

4 способа изоляции ответвления кабелей

Данная статья будет интересна электромонтажникам, которые работают в проектах строительства линий наружного освещения и энергоснабжения маломощных потребителей с использованием 4/5-жильных кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение до 1 кВ.

Традиционно при ответвлении кабеля используют либо изоляцию воздухом (распаячные и ответвительные коробки), либо термоусаживаемую технологию, которая предполагает разрыв магистрального кабеля, соединение жил с ответвляемым кабелем и установку термоусаживаемой трубки или манжеты на место ответвления. При этом могут возникать определенные сложности - при недогреве или перегреве термоусаживаемой муфты в месте соединения кабеля остается воздух, при небольшом механическом воздействии возможна потеря герметичности, в пространство между изоляцией и кабелем может попасть влага, воздух и посторонние нежелательные включения, такие как пыль и грязь. Из-за повреждения изоляции металл окисляется, возникает переходное сопротивление в контактах, которое приводит к нагреву муфты и выходу линии из строя.

В случаях, когда прокладка кабеля осуществляется под землей, во влажных условиях или зонах с возможной подвижкой грунта, где высокая механическая прочность и сохранение изоляции критически важны, для ответвления можно использовать альтернативные, более надежные и безопасные решения.

Способ №1 – заливная ответвительная муфта

Заливная технология сращивания и ремонта силовых кабелей появилась одновременно с зарождением кабельной индустрии - в чугунную или свинцовую форму в месте соединения кабелей заливался предварительно разогретый на костре битум, который, застывая, создавал изоляционный слой. Затем на смену битуму пришли эпоксидные компаунды, которые замешивались вручную из эпоксидной смолы и отвердителя. Однако, в отличие от битума эпоксидные компаунды не обладали важным свойством – эластичностью, даже при небольшом механическом воздействии они трескались, поэтому большого распространения не получили.

Во второй половине прошлого века компания 3М предложила использовать для кабельной изоляции другой материал –



Рис. 1 Полиуретановый компаунд Scotchcast® 40 производства компании 3М

полиуретановый компаунд, который обладал сочетанием нужных свойств – высокой механической прочностью, износостойкостью и эластичностью. Но возникла сложность с его применением в муфтах, так как этот материал предполагал точное соотношение

компонентов для получения нужного состава. При минимальных отклонениях пропорций компонентов, готовая смесь не обладала постоянными характеристиками. Тогда инженерами 3М была запатентована система бесконтактного смешивания и заливки компаунда. Компоненты компаунда - основа и отвердитель - помещаются в один пакет с удаляемой перегородкой. Для получения состава с постоянными характеристиками достаточно разорвать перегородку между компонентами, смешать их внутри пакета и залить в корпус муфты через специальный клапан. При этом соблюдаются точные пропорции компонентов, отсутствует контакт химических веществ с руками монтажника, нет вредного воздействия продуктов реакции на органы дыхания. То есть смешивание и заливка происходят быстро, чисто и безопасно.

Полиуретан, используемый в компаунде, обладает высокой диэлектрической прочностью, а также вязкостью - при внешнем воздействии в нем появляются вмятины, но не трещины. Наряду с отличной адгезией к металлам и пластикам это делает его идеальным материалом для использования в кабельной изоляции. Еще одно преимущество полиуретанового компаунда

состоит в том, что он не меняет диэлектрические свойства в жидком и полимеризованном состоянии. Это означает, что напряжение можно подавать сразу после окончания монтажа муфты: через 20 минут после заливки (при комнатной температуре) компаунд переходит из жидкого состояния в желеобразное, затем 2 часа требуется для отверждения, и в течение 24 часов наступает полная полимеризация.

Полиуретановый компаунд и технология бесконтактного смешивания и заливки используются в **ответвительных/соединительных муфтах Scotchcast® серии 91-AB.**



Рис. 2 Заливная ответвительная муфта серии Scotchcast® 91-AB, установленная на кабель, не залитая компаундом

С помощью такой муфты можно осуществить ответвление от магистрального силового кабеля без разрыва самой магистрали. Применяются муфты в сетях низкого напряжения на кабелях с любым типом изоляции при прокладке в траншеях, кабельных тоннелях, на эстакадах, а также в подвальных помещениях – в ситуациях, когда кабель расположен горизонтально. Благодаря применению гидрофобного полиуретанового компаунда Scotchcast® 470, муфта может длительно эксплуатироваться в обводненных условиях.

В процессе монтажа муфты разделанные участки основного и ответвляемого кабеля соединяются специальными ответвителями под требуемое сечение. Затем на место ответвления устанавливается прозрачный корпус муфты, в который через приемный клапан заливается компаунд. Прозрачный корпус муфты позволяет контролировать заливку и исключить вероятность воздушных включений.

Для монтажа не требуется никаких специальных инструментов. Монтаж возможен в местах, где запрещены работы с огнем. Сразу после окончания монтажа можно подавать напряжение.

Использование муфт Scotchcast® 91-AB имеет ограничения: муфта должна быть расположена горизонтально, и можно выполнить только параллельное (У-образное) ответвление.

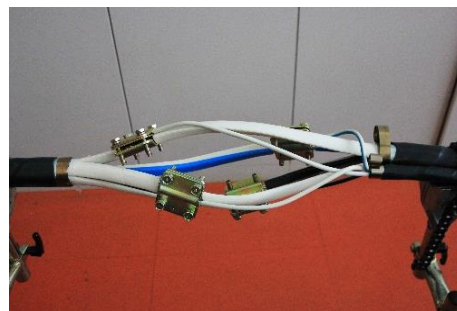


Рис. 3 Соединение жил магистрального и ответвляемого кабелей при монтаже муфты Scotchcast® 91-AB

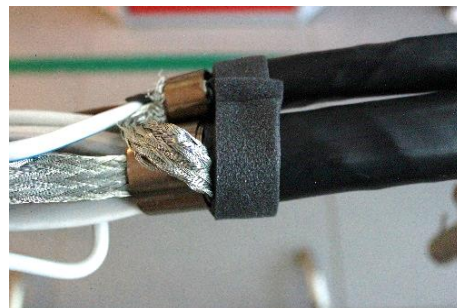


Рис. 4 Установка поводка заземления и губчатых уплотнителей для герметизации

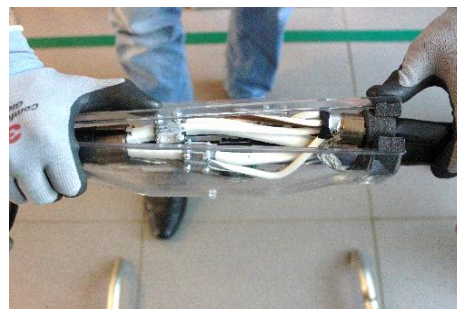


Рис. 5 Установка прозрачного корпуса муфты на кабель



Рис. 6 Муфта с залитым в корпус компаундом

Способ №2. Ответвительные муфты с принудительным нагнетанием компаунда – 3М™ GTS (General Toolless Splice)



Рис. 7 Компоненты муфты 3М™ GTS: полиуретановый компаунд, сетчатая и прозрачная ленты для формирования корпуса, клапан для заливки компаунда, поводок заземления и пружинные кольца, комплект для очистки и обезжиривания кабеля, стойкая ПВХ-лента Scotch® 22 для защиты от ультрафиолета

Эта муфта обладает всеми преимуществами заливной технологии, но не имеет ограничения вышеописанной муфты Scotchcast® 91-AB: монтироваться может под любым углом, в т.ч. вертикально, и позволяет сделать У-образное и Т-образное ответвление. Кроме того, муфта 3М™ GTS имеет компактный размер и позволяет существенно экономить компаунд, что благоприятно сказывается на ее себестоимости.

Данные преимущества достигаются за счет того, что в муфте 3М™ GTS вместо пластикового корпуса используется сетчатая лента и ленточный кожух. Несколько слоев сетчатой ленты прокладываются между жилами и вокруг места ответвления кабеля. По центру муфты устанавливается клапан для заливки компаунда, и вся конструкция сверху обматывается специальной прозрачной лентой, которая выполняет роль кожуха и создает давление для удержания компаунда. Компаунд смешивается и заливается внутрь кожуха бесконтактным образом, заполняя пространство и вытесняя воздух. При наружной прокладке кабеля для защиты от ультрафиолетовых лучей сверху нужно дополнительно наложить изоляционную ленту Scotch® Super 33+™ или Scotch® 22, а при параллельном ответвлении – герметизирующую мастику.

Данный метод, как и предыдущий, не требует инструмента, нет необходимости разрывать магистральный кабель. Прозрачная лента позволяет контролировать процесс заливки компаунда. За счет того, что корпус муфты как-бы «облегает» место ответвления, между кабелем и корпусом не остается лишнего пространства, которое нужно заполнять компаундом. Кроме того, компаунд дополнительно армируется сетчатой лентой, что делает всю конструкцию еще более прочной.



Рис. 8 Процесс заливки компаунда в корпус муфты 3М™ GTS

Муфтой 3М™ GTS можно производить ответвление в местах, где требуется повышенная защита от химических и механических воздействий, например, в горных областях, в зонах с подвижками грунта, повышенным уровнем грунтовых вод, в условиях прокладки с частичным или полным подтоплением. Напряжение можно подавать сразу после окончания монтажа

Несмотря на то, что монтаж муфты 3М™ GTS несколько более длителен, чем у муфты Scotchcast® 91-AB, которая имеет уже готовый пластиковый корпус, это решение является надежным и эффективным по соотношению цена/качество.



Рис. 9 Соединение жил магистрального и ответвляемого кабелей при монтаже муфты 3M™ GTS



Рис. 13 Корпус муфты обмотан прозрачной лентой поверх сетчатой



Рис. 10 Прокладывание сетчатой ленты между жилами кабеля для лучшего сцепления с компаундом



Рис. 14 Заливка компаунда в корпус. Компаунд заполняет пространство между слоями сетчатой ленты, а прозрачная лента предотвращает вытекание компаунда



Рис. 11 Формирование корпуса муфты из сетчатой ленты



Рис. 12 Установка приемного клапана для заливки компаунда

Способ №3 - Ответвление в коробке с герметизацией компаундом.

При монтаже муфты в качестве корпуса может использоваться обычная распаячная коробка. Этот способ подходит для кабелей, как правило, небольшого сечения и применяется там, где помимо стандартной герметизации самой коробки необходима дополнительная, например, при использовании в помещении с вероятностью затопления или подземного размещения коробки для сетей освещения.

Для герметизации ответвления можно использовать удаляемый или неудаляемый компаунд. Удаляемый компаунд из полибутадиена после застывания образует гибкую прозрачную субстанцию, сквозь которую хорошо просматривается место ответвления в коробке. При необходимости этот компаунд можно удалить, чтобы изменить схему или добавить новые подключения. Неудаляемый компаунд из полиуретана после полимеризации становится твердым и прочным, как камень. Его использование целесообразно, если место ответвления будет подвергаться механическим воздействиям или затоплению.

Этот способ ответвления предполагает разрыв магистрального кабеля. Разделанные участки основного и ответвляемого кабеля нужно ввести в коробку, соединить ответвителями под требуемое сечение, залить в коробку компаунд, закрыть крышку коробки, после его можно подавать напряжение.



Рис. 15 Набор материалов для герметизации ответвления кабеля в распаячной коробке: пила и нож для разделки изоляции кабеля, отвертка для установки соединителей, соединители болтовые, распаячная коробка, компаунд Scotchcast® производства компании 3M

Преимущество данного метода в том, что не требуется покупать комплект муфты - нужен только компаунд, коробка и ответвители. Ограничения: при заливке компаунда коробка должна располагаться горизонтально, необходимо контролировать герметичность кабельных вводов, чтобы компаунд не вытек из коробки до полимеризации. Коробку лучше подбирать минимального размера, для удобства имея под рукой образцы кабеля и ответвителей.



Рис. 18 Ответвление кабеля в распаячной коробке с помощью болтовых соединителей



Рис. 19 Заливка удаляемого компаунда в распаячную коробку для герметизации соединений



Рис. 20 Компаунд полностью покрывает соединения, можно подавать напряжение



Рис. 16 Распаячная коробка с ответвлением кабеля, залитая удаляемым желеобразным компаундом Scotchcast® 2123



Рис. 17 Распаячная коробка с ответвлением кабеля, залитая твердым полиуретановым компаундом Scotchcast® 40



Рис. 21 Коробка закрывается крышкой для защиты от внешних воздействий

Способ №4 – ленточная технология

Традиционно ответвление изоляционными лентами использовалось только для временного электроснабжения. При длительной эксплуатации временное решение приводило к ускоренной деградации изоляции кабеля (первичная изоляция кабеля не стойкая к УФ излучению), попаданию воды внутрь кабельных разделок и, в итоге, к пробое.

Качественное ответвление с помощью лент стало возможным с появлением самовулканизирующихся лент. При их использовании происходит холодная вулканизация – слои спекаются друг с другом и формируют монолитную структуру – однородный изоляционный слой требуемой толщины. Благодаря сочетанию самовулканизирующихся лент, герметизирующих мастик и ПВХ-лент, устойчивых к УФ, стало возможным создание полноценного и долговечного соединения или ответвления.

Метод используется при открытой и закрытой прокладке кабеля при отсутствии погружения или подтопления.



Рис. 22 Изоляция кабеля с помощью изоленды

Ленточный комплект 3101

В ассортименте электротехнической продукции 3М есть универсальный комплект на все сечения кабеля. Он состоит из набора лент, мастик и средства для очистки кабеля. Этим комплектом можно сделать соединение, ответвление, оконцевание и восстановление оболочки кабеля.







Рис. 23 Состав ленточного набора для ответвления и восстановления оболочки кабеля: электроизоляционная мастика 3М™ Scotchfil™, резиново-мастичная лента Scotch® 2228, профессиональная ПВХ-изоленда Scotch® Super 33+™, самослипающаяся лента Scotch® 23, набор для очистки и обезжиривания кабеля, поводок и пружинные кольца для заземления

При монтаже место ответвления тщательно герметизируется мастикой 3М™ Scotchfil™, чтобы сгладить углы и неровности и минимизировать воздушные включения. Затем в несколько слоев накладывается резиновая самослипающаяся лента Scotch® 23. Броня соединяется с помощью пружинных колец и поводков заземления. Внешняя оболочка кабеля восстанавливается с помощью резиново-мастичной ленты Scotch® 2228. В качестве внешнего слоя используется изоляционная лента премиум класса Scotch® Super 33+™ для придания механической прочности, стойкости к истиранию, защиты места ответвления от ультрафиолетовых лучей.

Этот способ позволяет не разрывать магистральный кабель, создавать любую геометрию корпуса муфты и удобно использовать один набор на все сечения.

Таблица 1 Сравнение технологий ответвления кабеля

	Муфта Scotchcast® серии 91-AB	Муфта GTS	Компаунд и распаячная коробка	Ленточная технология
				
Скорость монтажа	+++	++	++	+
Удобство монтажа, эргономика	+++	++	+	+
Экономичность/цена	+	++	+++*	+++
Вертикальный монтаж	-	+	-	+
Герметичность изоляции	+++	+++	+++	++***
Стойкость к механическим воздействиям	+++	+++	+++**	+
Возможность не разрывать магистральный кабель	+	+	-	+
Материалы в комплекте для ответвления бронированного кабеля	-	+	-	-
Эксплуатация в условиях подтопления	+	+	+	-

* ответвление в коробке выгодно только при небольших сечениях кабеля. Для сечения от 16 мм² требуются коробки большого размера, для заполнения которых нужен слишком большой объем компаунда.

** зависит от типа компаунда и материала коробки.

*** зависит от квалификации монтажника.