

УДК 621

## СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЕЙ: СРАВНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Сидорова Д.Г., Ковтун Г.К.

Научный руководитель: Мышковец Е.В.

Подземные кабельные сети достаточно дороги, и их используют в основном в городских условиях, но по сравнению с воздушными линиями электропередачи они обеспечивают надежное электроснабжение, обладают высокой безопасностью, не подвержены атмосферным воздействиям, не требуют отчуждения больших территорий, поэтому они получили широкое распространение. Самыми массовыми являются линии низкого (до 1 кВ включительно) и среднего (до 35 кВ включительно) напряжения. При этом новые линии на напряжение 20 кВ и более в основном строят только с применением кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) и этиленпропиленовой (ЭПР) изоляцией, на напряжение 6 и 10 кВ основными материалами изоляции являются СПЭ, ЭПР и бумажная пропитанная изоляция (БПИ)[1].

Изоляция из СПЭ – современный вид твердой изоляции. Основой является полимер этилена, материал, который обладает хорошими механическими свойствами и диэлектрическими свойствами. Всё же этих свойств недостаточно для использования в качестве изоляции. Однако цепочке полимера этилена есть слабое звено, которое при определенных условиях можно задействовать для того, чтобы несколько молекул полиэтилена соединить (сшить) между собой[2]. В результате получается вещество, части которого соединены дополнительными более жесткими связями. Получается материал который и назвали сшитым полиэтиленом.

Традиционная для кабельной промышленности резиновая изоляция тоже прошла этап преобразований. Обычная резиновая изоляция представляет собой смесь натурального или синтетического каучука с наполнителем и некоторыми другими веществами. Со временем в зарубежных странах были разработаны новые, усовершенствованные материалы ЭПР[3].

Несмотря на современность ЭПР и СПЭ существует мнение, что главным видом изоляции нужно считать именно БПИ, т.к. при анализе полного спектра технических характеристик он незначительно уступает современным видам изоляции при значительно меньшей цене. Проведём сравнительный анализ основных показателей трёх видов изоляции.

Таблица 1-Сравнительная характеристика изоляции

Характеристика	Кабель с БПИ изоляцией	Кабель с ЭПР изоляцией	СПЭ	Комментарий
Рабочая температура жилы, °С	65-70	90-105	90	Если сечение одинаковое, то токовая нагрузка с изоляцией из ЭПР выше.

Ток в аварийн. режиме	65-90	140	130	
Предельно допустимая t при кз	130-200	250	250	
Монтаж при температуре не ниже	0	-35	-20	
Коэффициент диэлектрических потерь tg d при 20°C	0,008	Хорошие электроизолирующие свойства 0,0004	Очень хорошие свойства 0,0001	Чем меньше tg d, тем лучше электроизолирующие свойства
Термическое сопротивление	Удовлетворительное	Хорошее	Среднее	
Разница уровней на трассе, м	Не более 15	Не ограничено	Не ограничено	
Применение во взрывоопасных зонах	Да	Да	Нет (п.7.3.1 02 ПУЭ)	
Относительная диэлектрическая проницаемость при 20 град	3,3	≈2,4	2,4	
Влагостойкость		Хорошая устойчивость	Удовл. устойчивость	
Гибкость	Средняя	Хорошая	Плохая	При высокой гибкости время установки сокращается
Гарантийный срок эксплуатации(год)	5 Ограничен высыханием материалов изоляции	5	4,5 При защите от воды	

\* Одним из основных недостатков кабеля с БПИ изоляцией является ограниченная возможность прокладки данного кабеля на трассах с существенной разницей уровней т.к. маслоканифольный состав имеет свойство стекать, при этом бумажная изоляция обедняется и имеет склонность к преждевременному старению. ЭПР и СПЭ такими недостатками не обладают.

\* При монтаже кабеля необходимо учитывать, что для БПИ кабеля минимальная температура прокладки без предварительного прогрева – 0С. Для кабеля в твердой изоляции возможна прокладка при -20С (СПЭ) и -35 (ЭПР).

\* Применением ЭПР и СПЭ в качестве изоляции позволяет увеличить пропускную способность кабеля за счет увеличения допустимой температуры жилы до 90°С (65-70С для кабеля с БПИ изоляцией).

\* Кабели из ЭПР самые гибкие, в отличие от СПЭ, оба кабеля обладают низким весом, меньшим диаметром и радиусом изгиба.

\* Одна из важнейших характеристик изоляционных материалов - это допустимая температура нагрева. Чем выше этот показатель, тем выше допустимые токи нагрузки, которые можно пропускать через силовой кабель в течение длительного времени. (допустимый ток у ЭПР и СПЭ 250 град, что намного превышает показатели кабеля с БПИ).

\* Большим преимуществом ЭПР изоляции является высокая стойкость к образованию водных триингов (воздействие воды на полимерные материалы (изоляция из СПЭ) приводит к образованию водных деревьев (трининги) в толще изоляции, что ускоряет последующие процессы её старения.)

\* Кабели с ЭПР более стойкие к тепловым деформациям и имеют меньшее тепловое расширение, нежели кабели с СПЭ. Также одной из отрицательных особенностей кабеле из СПЭ является запрет их размещения во взрывоопасных зонах, что затрудняет их использования.

Делаем вывод, что кабель со СПЭ изоляцией обладает рядом преимуществ по сравнению с кабелем с бумажной изоляцией и почти не уступает кабелям с изоляцией из этиленпропиленовой резины. По ключевым параметрам выигрывают современные типы изоляции кабелей, и являются выгодной перспективой дальнейшего развития кабельных сетей.

Однако существенной причиной, из-за которой внедрения кабелей с современным типом изоляции является их дороговизна, а также то, что сырьё и производственные мощности можно найти в основном на Западе. Для решения данной проблемы необходимо:

\* Создание альтернативного типа изоляции кабеля, который бы сочетал в себе современные технологии и приемлемую цену

\* Размещение производственных мощностей на территории страны, позволяющих своими силами производить современные типы кабелей.

Как пример первого пути можно привести проект, уже нашедший свою реализацию, который был представлен на XXI Белорусском энергетическом и экологическом форуме Energy Expo, который проходил в октябре 2017 г вместе с партнерами «Москабельмет». На этом форуме был представлен инновационный кабель ТЭВОКС [5]. Кабели марки ТЭВОКС совместили в себе достоинства кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена и бумажной пропитанной изоляцией. Эксперты утверждают, что по своим показателям этот кабель имеет улучшенные свойства, а главное себестоимость по сравнению с рассмотренными нами кабелями из ЭПР и СПЭ, и на наш взгляд-это наше перспективное будущее.

Как пример второго пути можно привести модернизацию витебского предприятия «Энергокомплект», которое запустило новую линию по производству силовых кабеле[6]. Силовой кабель производится методом пероксидной сшивки с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) и этиленпропиленовой резины (ЭПР). Освоение новых типов кабеля даёт хороший старт для дальнейших разработок в РБ.

На данном этапе созданы все предпосылки для скорой модернизации кабельной промышленности и перехода на качественно новый уровень кабельных сетей!

#### Литература

1. Щеглов, Н.В. Современные виды изоляции в 6 ч./Н.В. Щеглов. Изоляция силовых электрических кабелей, ч.6: учеб. пособие,— Новосибирск, - 68 стр.
2. Все про полиэтилен [Электронный ресурс]. – URL: <http://propolyethylene.ru/shitiy/kabeli.html>. –Дата доступа: 10.04.2019
3. Нурмухаметова А.Н. Резины на основе этиленпропиленового каучука, наполненные минеральными наполнителями на основе шунгита: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2012. – 20 с.
4. Воронков, С.Т. Эксплуатация и ремонт тепловой изоляции и обмуровки энергетических установок/С.Т.Воронков - М.: Энергия, 1974. - 320 с., с ил.
5. Инновационное поколение силовых кабелей ТЭВОКС [Электронный ресурс]. – URL: <https://tehnokabelm.ru/news/gk-moskabelmet-predstavlyaet-novyuy-produkt-kabel-tevoks>. – Дата доступа: 10.04.2019
6. Витебский "Энергокомплект" запустил линию по производству силовых кабелей // Новости Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/regions/view/vitebskij-energokomplekt-zapustil-liniju-po-proizvodstvu-silovyh-kabelej-312916-2018/>. – Дата доступа: 11.04.2019