

УДК 621.311

**МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЯ – ПРОЖИГ
CABLE DAMAGE DETECTION METHOD – BURNING**

В.Н. Коршун, В.С. Вадейко

Научный руководитель – Д.Г. Ковзова, ассистент

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

V. Korshun, V. Vadeiko

Supervisor – D. Kovzova, assistant

Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В данной работе будет рассмотрена одна из методик обнаружения повреждения кабеля. Данный метод применяется в различных сферах деятельности: в телекоммуникации (поиск повреждения кабеля в линиях связи), электроэнергетике (для ремонта сетей низкого и среднего напряжения), в промышленности (неисправности в линиях и сетях), в автомобильной промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. В основе метода лежит использование больших токов, создающий нагрев, что и позволяет найти место повреждения кабеля.

Abstract: This work will consider one of the methods for detecting cable damage. This method is used in various fields of activity: in telecommunications (searching for cable damage in communication lines, electric power industry (for repairing low and medium voltage networks), in industry (faults in lines and networks), in the automotive industry and housing and communal services. It is based the method involves the use of high currents, which creates heating, which makes it possible to find the location of cable damage.

Ключевые слова: прожиг кабеля, повреждение, методы, кабельные линии.

Key words: cable burning, damage, methods, cable lines.

Введение

Повреждения кабеля являются основополагающей причиной снижения надёжности, а также появления сопутствующих вторичных поломок, деформации, обжига дугой, поглощение влаги в месте повреждения. Помимо заводского брака, выделяется еще два вида повреждений – обрыв кабеля или одной из его жил и замыкание. Причинами таких повреждений могут являться многие факторы, такие как, механические поломки, вспучивание, разрушение оболочки и внешнего защитного слоя кабеля, химическая коррозия из-за содержания реагентов в почве.

Основная часть

Для определения метода обнаружения места повреждения необходимо выяснить характер повреждения кабеля, проходное сопротивление, а также место прокладки кабеля. Для более точного определения места повреждения, если есть возможность, пользуются несколькими методами. При отсутствии подходящих условий, инструментов или возможностей, то можно воспользоваться одним методом, применив его сразу для двух концов кабеля.

Кабельные линии подвергаются разного рода повреждениям, а именно, замыкание одной, двух или трех жил на землю или замыкание жил между собой, обрыв жил без заземления или с заземлением оборванных и необорванных жил. Когда кабели расположены в земле, то для обнаружения места повреждения используются комбинированные методы поиска. Найдя участок, производят раскопку и уже устраняют повреждение. Одним из видов повреждения является заплывающий пробой, который возникает при высоких напряжениях в виде короткого замыкания и исчезает при номинальном напряжении. Для обнаружения такого рода повреждений были разработаны некоторые методы, активно применяющиеся на практике. Перечислим существующие методы поиска зоны повреждения:

- метод колебательного разряда;
- импульсный метод;
- метод петли;
- метод прожигания изоляции;
- емкостной метод [1].

Более подробно рассмотрим один из перечисленных методов, а именно, метод прожигания изоляции или разрушающий метод. При выполнении данного метода применяют полупроводниковые выпрямительные установки с селеновыми или германиевыми выпрямителями. Но возможен и вариант с применением переменного тока от трансформатора. Принцип работы данного метода основывается на том, что при повреждении изоляции кабеля применяемыми установками, сопротивление изменится. Если применять переменный ток, происходит нагрев области повреждения.

Этот метод прост в применении и позволяет достаточно точно определить место повреждения провода. Одним из главных преимуществ данного метода, является скорость нахождения повреждения, из чего следует быстрая ликвидация проблемы и возврат кабеля в эксплуатацию.

Начальный этап прожига изоляции кабеля происходит под высоким напряжением, но с низким током. При подаче такого напряжения по кабелю начинает протекать ток, происходит пробой изоляции, сопротивление кабеля изменяется. После данного этапа напряжение начинают понижать, ток, в свою очередь, повышается, а сопротивление кабеля уменьшается с десятков кОм до единиц-десятков Ом. Такой процесс нахождения места повреждения можно осуществлять как с постоянным, так и с переменным током, зависит от рассматриваемой модели.

К типовым ситуациям относятся пробой в соединительной муфте. В процессе проведения прожига снижают напряжение, а затем его обратное повышение. Если повреждение происходит под толщей воды, то по кабелю протекает почти постоянное значение тока, такое же, как и сопротивление, которое находит в диапазоне 2-3кОм. В данном случае для нахождения места повреждения используется метод прожига, но с сопутствующим применением акустического и индукционных методов.

При прожиге кабеля при высоких значениях напряжения происходит пробой. После непродолжительного промежутка времени, примерно 5-10 минут, прожиг повторяют, напряжение пробоя будет уменьшаться, тогда используемую установку переводят на другую ступень прожига (таблица 1). Если при дальнейшем выполнении прожига напряжение пробоя снова начинает расти, то установку должны перевести на большее напряжение. Эти процессы будут выполняться до тех пор, пока не добьются низкоомных значений и металлического мостика, который образуется между жилами. Завершающим процессом является дожиг кабеля, который осуществляется на низких напряжениях и высоких токах. Автоматически подключается низковольтный источник после определенного значения падения напряжения. В таблице 1 отображена одна из схем прожига кабеля, где нижняя жила повреждена [1].

Таблица 1 – Характеристика ступеней прожигания

Ступень прожигания	Напряжение установки, кВ	Внутреннее сопротивление установки, кОм	Максимальный ток, А	Вид установки
I	30-50	500-100	0,1-0,5	Трансформатор с германием или масляно-селеновым выпрямителем
II	5-8	5-1	5-10	Трансформатор с германием или масляно-селеновым выпрямителем
III	0,05-0,5	0,05-0,0005	1000	Генератор высокой частоты, трансформатор с отпайками, сетевой трансформатор

Прожиг кабеля, как отдельный способ обнаружения мест повреждения, имеет свои методы проведения. Рассмотрим некоторые из существующих.

«Ступенчатый способ» является наиболее целесообразным и суть данного метода заключается в смене источников питания по мере снижения напряжения пробоя и переходного сопротивления в месте повреждения.

Резонансный метод так же широко применяется. Суть данного метода заключается в том, что параллельно прожигаемому кабелю подключается катушка высокого напряжения. В результате образуется резонансный контур, колебания в котором возбуждаются благодаря связи с катушкой. В контуре могут развиваться очень высокие значения реактивной мощности, а из сети низкого напряжения потребляется мощность примерно нескольких киловатт, которая идет на покрытие потерь. Преимуществом данного метода является портативная, легкая установка.

Если прожигание кабеля необходимо произвести в коллекторах или в кабельных сооружениях, то применяются полупроводниковые выпрямительные установки, но током не более 3А.

На практике используются термический, химический и механический прожиги. Термический прожиг основан на использовании открытого пламени.

При выполнении данного прожига надо соблюдать осторожность и все прописанные привила. Химический прожиг применяется с использованием химических реагентов, необходимые для разрушения пластмассовых покрытий. Механически прожиг применяется с использованием механических средств для удаления электроизоляции. Преимущества и недостатки данных методов занесены в таблицу 2 [3].

Таблица 2 – Методы и их преимущества и недостатки

Метод	Преимущества	Недостатки
Механический метод	Безопасный; требует меньше специального оборудования	Требует больших усилий и времени
Термический метод	Более эффективный; быстрый процесс	Требует осторожности; повышенный риск пожара
Химический метод	Эффективный; нет необходимости в механической силе	Требует специальных предосторожностей; нуждается в хорошей вентиляции

Преимущества метода прожигания кабеля:

- позволяют предотвратить возможные аварии, поломки;
- снижает риск возникновения пожара, коротких замыканий и других опасных ситуаций;
- позволяет создать герметичные соединения между проводами, т.е. предотвратить расслоение и попадание влаги внутрь;
- увеличивает прочность и долговечность системы, т.к. в процессе слияния образуется сверх прочная оболочка;
- улучшает электрические характеристики;
- эффективность метода;
- применим для труднодоступных мест;
- прожженный кабель упрощает процесс монтажа, так как проводник легче протягивать через отверстия и каналы.

К недостаткам можно отнести:

- опасность пожара и выбросов;
- потеря некоторого количества металлической оболочки;
- экологическая проблема загрязнения окружающей среды [2].

В Республике Беларусь активно применяют прожиг кабеля для обнаружения мест повреждений кабеля. В зависимости от вида повреждения, от глубины залегания кабеля и других фактором, пользуются различными методами. Наиболее прогрессивный среди них – метод импульсной рефлектометрии, его также называют методом вторичного импульса. Рекомендуется так же использовать метод импульсного тока, в рамках которого получается использовать собственную емкость кабеля. В процессе работы применяется импульсный генератор, который имеет в конструкции импульсный переключатель замкнутого типа. Потенциальная емкость импульса значительно повышается при использовании собственной емкости кабеля [5].

Установки для прожига и диагностики кабеля весят достаточно много, а поврежденный кабель приходится искать где угодно: и в тоннеле, и под землей, и в кабельной сборке. Поэтому электролаборатории обычно оборудуют передвижные установки на базе автомобилей или автобусов. Кроме установки автомобиль оборудуется бензиновым или дизельным генератором.

Установки для прожига места повреждения силовых кабелей обычно не универсальны, рассчитаны под конкретный ряд напряжений, регулируемых ступенчато или не имеют ступеней регулировки. Приведем несколько примеров:

- установка АПУ 1-3М, выдаёт напряжение до 24 кВ, а ток до 30 А.
- установка ВУПК-03-25, напряжение 25 кВ, ток – 55А.
- установка ИПК-1, комбинированная, состоит из ВПУ-60 и МПУ-3 Феникс, прожигает напряжением до 60 кВ, выходные токи до 20А.
- низковольтная дожигающая установка: УД-300 и ВП-300, выдает 250 Вольт с током до 300А. Не имеют ступеней регулировки

Заключение

Для того, чтобы определиться с методом поиска повреждения кабеля, необходимо установить характер повреждения: замыкание на землю одной фазы; замыкание двух или трех фаз на землю либо между собой; обрыв одной, двух или трех фаз, с заземлением или без заземления; заплывающий пробой изоляции; сложные повреждения.

Одним из широко применяемых методов является прожиг кабеля – процесс, требующий определенных знаний и навыков. Для проведения этого метода необходимо иметь специальное оборудование, например, источник тока, осциллограф или мультиметр сопротивления [5].

Литература

1. Методы определения места повреждения кабеля. [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://extxe.com/22726/metody-opredelenija-mesta-povrezhdenija-kabelja>. – Дата доступа: 23.10.2023.
2. Прожиг кабеля: назначение и важность. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lexcodex.ru/ask/prozig-kabelya-naznachenie-i-vaznost>. – Дата доступа: 23.10.2023.
3. Прожиг кабеля: способы и технологии. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://sinospaces.ru/elektrika/prozig-kabelya-sposoby-i-texnologii>. – Дата доступа: 24.10.2023.
4. Поиск кабеля под землей и мест его повреждения. [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://tebolab.by/uslugi/kabelnye-linii/poisk-kabelya/>. – Дата доступа: 24.10.2023.
5. Прожиг кабеля при поиске повреждения: особенности и методы. [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://promenter.ru/elektrika/prozig-kabelya-pri-poiske-povrezdeniya-osobennosti-i-metody>. Дата доступа: 24.10.2023.