

Как выбрать рефлектометр?

Обратившись к опыту профессионалов в области поиска поломок подземных электрических кабелей, мы создали пошаговую инструкцию, которая поможет грамотно выбрать рефлектометр, ведь качество работы напрямую зависит от выбранного оборудования.

ШАГ 1.

Для каких линий вы предполагаете использовать прибор: для относительно низкочастотных или ВЧ и СВЧ

Условно все линии разделим на 2 группы:

1. Относительно низкочастотные кабельные линии и воздушные линии.
2. Высокочастотные (ВЧ) и сверхвысокочастотные (СВЧ) кабельные линии связи.

К ВЧ и СВЧ линиям и трактам относятся коаксиальные кабельные линии, полосковые линии, СВЧ-тракты и т.п., полоса пропускания которых может достигать нескольких единиц и даже десятков гигагерц.

Основными измерительными задачами для этой группы линий являются: измерение местонахождения неоднородности, измерение ее величины и характера, определение эквивалентной схемы неоднородности, частотных свойств и других характеристик.

Разрешающая способность импульсного рефлектометра для ВЧ и СВЧ линий зависит от длительности фронта зондирующего импульса и равняется минимальному расстоянию между двумя неоднородностями линий (в начале линии), которые на рефлектограмме наблюдаются отдельно. Однако любой рефлектометр состоит из 2-х частей: генератора и приемника.

Эквивалентная полоса - это полоса пропускания приемной части рефлектометра. При выборе рефлектометра желательно выполнить условие, при котором его эквивалентная полоса была шире полосы пропускания измеряемой линии (тракта).

Относительно низкочастотные кабельные линии - это большая группа кабельных линий городских распределительных сетей, кабелей питающих подстанций различных классов напряжений, кабелей связи (городские телефонные, магистральные, зоновые), кабели связи, управления и контроля всех электростанций, портов, аэродромов, железных дорог и многих других кабелей.

Для работы с относительно низкочастотными кабельными линиями предназначены приборы РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-100, РЕЙС-105М1, РЕЙС-205, РЕЙС-305, РЕЙС-405.

ШАГ 2.

Определение требований к рефлектометру по диапазону измеряемых расстояний и требуемой разрешающей способности.

Все рефлектометры имеют различные максимальные измеряемые расстояния и разрешающие способности. Рефлектометр с большим измеряемым расстоянием может заменить рефлектометр с меньшим измеряемым расстоянием.

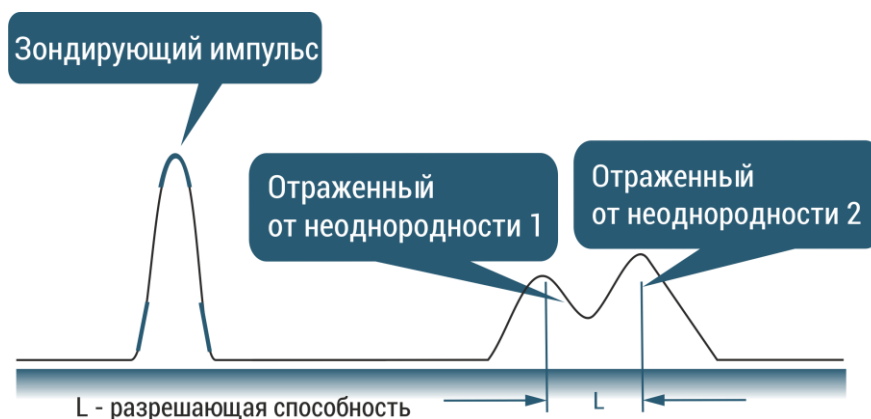
У некоторых рефлектометров зарубежных и отечественных фирм максимальные диапазоны измеряемых расстояний могут быть очень большими, например: 300 км, 650 км, 800 км. Следует учитывать, что это параметр зачастую характеризует только приемную и измерительную части рефлектометра и не характеризуют встроенные в рефлектометры генераторы зондирующих импульсов.

Встроенные генераторы рефлектометров с такими большими диапазонами измеряемых расстояний недостаточно мощны для того, чтобы компенсировать затухание зондирующих импульсов, при их пробеге от начала до конца линии и обратно.

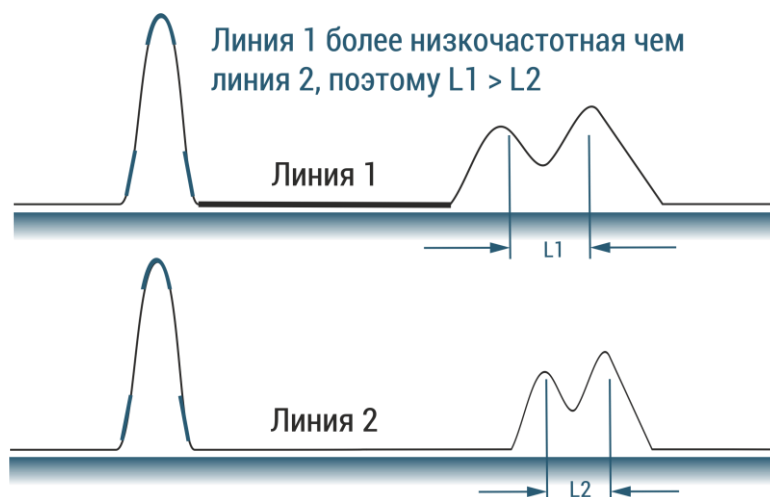
Указанная особенность не является существенным недостатком рефлектометров с большим измеряемым расстоянием, так как возможность иметь большие измеряемые расстояния нужна потребителям очень редко - в основном для измерений на очень длинных воздушных линиях, когда кроме начала и конца другой возможности подключения к линии нет.

Для обеспечения измерений на таких расстояниях необходимы специальные мощные генераторы (амплитуда импульсов - сотни вольт и киловольты), которые могут быть подключены в качестве приставки к импульсным рефлектометрам, имеющим большие диапазоны измеряемых расстояний и используются энергетиками для зондирования воздушных линий электропередачи.

Разрешающая способность для относительно низкочастотных линий определяется минимальной длительностью зондирующего сигнала и равна минимальному расстоянию DL между двумя неоднородностями (в начале линии), отраженные сигналы от которых наблюдаются на экране рефлектометра отдельно.



Следует учитывать, что разрешающая способность рефлектометра зависит от типа линии и для каждого типа линий будет ухудшаться с увеличением расстояния от начала линии до точки измерения по-разному. Это обусловлено наличием в линии затухания, причем с увеличением расстояния более высокие частоты затухают быстрее (дисперсия сигналов). Поэтому для более низкочастотных линий на том же расстоянии разрешающая способность рефлектометра будет хуже, чем для более высокочастотных линий.



Минимальная измеряемая длина ограничена мертвой зоной рефлектометра в которой невозможно увидеть отражение от неоднородности. Мертвая зона включает в себя зондирующий импульс и еще некоторое расстояние после него, где возможны выбросы и искажения РФГ. Для рефлектометров это расстояние в пределах 0.5 - 2 метра в зависимости от минимальной длительности и амплитуды зондирующего импульса. Чем короче и меньше по амплитуде минимальный зондирующий импульс, тем меньше зона искажений после него.

Для выбора рефлектометра по максимальному диапазону измеряемых расстояний и минимальной измеряемой длине линии используйте следующую таблицу:

Параметр	РЕЙС-45	РЕЙС-50	Рейс 100	РЕЙС-105M1	РЕЙС-205	РЕЙС-305	РЕЙС-405
Максимальное измеряемое расстояние, км	8	8	25,6	25,6	102	51	250
Минимальная длительность зондирующего импульса, нс	10	10	8	8	10	12	100
Амплитуда зондирующих импульсов, В	2,5	2,5	5	20	24	22	120
Минимальная измеряемая длина линии, м	1,5	1,5	2	2	2	2	12

ШАГ 3.

Какие методы измерения вам необходимы: только локационный или локационный и волновой.

Сущность локационного метода (метода импульсной рефлектометрии, метода отраженных импульсов) изложена здесь.

Этот метод - метод активной локации. Локационный метод реализован в любом из вышеуказанных приборов. При локационном методе в линию подаются короткие зондирующие сигналы, а прибором принимаются с линии отраженные сигналы, которые изображаются на экране в виде рефлектограммы - реакции линии на зондирующие сигналы. По времени запаздывания отраженных от места повреждения импульсов относительно зондирующих определяют расстояние L до места повреждения.



L - расстояние до места повреждения

При использовании метода активной локации на кабельной линии предварительно линию отключают от источника и нагрузки и разряжают (для снятия остаточного потенциала).

Волновой метод - методом пассивной локации, используется в основном для силовых кабельных линий.

Существуют 2 варианта этого метода: волновой метод, использующий связь по напряжению или волновой метод, использующий связь по току. Для осуществления волнового метода при связи по напряжению на кабельную линию подают высокое напряжение от специального источника и, постепенно повышая его, добиваются пробоя в слабом месте кабеля. При этом прибор должен быть подключен к кабельной линии через специальное присоединительное устройство по напряжению (емкостный делитель напряжения).

Для реализации волнового метода при связи по току в кабельную линию подают от специального мощного генератора, высоковольтный импульс, который пробежав от начала линии до слабого места вызывает в нем пробой. При этом прибор должен быть подключен к линии через специальное присоединительное устройство по току (импульсный трансформатор тока). Волновой процесс в кабельной линии будет записан в память прибора. По временной задержке между импульсами, пришедшими к началу кабеля от первичного, вторичного и последующих пробоев определяют расстояние до места пробоя.

Выбор рефлектометра в зависимости от вида повреждений

Повреждение	Метод	Приборы
Обрыв (длина кабеля)	Рефлектометрический	РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-100, РЕЙС-105М1, РЕЙС-205, РЕЙС-305, РЕЙС-405
Обрыв (длина кабеля)	По погонной емкости	ПКМ-105, РЕЙС-205
Длина кабеля	По погонному сопротивлению жилы (требуется доступ к дальнему концу линии)	РЕЙС-50, (ПКМ-105 и РЕЙС-205 для связанных кабелей малых сечений)
Короткое замыкание	Рефлектометрический	РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-100, РЕЙС-105М1, РЕЙС-205, РЕЙС-305, РЕЙС-405
Низкоомные повреждения (до единиц Ом)	Рефлектометрический	РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-100, РЕЙС-105М1, РЕЙС-205, РЕЙС-305, РЕЙС-405
Низкоомные повреждения в связанных кабелях малых сечений	Мостовой метод	ПКМ-105, РЕЙС-205
Высокоомные повреждения в связанных кабелях малых сечений	Мостовой метод	ПКМ-105, РЕЙС-205
Высокоомные повреждения в силовых кабелях	Импульсно дуговой метод, метод колебательного разряда	РЕЙС-305, РЕЙС-405 в комплекте с силовым высоковольтным оборудованием

ВЫВОДЫ:

1. Волновой метод применяется для силовых кабелей и реализуется посредством достижения пробоя в слабом месте кабеля;
2. Для реализации волнового метода необходимы дополнительные устройства
3. Для волнового метода при связи по напряжению необходимо устройство присоединения по напряжению и высоковольтный источник напряжения с регулируемым выходным напряжением
4. Для волнового метода при связи по току нужно устройство присоединения по току и мощный генератор высоковольтных импульсов.