

УДК 620.9

## СРАВНЕНИЕ КАБЕЛЕЙ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ С ПВХ И СШЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Васильев Т.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Дерюгина Е.А.

Система энергетики любого современного государства – это фундамент для обеспечения его экономической независимости и развития. Эффективное использование природных энергетических ресурсов и всего потенциала энергетического сектора ведет к устойчивому росту экономики и качества жизни населения страны и содействует укреплению ее внешнеэкономических позиций. Поэтому грамотный подход к выбору оборудования используемого в производстве и доставке электроэнергии – один из основных приоритетов в системе энергетики Республики Беларусь.

Кабель – конструкция из одного или нескольких изолированных друг от друга проводников (жил), или оптических волокон, заключённых в оболочку. Кроме жил и изоляции кабель может содержать экран, сердечник, наполнитель, стальную или проволочную броню, металлическую оболочку, внешнюю оболочку.

Каждый конструктивный элемент нужен для работоспособности кабеля в определённых условиях среды. Также конструктивные элементы кабеля отличают его от провода.

Оболочка кабеля предназначена для защиты проводников и изоляторов от внешних воздействий, прежде всего от влаги, которая приводит к нарушению изоляции электрических кабелей, а также помутнению оптических волокон.

Оболочка кабеля может состоять из одного и более герметизирующих и армирующих слоёв, в качестве этих слоёв могут применяться различные материалы: ткань, пластмассы, металл, резина и проч. Кабели для передачи электрических сигналов могут быть снабжены экраном из металлической сетки, листового металла (фольги) или полимерной плёнки с тонким металлическим покрытием.

В настоящее время на смену традиционным маслonaполненным кабелям и кабелям с бумажной пропитанной изоляцией приходят кабельные линии нового поколения. На современном этапе в ближайшей перспективе к ним можно отнести кабели с пластмассовой изоляцией и кабели с изоляцией из поливинилхлорида.

Оконцовки кабельной продукции, как правило, нуждаются в подготовке перед монтажом. Процесс подготовки кабеля к подключению называют разделкой кабеля. Чаще всего подразумевается удаление изоляции на требуемую длину, монтаж разъемов или кабельных наконечников, маркировка проводов, электро- и гидроизоляция окончков. Физическая модель загорания в металлическом коробе с крышкой:

– происходит короткое замыкание в одном из кабелей, выделяется значительное количества тепла, кабель нагревается до температуры 900–1000 °С и загорается;

– прогреваются близлежащие кабели до температур пиролиза 280–900 °С, это приводит к выделению теплоты и вовлечения в процесс горения близлежащих кабелей по мере их прогрева;

– выделяющиеся при пиролизе газы разогревают верхнюю крышку короба, и она под действием термических напряжений деформируется и смещается, давая доступ кислороду.

При воздействии тока перегрузки происходит разогрев токопроводящей жилы, изоляции, оболочки кабеля. При достижении предельной температуры начинаются химические реакции термического разложения и газификации материала изоляции и оболочки кабеля. Образующиеся при этом продукты термического разложения нагреваются и смешиваются с воздухом, происходит термическое окисление. При достижении критических значений концентрации продуктов термического разложения в воздухе и температуры газовой смеси происходит воспламенение.

В химическом составе оболочек кабелей с маркировкой «нг» присутствуют элементы галогенового ряда. Кабель имеет повышенную устойчивость к распространению горения и возгоранию от коротких замыканий. Однако горение его в условиях пожара, когда он сам подвергается воздействию пламени, может привести к повышению уровня токсичности продуктов горения. Поэтому их применение в метрополитенах Западной Европы было запрещено в конце 1970-х годов.

Запрещена открытая прокладка кабелей с оболочкой, распространяющей горение. Общим для всей электротехнической продукции является требование о том, что в случае, когда изделия сами подвергаются пожарной опасности от внешнего источника, важно, чтобы они не способствовали распространению пожара в большей степени, чем строительные материалы или конструкции, являющиеся источником зажигания.

Кабели и кабельная арматура, к которым предъявляются требования пожарной безопасности, должны удовлетворять требованию по нераспространению горения.

Для кабелей, проложенных пучком, каждый из которых удовлетворяет требованиям по нераспространению горения только при одиночной прокладке, необходимо применение дополнительных мер, обеспечивающих нераспространение горения.

Поливинилхлоридные пластикаты, применяемые в кабельных изделиях, делятся на три основные группы:

- изоляционные – имеют высокие электрические характеристики;
- шланговые – применяемые для защиты элементов кабельных изделий;
- полупроводящие – используемые для изготовления экранов.

Твёрдый поливинилхлорид имеет высокое содержание хлора (около 57 %) и воспламеняется с трудом. Один килограмм твёрдого поливинилхлорида выделяет 350 литров газообразного хлороводорода, который при растворении может дать более 2 литров концентрированной (25 %) соляной кислоты.

Для изоляции кабелей применяется мягкий поливинилхлорид или кабельный пластикат. Этот материал содержит 50 % различных добавлений (пластификаторов и др.), которые сильно изменяют горючие свойства полимера. Пластификаторы начинают улетучиваться уже при температуре 200 °С и загораются. Содержание хлора уменьшается примерно до 35 %, и его не хватает, чтобы препятствовать распространению огня. Однако при сильном выделении хлороводорода твёрдый поливинилхлорид, удалённый от очага, не загорается, и пожар гаснет.

Благодаря перепаду температур, тяге, создаваемой в кабельных шахтах, газы, содержащие хлороводород, уносятся от очага пожара, проникают в щитовые и аппаратные помещения и оседают на оборудовании.

В настоящее время кабели с пластмассовой изоляцией активно заменяют кабели с бумажной изоляцией в классах среднего и высокого напряжения (10–220 кВ).

Среди пластмассовых изолирующих материалов наиболее современным является сшитый полиэтилен (СПЭ), отличающийся хорошими диэлектрическими свойствами и высокой термической стойкостью.

Для изоляции и оболочки кабеля используют полимерные материалы, обладающие большим диапазоном рабочих температур, малой гигроскопичностью, прочностью и легкостью. Эти качества обусловили преимущественное применение кабелей с изоляцией из СПЭ в странах Европы и Америки.

Пластмасса как изоляционный материал упрощает технологию изготовления, прокладку и монтаж силовых кабелей. Пластмассовую изоляцию кабеля чаще всего выполняют из ПВХ либо СПЭ (сшитого полиэтилена).

Полиэтилен хорошо подходит для изолирования высоковольтных кабелей. Такой изоляционный вид имеет ряд достоинств:

- диапазон рабочих температур больше, чем у проводов с другим типом изоляции;
- экологическая безопасность (кабель можно прокладывать на любых объектах, практически без техобслуживания использовать кабельные линии);

- стойкость к воздействию кислот, щелочей и влаги;
- работы по монтажу и прокладке данных кабелей могут выполняться без дополнительного подогрева с радиусом изгиба до 15 наружных диаметров и при однократном изгибе – до 7,5 при температуре от –15 до –20 °С;
- одинаковая легкость прокладки в разных зонах (и на сложных трассах, и в кабельных сооружениях);
- прочность (повреждаемость на несколько порядков ниже, если сравнивать с бумажной изоляцией);
- кабель можно прокладывать по пересеченной местности.

Диэлектрические свойства СПЭ довольно высокие. От метода изготовления зависит плотность полиэтилена. Так, высокоплотный СПЭ обладает хорошей механической стойкостью и высокой температурой плавления. Он теряет эластичность при температуре от 140 °С, в то время как низкоплотный - всего при 105 °С.

Кабель с поливинилхлоридной изоляцией обычно прокладывают в зданиях, а не под открытым небом, поскольку он не рассчитан на сильные морозы и вредное воздействие ультрафиолета. Тем не менее, разработан ряд модификаций, которые способны выдерживать температуру до –60 °С. Для защиты от солнца кабель прокладывают в трубах.

Данные силовые кабели с пластмассовой изоляцией обладают высокой устойчивостью к повреждениям, а также не возгораются. Добавление таких пластификаторов, как тальк, карбонат кальция и каолин повышают их эластичность и стойкость к морозам.

Кабель с ПВХ-изоляцией отличается рядом достоинств:

- отличная пропускная способность;
- высокий допустимый ток нагрузки (по сравнению с аналогами с бумажной изоляцией – на 30 % выше);
- экологическая безопасность;
- малый вес, средний диаметр и большой радиус изгиба позволяют эксплуатировать кабель на сложных трассах;
- высокий ток термической стойкости при коротком замыкании (до 250 °С);
- незначительный показатель потерь в изоляции (0,001).

Из недостатков необходимо выделить два:

- под действием ультрафиолетовых лучей активизируется процесс старения;
- отсутствует стойкость к воздействию высоких температур.

Кабели СПЭ имеют несколько преимуществ перед кабелями с ПВХ изоляцией. Их предпочтительно использовать если требуется проложить линию на пересеченной местности, т. к. они более стойкие к воздействию ультрафиолета и мороза по сравнению с ПВХ изоляцией.

Однако кабели с ПВХ изоляцией лучше выдерживают перегрев при коротком замыкании и более легкие, чем кабели с СПЭ.

### Литература

1. Смелков, Г.И. Пожарная безопасность электропроводок / Г.И. Смелков. – М., 2009. – 328 с.