

УДК 621.311

## ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

Гоманова В.А., Григорчук А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Мышковец Е.В.

Кабельные линии электропередач являются наиболее предпочтительными для электроснабжения потребителей. Как правило общие затраты, включающие в себя капитальные и эксплуатационные, ниже, чем при осуществлении электроснабжения воздушными линиями электропередач. Надежность КЛЭП при должной эксплуатации выше чем ВЛЭП. При этом немаловажна и эстетическая составляющая использования кабельных линий электропередач – отсутствие видимых конструктивных элементов.

### Производство КЛ

Процесс изготовления кабеля включает в себя

1. Скручивание - это процесс формирования проводника, токнесущего компонента кабеля.
2. Полностью сухое отверждение и охлаждение (CDCC) - это процесс производства изоляции, еще одного основного компонента кабеля.
3. Дегазация - это удаление отходящих газов, выделяемых химическими реакциями.
4. Обшивка из свинца - еще один вид скрининга. Свинцовый слиток расплавляется в плавильном котле и наносят на кабель. Тем временем кабель постепенно охлаждается, чтобы предотвратить повреждение сердечника.

### Повреждения КЛ

Главным фактором в условиях эксплуатации кабеля является его повреждение, которое в дальнейшем влияет на «жизненный цикл» кабельной линии. Так, в некоторых случаях кабель или другие элементы линии можно отремонтировать, а иногда стоит вопрос о замене участка КЛ с последующей возможностью ее переработки.

Основные причины повреждения кабельных линий напряжением 1-10 кВ следующие:

1. Предшествующие механические повреждения (изделие получает в период времени после отгрузки с завода и до сдачи в работу) - 43 %.
2. Непосредственные механические повреждения строительными и другими организациями - 16 %.
3. Дефекты в соединительных муфтах и концевых заделках во время монтажа - 10 %.
4. Повреждение кабеля и муфт в результате осадки грунта - 8 %.
5. Коррозия металлических оболочек кабелей - 7 %.
6. Дефекты изготовления кабеля на заводе - 5 %.
7. Нарушения при прокладке кабеля - 3 %.
8. Старение изоляции из-за длительной эксплуатации или перегрузок - 1 %.

9. Прочие и неустановленные причины - 7 %.

Статистика повреждений элементов кабельной линии:

1. Муфты – 31%.
2. Тело кабеля – 69%.

Статистика повреждений изоляции:

1. Механические повреждения, которые приводят к пробое изоляции – 60%.
2. Электрический пробой изоляции без механических воздействий – 40%.

Чаще всего аварии возникают в виде замыканий между одной из фазных жил и экраном – оболочкой кабеля, 20% случаев всех аварий в кабельных сетях приходится на замыкания между фазами.

Чтобы устранить появившееся повреждение необходимо сначала найти его. Поиск повреждения выполняется по такой схеме:

1. Определение элемента с повреждением с помощью релейной защиты.
2. Прожигание изоляции на повреждённом элементе с целью получения по возможности наименьшего по величине переходного сопротивления (в большинстве случаев менее одного Ома).
3. Дистанционное определение места повреждения (с помощью имеющейся документации путем измерений определяется зона места повреждения).
4. Топографическое определение места повреждения (позволяет определить место повреждения в пределах круга диаметром 6 м).

Последний этап чаще всего осуществляется акустическим методом, поскольку с его помощью можно определить почти все виды повреждений. Суть метода в том, что специальным генератором, подключенным к кабелю, создаются мощные импульсы. Они вызывают электрические разряды в повреждённом месте, создающие звуковые колебания. Звук от этих разрядов распространяется от кабеля, находящегося под землёй к поверхности. Оператор со специальным микрофоном отыскивает по силе звука место повреждения кабельной линии.

Помимо этого, для других видов повреждений существуют иные способы их поиска: импульсный – для замыканий и обрывов; индукционный – для замыканий и определения расстояния от земли до кабеля; ёмкостный – для обрыва кабеля; и др.

Ремонтные работы КЛ

Ремонтные работы на кабельных линиях осуществляют по плану, разработанному на основании данных осмотра и испытаний, а также анализа общего состояния линии. По результатам этих данных различают плановый, аварийный и срочный ремонт.

Ремонты кабельных линий делят на простые и сложные.

К простым ремонтам относятся, например, такие, как ремонт наружных покровов (джутового покрова, ПВХ шланга), покраска и ремонт бронелент,

ремонт металлических оболочек, ремонт концевых заделок без демонтажа корпуса и т.п.

К сложным относятся такие ремонты, когда приходится заменять большие длины кабеля в кабельных сооружениях с предварительным демонтажем вышедшего из работы кабеля или прокладывать в земле новый кабель. В случае полной замены участка кабельной линии сложность заключается в том, что концы разомкнутой линии замыкают кабельной вставкой в месте повреждения таким образом, чтобы при этом было обеспечено правильное (фазное) соединение одноименных шин между собой, то есть необходимо добиться фазности соединения.

Для восстановления слоев из ПВХ в основном используют метод сварки горячим воздухом с помощью специальных пистолетов, расходным материалом здесь является пруток из ПВХ, который разогревается так, чтобы началось оплавление. Затем поверх места повреждения накладывается несколько слоев изоляционного материала. Еще одним способом является наложение заплатки из ПВХ пластины, которая затем приваривается к оболочке. В некоторых случаях удобнее использовать манжету в виду ПВХ трубки, которая аналогичным образом приваривается в месте повреждения.

При повреждении оболочки кабеля верхний слой снимается и проверяется на наличие влаги. Если влаги нет, и изоляция не нарушена, свинцовая или алюминиевая оболочка ремонтируется. Из листа металла вырезается полоса больше оголенного участка кабеля, затем место повреждения обертывают и припаивают. В случае проникновения влаги под оболочку, а также в случаях повреждения не только поясной, но и фазной изоляции поврежденный участок кабеля вырезают. Вместо него вставляют соответствующе длины отрезок кабеля и монтируются 2 соединительные муфты.

При повреждении бумажной изоляции (токопроводящие жилы не повреждены) ремонт кабеля можно провести путем восстановления этой бумажной изоляции вокруг токопроводящих жил и установкой специальной муфты.

Повреждение токопроводящих жил устраняется установкой в месте повреждения одной соединительной муфты (в случае, если есть достаточный запас кабеля по длине) или заменой дефектного участка новым отрезком кабеля с установкой двух соединительных муфт.

Для обследования муфты выполняется её разборка. При отсутствии влаги и существенных дефектов, причинённых аварией, муфта ремонтируется. В противном случае повреждённая деталь вырезается и взамен ставится муфта с удлинением, иногда со вставкой отрезка кабеля.

При разрушении корпуса заделки и выгорании жил в корешке ремонт заделок выполняется так же, как и ремонт концевых муфт, за исключением того, что корпус заделки и детали нельзя использовать повторно.

#### Переработка КЛ

Ежегодно на утилизацию отправляются тысячи тонн силового кабеля. В производстве кабеля применяются ценные виды цветных металлов – алюминий, медь. Затраты на переработку окупаются в несколько раз, если учесть таковые

на добычу, транспортировку, обогащение и отлив меди и алюминия. Цена лома складывается из количества ценных металлов, которые использовались для их производства. Вторичная переработка кабеля имеет ряд особенностей. Уровень сложности определяется видом, маркой кабеля, а также объемом металлического лома.

Способы переработки КЛ:

1. Отжиг на огне кабеля – это самый простой способ утилизировать материал. Однако он запрещён в ряде западных стран, так как вреден для экологии. Фактически резиновый или же пластиковый слой просто сжигают на огне, оголяя металл. Но верхние слои могут расплавиться, высок процент брака. К тому же вдыхать воздух, который остаётся после подобной утилизации, крайне вредно для человека. Поэтому от указанного подхода стремятся отказаться.

2. Зачистка лома кабеля – это довольно безвредно, особенно если соблюдать технику безопасности. При низкой стоимости труда разнорабочих такой способ можно считать также доступным по цене. Однако после его использования могут остаться частицы пластмассы или же резины на металле. Кроме того, он довольно медленный, совершенно не подходит для работы с большим количеством лома.

3. Переработка кабеля при помощи раствора – верхний слой можно убирать при помощи специального раствора. Особенно эффективно данным методом получать медь, и этот металл в дальнейшем можно совершенно спокойно использовать для создания нового кабеля. Раствор позволяет легко и просто отделить полиэтилен. В некоторых случаях покрытие просто растворяется, оставляя металл.

4. Переработка кабеля на специальном оборудовании – наиболее технологичный вариант. Имеется в виду механическая переработка лома. На специальной установке - кабель сначала измельчают довольно тщательно. Простейший станок по переработке носит название стриппер. Далее полученную массу подвергают электромагнитному или же специальному воздушному воздействию (сепарации). В результате металлическая часть отделяется от неметаллической. Этот способ позволяет весьма эффективно и совершенно безопасно перерабатывать большое количество лома. Однако для него нужна соответствующая линия.

Использование сырья после переработки КЛ

Самыми ценными компонентами переработки кабелей являются медь и алюминий.

Медь – очень востребованный металл, ее закупают предприятия электротехнической отрасли и электроэнергетики. Медная сечка – сырье для получения сплавов и фольги. Ее используют для производства трансформаторов, запчастей для машин и механизмов, комплектующих для сигнальных устройств, теплообменников, новых кабелей.

Алюминий после переработки идет в производство тросов, крепежных устройств, металлопластиковых окон, из него изготавливают декоративные украшения для интерьеров и дверные ручки. Помимо этого, металл используется в производстве сайдинга и различных профилей, применяемых для отделки зданий.

Изоляционная оболочка, снятая с жил, используется в производстве материалов для дорожного покрытия, производстве стройматериалов, изготовлении композитных материалов из термопластика – черепицы, тротуарной плитки.

#### **Литература**

1. Справочники «Кабели, провода и шнуры». Издательство ВНИИКП в семи томах 2002 год.
2. Чепурной И.И. Эксплуатация кабельных сетей / И.И.Чепурной, В.П.Куличенков.- Минск: БНТУ, 2015. – 154 с.