

ДОКЛАД НА КОНФЕРЕНЦИИ

Современные методы и оборудование для испытаний, определения мест повреждений и диагностики силовых кабелей

*Копченков Дмитрий Михайлович, технический директор
ООО «Петроэнергоресурсы» (Санкт-Петербург);
Кольцов Василий Николаевич, генеральный директор
ООО «Совместное предприятие «Себа Спектрум»*



Смотрите на RusCable.Ru в разделе «Видео»



Дмитрий
Михайлович
Копченков

Линейка оборудования, которое мы предлагаем для энергетической отрасли — оборудование немецкого концерна Seba KMT, положительно зарекомендовавшее себя за многие годы эксплуатации в различных энергетических системах. Оно включает в себя переносные комплексы для трассировки кабельных линий, переносные приборы для испытания и определения мест повреждений, передвижные трансформаторные, кабельные и универсальные электротехнические лаборатории (ЭТЛ), установки для диагностики

кабельных линий (КЛ) методом измерения возвратного напряжения, изотермического тока релаксации, уровня частичных разрядов (ЧР).

На сегодняшний день эксплуатирующим организациям, безусловно, ясна проблема эксплуатации старых морально и физически устаревших кабельных линий. Не всегда есть возможность быстрой замены старой исчерпавшей свой ресурс КЛ. Соответственно снижается надежность электроснабжения города, предприятия и т.п. И, чтоб как-то продлить срок эксплуатации КЛ, нам

необходимо менять не только организационные мероприятия, к примеру — снижение уровня испытательного напряжения, но и производить техническое перевооружение и дооснащение парка приборов для производства работ по испытаниям и определению мест повреждений кабельных линий.

Для того чтобы не «травмировать» изоляцию и не снижать электрическую прочность старых КЛ, да и вновь вводимых, необходим переход от банальных и устаревших методов ОМП, в частности прожигания изоляции, к новым, щадящим, безпрожиговым методам. Основные методы, которые реализованы в нашем оборудовании, это традиционный импульсный метод, безпрожиговые — метод колебательного заряда по току, метод колебательного заряда по напряжению, стабилизации электрической дуги. При применении безпрожиговых методов, в месте повреждения выделяется небольшое, по сравнению с прожигом, количество энергии, поэтому вредное влияние на кабель минимальное, возможность реализации этих методов на различных типах

ДОКЛАД НА КОНФЕРЕНЦИИ

Рис. 1. Модуль Surgeflex 40-32M



кабеля, высокая точность измерений, достаточно одного импульса для ОМП. Все оборудование, реализующее эти методы, легко и просто в процессе эксплуатации, ведь по специфике работы, важно быстро, но в тоже время точно и аккуратно производить работы по ОМП. Оборудование, реализующее эти методы, выполняется в компактном перекатном исполнении. Например, Surgeflex 40-32M (рис. 1).

В электротехнических лабораториях, оборудование выполнено по блочно-модульной системе, т.е. при выходе, по какой либо причине, одного из блоков, с помощью других, можно реализовывать безпрожиговые методы (рис. 2).

Новой разработкой в линейке ЭТЛ в этом году стала лаборатория «Аврора», совместно Российско-Германское оборудование. Преиму-



Рис. 2. Лаборатория «Classic»

ществом новинки является — компактность, мощь, универсальность и стоимость (рис. 3).

Если для КЛ с бумажно-пропитанной изоляцией картина в плане испытаний и ОМП более-менее ясна, то для КЛ с изоляцией из сшитого полиэтилена, она не однозначна.

На сегодняшний день крупнейшие энергосистемы при строительстве новых и ремонте существующих кабельных линий широко применяют кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Преимущества такого кабеля очевидны: большая пропускная способность, низкие диэлектрические потери, более высокий ток термической стойкости при коротком замыкании, высокая устойчивость к влаге и пр.

Однако отличительные особенности кабеля с изоляцией из СПЭ требуют нового подхода и строгого соблюдения методик и технологий при проектировании, прокладке и обслуживании КЛ. Несоблюдение вышеуказанных норм приводит к повреждению кабеля и влечет дополнительные расходы на комплекс восстановительных работ. Опыт



Рис. 3. Лаборатория «Аврора»

работы монтажных организаций с кабелем с изоляцией из СПЭ на данном этапе недостаточен, а существовавшие методики испытаний и определения мест повреждения, используемые для кабеля с БПИ оказываются грубы, некорректны и недопустимы для кабеля с изоляцией из СПЭ.

При испытаниях кабеля с изоляцией из СПЭ необходимо руководствоваться техническими условиями завода-изготовителя, инструкциями или указаниями кабельных сетей. Как правило, они содержат следующие требования производить испытания:

- изоляции основной, токоведущей, жилы осуществляется знакопеременным напряжением прямоугольной формы, частотой 0,1 Гц, величиной равной $3U_0$ в течение 15 минут.

ДОКЛАД НА КОНФЕРЕНЦИИ

- внешней оболочки — напряжением выпрямленного тока, равным 10 кВ в течение 10 минут.

В линейке нашего оборудования имеются установки, обеспечивающие испытательное напряжение 28, 40, 60, 80 кВ. Испытания проводятся напряжением на сверхнизкой частоте 0,1 Гц, при этом форма импульса испытательной установки — косинусоидально-прямоугольная.

Такая форма испытательного напряжения позволяет проводить щадящие испытания напряжением, которое соответствует номинальному напряжению работы силовых кабелей.

Исключительно на частоте 0,1 Гц достигается максимальная скорость прироста водного или электрического триинга, что позволяет за время испытания выявить дефектные места в изоляции КЛ, не перекладывая их на плечи эксплуатации.

Поиск мест повреждения кабеля с изоляцией из СПЭ, также как и его испытание должен проводиться только специальными, беспроигрышными методами, с исключением длительного воздействия на токоведущую жилу повышенного выпрямленного напряжения.

При сегодняшнем уровне технологии и опыте крупных производителей кабельной продукции, говорить об электрических пробоях изоляции кабеля, связанных с производственным браком уже не приходится. Основными причинами выхода из строя КЛ являются механические повреждения, вызванные в свою очередь, в основном, небрежностью при прокладке кабеля и монтаже муфт, а также электромагнитные процессы, возникающие при испытаниях основной (токоведущей) жилы напряжением постоянного тока либо при неправильном заземлении экранов кабеля.

Необходимо соблюдение герметичности внешней оболочки, закрывающей экранирующую оплетку. В случае повреждения оболочки неизбежен контакт экрана с «землей». Это приводит к возникновению токов короткого замыкания в точке заземления, что влечет значительное локальное повышение температуры (перегрев), попадание влаги на изоляцию, а также побочные физико-химические процессы и, как следствие, разрушение основной изоляции кабеля.

В результате любого нарушения герметичности внешней оболочки со временем неизбежен электрический пробой основной изоляции и выход кабеля из строя, причем в некоторых случаях изоляция может разрушаться на достаточно значительной длине.

В случае кабеля с изоляцией из СПЭ среднего класса напряжения наиболее распространены механические повреждения (порезы, продавливания, задиры и пр.) внешней оболочки. Чаще всего они происходят или создаются предпосылки для их возникновения еще на стадии прокладки кабеля — небрежное отношение работников к кабелю, использование несоответствующего условиям, изношенного оборудования, неправильный монтаж муфт либо ненадлежащее качество присыпного грунта.

Как правило, определение места повреждения на КЛ производится в два этапа:

1. Предварительное определение поврежденного участка.
2. Точная локализация, методом шагового напряжения.

Рис. 4. Система MFO 5-1 контроля оболочки кабеля



Основными критериями успешного определения места повреждения являются: точность указания места повреждения, оперативность работ (что наиболее важно в случае действующих КЛ) и минимизация воздействий на незатронутую определяемым повреждением изоляцию кабеля.

Система для измерения оболочки кабеля MFO 5-1 (рис. 4) — это универсальный прибор, который, кроме испытания оболочки кабеля, позволяет производить предварительное и точное определение места неисправности в ней. Управление прибором очень несложно, потому что оно осуществляется через меню.

Введя длину кабельной линии, в автоматическом режиме определяется расстояние до места дефекта непосредственно в метрах. С помощью высокочувствительного гальванометра ESG 80-2, входящего в комплект, после установки указателя в центральное положение кроме величины измеряемого напряжения можно определить его полярность. По полярности можно определить место, в котором находится неисправность непосредственно на трассе КЛ.

Также в целях увеличения срока службы кабеля и уменьшения разрушающих воздействий на него необходимо испытания повышенным напряжением КЛ по возможности заменять современными неразрушающими методами диагностики.