики соединителей приведены в табл. 16.

Разъемы СНЦ применяют для присоединения термостойких проводов и жил кабелей к датчикам, приборам

и проходам через стены в помещениях, где возможно повышение температуры до 150°C, относительной влажности до 98%, давления до 0,4 МПа.

Диаметры контактов соединителей в зависимости от допустимого тока (10, 25, 50, 100, 200 А) могут быть от 1 до 9 мм.

Таблица 16

Наименование соединителя	Обозначение		Окружающая температура, °С	Рабочее напряжение, В
	действующее	ранее существовавшее		

Соединители нормальных габаритов

Негерметичный	РРН1	ШР	60	850
Герметичный	РРН2	ШРГ	60	850
Специальный негерметичный	РРН4	СШР	60	850
Специальный герметичный	РРН5	СШРГ	60	850
Негерметичный низкого напряжения	РРН9	ШРН	85	350
Теплостойкий негерметичный	РРН12	2РТ-А	250	600
Теплостойкий негерметичный	РРН13	2РТ-К	250	600
Теплостойкий герметичный с латунными контактами	СНЦ3	—	100	560
То же с контактами из сплава хромель-алюмель	СНЦ9	—	100	20
То же с контактами из сплава хромель-копель	СНЦ10	—	100	20

Соединители малогабаритные

Негерметичный с серебряными контактами	РРМ1	2РМ	200	500
Теплостойкий негерметичный	РРМ4	2РМ	200	500
Теплостойкий негерметичный	РРМ8	2РМД	100	500
Герметичный	РРМ15	2РМГ	100	500
Специальный герметичный	РРМ19	2РМГС	100	500
Герметичный с палладированными контактами	РРМ24	РМГ	90	500

Соединители серии СНЦ выпускают с посадочным размером корпуса 30 мм (24 контакта из латуни или термоэлектродных сплавов на ток 0,5 А или 4 контакта из латуни на ток 25 А); второй типоразмер соединителей—52 мм (37 контактов из латуни или термоэлектродных сплавов на ток 0,5 А или 7 контактов из латуни на ток 20 А). Вилка соединителя (блочная часть) закрепляется на аппарате или плите с помощью нажимного кольца и четырех болтов М6 или М8. Розетка (кабельная часть) может иметь прямой или угловой патрубок.

К электрическому монтажу соединителей относят: подготовку к монтажу, пайку проводов и жил кабелей к хвостовикам контактов, установку экранов и защиту монтажного пространства от влаги и загрязнения.

Монтаж должен обеспечить безотказную работу соединителей. Заделка кабелей из жгутов в соединители не должна увеличивать усилия сочленения вилки с розеткой. Изоляция между отдельными токопроводящими цепями, а также между токопроводящими цепями и корпусом соединителя должна быть надежной, не должна допускать пробоев и поверхностных перекрытий. Сопротивление изоляции между токопроводящими цепями должно соответствовать типу соединителя.

Соединители рассчитаны на присоединение обычных проводов методом пайки мягкими припоями. Соединители типов РРН12 и РРМ4 рассчитаны на присоединение теплостойких проводов с применением высокотемпературных припоев. Пайку соединителей типа РРН5 выполняют припоем ПОС-61 с бескислотным флюсом. Соединители с плавающими контактами можно применять только для ввода гибких проводов.

Пайка проводов к контактам соединителей серий ШР, СНЦ, 2РМ производится без механического закрепления при условии жесткого крепления кабеля в непосредственной близости от соединителя при помощи сальников и скоб.

Перепапку контактов диаметром до 1,5 мм в негерметичных соединителях допускается производить 1 раз, контактов большого диаметра — 2 раза.

Таблица 17

Условный диаметр корпуса, мм	Количество контактов	Длина разделяемого кабеля, мм
20, 28	2, 3, 4, 7	12—20
32, 36, 48	10, 15, 20, 26	20—25
50, 60	30, 45, 50	25—35

Разделка кабеля для соединителей серии СШР производится согласно размерам, указанным в табл. 17.

При заделке в соединители экранированных проводов необходимо, чтобы экранная оплетка не входила в изоляционные трубки, надеваемые на контакты, во избежание замыкания. Экраны проводов соединяются вместе и выводятся на свободный контакт соединителя.

Провода, вводимые в соединитель, должны иметь диаметр жилы меньше диаметра отверстия в хвостовике контакта; количество проводов в жгуте должно соответствовать размерам патрубка соединителя; наружный диаметр по изоляции вместе с надеваемой на провод

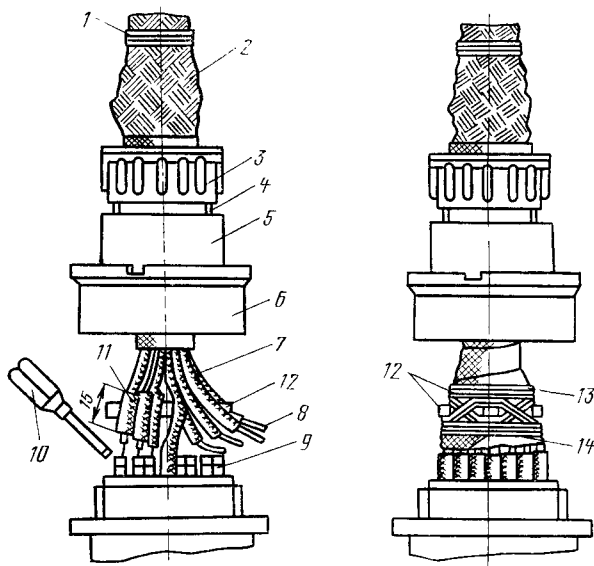


Рис. 38. Концевая заделка экранированного кабеля в штепсельном разьеме.

1 — бандаж; 2 — оплетка; 3 — гайка; 4 — обкладка; 5 — корпус; 6 — патрубок с гайками; 7 — изоляция жилы; 8 — жила; 9 — хвостовик; 10 — паяльник; 11 — трубка ПВХ; 12 — фиксатор; 13 — бандаж; 14 — лента ПВХ.

трубкой должен быть меньше, чем расстояние между соседними контактами в соединителе. Зачистка концов от изоляции производится на длину, указанную в табл. 18.

Таблица 18

Диаметр контакта, мм	Длина зачистки конца, мм		
	2РМ	2РМД	СНЦ
1,0	6,0	—	—
1,5	6,0	6	4
2,0	7,5	8	—
3,0	8,0	9	—
3,5	—	—	10

При монтаже соединителя многопроволочные жилы скручивают, лишняя длина зачищенных жил откусывается. На провод надевают электроизоляционную трубку (рис. 38). Если свободное пространство соединителя не заделывается герметиком, то отверстия в свободных контактах запаивают отрезками проводов длиной 60—80 мм. Концы проводов заделывают в общий жгут.

В соединителях типа 2РМ или 2РН уплотняют кабель или жгут в патрубке резиновой прокладкой. Для упрощения и ускорения монтажа подготовленные к пайке концы следует проверить по шаблону, имитирующему расположение хвостовиков контактов.

В соединителях типа 2РМ заделывают экранированные провода, жилы кабелей, жгуты проводов в металлической оплетке или в изоляционной трубке. Электрический монтаж соединителей типа 2РМ на кабеле с неэкранированными жилами и общим экраном ведется аналогично монтажу разъема СШР.

Закрепление кабеля или жгута на конце патрубка выполняют в резиновой втулке.

Оплетку экрана или плетенку жгута присоединяют к корпусу соединителя проводом с наконечником. Место пайки провода изолируют лентой и стягивают бандажом из суровых ниток.

Если на жилах или проводах имеются экраны, для их заземления одну из жил вытягивают из плетенки, жилы укладывают в жгут, а затем все провода или жилы стягивают бандажами из изоляционной ленты и ниток. Свободную плетенку вводят в свободный контакт соединителя и припаивают. Общий экран закладывают между двумя латунными обкладками и прижимают гайкой к корпусу соединителя, обеспечивая надежное заземление и механическую прочность заделки кабеля.

При пайке в соединителях типа 2РТ кабелей марки КНРЭТЭ разделка концов кабелей ведется на длине 40—70 мм. Наружный экран распускают на косички и припаивают к латунной втулке соответствующего диаметра. Пайку проволок экрана к кольцу ведут припоем ПОС-61 с применением спирто-канифольного раствора. На длину снятого экрана с кабеля удаляют оболочку. На длине 20—30 мм от места обреза оболочки на жилы конусом накладывают бандаж из холстой медной плетенки. Отвод от бандажа припаивают к свободному (по схеме) контакту соединителя для за-

земления экранов. Внешнюю поверхность бандажа пропайвают.

В электроприводах задвижек с соединителями типа «Кримпен» жилы кабеля управления обжимают в гнезде контактного штифта специальными клещами. Такое соединение соответствует по надежности контакту холодной сварке давлением. Опрессованный штифт вставляют в гнездо соединителя и фиксируют пружинной защелкой. Извлечь штифт из гнезда можно только специальным инструментом.

8. СОЕДИНЕНИЕ И ОКОНЦЕВАНИЕ ЖИЛ

Соединение жил между собой, присоединение жил к хвостовикам контактов штепсельных соединителей, к лепесткам гребенок и приборам должно обеспечивать надежность и механическую прочность электрического

Таблица 19

Марка или наименование припоя	Температура плавления, °С	Плотность, г/см ³	Составляющие, %				
			Олово	Сурьма (медь)	Висмут (серебро)	Кадмий (цинк)	Свинец
ПОС-40	235	9,3	40	2	—	—	58
ПОС-50	223	9,4	50	0,8	—	—	49,2
ПОС-61	190	8,2	61	0,8	—	—	38,2
ПОСВ-20	159	9,1	40	—	20	—	40
ПОСВ-33	130	9,5	33	—	33	—	34
Висмутовый	160	—	25	—	50	—	25
ПОСК-50	145	8,8	50	—	—	18	32
ПОСК-56	125	7,8	56	—	—	44	—
Легкоплавкий	70	—	27	—	50	10	13
ПСр-45	660	9,1	—	(30)	(45)	(25)	—
ПОССу-95-5	270	—	—	—	—	—	—
ПОССу-30-0,5	260	—	—	—	—	—	—
ПОССу-4-6	265	10,7	4	6	—	—	90
ПСр-2,5	300	11,3	—	—	(2,5)	(92)	5,

контакта. Соединение проводов выполняют пайкой и сваркой. Марку припоя для пайки выбирают в зависимости от рода материалов и допустимого нагрева спаиваемых проводов. Характеристика припоев дана в табл. 19.

Для пайки жил в соединителях широко применяется припой ПОС-61, для облуживания концов в расплавленном припое можно применять припой ПОС-40.

В присоединениях проводов и жил сечением 0,07—0,35 мм² к лепесткам приборов или в электронных схемах для пайки применяют легкоплавкие припои, например ПОСК-50. Пайку полупроводниковых приборов ведут, не допуская перегрева самого полупроводникового перехода. Время пайки не должно превышать 2—3 с, чтобы корпус диода или транзистора не успел прогреться до критической температуры (80—85°C). Для теплоотвода при пайке вывод прибора следует удерживать пинцетом с плоскими губками или плоскогубцами. Контроль за температурой пайки можно осуществлять по состоянию поливинилхлоридной трубки, надетой на выводы диода. В случае перегрева трубка начинает плавиться. Ускорение пайки достигается при перегреве паяльника на 30—40°C выше температуры плавления припоя.

Монтажные соединения в соединителях следует лудить и паять, соблюдая осторожность, чтобы избежать сильного перегрева изоляции жил, изолирующих трубок, герметизирующих перегородок соединителей.

Процесс пайки провода должен длиться не более 6—8 с для контактов диаметром 1—1,5 мм и 8—10 с для контактов диаметром 2—3 мм.

При пайке в тесных условиях применяют теплозащитные экраны, чтобы не касаться нагретой частью паяльника соседних проводов. Там, где соединение работает при температуре до 200°C и требуется более высокая механическая прочность, применяют припои, например ПСр-45 или ПОССу-95-5. Обычно припой имеет форму прутков или проволоки диаметром 1—3 мм.

Широкое применение получил трубчатый припой. Трубка припоя заполнена канифолью, которая очищает во время пайки место соединения и ускоряет работу.

Во всех случаях пайки специальных проводов применяют только бескислотные флюсы. Применение флюсов, содержащих кислоты, способствует окислению места пайки, что приводит к нарушению контакта. В качестве бескислотных флюсов обычно применяют канифоль, раствор канифоли в спирте и т. д. Рекомендуемые составы приведены в табл. 20.

При пайке большое значение имеет правильная подготовка паяльника. Паяльник должен быть заточен, зачищен и облужен. Некоторые варианты заточки жала паяльника приведены на рис. 39. Для пайки соединений жил в муфтах удобнее применять заточку жала паяль-

ника под углом 30° : такая заточка позволяет проникать в любое место сростка. Пайку хвостовиков контактов лучше вести круглым жалом диаметром 2,5—3 мм с плоским концом. Такое жало удобнее для работы в тесных условиях разъемов, оно быстрее прогревает

Таблица 20

Составляющие	Варианты флюсов				
	1	2	3	4	5
Спирт-ректификат, мл	100	100	40	100	100
Канифоль, г	30	—	—	22	—
Диэтиламин солянокислый, г	—	—	—	3,5	—
Триэтанолламин, г	—	8	10	2	10
Салициловая кислота, г	—	4	10	—	10
Вазелин медицинский, г	—	—	100	—	—
Глицерин, г	—	—	—	—	3

место пайки. Медные жилы проводов и кабелей перед пайкой облуживают в ванночке с расплавленным припоем. В качестве флюса применяют сухую канифоль. Медные жилы, имеющие гальваническое покрытие серебром,

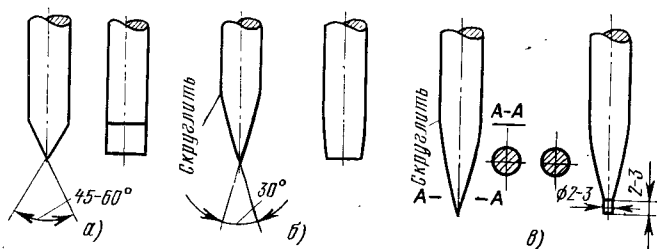


Рис. 39. Различные виды заточки жала паяльника.

a — обычная; *b* — улучшенная; *v* — для пайки к хвостовикам и лепесткам.

подвергают пайке без лужения. Если покрытие потемнело и имеет окисную пленку, для улучшения качества пайки рекомендуется горячее лужение. Контактные элементы и выводы электроприборов перед пайкой обезжиривают и лудят. Места пайки хвостовиков не следует очень обильно смачивать флюсом, это приводит к снижению уровня изоляции соединителя.

Для удаления остатков флюса места пайки протирают хлопчатобумажной тканью или кисточкой, смоченной

спиртом или спирто-бензиновой смесью в пропорции 1:1. Для удаления нагара и остатков флюса с соединений проводов, покрытых серебром или имеющих резиновую изоляцию, применять спирто-бензиновую смесь нельзя.

Паяная поверхность должна быть глянцевой, без пор, загрязнений, наплывов и острых выступов. Припой дол-

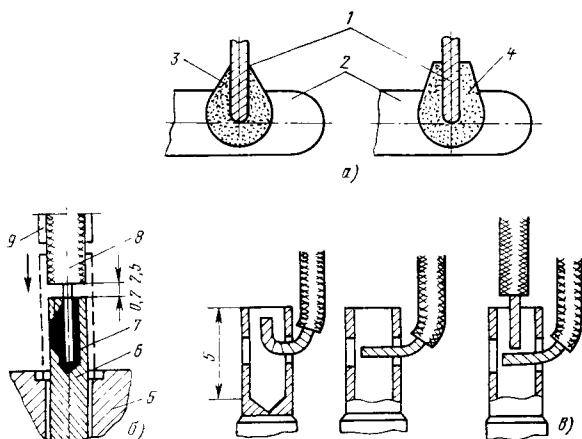


Рис. 40. Пайка жил.

a — к лепесткам; *б* — к хвостовику контакта; *в* — заделки проводов в хвостовик контакта; *1* — жила; *2* — лепесток; *3* — хорошая пайка; *4* — плохая пайка; *5* — панель соединителя; *6* — хвостовик; *7* — припой; *8* — изоляция жилы; *9* — трубка.

жен заливать место соединения со всех сторон (рис. 40).

После проверки качества пайки на каждый хвостовик надвигается изоляционная трубка до упора в изолятор.

Электросварным способом контактного разогрева соединяют медные и алюминиевые жилы и компенсационные провода. При соединении жил электросваркой в качестве источника питания применяют трансформатор 300 Вт со вторичным напряжением 6—12 В. Перед сваркой концы жил зачищают до блеска, одну жилу навивают на другую и наносят флюс. Скрутку жил зажимают плоскогубцами, и угольным электродом прогревают и оплавливают концы. Для сварки медных жил и компенсационных проводов применяют буру. Сварку алю-

миниевых жил ведут с флюсом ВАМИ. Места сварки алюминиевых жил тщательно промывают от остатков флюса бензином и покрывают бакелитовым лаком.

Маркировку проводов и жгутов осуществляют нанесением краски различных цветов, прикреплением бирок и надеванием трубок разных цветов. Маркировку жгутов жил и кабелей можно выполнять изоляционными трубками в виде надписи несмываемыми чернилами.

На смонтированных жгутах маркировка может выполняться разрезанными трубками ПВХ, скрепленными бандажом из ниток. Можно также маркировку делать на бумаге, прикрепленной к жгуту липкой прозрачной лентой.

9. ЗАГОТОВКА ЖГУТОВ КОНТРОЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Дальнейшего снижения трудозатрат на монтаже кабельных линий можно достигнуть предварительной заготовкой как отдельных кабелей, так и пучков. Положительный опыт применения технологической линии для мерной заготовки кабелей в пучках получен на Ленинградской АЭС.

В монтажной организации было установлено оборудование для мерной резки кабелей, пакетирования кабелей в пучки, оконцевания кабелей в соединителях и сухих заделках.

На заготовительном участке установлены приспособления для монтажа тросовых кабельных проводок. На участке могут обрабатываться контрольные кабели, различные кабели управления и силовые кабели.

Технологическая линия по предварительной заготовке кабелей показана на рис. 41. Поворотное устройство для барабанов 1 позволяет устанавливать для размотки четыре барабана № 20 шириной до 1200 мм и четыре барабана № 12 шириной до 700 мм. Устройство снабжено приводом и конечным выключателем для останова поворотного устройства барабаном против направляющих роликов.

Мерное устройство 2 позволяет задавать длину заготовки кабелей. На тележке 8 установлены направляющие ролики 5 на восемь кабелей для перемотки с барабанов при заготовке пучков кабелей. Секционированный барабан 7 установлен на тележке 8. Он имеет привод 6 для перемотки кабеля и лебедку 11 для перемеще-

ния барабана вдоль помещения к столу 12 пакетирования кабелей. В комплекте оборудования имеется 10 инвентарных барабанов 5. На поворотных столах 21 для разделки кабеля установлено 10 вертушек для бухт с кабелем.

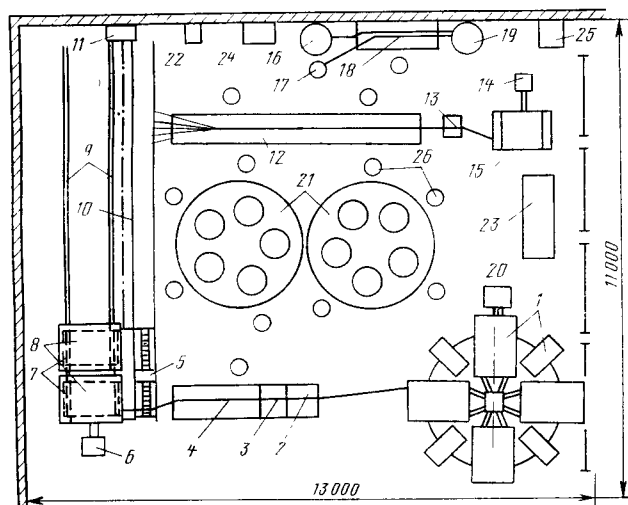


Рис. 41. Технологическая линия заготовки кабелей.

1 — поворотное устройство с кабельными барабанами; 2 — программное устройство; 3 — стол резки кабеля; 4 — протяжные ролики; 5 — передвижные направляющие ролики; 6 — привод; 7 — инвентарный барабан; 8 — тележка; 9 — пути для тележки; 10 — пути для передвижных роликов; 11 — лебедка для перемещения тележки и роликов; 12 — стол для вязки жгутов кабеля; 13 — качающиеся направляющие ролики; 14 — привод инвентарного барабана; 15 — инвентарный барабан; 16 — вертушка для стального троса; 17 — вертушка для провода; 18 — стол для монтажа тросовых проводок; 19 — вертушка с приводом для готовых проводок; 20 — привод; 21 — столы для разделки концов кабеля с вертушек; 22 — разогрев припой; 23 — верстак; 24 — шкаф для инструмента; 25 — переносный пресс; 26 — стул.

На столах 21 концы кабелей разделяются, монтируются концевые заделки и маркируются жилы. На этой операции могут работать одновременно до шести электромонтажников по вторичным цепям. Вязка кабелей в пучки производится на столе 12 во время перемотки кабелей с секционированного кабельного барабана 7 на инвентарный барабан 15. Для бандажей используется перфорированная лента ПХВ с кнопками.

Участок заготовки тросовых кабельных проводок имеет вертушки для бухт стальной катанки 16 и про-

вода 17, стол 18 для измерения, резки и крепления проводов и кабелей к катанке. Протягивание катанки с кабелем осуществляется вертушкой 19, имеющей электропривод. Бухты заготовленных проводок снимаются с вертушки, маркируются и отправляются для монтажа на объект в контейнерах.

При заготовке силовых кабелей окончание жил производится передвижным гидравлическим прессом 25. Для выполнения слесарных работ в помещении имеется верстак 23 с тисками, а для хранения инструментов и материалов служит шкаф 24.

Общая площадь, занимаемая линией, составляет 150 м². Количество рабочих зависит от программы и может колебаться от 4 до 16 человек.

Порядок работы при заготовке жгутов кабелей. На поворотное устройство 1 (рис. 41) с помощью цеховой кран-балки устанавливаются барабаны с кабелем, марка которого соответствует указанной в ведомости-задании. Электропривод вращает поворотное устройство и останавливает его с нужным барабаном против мерного устройства, конец кабеля с барабана пропускается через направляющие ролики мерного устройства 2, отрезного устройства 3, протяжные ролики 4, через окно передвижного направляющего ролика 5 и закрепляется на секционированном барабане 7. На мерном устройстве регулируется прижим роликов и задается программа заготовки по длине и количеству отрезков кабеля. От кнопки «Пуск» магнитного пускателя электропривод 6 приводит во вращение барабан 7. После заготовки нужного количества отрезков кабеля привод 6 останавливается и запускается лебедка 11 тросового перемещения тележки 8 с барабаном 7. Одновременно перемещаются передвижные направляющие ролики 5. Лебедка отключается автоматически под действием конечного выключателя, останавливая тележку с барабаном 7 и роликами 5 напротив стола для пакетирования кабелей 12. Нужное число концов кабелей из секций барабана 7 пропускается в соответствующие окна роликов 5. Кабели собираются в пучок, пропускаются через ролик 13 и закрепляются на инвентарном барабане 15. Включается электропривод барабана 14, и пучок перематывается с барабана 7 на барабан 15. Равномерную укладку пучка на барабане осуществляет качающийся ролик 13. Во время движения пучка над столом пакетирования

рабочие через каждые 2 м скрепляют кабели бандажми. Заготовленный пучок маркируется и закрепляется в барабане 15. Заполненный пучками кабелей барабан снимается кран-балкой и отправляется на объект.

За смену двое рабочих заготавливают 6 км кабеля в пучках (без разделки концов).

Если по заданию требуется заготовить кабель с разделкой концов и маркировкой жил, то заготовку 6 км кабеля выполняет звено из 4 человек за две смены. В этом случае пучки кабеля наматываются в бухты на вертушку 19, а затем бухты подаются на вертушки стола 21 для разделки концов кабеля.

Порядок работы при перемотке кабеля на инвентарные барабаны. При отпуске кабелей с одного барабана на несколько объектов возникает необходимость в мерной перемотке кабеля на несколько инвентарных барабанов. По ведомости-заказу на поворотное устройство подаются кабельные барабаны. Конец кабеля с барабана протягивается через мерное, отрезное и протяжное устройства, направляющие ролики и закрепляется в секционированном барабане 7. Линия запускается, и производится заготовка отрезков кабелей для одного объекта. На концах каждого кабеля вешается бирка с указанием номера по кабельному журналу, марки, сечения и количества жил. На барабане вешается бирка с указанием, для какого объекта предназначен кабель и каков порядок его размотки.

После заполнения барабана кабелем он грузится кран-балкой на машину и вывозится на объект.

Производительность труда одного рабочего—7 км кабеля за смену.

Порядок работы на технологической линии при перемотке бухт с разделанными концами кабеля. Стол 21 поворачивается и устанавливается вертушкой против качающегося направляющего ролика 13. Разделанный конец кабеля пропускается через ролик и закрепляется в инвентарном барабане 15. Включается привод 14 и ведется перемотка бухты кабеля с вертушки. После намотки кабеля с бухты на барабан конец кабеля закрепляется. Операция повторяется для всех заготовленных бухт. Производительность труда при намотке разделанных отрезков кабеля на барабан одним рабочим—до 7 км кабеля за смену.

10. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНТАЖА

При прокладке, соединении и оконцевании специальных и контрольных кабелей, монтируемых на АЭС, применяются различные материалы (табл. 21), не теряющие своих свойств в условиях повышенных температур, давлений, влажности и радиации.

Таблица 21

Наименование	Назначение
<i>Герметики, компаунды, лаки</i>	
Эпоксидная смола К-115, К-176, ТУ 6-05-1251-75	«Холодные» заделки жаростойких кабелей, концевых и соединительных муфт контрольных кабелей
Полиэтиленполиамин, ТУ 6-05-1363-70 Состав ПХВ-1, ПХВ-2, ТУ 6-10-893-69 Клей ПЭД-Б, ТУ П-207-60	Подслой для адгезии эпоксидной смолы и состава ВИКСИНТ с корпусом и трубкамн ПХВ
Состав АС-8а, ТУ 84-505-74	Для «горячих» заделок и соединителей
Толуол, ТУ 6-02-1047-62	
Герметик ВИКСИНТ У-1-18, ВИКСИНТ К-18-С, ТУ 6-02-295-64, ОСТ 1-90058-72	
Клей К-300-61	
Эмали ПФ-115, ГОСТ 6465-76; НЦ-25, ГОСТ 5406-73	Защита от коррозии мест пайки и деталей соединителей
Лак КО-85	
Спирт этиловый ГОСТ 10749-72	
Бензин БР-1 «Галоша», ГОСТ 443-76	Протирка мест герметизации заделок, мест вулканизации муфт и обезжиривание
Ацетон, ГОСТ 2603-71	
<i>Газы</i>	
Пропан-бутан, ГОСТ 10196-62	Пайка при монтаже заделок
Аргон марки А, ГОСТ 10157-73	Сварка жил и оболочки кабеля
Азот особо чистый, ТУ 6-02-375-66	Сушка изоляции кабеля КЖА
<i>Изоляционные материалы</i>	
Трубки ПХВ диаметром 2—16 мм, ТУ 95-105-67	Монтаж заделок контрольных кабелей
Лента ПХВ липкая, ТУ 6-05-1165-69	
Лента полиэтиленовая липкая, ТУ 6-05-1250-69	
Лента ПХВ 20×1, ТУ 6-05-1274-69	

Наименование	Назначение
Лента ФУМ-1, ТУ 6-05-1388-70	Монтаж заделок и муфт на теплостойких кабелях
Лента ЛЭТСАР, ЛП, ТУ 38-103171-73 Лента ЛЭТСАР, ТУ 38-40311-70 Стеклонить, ТУ 6-05-1503-72 Стеклолента ЛКСКО-0,12, ТУ 6-05-1056-70 Стеклолакоткань липкая, ТУ 16-503-016-67 Резина ПШН, ТУ 017-20-63	
Лента прорезиненная изоляционная, ТУ 41-62-71	Монтаж муфт на судовых кабелях
Полиэтилен гранулированный П2015, ТУ 6-05-899-65	Восстановление изоляции и оболочки из полиэтилена на кабелях РК

Припой, флюсы, электроды, присадки

Припой ПОС-04, ПОС-61	Пайка жил, заземление экранов при монтаже заделок и муфт
То же ПСр-45	Пайка жил и нержавеющей оболочки жаростойких кабелей
Канифоль А	Пайка медных жил оловянистым припоем
Флюс № 209	Пайка серебряным припоем
Пруток вольфрамовый ВЛ-2 диаметром 2 мм. СУ 24-5-62	Электрод для аргонодуговой сварки
Проволока СВАК-5 диаметром 1,8 мм, ГОСТ 7871-75	Полуавтоматическая сварка алюминиевой оболочки
Проволока СВ-04Х19Н11МВ	Сварка оболочки и муфт из нержавеющей стали
Проволока гибкая медная ММ0,5, ГОСТ 2112-71	Монтаж муфт и заделок на экранированных кабелях
Медная плетенка ПМЛ-9, ТУ 36-05-062-61	

Материалы

Бязь отбельная, ГОСТ 11680-76	Протирка изоляции жил и оболочки кабелей
Шкурка шлифовальная на тканевой основе ЭС 760×30, ГОСТ 5009-75	Защитка жил и экранов при пайке

11. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ

Для монтажа специальных и контрольных кабелей применяются как обычные инструменты и инвентарь (табл. 22), так и специальные инструменты, приспособления и механизмы (табл. 23), изготавливаемые на предприятиях Главэлектромонтажа мелкими сериями или в экспериментальных и заготовительных подразделениях электромонтажных трестов.

Приспособления для монтажа кабелей предложены электромонтажниками и разработаны в подразделениях подготовки производства монтажных трестов и монтажных управлений.

Т а б л и ц а 22

Наименование	Назначение
<i>Инструменты</i>	
Острогубцы боковые хромированные длиной 100 мм	Разделка концов кабелей
Кусачки длиной 150 мм, ГОСТ 7282-75	
Пассатижи универсальные длиной 120 мм, ГОСТ 5547-75	Монтаж жаростойких заделок
Метр стальной складной	
Напильники драчевый плоский длиной 250 мм и личей	
Надфили плоский с насечкой № 1, ГОСТ 1513-77 и круглый, ГОСТ 1513-77	
Нож монтерский НМ-2	
Отвертки В 150×1, В 100×0,5	
Станок ножовочный, ГОСТ 17270-71	
Полотно ножовочное, ГОСТ 6645-68	
Тиски слесарные типа П с губками шириной 80 мм, ГОСТ 4045-75	
Ножницы медицинские	
Щетка металлическая	
Ножницы секторные НУСК-300	
Паяльник электрический 50—90 Вт	
Пинцет прямой МН-500-60	
Охладитель кабельный	

Наименование	Назначение
Клещи для удаления изоляции МБ-1	Удаление изоляции
Набор для пайки НСП-1	Пайка заземления
Шприц с иглой 1,25 мм „Рекорд“	Герметизация заделок КНМС
Магнит постоянный	Определение полярности жил
Луца ЛАЗ, ГОСТ 7594-75	Проверка качества заделки
Ключи гаечные (набор)	Монтаж соединителей
Шило	
Сварочная горелка МГ-1	Приварка ниппелей
Редуктор кислородный РК-50	То же
<i>Измерительные приборы</i>	
Термометр Е6-3, 0—250°С	Измерение температуры в печи
Мегаомметр М1101	Контроль изоляции
Вискозиметр ВЗ-4	Вязкость состава АС-8а
Ротаметр РС-3	Расход аргона
Амперметр Э-378, 200/5 А	Для сварочного поста
Вольтметр Э-378, 0—100 В	То же

Таблица 23

Наименование	Назначение
Электропечь на 8 бухт, 6 кВт	Сушка минеральной изоляции кабелей КЖА, КМЖ
Термошкаф на 70 заделок	Термообработка заделок кабелей КНМС, КТМС
Верстак на 3 места	Разделка концов спецкабелей
Передвижной стол	Сварка, разделка, измерение изоляции
Вешало	Хранение бухт кабеля
Контейнер	Перевозка бухт на объект
Коллектор	Продувка азотом кабеля КЖА
Стенд монтажный	Герметизация соединителей на кабеле КЖА
Шкаф для баллонов	Хранение азота
Стеллаж для бухт	Хранение кабеля
Клещи специальные	Правка кабеля КЖА
Коммутатор КТ-1	Измерение изоляции кабеля с соединителем
Монтажный зажим	Пайка соединителей
Шкаф для трансформатора	Пункт питания 3С В
Груша резиновая	Для спирто-канфольного флюса
Стол монтажника	Для пайки соединителей в помещении щита

Наименование	Назначение
Клещи монтажные	Удаление изоляции с жил 0,35—1,5 мм ²
Электропаяльник большой	Пайка корпуса соединителя КЖА
500 Вт, 36 В	
Нож специальный	Удаление пластмассовой оболочки с кабеля
Термонож	Разделка изоляции кабеля РК
Пресс-форма	Восстановление изоляции кабеля РК
Пресс-форма	То же оболочки
Ручной пресс	Разогрев полиэтилена и заполнение пресс-форм
Комплект термовкладышей	Сварка муфт ПВХ с оболочкой
Пробник ПВ-1	Проверка цепи и маркировки жил
Дисковый нож	Удаление металлической оболочки
Ключ с прорезью	То же
Форма на 8 мест	Монтаж эпоксидных заделок „холодных“ концов кабеля
Паяльник стаканчиковый	Облуживание концов жил
Прибор монтажника ПМ-1	Контроль и рулегирование температуры паяльника
Курвиметр К-1	Измерение длины кабеля в бухте
Станок монтажный	Монтаж муфт
Пресс-форма	Восстановление резиновой оболочки кабеля

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тирановский Г. Г.** Механизация кабельных работ на энергетических объектах. — М.: Энергия, 1976. — 72 с.
2. **Тирановский Г. Г.** Новые механизмы и приспособления для электромонтажных работ. — Энергетическое строительство, 1973, № 4, с. 71—75
3. **Справочник** по организации и механизации электромонтажных работ/ Под ред. Н. А. Иванова, С. Г. Ляуэра, Н. Г. Этуса. — М.: Энергия, 1979. — 302 с.
4. **Бачелис Д. С., Белорусов Н. И., Саакян А. Е.** Электрические кабели, провода и шнуры. — М.: Энергия, 1971. — 704 с.
5. **Захаров А. П., Ратьковский В. С.** Оконцевание и соединение контрольных кабелей. — М.: Энергия, 1972. — 80 с.
6. **Малинкин Н. И.** Монтаж проводов и кабелей в устройствах автоматики. — М.: Энергия, 1975. — 112 с.
7. **Алексеев А. Г., Гуреев В. А.** Монтаж жаростойких кабелей. — М.: Энергия, 1975. — 88 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Краткие сведения об АЭС	4
2. Оборудование кабельных трасс	6
3. Заготовка и монтаж специальных кабелей	15
4. Монтаж контрольных кабелей	61
5. Монтаж радиочастотных кабелей	71
6. Монтажные кабели и провода	75
7. Монтаж соединителей	77
8. Соединение и оконцевание жил	82
9. Заготовка жгутов контрольных кабелей	86
10. Материалы для монтажа	90
11. Инструменты, приспособления и механизмы	92
Список литературы	95

НИКОЛАЙ МИХАЙЛОВИЧ НЕКРАСОВ

ГЕОРГИЙ ГЕОРГИЕВИЧ ТИРАНОВСКИЙ

МОНТАЖ СПЕЦИАЛЬНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Редактор *Л. М. Воронин*

Редактор издательства *И. А. Сморчкова*

Обложка художника *Т. Н. Хромовой*

Технический редактор *В. В. Хапаева*

Корректор *М. Г. Гулина*

ИБ № 1301

Сдано в набор 28.05.80

Подписано в печать 01.09.80

T-12482

Формат 84 × 108¹/₃₂ Бумага типографская № 1 Гарн. шрифта лигатурная

Печать высокая Усл. печ. л. 5,04 Уч.-изд. л. 5,18

Тираж 25 000 экз.

Заказ 654

Цена 25 к.

Издательство «Энергия», 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

25 к.