

Кабельные муфты «Прогресс»

Современные решения для кабельных сетей

Практика эксплуатации кабельных линий (КЛ) свидетельствует о том, что основными причинами возникновения аварийных ситуаций являются причины, указанные в таблице.

Причины отказа КЛ	Количество отказов КЛ	
	количество	%
Недостатки эксплуатации	113	2,9
Дефекты монтажа муфт	994	25,3
Дефекты прокладки кабелей	411	10,3
Недостатки проектирования	1	0,1
Дефекты конструкции и изготовления	92	2,3
Изменение свойств материалов в процессе эксплуатации муфт	600	15
Изменение свойств материалов в процессе эксплуатации кабеля	603	15,6
Влияние климатических и атмосферных условий	128	3,3
Нерасчетные режимы в электросети	31	0,8
Посторонние воздействия	760	19,3
Причина не установлена	204	5,1
ИТОГО	3937	100

Из таблицы видно, что надежность кабельных линий в значительной степени определяется установленной арматурой. Большинство аварий на кабельных линиях происходит в местах установок муфт, поэтому при проектировании требуется уделять большое внимание не только выбору кабеля, но и арматуры к нему. Надежность зависит не только от качества производства и материалов, но также от качества проведенных монтажных работ. Поэтому производитель должен предложить технические решения, упрощающие монтаж муфт на объекте и обеспечить запас прочности, позволяющий сгладить возможные ошибки монтажа.

Не касаясь технических решений по обеспечению электрической и механической прочности, способов присоединения экранов и тд., рассмотрим только те системы, применяемые в кабельной арматуре «Прогресс», которые напрямую влияют на обеспечение работоспособности кабельных муфт во времени.

Система выравнивания напряженности электрического поля, используемая в муфтах «Прогресс»

Как известно, в кабелях с непрерывным экраном по всей длине жилы электрическое поле однородно вдоль оси кабеля, напряженность электрического поля изменяется только в радиальном направлении. При концевой заделке кабеля или же при сращивании кабелей часть экрана приходится удалять, что влечет за собой резкое повышение плотности силовых линий электрического поля на срезе экрана. Появляется уровень напряженности электрического поля достаточный для ионизации воздуха на поверхности кабеля и появления разрядов. С течением времени побочные продукты ионизации, повышенная температура, малейшие неровности или надрезы в месте среза экрана приведут к разрушению изолирующей поверхности и пробую.

Для обеспечения выравнивания электрического поля широко применяются два метода:

- выравнивание за счет изменения геометрии, сглаживание силовых линий за счет формирования «конуса».
- выравнивание за счет изменения электрической емкости.

Второй метод предусматривает применение в месте среза экрана материала с высокой диэлектрической проницаемостью. Значение диэлектрической проницаемости вещества, ϵ можно определить как отношение емкости конденсатора с данным материалом (диэлектриком) к емкости конденсатора тех же размеров, диэлектриком которого является вакуум.

Для примера:

$$\epsilon_{\text{воздуха}} = 1$$

$$\epsilon_{\text{изоляция кабеля}} = 3$$

$$\epsilon_{\text{материала с высокой диэлектрической проницаемостью}} = 30$$

$$\epsilon_{\text{воды}} = 80$$

Компания «Трансэнерго» первая из Российских производителей стала использовать в кабельных муфтах «Прогресс» для выравнивания напряженности электрического поля специальные термоусаживаемые трубки распределения напряженности (ТРН) с высокой диэлектрической проницаемостью,

а также двухслойные трубы (ТРН2), имеющие первый внутренний изоляционный и внешний проводящий слой для восстановления экрана.

Вышеупомянутые трубы имеют следующие характеристики:

ТРН

- Удельное объемное сопротивление = $1 \times 10^{10} \Omega \text{ см}$
- Диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 35$.

ТРН2

Внутренний (изоляционный слой)

- Электрическая прочность $\geq 20 \text{ кВ/мм}$
- Удельное объемное сопротивление = $1 \times 10^{15} \Omega \text{ см}$
- Диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 3$

Верхний (проводящий слой)

- Удельное объемное сопротивление = $1 \times 10^4 \Omega \text{ см}$

Материалы, входящие в состав труб ТРН позволяют получать на срезе экрана уровень напряженности электрического поля, обеспечивающий длительную и надежную работу муфты. Применение двухслойных труб ТРН2 позволяет избежать межповерхностных разрядов, попадания инородных частиц и образования пузырьков воздуха между изолирующими и проводящими слоями муфты, что позволяет максимально надежно и технологично восстановить экран.

Применение комбинированной конструкции из двухслойной трубы и трубы распределения напряженности поля, позволяет не только существенно повысить надежность и срок эксплуатации муфты, но и существенно упростить ее монтаж.

Системы обеспечения герметичности

В процессе эксплуатации кабельных линий температура оболочки меняется от -20 до 100 °С, при этом в несколько раз меняется ее наружный диаметр, плюс к этому — воздействие влаги, вибрации, подвижек грунта и разрушение изоляции. Поэтому очень важно для использования долговечности кабельных муфт обеспечивать такие конструктивные решения и применять такие материалы, которые позволяли бы нивелировать эти негативные факторы.

В кабельной арматуре «Прогресс» применяются маслостойкие, легкоплавкие заполняющие и выравнивающие мастики, которые даже при погрешностях монтажа гарантированно заполняют пустоты и удаляют воздух из муфты. Причем состав этих мастик позволяет оставаться эластичным

Рис. 1. Место среза без выравнивания напряженности

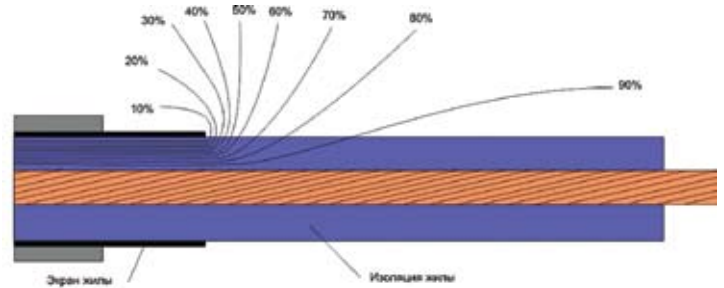
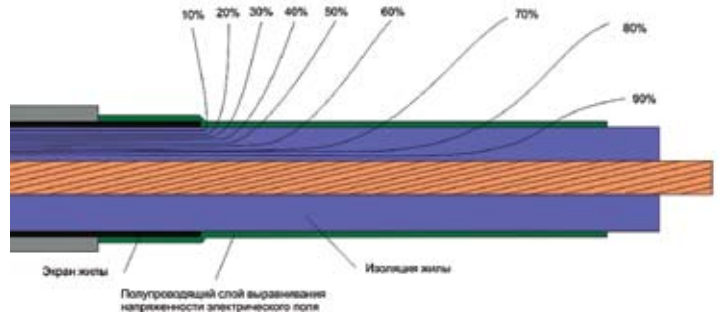


Рис. 2. Место среза с выравниванием напряженности



даже при -20 °С, обеспечивая хорошую адгезию со всеми металлами и пластиками. Оставаясь эластичными на весь срок службы муфты, они позволяют избежать возникновения внутренних трещин, сколов и разрывов, которые неизбежно возникают в монолитно заполненных муфтах в процессе эксплуатации.

Особое внимание уделено клеевым расплавам, нанесенным на термоусаживаемые трубки и перчатки. Нанесение клея производится методом экструзии по всей длине термоусаживаемых элементов, что позволяет гарантированно обеспечить качество склейки во всех диапазонах температур, и устранить дополнительные операции по наложению герметиков.

Для обеспечения дополнительной герметизации при возможном повреждении оболочки или брони кабеля вне муфты и попадании влаги в муфту под оболочкой или броней, во всех муфтах на все типы кабеля применяется система дополнительной герметизации на месте среза оболочки, что позволяет полностью исключить попадание влаги внутрь муфты. По результатам тестов на герметичность кабельные муфты «Прогресс» выдерживают давление 392 кПа при норме 294 кПа.

Мастика, выравнивающая напряженность электрического поля, на месте среза полупроводящего слоя



Стойкость к старению и погодным условиям

Помимо процессов разрушения твердой изоляции под действием электрического разряда (пробоя) сквозь материал или под воздействием частичных разрядов (внутренней ионизации), возможно также серьезное ухудшение поверхностных свойств изоляции, препятствующих дальнейшему использованию кабельных муфт. Эти явления могут развиваться в виде трекинга или короны.

Явление трекинга можно представить себе следующим образом. При наличии загрязнений на поверхности материала (пыль, зола, растворенные соли и др.) во влажной атмосфере пленка, оседающая на поверхность влаги, имеет высокую электропроводность.

Возникающий под действием напряжения значительный ток утечки распределяется неравномерно, в отдельных местах появляются большие плотности тока.

Вследствие этого пленка влаги на поверхности материала местами бурно испаряется, и на этом месте происходит разрыв проводящей пленки с образованием довольно мощной искры. После ее погасания происходит образование новой искры

и т.д. Все это сопровождается местным разрушением изоляции и появлением токопроводящих низкоомных путей или каналов (треков).

Применение одних только юбок не гарантирует прекращение явления трекинга, а только незначительно увеличивает время возникновения поверхностного пробоя. Для предотвращения развития таких процессов в кабельной арматуре «Прогресс» применяются защитная (трекингоустойчивая) термоусаживаемая трубка.

Материалы, входящие в состав этой трубки, препятствуют образованию пленки и обладают свойствами самоочистки, чем обеспечивают сохранность своих изоляционных свойств в течение всего срока службы.

Использование данных систем в кабельной арматуре «Прогресс», выпускаемой компанией «Трансэнерго», позволяет существенно повысить качество и надежность кабельных муфт и кабельных линий в целом, что подтверждено многочисленными тестами и испытаниями, а также отзывами наших клиентов.

*Р.В. Насретдинов, генеральный директор
ООО «Трансэнерго ТД»*