

УДК 621.311

## ПРИМЕНЕНИЕ КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Угаров М.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Радкевич В.Н.

Традиционно в энергетике для прокладки в силовых сетях на низкое, среднее и высокое напряжение использовали кабели с бумажно-пропитанной изоляцией (БПИ). Силовые кабели с БПИ имеют высокие и стабильные электрические характеристики, но имеют ряд существенных недостатков. Это – сложный и малопроизводительный процесс их изготовления, ограничения при вертикальных прокладках из-за стекания пропиточного состава. Металлическая оболочка (обязательный элемент конструкции, так как пропитанная бумага не влагостойка) значительно удорожает и утяжеляет конструкцию.

Эти недостатки устраняются при использовании для кабелей изоляции из современных материалов, подвергаемых вулканизации (поперечной сшивке). Наиболее широко используемым материалом является полиэтилен. Создание трехмерной структуры путем образования поперечных связей между макромолекулами полиэтилена позволяет значительно улучшить свойства этого материала, соответственно, улучшаются и характеристики кабеля, выполненного с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ).

Промышленно развитые страны начали использовать СПЭ в качестве изоляционного материала ещё в 70-х годах прошлого века, и в настоящее время многие страны уже не производят и не используют кабели с бумажно-пропитанной изоляцией.

Основные преимущества кабелей с изоляцией из СПЭ:

- 1) низкая повреждаемость (по зарубежным данным, процент электрических пробоев на два-три порядка ниже, чем у кабелей с бумажной изоляцией);
- 2) низкие диэлектрические потери (коэффициент диэлектрических потерь 0,001 вместо 0,008 у кабелей с БПИ и 0,01 у кабелей с поливинилхлоридной изоляцией);
- 3) большая пропускная способность за счёт увеличения допустимой температуры нагрева жил: длительной - 90°C, при перегрузке - 130°C;
- 4) большой ток термической стойкости при коротком замыкании;
- 5) возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней;
- 6) экологичный монтаж и эксплуатация (отсутствие свинца, масла, битума);
- 7) разработаны специальные муфты для соединений кабелей с БПИ и изоляцией из СПЭ, что позволяет применять кабели с полимерной изоляцией не только при прокладке новых линий, но и при ремонте существующих.

Как показал полувековой опыт эксплуатации кабельных линий, наряду с достоинствами, кабели с изоляцией из СПЭ имеют недостатки, в частности – триинги. Большую проблему составляет отсутствие конкретной методики по выбору типа кабеля с изоляцией из СПЭ. Рассмотрим, это подробнее.

В последнее время при строительстве линий электропередачи все чаще применяется новое техническое решение — линия с одножильными кабелями с изоляцией из СПЭ. К сожалению, в нормативно-техническую документацию (ТКП, ПУЭ и т.д.) до настоящего времени не внесены дополнения и изменения даже на кабели с БПИ, касающиеся токовых нагрузок, хотя изменения к ГОСТ 18410 были внесены в 1993 г. Информация по кабелям с изоляцией из СПЭ в этих документах полностью отсутствует. Также отсутствуют отраслевые стандарты по проектированию, прокладке, приемосдаточным и периодическим испытаниям кабельных линий с применением кабелей с изоляцией из СПЭ. В связи с этим производителям данных кабелей приходится разрабатывать инструкции по их применению.

Кабели с изоляцией из СПЭ имеют большую пропускную способность. Например, при равных условиях кабель с БПИ сечением 240 мм<sup>2</sup> можно заменить на кабель с изоляцией

СПЭ сечением 185 мм<sup>2</sup>. При этом в случае применения трехжильного кабеля не возникает дополнительных требований к проектированию или прокладке кабеля с изоляцией СПЭ. Если необходимо передать еще большую мощность, то можно применять одножильный кабель с изоляцией из СПЭ. Однако при этом у проектной организации могут возникнуть вопросы, так как в нормативных документах нет четкого определения, как должен быть заземлен экран одножильного силового кабеля и в каких случаях допускается его эксплуатация с односторонним заземлением, когда необходимо выполнить его транспозицию. При этом может сказываться отсутствие достаточного опыта проектирования, монтажа и наладки, что приводит к серьезным проблемам при эксплуатации линий электропередачи с одножильными кабелями.

Основные проблемы связаны с тем, что применяются одножильные кабели больших сечений. Например, на Сочинской газотурбинной установке (ГТУ), где были использованы одножильные кабели на напряжение 10 кВ для выдачи мощности от генераторов, через несколько месяцев после начала эксплуатации кабели вышли из строя. Причиной стала ошибка проектной организации, которая при переходе через дорогу для надежности заложила каждую фазу в металлическую трубу, что при применении однофазной конструкции, работающей на переменном напряжении, делать категорически нельзя. Потребовалась полная замена кабельной линии. Были изменены трасса и условия прокладки. Заказчик принял решение — для возможности осмотра построить кабельную эстакаду.

Еще одна проблема, которая может возникнуть при применении одножильных кабелей, — выбор правильного варианта заземления экрана или металлической оболочки. Так, например, при небольшой длине (до 1 км) линии целесообразно выполнять одностороннее заземление экранов, а на другом конце устанавливать изолирующие кабельные муфты, но при этом необходимо произвести расчет напряжения. Неправильная прокладка или размещение одножильных кабелей приводит к созданию напряженностей, которые могут превышать допустимые уровни для обслуживающего персонала, а также влиять на работу микропроцессорной аппаратуры.

С помощью одностороннего заземления экранов одножильных кабелей, увеличения межфазного расстояния, прокладки без кабельных коробов можно повысить допустимую нагрузку на одножильные кабели, но при этом созданные магнитные поля в местах работы обслуживающего персонала и установки микропроцессорных устройств, а также наводки на контрольных кабелях значительно увеличатся. И наоборот, заземлив экраны с двух сторон, уменьшив межфазные расстояния, проложив кабели в стальных коробах, можно добиться уменьшения внешних влияний от одножильных кабелей, но получить перегретую изоляцию или необходимость ограничения нагрузки. Следовательно, проблема применения одножильных кабелей в сети генераторного напряжения должна рассматриваться в комплексе, а односторонний подход может приводить к их повреждениям.

В заключение отметим, что для успешного применения кабелей с изоляцией из СПЭ необходимо определить технико-экономические и эксплуатационные показатели, а также параметры потока отказов кабелей.

#### Литература

1. Дмитриев М.В. Заземление экранов однофазных силовых кабелей 6-500 кВ // СПб.: Изд-во “ЗЭУ”, – 2008. –104 с.
2. Пешков И. Б., Шувалов М. Ю. Электрохимическое старение полимерной экструдированной изоляции силовых кабелей: исследования, испытания, диагностика, оценка ресурса // Известия академии наук. Энергетика. 2008. №1. - С. 70-88.