

# Неразрушающие методы контроля технического состояния оборудования на объектах 20 кВ. Опыт ПАО «Ленэнерго»

По материалам  
III Всероссийской конференции  
«ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 20 кВ»

В связи с ростом электрических нагрузок во многих регионах России, в первую очередь — в крупных городах, возник вопрос о повышении пропускной способности электросетей, в частности путем перевода распределительных сетей с напряжения 10 кВ на напряжение 20 кВ. Это позволяет увеличить пропускную способность, как минимум, в 2–2,5 раза в пределах той же территории. Кроме того, повышается надежность и качество энергоснабжения. Наряду с этим появляется необходимость рассмотреть возможные эффективные методы диагностики этих сетей.

**Мягких К.Ю.,**

заместитель руководителя — главный инженер  
Диагностического центра филиала ПАО «Ленэнерго» — СПбВС

**В** настоящее время в России отмечен всплеск интереса к системам контроля, позволяющим проводить диагностику электрооборудования неразрушающими методами.

Диагностический центр ПАО «Ленэнерго» имеет богатый опыт применения самых передовых методов неразрушающей диагностики, которые создают достоверную картину о текущем состоянии электрооборудования. Это позволяет оптимизировать процесс эксплуатации и повышает надежность электроснабжения потребителей.

Для контроля технического состояния оборудования ПАО «Ленэнерго», в том числе и сетей 20 кВ, широко применяются неразрушающие методы контроля. Рассмотрим наиболее важные и перспективные методы.

## РЕНТГЕНОГРАФИЯ

Применение рентгеновских технологий является крайне перспективной концепцией развития диагностического направления любого электросетевого предприятия. Делая первые шаги в рентгенографии объектов энергосистемы и получив опыт в распознавании дефектов кабельных муфт (рисунок 1), вводов, опорно-стержневой изоляции, требуется провести серьезную работу по созданию формализованных методик, которые в дальнейшем должны быть утверждены в НТД.

Помимо этого очевидно, что требуются дальнейшие эксперименты с объектами энергосистемы на предмет поиска сфер применения рентгенографического обследования.

ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ

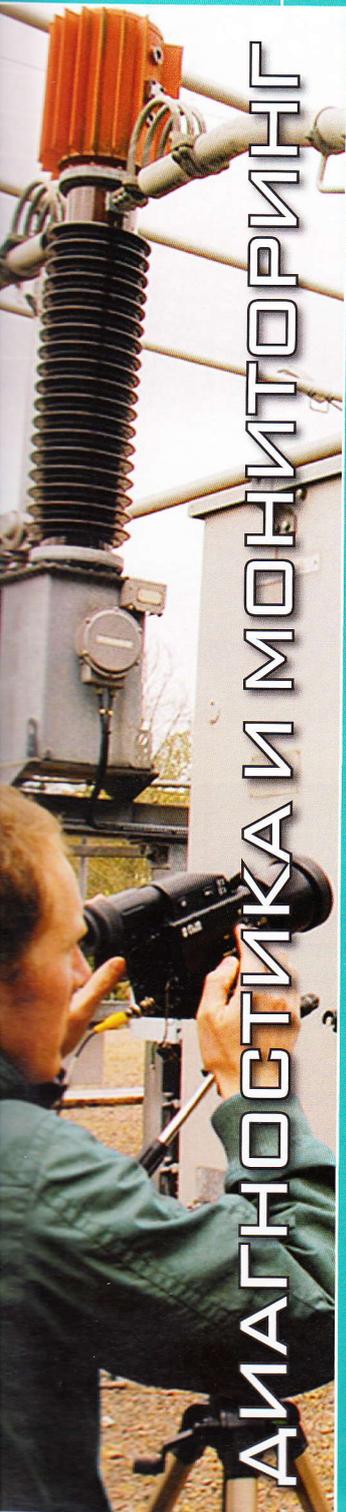




Рис. 1. Контроль качества монтажа концевых кабельных муфт

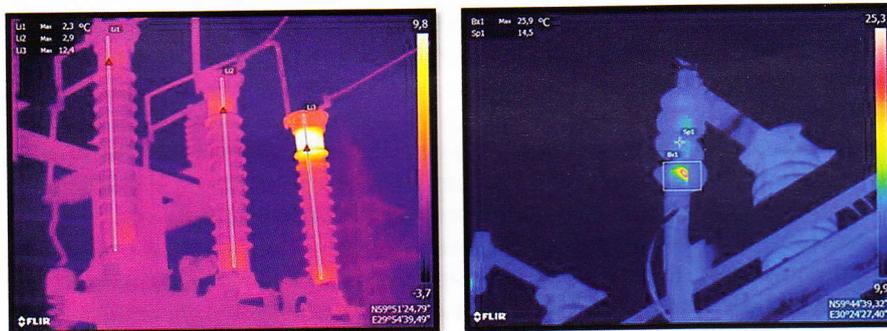


Рис. 2. Тепловизионное обследование оборудования

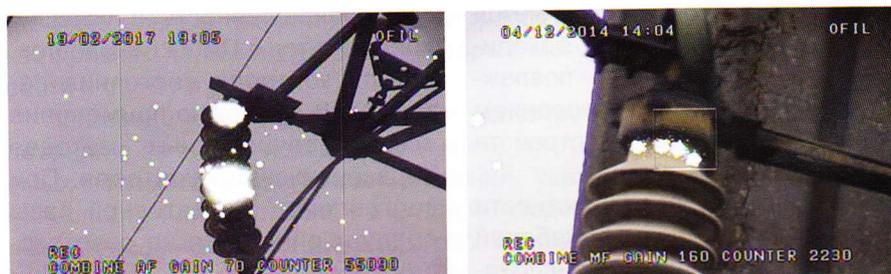


Рис. 3. Ультрафиолетовая диагностика

## ТЕПЛОВИЗИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Тепловизионный контроль (рисунок 2) является самым современным и распространенным методом бесконтактного контроля режимов работы электрооборудования. Этот вид контроля находит все большее применение в электроустановках с жесткими режимами эксплуатации и тем оборудованием, вывод которого из работы, по любой причине, влечет за собой простой и экономические потери. Проблемы данного метода:

1. Недоступные места для выполнения работ по ТВК.
2. Необходимо совместное техническое решение с производителями оборудования.

## УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

С учетом передового опыта зарубежных электросетевых компаний, для выявления загрязнений и дефектов изоляции ВЛ и подстанционного оборудования в ПАО «Ленэнерго» применяются приборы ультрафиолетовой (УФ) диагностики (рисунок 3). УФ-камеры позво-

ляют выявлять дефекты изоляции на ранних стадиях (дефекты, трещины в фарфоровых, стеклянных и полимерных изоляторах, дефекты проводов ВЛ).

Опыт эксплуатации прибора показал, что метод результативен, прибор прост в использовании и рекомендуется к применению.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ УТЕЧКИ ЭЛЕГАЗА

Тепловизионная камера FLIR GF306 визуализирует утечки SF<sub>6</sub> (рисунок 4) без отключения высоковольтного оборудования. Пере-

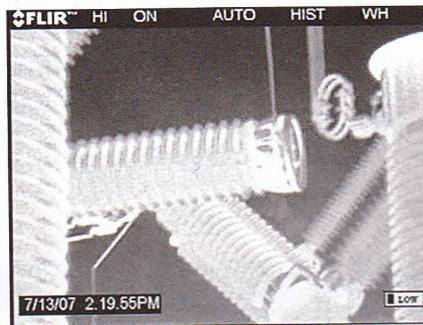


Рис. 4. Обнаружение утечки SF<sub>6</sub>

## СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕНТГЕНОГРАФИИ

### Пусконаладочные работы

- контроль качества работы подрядчиков;
- дефекты, связанные с ошибкой монтажа;
- составление рентгеновского паспорта объекта.

### Плановая диагностика

- дополнительный контроль скрытых дефектов;
- анализ состояния и износа объектов в сравнении с паспортным значением и допусками производителя.

Возможно использование как основного метода диагностики при наработке методик, утвержденных в НТД.

### Входной контроль качества

С целью предотвращения закупки и использования продукции, не соответствующей требованиям конструкторской и нормативно-технической документации.

носной тепловизор значительно повышает безопасность оператора за счет обнаружения утечек с безопасного расстояния и помогает защитить окружающую среду, выявляя утечки экологически вредных газов. SF6 используется в электроэнергетике в качестве изоляции.

### ЩАДЯЩИЕ И НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ КЛ

В последние годы ведутся интенсивные исследования с целью разработки и внедрения эффективных неразрушающих методов диагностики силовых КЛ среднего класса напряжения в условиях эксплуатации. Наибольшие успехи в этом направлении достигнуты в Германии, США, Японии и в ряде других стран. К настоящему времени на основе применения современных технологий созданы достаточно компактные системы и приборы для неразрушающей диагностики силовых КЛ, которые могут использоваться либо как отдельные переносные системы, либо могут быть встроены в передвижные кабельные лаборатории.

Из разработанных методов можно выделить следующие неразрушающие методы диагностики силовых КЛ напряжением до 35 кВ, которые широко используются за рубежом:

- метод измерения и локации частичных разрядов в силовых КЛ (с использованием диагностической системы OWTS);
- метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции силовых кабелей (с использованием диагностических систем CD 31 и CDS);
- метод измерения тока релаксации в изоляции СПЭ-кабелей (с использованием диагностических систем KDA-1 и CDS);
- метод измерения диэлектрических характеристик изоляции кабелей (с использованием диагностических систем OWTS, IDA 200 и др.);
- метод импульсной рефлектометрии для предварительной локализации низкоомных повреждений в силовых КЛ (с использованием рефлектометров Teleflex, InterFlex и др.) и импульсно-дуговой метод для предварительной локализации высокоомных повреждений в КЛ (с использованием рефлектометров и устройств стабилизации дуги);
- метод контроля целостности оболочки силовых кабелей и определения мест неисправности в оболочках (с использованием приборов MFM 10, MVG 5 и др.).

Разработанные за рубежом методы и соответствующее оборудование ориентированы, главным образом, на проведение испытаний и диагностики кабелей

с полиэтиленовой изоляцией, которые преимущественно используются в распределительных кабельных сетях зарубежных стран.

Применительно к силовым кабелям с бумажной пропитанной изоляцией, которые остаются основным типом кабелей в кабельных сетях России напряжением до 35 кВ включительно, наиболее эффективными методами, которые могут использоваться для неразрушающей диагностики, являются метод измерения и локации частичных разрядов в КЛ и метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции кабелей.

### ВЫВОД

Все перечисленные методы неразрушающего контроля состояния электрических сетей доказали свою эффективность и успешно применяются в ПАО «Ленэнерго».

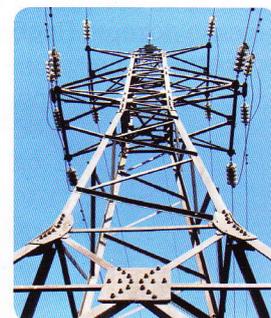
Для контроля состояния сетей 20 кВ возможно применение всех перечисленных методов неразрушающего контроля. При составлении нормативной базы следует опираться на опыт эксплуатации сетей 10–35 кВ. При использовании маслонаполненного оборудования считаю правильным использовать нормативную базу для оборудования 35 кВ. В целом методы диагностики сетей 20 кВ принципиально не отличаются от диагностики сетей 6–35 кВ. 



Издательство журнала «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение» выпустило книгу академика РАЕН, профессора В. А. НЕПОМНЯЩЕГО

## «НАДЕЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ»

В монографии исследована надежность оборудования электростанций и электрических сетей напряжением 1150–10(6) кВ, разработана методика сбора и статистической обработки информации о надежности оборудования. На основе статистических данных и расчетов определены основные параметры надежности и динамика их изменения в процессе эксплуатации. Выявлены статистические законы распределения отказов и времени восстановления элементов энергосистем. Проведено их сравнение с зарубежными данными.



Тираж книги 5000 экз., объем 196 с., формат 170x235 мм.

Для приобретения издания необходимо позвонить по многоканальному телефону +7 (495) 645-12-41 или написать по e-mail: [info@eepr.ru](mailto:info@eepr.ru)