

# МЕТОДЫ ПОИСКА И ЛОКАЛИЗАЦИЙ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

## Попов Е.В.

Попов Евгений Владимирович – магистрант,  
кафедра электроэнергетики,  
Кузбасский государственный университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

**Аннотация:** основная доля электрических коммуникаций связи потребителей электрической энергии с поставщиком осуществляется кабельными линиями. Основная их часть прокладывается в земле, так как преимущество этого способа заключается в том, что для этого не требуется создания громоздких и дорогостоящих кабельных эстакад, негативно влияющих на внешний вид, не происходит отчуждение земельных участков, что наиболее актуально в густонаселенных и городских районах, обеспечивается защита от доступа к кабельным линиям посторонних лиц, экономится количество проложенного кабеля, в связи с тем, что прокладка производится по кратчайшему пути от источников до потребителя. Но наряду с преимуществом, существуют и недостатки при прокладке в земле. И один из главных - это сложность поиска повреждений в подземных кабельных линиях.

**Ключевые слова:** повреждение кабельных линий, поиск места повреждения.

### Причины повреждения кабельных линий.

Причинами нарушений в кабельных линиях являются такие факторы, как:

- повреждение кабельного изоляционного слоя, с замыканием одной токоведущей фазы на землю;

Так называемые однофазные повреждения КЛ относятся к самым распространенным видам повреждений силовых линий напряжением до 20 кВ. При данных повреждениях одна из токоведущих жил кабеля замыкается накоротко, или с переходным сопротивлением на экранирующую оболочку. Эти повреждения делятся на три группы по номиналу сопротивления в месте возникновения замыкания. Первая группа - это замыкания с переходным сопротивлением в десятки и сотни мегаом. Вторая группа - это повреждения с сопротивлением от единиц ом до сотен килоом и к третьей группе относят повреждения с сопротивлением, близко равным нулю.

- повреждение кабельного изоляционного слоя, с замыканием двух или трех токоведущих фаз на оболочку КЛ, либо замыкание жил между собой с пробоем изоляции;

Межфазные нарушения изоляции составляют порядка 20% от всех видов нарушений в кабельных линиях. Данные повреждения делятся на две группы. К первой группе относятся нарушения изоляции с сопротивлением в месте возникновения дефекта, равным нулю, ко второй группе относят повреждение изоляции с сопротивлением в месте повреждений от единиц кОм до сотен мОм [1].

### Определение вида повреждения.

Для выбора наиболее рационального метода поиска повреждения следует, прежде всего, определить вид повреждения кабельной линии. Для этого кабельную линию следует отключить как от источника, так и от потребителя электроэнергии, и характер нарушения кабельной линии определить мегомметром или омметром в зависимости от выбранного метода [2, с. 1].

Мегомметром или омметром в основном выявляют однофазные и межфазные нарушения изоляции кабеля с переходным сопротивлением в месте повреждения, начиная от нуля до нескольких сотен килоом. Если переходное сопротивление в месте повреждения имеет большое значение, то зачастую не удается определиться с видом повреждения вышеуказанными приборами, и в этом случае для уменьшения сопротивления используют высоковольтную установку для прожига. Поочередно, подвергая испытанию высоковольтной установкой все жилы кабельной линии относительно токопроводящей оболочки кабеля, тем самым выявляя вид дефекта. Этим способом выявляются повреждения типа: «заплывающий пробой», однофазные и межфазные, разрывы кабеля, повреждения концевых муфт.

Прожиг кабеля.

Для локализации повреждений необходимо иметь достаточно малое значение переходного сопротивления в месте пробоя изоляции кабельной линии. При высоком значении для уменьшения переходного сопротивления до десятков Ом применяют методы прожигающие изоляцию в месте повреждения [3, с. 56].

В основном современные приборы выполняют прожиг кабельной линии в несколько ступеней, так например установка ВТ 5000-1 (рис. 1) имеет таких ступеней шесть [4].



*Рис. 1. Прибор для прожига кабеля BT 5000-1*

### **Определение места повреждения.**

Для детального определения места нарушения в кабельных линиях применяют следующие методы:

- импульсный метод;
- импульсно-дуговой метод;
- метод колебательного разряда;
- петлевой метод;
- метод емкостного заряда;
- индукционный метод;
- акустический метод.

Импульсный метод.

Применяется в основном для определения обрыва токоведущих жил, однофазных и межфазных замыканий. Данные работы выполняются при помощи приборов (рис. 2), называемых рефлектометрами [3, с. 59].



*Рис. 2. Рефлектометр РД-Мастер*

Импульсно-дуговой метод.

Является разновидностью импульсного метода. Этот метод позволяет выявить повреждения с переходным сопротивлением в месте нарушения более 1 кОм [5].

Методика колебательного разряда

Сущность данного метода заключена в измерении периодов либо полупериодов собственных колебаний, которые возникают в заряженной кабельной линии при пробое в месте повреждения изоляции. Данные колебания характерны периодическим распространением электромагнитных волн от места нарушения до начала линии и обратно с постепенным затуханием колебательного процесса в периоде времени [3, с. 60].

Эту методику локализации места повреждения применяют для определения расстояния при замыканиях в силовых кабелях, имеющих характер «заплывающего» пробоя.

Петлевой метод поиска.

Данный метод применим для локализации места повреждения при однофазных и двухфазных замыканиях, если в наличии имеется одна неповрежденная жила, либо параллельно проложена кабельная линия с заведомо исправными жилами.

Сущность этого метода состоит в измерении соотношении сопротивлений при помощи измерительного моста (рис. 3) от начала до места повреждения, и измерении от места повреждения по обратной петле [3, с. 62].



*Рис. 3. Прибор для определения зоны повреждения кабеля петлевым методом – P4833-M1 мост постоянного тока (прибор универсальный измерительный)*

Петлевой метод поиска неисправности кабельных линий был самым первым методом отыскания повреждений и в настоящее время этот метод практически не применяется, так как он достаточно трудоемок, неточен, и не позволяет определить место обрыва жилы без ее замыкания на оболочку.

Метод емкостного заряда.

При определении используют измерительный мост переменного тока (рис. 4) Этот метод достаточно часто применяют для определения зон повреждения при обрыве одной или нескольких жил кабеля. Сущность метода заключается в том, что существует прямая зависимость от емкости заряда кабельной линии от ее длины [6].

Данный метод определения участков повреждения достаточно существенно уступает по скорости и точности измерения импульсному методу и в настоящее время применяется достаточно редко.



*Рис. 4. Прибор ИРК-ПРО АЛЬФА для определения места повреждения ёмкостным методом*

Индукционный метод.

Метод индукции в основном используют при определении мест межфазных повреждений изоляции, а также при обрыве токоведущих жил кабеля с замыканием их между собой.

Сущность данного метода заключается в следующем. При пропускании по кабельной линии переменного тока от генератора импульсов (рис. 5), вокруг жилы кабеля образуется магнитное поле, величина которого зависит от значения тока протекания [3, с. 65].



Рис. 5. Трассотечепоисковый комплект Успех-АТГ-425.20Н

#### Акустический метод

Акустический метод является основным методом во многих кабельных сетях, так как он достаточно универсален. Данным методом можно определять довольно разнообразные повреждения: однофазные и межфазные замыкания с любым переходными сопротивлениями, обрывы жил кабеля. Так же существует возможность в отдельных случаях определение сразу несколько повреждений на одной кабельной линии. Данный метод может быть применен и для поиска мест повреждений «заплывающего» пробоя, и при замыканиях с переходным сопротивлением, которое обеспечивает устойчивый искровой разряд.

Сущность акустического метода заключена в создании в месте самого повреждения мощного электрического разряда с фиксацией звуковых колебания на поверхности земли при помощи приемного устройства. Чтобы создать мощный разряд в месте повреждения энергия накапливается в высоковольтных конденсаторах или в емкости самого кабеля который необходимо зарядить выпрямительной установкой. [3, с. 63].

В современных установках (рис. 6) для создания искровых разрядов в месте пробоя изоляции кабеля применяют генераторы ударных акустических разрядов. Такой генератор имеет конденсаторы, заряд и разряд которых в кабель происходит через рабочий искровой промежуток поврежденной изоляции.



Рис. 6. Акустический поисковый комплект АПК-1

### **Заключение**

Основные работы по поиску и локализации мест повреждения кабельной линии включают основные этапы:

Выполнение технических мероприятий обеспечивающих безопасность работ, выполняемых со снятием напряжения.

Определение вида повреждения при помощи мегаомметра или омметра с выбором метода локализации зоны и места повреждения.

При необходимости прожиг кабеля высоковольтной установкой.

Определение зоны повреждения кабельной линии.

Определение места повреждения кабеля кабельной линии.

Устранение повреждения.

### **Список литературы**

1. Путеводитель по энергетике: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pue8.ru/kabelnye-linii/320-rovrezhdeniya-kabelnykh-linij.html/> (дата обращения: 06.06.2017).
2. Методические указания по определению места повреждения силовых кабелей напряжением до 10 кВ РД 34.20.516-90.
3. Организационные и методические рекомендации по проведению испытаний электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей. М.: ЗАО «Энергосервис», 2004. 240 с
4. Приложение к свидетельству М40378. Об утверждении типа средств измерений. Установки контрольно-измерительные для испытаний и прожига кабелей моделей ВРА 703, Centrix, SPG 32 и SPG 40.
5. Кабельная измерительная техника. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.eurostell.com/methods/impulsno-dugovoj-metod/> (дата обращения: 06.06.2017).