

ИНФОРМАЦИЯ ПО ДИАГНОСТИКЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

The logo for 'seba КМТ' is displayed in a large, white, stylized font. The letters are outlined with a glowing effect. The background is a vibrant, abstract image of red and orange lightning bolts striking against a dark background.

- Почему диагностика кабелей?
- Приносит ли диагностика кабелей пользу?
- Какой использовать метод для какой проблемы?
- Универсальный метод для всех кабелей?
- Условия и подготовительная работа?
- Каков принцип действия диагностики кабелей?

The logo for 'seba КМТ' is shown in a bold, black, sans-serif font. The letters are solid black with no outlines. The background is a solid black.

Содержание:

1. Что такое диагностика кабелей?
2. Польза от диагностики кабелей
3. Проблемы, возникающие с кабелями и оборудованием
 - 3.1. Проблемы на кабелях с изоляцией из полиэтилена (PE) и сшитого полиэтилена (VPE)
 - 3.2. Проблема на кабелях с бумажно-масляной изоляцией
 - 3.3. Проблемы в муфтах и концевых заделках
 - 3.4. Один метод для всех проблем?
4. Условия и подготовительная работа
 - 4.1. Диэлектрическая диагностика
 - 4.2. Диагностика частичных разрядов при помощи OWTS
5. Методы диагностики
 - 5.1. Диагностика частичных разрядов при помощи OWTS
 - 5.2. Измерение тока релаксации (IRC- анализ)
 - 5.3. Измерение возвратного напряжения (RVM)

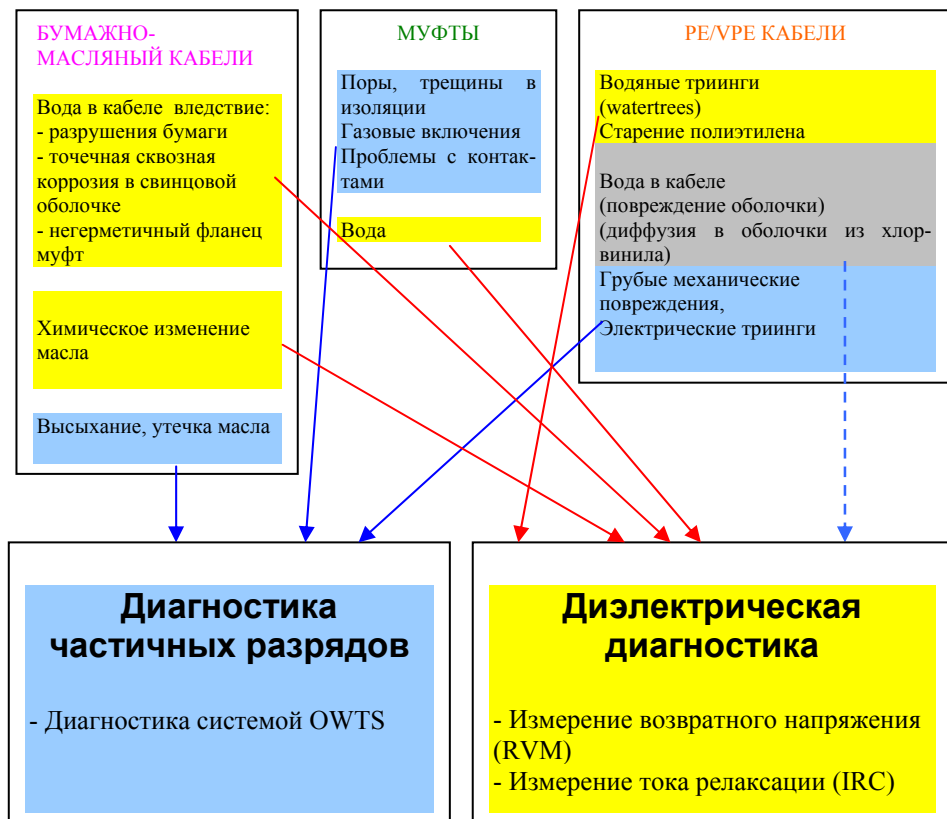
1. Что такое диагностика кабелей?

Диагностика кабелей – это определение состояния изоляции и гарнитур кабельных линий. На основании этого принимается решение по продолжению эксплуатации, ремонта или замены кабелей. По сравнению с испытаниями кабели почти не подвергаются нагрузке, и поэтому не возникает пробоя кабеля возможных слабых мест.

2. Польза от диагностики кабелей

- Можно избежать затрат при выходе из строя кабелей, если имеется информация, основанная на диагностике, о состоянии кабеля.
- Определение остаточного срока службы более старых участков кабелей. Благодаря этому можно избежать новой прокладки кабеля, в которой нет необходимости.
- Экономия затрат благодаря частичной замене участков кабелей на протяженных кабельных линиях. Все показывает опыт, сильное или критическое старение часто имеет место на более протяженных кабельных линиях.
- Надежность эксплуатации и энергоснабжения могут определяться методами диагностики и испытаний при соответствующей комбинации.
- Качественное выполнение нового монтажа или ремонта муфт и концевых заделок можно проконтролировать при вводе в эксплуатацию.

3. Проблемы, возникающие с кабелями и концевыми муфтами



Для определения состояния и эксплуатационной надежности кабелей и кабельного оборудования необходимы различные методы диагностики. И лишь сочетание диэлектрической диагностики и диагностики ЧР установкой OWTS дает полную картину о состоянии кабельной линии.

3.1. Проблемы на кабелях с изоляцией из полиэтилена (PE) и сшитого полиэтилена (VPE)

Значительный эффект старения кабелей с изоляцией из PE/VPE вызывается возникновением и ростом водяного триинга (watertrees). Они возникают со временем под воздействием воды, тепла и напряженности магнитного поля. Разрастаются они постепенно и в конечном результате вследствие образования электрических триингов ведут к короткому замыканию и к выходу из строя кабеля. Другие эффекты старения появляются при термической перегрузке изоляции из PE/VPE. Влага в кабелях с дефектами оболочки особенно благоприятствует разрастанию водяных триингов. Так как водяные триинги, обусловленные физическими законами, не показывают частичных разрядов, то описанные процессы старения можно обнаружить и оценить лишь при помощи **диэлектрической диагностики**.

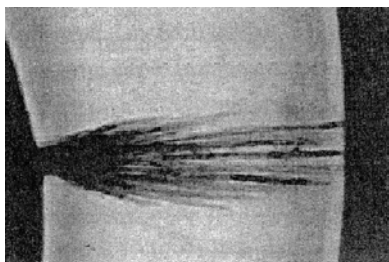


Рис.1:
Разросшийся водяной триинг
в изоляции кабеля

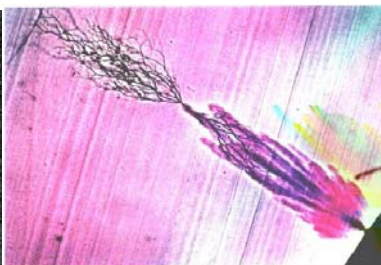


Рис.2:
Электрический триинг,
ведет к пробое кабеля

3.2. Проблема на кабелях с бумажно-масляной изоляцией

3.2.1. Вода в кабеле

Вследствие повреждения оболочки (отверстие из-за коррозии; трещины из-за перемещения кабеля) и обусловленный старением распад целлюлозы повышается содержание влаги в изоляции. При этом постепенно уменьшается электрическая прочность изоляции, пока она не достигнет величины рабочего напряжения, и кабель станет уже не надежным для эксплуатации. Срок службы таких кабелей сильно зависит от качества изготовления и условий прокладки, так что лишь на основании технического ресурса кабеля нельзя дать какую-либо информацию о качестве изоляции. Для определения влажности необходима **диэлектрическая диагностика**. Частичные разряды, все показывает опыт, не появляются во влажной бумажно-масляной изоляции.

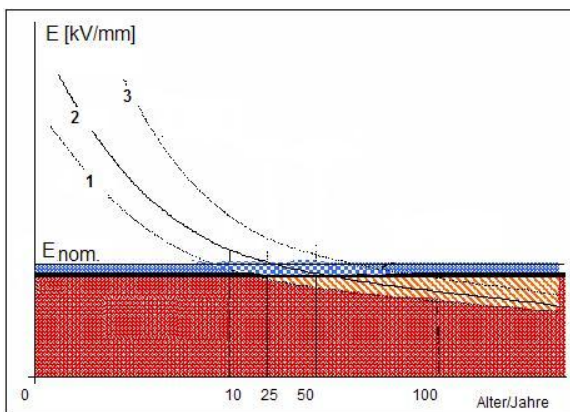


Рис. 3:
Электрическая прочность кабелей с бумажно-масляной изоляцией как показатель срока службы
1- низкое
2- среднее
3- высокое
качество изготовления



Рис.4:
Коррозия
внешней оболочки
и точечная сквозная
коррозия свинца

3.2.2. Высыхание

Вытекание массы и недостаточная подпитка приводят к высыханию этих мест и образованию полых, наполненных газом, пространств в изоляции кабеля. Из-за уменьшенной электрической прочности в таких местах появляются частичные разряды (ЧР), которые могут привести к карбонизации бумаги и разрушить изоляцию. Такие ЧР можно обнаружить и локализовать при помощи **диагностики ЧР установкой OWTS**. Часто локализация таких ЧР не показывает локальных концентраций, и вместе с тем нет непосредственной угрозы повреждения, а имеется распределение по более протяженным участкам кабеля.



Рис.5:
Следы ЧР в
промежуточных
слоях бумаги

3.3. Проблемы в муфтах и концевых заделках

3.3.1. Повреждения частичными разрядами

Вследствие неправильного монтажа в муфтах и концевых заделках возникают ионизируемые, наполненные газом полости и зазоры, а также участки с повышенной напряженностью электромагнитного поля, которые частично уже при номинальном напряжении приводят к частичным разрядам. Затем термические процессы деградации в муфтах с ненадлежащим образом выполненными соединениями жил могут также воздействовать на участки, где могут образоваться ЧР. Такие, поврежденные частичными разрядами места можно обнаружить и локализовать при помощи **диагностики ЧР установкой OWTS**.

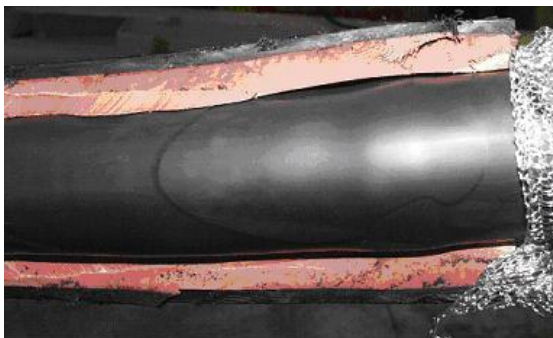


Рис. 6:
Плохо смонтированная
усадочная муфта



Рис. 7:
Повреждения частичными
разрядами неправильно
смонтированной муфты
путем заталкивания

3.3.2. Вода в муфтах

Обнаружение влажных муфт не является первостепенной задачей диагностики. Однако при диагностике эта информация является часто «вспомогательной». Влажные муфты не вызывают ЧР, но обращают на себя внимание из-за повышенного и нестабильного зарядного тока при **диэлектрической диагностике** участков кабеля. Как правило, в таком случае рекомендуется провести СНЧ-испытания с последующей локализацией рефлектометром.

3.4. Один метод для всех проблем?

Как было показано, понять многообразие эффектов в кабелях среднего напряжения можно лишь благодаря сочетанию диагностики диэлектрической и ЧР. Один универсальный метод для всех проблем может дать очень мало информации.

4. Условия и подготовительная работа

До начала диагностики представить технику, проводящему данную диагностику, по возможности полную информацию о кабельной линии, например, длина отдельных участков, типы кабелей, срок службы кабеля, расположение муфт и их дата монтажа, а также возможные повреждения.

4.1. Диэлектрическая диагностика

Кабели должны быть отключены и полностью разряжены. Перед началом диагностики необходимо обеспечить заземление при помощи кабеля заземления или измерительного кабеля со стороны измерения. Минимальное время заземления и короткого замыкания должно составлять 30 мин. При неблагоприятных обстоятельствах могут быть необходимы более продолжительное время короткого замыкания. Необходимо отсоединить преобразователи напряжения, почистить загрязненные концевые заделки.

При наличии установок переключения с элегазом до проведения диагностики по телефону необходимо согласовать с центром диагностики условия или необходимые подготовительные работы.

4.1.1. PE/VPE-кабели

Смешанные линии из участков PE- и VPE- кабелей можно диагностировать вместе. Для проведения диагностики основная жила и экран кабеля должны быть полностью отключены с обоих концов от распределительного устройства, чтобы гарантировано исключить помехи и эффекты поляризации распределительной установки.

4.1.2. Кабель с бумажно-масляной изоляцией

Для проведения диагностики жилы должны быть полностью отключены с обоих концов от распределительного устройства. В месте измерения остается подключенным металлическая оболочка/заземление подстанции. На другом конце кабеля это подключение, если можно, надо отключить от распределительной установки, чтобы исключить влияние помех на результаты измерения.

4.1.3. Смешанные линии из участков с бумажно-масляными РЕ/VРЕ-кабелями

Согласно физическим законам на смешанных кабелях в результате диагностики возможна информация лишь о бумажно-масляном кабеле. Разумеется, кабельная линия большей частью должна состоять из бумажно-масляного кабеля, доля РЕ/VРЕ- кабелей должна составлять макс. 20% от всей длины кабелей. Часто это имеет место при ремонте отдельных участков и вводов на подстанциях. Подготовительные работы такие же как для бумажно-масляных кабелей.

4.2. Диагностика частичных разрядов (ЧР) при помощи OWS

Для такой диагностики кабели должны быть отключены и разряжены. При наличии установок переключения с элегазом заранее надо подготовить измерительные адаптеры. Для точной локализации мест повреждения ЧР разрядами особенно важны точные схемы кабельных линий и муфт.

5. Методы диагностики

5.1. Диагностика частичных разрядов при помощи OWTS

OWTS (Oszillating Wave Teilentladungs System) по каждому участку дает информацию об уровне ЧР, напряжении зажигания и гашения ЧР, а также о локализации мест повреждения с Чразрядами. На основании этой информации следуют оценка и рекомендации для кабеля.



Рис. 8: работа с переносной системой OWTS

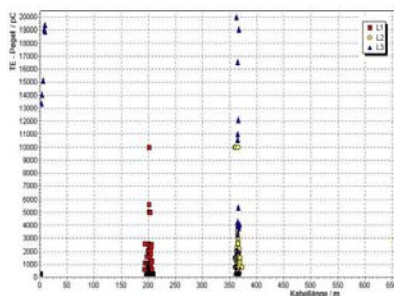


Рис. 9: диаграмма кабеля длиной 650м с 2 дефектными муфтами

Краткое описание метода:

Испытательный объект за несколько секунд заряжается линейно изменяющимся напряжением [пилообразным] (тип. макс. 1,7 U₀) и затем закорачивается резонансной катушкой. Возникающее таким образом осциллирующее напряжение на испытуемом образце находится лишь в течение 100 мс и не вызывает старения или повреждения кабеля.

Колеблущееся почти рабочей частоты напряжение побуждает актуальные повреждения в кабеле к частичным разрядам, которые измеряются, обрабатываются и локализуются. Обычная продолжительность трехфазного измерения составляет около одного часа, без учета времени на подготовку к измерению кабеля. За недостатком времени отчет обычно оформляется в бюро, но может быть сначала оформлен и непосредственно на месте проведения измерений.

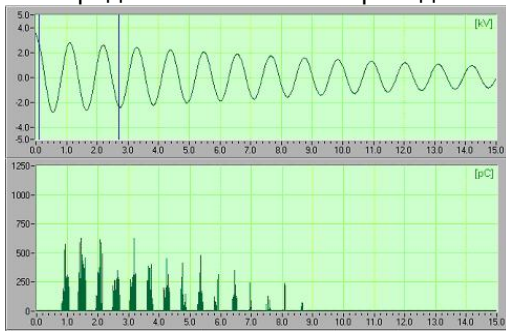


Рис. 10:
Хар-ка напряжения
на кабеле (150мс)
и ЧР

5.2. Измерение тока релаксации (IRC- анализ)

Результат такой диэлектрической диагностики РЕ/ВРЕ-кабелей – это классификация степени старения кабеля, разделенная по группам: „новый“, „состарившийся“, „старый“ или „критический“. Дополнительно выдается прогноз о типичной остаточной электрической прочности актуального объекта измерения на основании сравнения результатов измерения с банком данных, полученным опытным путем.



Рис. 11:

Комбинированная система для
диэлектрической диагностики
CDS с ПК для управления

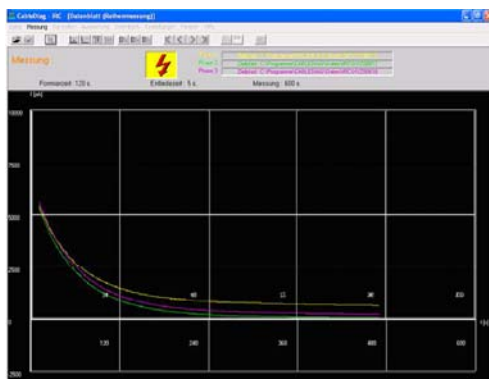


Рис. 12:

Характеристики трехфазного тока релаксации

Краткое описание метода:

Кабель заряжается 1 кВ и формируется более 30 мин. Через 5 сек. разрядки в течение 30 мин. измеряется идущий из кабеля ток релаксации. Характеристика этого тока несет информацию о состоянии старения и повреждения кабеля. Этот ток разлагается на характерные компоненты и обрабатывается при помощи нейрональной оценки. Полная IRC-диагностика трехфазного кабеля продолжается 1 час. 15 мин.

5.3. Измерение возвратного напряжения (RVM)

В результате этой диэлектрической диагностики получаем интегральную оценку влажности бумажно-масляных кабелей – классификацию изоляции, которая делится на: „сухая“, „слегка влажная“, „влажная“ и „сырая“. Оценивается эксплуатационная надежность, и даются рекомендации по продолжению эксплуатации или по принятию каких-либо мер в отношении кабеля. Благодаря анализу измерения зарядного тока можно распознать указания на влажные муфты.

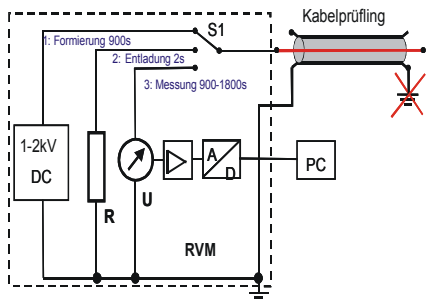


Рис. 13: Блок -схема
RVM –измерения

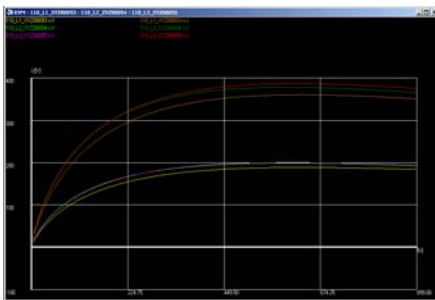


Рис 14: Типичная характеристика возвратного напряжения

Краткое описание метода:

Кабель заряжается зарядным напряжением приблизительно 15 мин и затем через сопротивление на несколько секунд разряжается. После этого измеряется характеристика (высокоомного) образующегося возвратного напряжения. Эти три шага (зарядка, разрядка, измерение) для зарядных напряжений 1 кВ и 2 кВ каждый раз осуществляются автоматически один за другим. Отношение возвратных напряжений 2 кВ и 1 кВ характеризует состояние кабеля. Дополнительную информацию об общем состоянии изоляции кабеля можно получить путем измерения тока зарядки.

Обычная продолжительность автоматической диагностики составляет 2 часа 15 мин., без учета времени на подготовку к измерению кабеля.

sebaKMT

Röderaue 41
01471 Radeburg
Tel: 035208 84 0, Fax: 035208 84 249
diagnosezentrum@sebakmt.com, www.sebakmt.com

Дилер в России:

ООО "ЭнергоПроект", 197342, г. Санкт-Петербург, Комендантский пр., д.30, корп.1
тел./факс (812)438-17-18, 438-17-21, факс (812) 348-39-65
e-mail: main@energoprj.ru, <http://energoprojekt.spb.ru>