

Энергетика. Автоматика

УДК 264.01

Ю.В. Мясоедов, О.О. Сапожник

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

В статье рассмотрены основные причины, вызвавшие переход на кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена в городских условиях, а также рассмотрены вопросы, связанные с особенностью прокладки кабелей. Даны рекомендации по повышению ее надежности.

Ключевые слова: электрическая сеть, кабель, изоляция, мощность, надежность.

В настоящее время в связи со значительным ростом энергопотребления происходит непрерывное развитие и усложнение электрических сетей в городах и поселках городского типа. В то же время по нормам проектирования в городах запрещено строительство новых воздушных линий (СТО 56947007-29.240.55.192-2014 [5]). Поэтому для городов при канализации электроэнергии целесообразно применять различные типы кабелей. Ранее широко использовались кабели с бумажной изоляцией, маслонаполненные кабели высокого давления, но в нынешних условиях они не соответствуют требуемой категории качества и надежности электроснабжения, поэтому необходима разработка новых технологических условий. Актуальным становится использование силовых кабельных линий на основе изоляции из сшитого полиэтилена (XLPE) с медными или алюминиевыми жилами, что позволит обеспечить их повышенный срок службы.

Проведем сравнительный анализ кабельной продукции, применяемой в городских системах электроснабжения (таблица).

Сравнительный анализ

№ п/п	Параметр	Кабель с изоляцией из СПЭ	Маслонаполненный кабель высокого давления	Кабель с бумажной изоляцией
1.	Длительно-допустимая температура, град. С	90	85	70
2.	Допустимый нагрев в аварийном режиме, град. С	130	90	100
3.	Предельно-допустимая температура при протекании тока КЗ, град. С	250	200	200
4.	Температура при прокладке без предварительного подогрева, не ниже, град. С	-20		0
5.	Плотность 1-секундного тока КЗ, А/мм ² : медная жила алюминиевая жила	144 93	101 67	
6.	Относительная диэлектрическая проницаемость ϵ при 20°C	2,4	3,3	4,0
7.	Коэффициент диэлектрических потерь $\text{tg } \delta$ при 20°C	0,001	0,004	0,008
8.	Разность уровней на трассе прокладки, м	Не ограничена		15
9.	Пропускная способность, А/мм ²	5,1	3,9	3,4

Исходя из проведенного анализа и учитывая опыт эксплуатации, следует отметить, что кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) необходимы, если требуется обеспечить: передачу большей электрической мощности, высокий уровень надежности передачи электрической энергии, повышенный уровень пожарной и экологической безопасности, а также если необходимо проложить кабельную линию, трасса которой будет проходить по территории с большой разностью высот (уровней прокладки).

Рассмотрим основные методы и особенности прокладки кабеля из сшитого полиэтилена в городских условиях и проанализируем основные ошибки монтажа.

Наиболее распространенными способами прокладки кабельных линий являются: прокладка в кабельных коллекторах и тоннелях; прокладка непосредственно в земле (траншее); иногда используются трубопроводы, проложенные методом горизонтально-направленного бурения под дорогами, водными преградами и т.п.; другие способы (в коробах, лотках, по эстакадам и т.п.).

Прокладка кабеля в траншее – один из основных способов, при котором выемка грунта и укладка кабеля производятся строго в соответствии с РД 34.20.509 [6].

Выемку грунта осуществляют только получив разрешение от руководства организации, по территории которой проходит данный кабель, и компании, эксплуатирующей линию. К разрешению в обязательном порядке должен быть приложен план производства работ (ППР), с указанием размещения и глубины проложения кабельной линии.

В связи с тем, что в городах большое количество различных коммуникаций, выемку грунта из траншеи следует производить с большой осторожностью, чтобы избежать повреждения уже действующих линий. Основная особенность прокладки кабелей из сшитого полиэтилена заключается в том, что необходимо учитывать температуру воздуха и погодные условия.

В зимнее время прокладка без предварительного подогрева разрешена только при температуре не ниже -5°C . Температура -20°C является критической для кабелей с полиэтиленовой оболочкой, а для кабелей ПВХ допускается прокладка при температуре не ниже -15°C .

Как правило, тяжение кабеля должно осуществляться при помощи проволочного кабельного «чулка», закрепленного на оболочке кабеля, или за токопроводящую жилу с помощью клинового захвата. Усилия тяжения кабеля P , которое возникает при прокладке, не должны превышать величин, рассчитываемых по формуле:

$$P = \sigma \cdot S,$$

где P – усилие тяжения кабеля, Н (кгс); σ – предельно допустимое механическое напряжение в жиле кабеля при его тяжении, мм^2 ; S – площадь сечения жилы кабеля.

Предельно допустимое при тяжении механическое напряжение в жиле кабеля составляет: 30 Н/мм^2 ($3,06 \text{ кгс/мм}^2$) для кабеля с алюминиевой жилой и 50 Н/мм^2 ($5,1 \text{ кгс/мм}^2$) – для кабеля с медной жилой.

Усилия тяжения кабеля при прокладке необходимо рассчитывать на этапе проектирования кабельной линии и учитывать при заказе строительных длин кабеля. При прокладке радиус внутренней кривой изгиба кабеля должен быть не менее 15 диаметров кабеля, но более детально определяется заводом-изготовителем.

Таким образом, если требуется осуществить прокладку кабеля в траншее, необходимо соблюдать следующие рекомендации. Прокладку силовых кабелей в траншеях проводить на глубине 1,5 м согласно стандарту СТО 56947007- 29.060.20.020-2009 [7]. Перед прокладкой кабеля в траншее обязательно должна быть выполнена подсыпка толщиной не менее 100 мм, а после прокладки – засыпка песчано-гравийной смесью толщиной не менее 100 мм.

Кабельные сооружения и траншеи обязательно следует осматривать с целью выявить на трассе вещества и мусор, способные оказать разрушающее действие на оболочку кабеля. При прокладке

кабелей с полиэтиленовой оболочкой нужно избегать мест, загрязненных нефтяными маслами с высоким содержанием углеводов или другими вредными веществами; насыпного грунта, содержащего шлак или строительный мусор, а также участков, расположенных ближе 2 м от выгребных и мусорных ям.

Если таких мест не избежать, то кабель должен быть проложен в чистом нейтральном грунте, в безнапорных асбоцементных трубах, покрытых внутри и снаружи битумным составом, или в трубах из ПВХ с герметичными стыками. Также обязательно при засыпке кабеля нейтральным грунтом расширять траншею с обеих сторон на 0,5-0,6 м и углублять на 0,3 -0,4 м.

Если необходимо выполнить прокладку кабеля в кабельных сооружениях, производственных помещениях и в других конструкциях, то кабели следует прокладывать целыми строительными длинами, по возможности избегая применения в них соединительных муфт.

Соединительные муфты прокладываемых в блоках кабелей должны быть расположены в колодцах. На эстакадах их располагать не рекомендуется. Прежде чем начинать прокладку кабеля в туннеле (галерее), следует закончить все строительные работы и каркасы противопожарных перегородок. Сварка в туннеле после того, как осуществили прокладку кабеля, недопустима.

В случае необходимости (например, при прокладке в трубе) возможна одновременная прокладка трех кабелей с трех барабанов. Для одновременного тяжения трех кабелей на каждый из них должен быть смонтирован отдельный проволочный «чулок» или захват (при этом кабельные «чулки» или захваты должны быть установлены на трех кабелях вразбежку).

При необходимости защиты кабельных линий с СПЭ-изоляцией от контакта с водой должна быть произведена герметизация. Для этого требуется использовать: манжетку с термоусадкой, строительную монтажную пену (обязательно морозостойкую) или ветошь, промоченную в цементной взвеси.

Исходя из сказанного, следует отметить, что использование кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена в городских условиях в настоящее время несомненно актуально, так как рост энергопотребления, развитие и усложнение электрических сетей, отсутствие свободных площадей, высокая стоимость земли делают удельную стоимость кабельных линий соизмеримой с удельной стоимостью воздушных линий. А так как для современных кабельных линий характерна высокая экологическая безопасность и надежность в эксплуатации, то переход на строительство кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена является целесообразным.

1. Системы кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена – оптимальное решение надежного электроснабжения промышленных и социальных объектов современного города // Кабель-info. – 2006. – № 9.

2. Гольниина, Н.Г., Некрасов, М.Л. Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Характеристики. Применение. Испытания // Кабель-news. – 2012. – № 3.

3. Образцов, Ю.В., Фрик, А.А., Слизов, А.А. Силовые кабели среднего напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена. Факторы качества // Кабели и провода. – 2005. – № 1 (290). – С. 9-13.

4. Белоруссов, Н.И., Саакян, А.Е., Яковлева, А.И. Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник. – М.: Энергия, 2014. – 416 с.

5. СТО 56947007- 29.240.55.192-2014 «Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35 – 750 кВ».

6. РД 34.20.509. Инструкция по эксплуатации силовых кабельных линий.

7. СТО 56947007- 29.060.20.020-2009 «Методические указания по применению силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена».