

# Инновационные особенности термоусаживаемой кабельной арматуры производства ПЗЭМИ.

● Подольским заводом электромонтажных изделий за последние годы разработаны оригинальные конструкции кабельной арматуры с применением новейших разработок композиционных материалов для их изготовления. Покажем это на примере муфты для кабеля с пропитанной бумажной изоляцией на напряжение 10 кВ с обозначением Стп-10-70/120-Л, где С – соединительная, т - термоусаживаемая, п – наличие перчатки, 10 – номинальное напряжение кабеля в кВ, 70/120 – сечение кабеля, Л – листовое заполнение.



● Для герметизации узлов разделки корешка кабеля и выравнивание электрического поля по срезу оболочки кабеля используются конус из герметика **V<sub>1</sub>** и две манжеты **V<sub>1</sub>** и **V<sub>3</sub>**.



**Герметик V<sub>1</sub>** - белого цвета, толщиной 4 мм, обладает следующими свойствами:

- эластичен даже при температуре до – 25°C;
- не подвержен старению;
- имеет хорошую адгезию как к металлической оболочке кабеля так и к пластикатам;



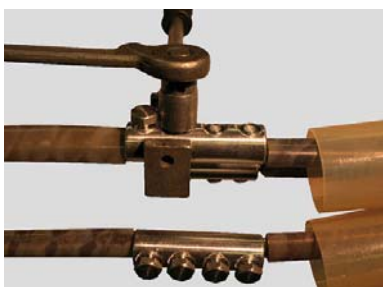
- маслостоек, надежно «запирает» масло в корешке;
- имеет заданные диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь, что обеспечивает надежное выравнивание возникающего электрического поля.

Герметик В<sub>3</sub> - черного цвета с повышенной диэлектрической проницаемостью, накладывается поверх манжеты из герметика В<sub>1</sub> на срез оболочки. Это особенно актуально для зимнего периода.

Эта конструкция позволяет выполнить узел разделки кабеля без традиционной подмотки. Узел надежно защищен от пробоя. Муфта имеет шестикратный запас электрической прочности.



- Перчатка эластичная, хорошо усаживается даже при минусовой температуре (до -25°C). На пальцы перчатки наносится клей-расплав, обладающий высокой прочностью и хорошей адгезией к металлической оболочке и пластиковой изоляции с большим усилием сжатия после усадки. Со стороны юбки масло надежно запирается при усаживании перчатки за счет применения герметиков В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, а в дальнейшем и при усадке трубки для восстановления оболочки с нанесенным внутри клеем методом экструзии. Таким образом, узел «корешка» превращается в монолит без пустот.



- Соединение жил происходит или методом опрессовки или применяются гильзы с контактными винтами со срывающимися при затяжке головками. Один комплект используется на три сечения 25-35-50,70-95-120,150-185-240 кв. мм. В обязательном порядке для надежного соединения жил наконечники имеют по 2 винта, гильзы по 4 винта. Наконечники и гильзы изготовлены из специального сплава, обладают высокой прочностью, малым значением удельного сопротивления.

Температура нагрева при эксплуатации ниже, чем на жиле. Выдерживают три коротких замыкания и большую осевую нагрузку. Используются как для соединения алюминиевых, так и медных жил. Завод изготавливает гильзы и наконечники сечением от 10 до 800 мм<sup>2</sup>.



- Соединительные гильзы оборачиваются манжетами из герметика **В<sub>1</sub>** для выравнивания напряженности электрического поля с двойным перекрытием места срыва головок контактных винтов.

Для жил сечением 150/240 перепад между гильзой и жилой заполняются дополнительно герметиком **В<sub>1</sub>**, чтобы не было пустот и для выравнивания напряженности электрического поля.



- Изоляционные трубки на гильзы и трубка для восстановления оболочки белого цвета - двухслойные с нанесенным клеем-расплавом, выполненным методом экструзии. При тепловом воздействии на трубки клей



равномерно растекается по поверхности, создает барьер для проникновения влаги и имеет хорошую адгезию. Толщина трубок после усадки 6 мм на сторону, благодаря чему трубки имеют высокую электрическую прочность и большую силу сжатия.



- Функцию межфазного заполнителя выполняет распорка, расплавляющаяся при нагреве и элемент в виде листа, вставленный в трубу восстановления оболочки кабеля, изготовленные из термоплавкого композиционного материала, подшивающегося после монтажа. При усадке трубки распорка и заполнитель расплавляются (но не стекают), заполняют равномерно межфазное пространство, образуя монолитное заполнение. Такого заполнения нет ни у одного как отечественного, так и зарубежного производителя.



### Преимущества:

- Быстрый и удобный монтаж без секторных вкладышей, которые нужно устанавливать вручную и крепить лентами;
- Хорошо усаживается даже при минусовой температуре до  $-25\text{ C}^{\circ}$ ;
- Монолитное заполнение без пустот и воздуха;
- Исключено попадание воды в муфту. Устанавливается во все грунты: вечную мерзлоту, болота и т. д.;
- Надежна при просадке и подвижке грунта.



● Во всех конструкциях ТКА ПЗЭМИ используется экран из алюминиевой фольги толщиной 0,5 мм, так как он имеет ряд преимуществ перед экраном выполненным сеткой.

ВНИИКП специально по договору с заводом провел исследования по влиянию экрана различного исполнения на характеристики частичных разрядов в муфтах Стп-10. Измерения частичных разрядов показали:

- напряжение возникновения частичных разрядов при экране, выполненном фольгой, выше, чем при экране, выполненном сеткой, а именно 7 кВ против 3 кВ;
- при напряжении до 10 кВ включительно, интенсивность частичных разрядов имеет наименьшее значение при наложении экрана из алюминиевой фольги.

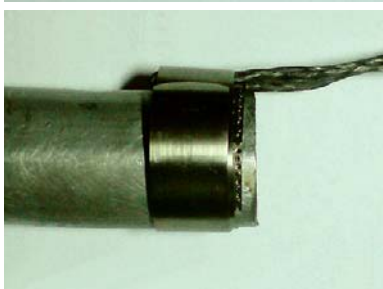
● Соединение оболочек кабеля и стальной брони осуществляется гибким, медным луженым проводом несколькими способами:



**1** Контактное соединение, выполненное с применением хомутов с пластинчатой пружиной. Соединение имеет низкую себестоимость благодаря использованию стандартных деталей.



**2** Контактное соединение, выполненное с использованием контактной пружины. Соединение простое в изготовлении и имеет небольшие габариты.



**3** Контактное соединение, выполненное с применением контактной пружины и перфорированной контактной пластины «терки». Отличается от предыдущего тем, что на проводниках заземления, расположенных на оболочке, накладывается контактная пластина – «терка».



**4** Контактное соединение, выполненное методом пайки припоем ПОС30 с применением газовой горелки.

В заводской лаборатории были проведены испытания всех четырех способов соединения циклическим нагреванием по методике ГОСТ 17441-84. Суть метода заключается в следующем:

Образцы соединений нагреваются испытательным током до температуры  $120\pm 5^\circ\text{C}$ , затем остывают до  $25\pm 5^\circ\text{C}$ . В процессе испытаний через каждые 50 циклов проводится замер сопротивления контактных соединений. Образцы считают выдержавшими испытания, если их сопротивление увеличилось по отношению к первоначальному значению не более чем на 50%.

Испытания были проведены на 10-и образцах каждого типа контактных соединений. По нормам ГОСТ 10434-82 контактное соединение 1-го класса должно

выдержать не менее 500 циклов нагрева-охлаждения (25÷120°C), соединение 2-го класса – 300.

Усредненные результаты приведены на графике:

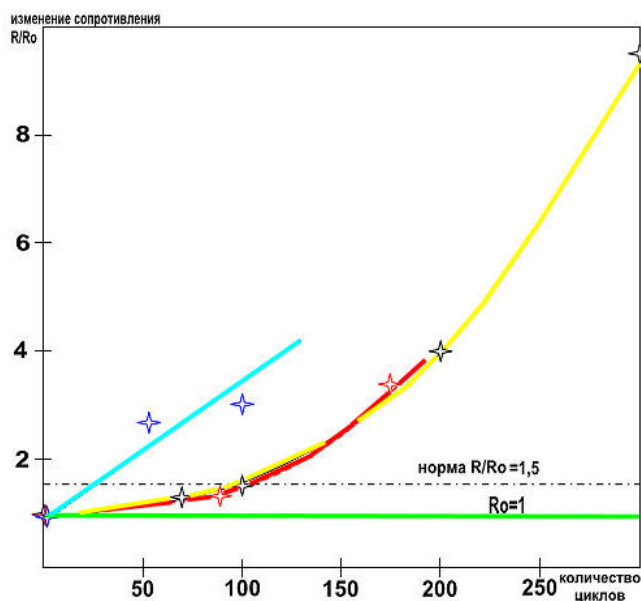


Рис.5

- соединение с помощью стальных хомутов
- соединение с помощью стальной пружины.
- соединение с помощью стальной пружины и контактной пластины – «терки»
- соединение с помощью пайки

В течении первых 150-ти циклов сопротивление контактных соединений, выполненных с применением стальных пружин и стальных хомутов увеличилось более чем в 1,5 раза. Испытания этих образцов были прекращены досрочно.

По этим результатам можно сделать вывод, что ни один из проверенных «холодных» способов соединений не соответствует требованиям ГОСТ 10434-82.

Сопротивление образцов, изготовленных методом пайки, оставалось неизменным на протяжении всего периода испытаний. Контактное соединение удовлетворяет требованиям ГОСТа. Эти выводы подтвердили и испытания проведенные НПП «Московская кабельная арматура» по заказу ЗАО «ПЗЭМИ».

Безусловно, пайка требует от монтажника соответствующей квалификации и опыта работы.

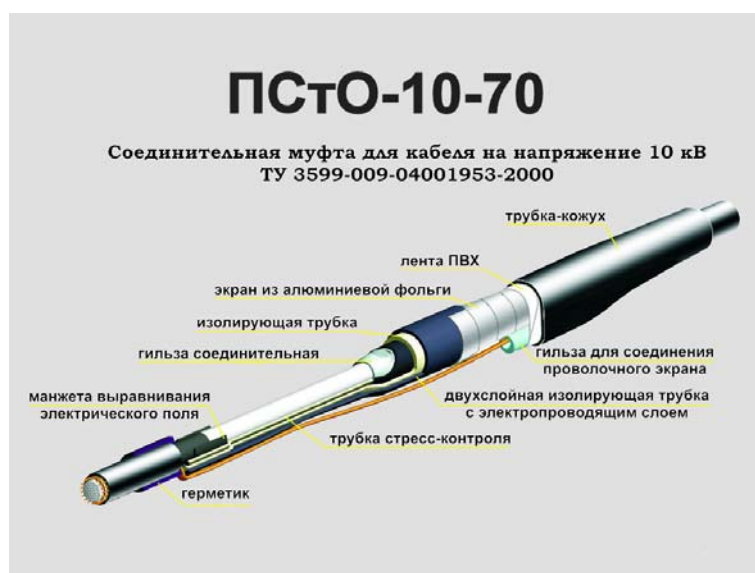


● В последние годы при прокладке новых трасс используется в основном кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена. Особенно это актуально для Московского региона, крупных городов России, а также для Украины и Беларуси. Объемы прокладки кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена из года в год растут.

Понимая эту тенденцию, Подольский завод электромонтажных изделий заранее приступил к разработке и производству ТКА для этого кабеля, а с 2002 года и к поставкам муфт потребителям.

За прошедший период разрабатывались новые материалы с улучшенными характеристиками, совершенствовалась конструкция муфт с использованием инновационных разработок, среди них – применение двухслойных трубок.

Покажем это на примере муфты ПСТО-10-70, где П – пластмассовая, С – соединительная, т – термоусаживаемая, О – одножильный кабель, 10 – номинальное напряжение кабеля в кВ, 70 – сечение кабеля.



● В ней используется две двухслойные трубки: одна трубка - ТТСИ с внутренним слоем стресс - контроля и верхним изолирующим слоем, вторая трубка – ТТИЭ, с

внутренним изолирующим слоем и верхним электропроводящим слоем. Суммарная толщина изоляции при этом составляет:

- на напряжение 10 кВ – 5-5,5 мм;
- на напряжение 20 кВ – 7 мм;
- на напряжение 35 кВ – 10,5-11 мм.



● Для выравнивания напряженности электрического поля и заполнения пустот на срезе электропроводящего слоя кабеля применяется герметик с высокой диэлектрической проницаемостью.



● Для соединения медных экранов кабелей используется гильза с винтами со срывными головками вместо пружины. Это более надежное соединение, чем пружина. Гильзы изготовлены из специального сплава.

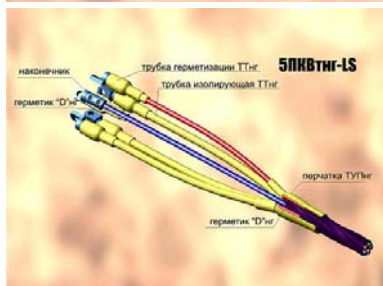
Муфты отличаются технологичностью в монтаже и высокой надежностью при эксплуатации, что подтверждается отзывами потребителей.

Сегодня завод выпускает весь спектр ТКА для кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение от 1 до 35 кВ, включая муфты на трехжильный кабель в одной оболочке.



● В ряде конструкций муфт (концевые муфты наружной установки на кабель с бумажно-пропитанной изоляцией и кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6-35 кВ) используются трубки и изоляторы из специально разработанного материала, который противостоит такому явлению, как трекинг. Они устойчивы к эрозии, ультрафиолетовому излучению, перепаду температур (трубки «кирпичного» цвета) и сохраняют работоспособность на весь срок эксплуатации даже в самых суровых климатических условиях. Особенно это актуально для резкоконтинентального климата с повышенной солнечной активностью.





● Кабельная термоусаживаемая арматура из негорючих материалов – это новый продукт, к разработке которого завод приступил в 2005 году. К этому времени в России начал применяться кабель не распространяющий горение импортного производства, а отечественные заводы приступили к его освоению. За короткое время были разработаны и использованы термоусаживаемый безгалогенный, радиационносшиваемый материал марки Н-1, а также новый противопожарный самосшивающийся герметик марки «Д», со стойкостью к горению ПВ 0 по ГОСТ 28157, не поддерживающие горение с низким дымо- и газовыделением.

В настоящее время прошли успешные испытания негорючие экструзионные материалы марок Н- 2Т и Н-3Т и литые марки Н-4Л и Н-5Л с улучшенными характеристиками.

Все муфты прошли соответствующие испытания, имеют сертификаты соответствия, пожарной безопасности, согласованные с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, а также защищены патентами Федеральной службы интеллектуальной собственности.

Муфты поставляются на объекты с повышенными требованиями к пожарной безопасности: спортивно-оздоровительные комплексы, развлекательные центры, атомные станции, метрополитен и т. д.

Так в период 2005-2006 г. заводом было поставлено на атомную станцию «Бушер» (Иран) 1325 комплектов муфт для кабелей 10 кВ из сшитого полиэтилена в исполнении нг-LS, нг-НF и нг-FR, в том числе 61 комплект для установки в гермозоне АЭС. А также 133 муфты для огнестойкого многожильного кабеля из сшитого полиэтилена марок ПвВнг (А) – FR LS и ППГЭнг – FR LS по специальному заказу АЭС «Бушер».