

Интерпретация результатов УФ инспекции электросетевого оборудования

Овсянников А.Г., Толчин В.М., Арбузов Р.С.

НГТУ, ОАО «Электросетьсервис

В основе УФ инспекции лежит регистрация оптического излучения короны и разрядов на поверхности изоляционных конструкций с последующей интерпретацией результатов. Объёмы УФ инспекции (в России до недавнего времени она называлась оптическим контролем) растут из года в год. Расширяется перечень аппаратуры зарубежного производства (УФ камеры), разрабатываются новые отечественные приборы. В этой части прогресс очевиден, хотя есть и ряд нерешённых проблем, о которых надо говорить отдельно.

В данной статье представлено наше видение анализа и интерпретации результатов УФ инспекции. В отсутствие адекватных методик и норм именно интерпретация полученных результатов определяет успех данного вида профилактического контроля. Конечная цель работы авторам видится в создании экспертно-диагностической системы, подобной тем, которые уже применяются энергетиками для маслonaполненного оборудования. Лучшие из этих систем опираются не только на известные нормы контроля оборудования, но и творчески их совершенствуют. Надеемся, что по мере наполнения будущей экспертно-диагностической системы появятся и будут аттестованы и методики и нормы УФ – инспекции.

В данной статье мы ограничимся предложениями по содержанию системы: исходным данным, предполагаемым причинам возникновения разрядных процессов, вероятном виде дефекта и степени его опасности для дальнейшей эксплуатации оборудования. Предложения сформированы на основе собственного 30-летнего опыта обследований воздушных линий электропередачи и подстанционного оборудования дефектоскопами «Филин» и на некоторых данных, полученных с помощью УФ камер. Естественно и первое разделение системы на две части «Линии» и «Подстанционное оборудование». Следующее деление происходит по классам напряжения, элементам и видам контролируемого оборудования и т.д. Ниже мы приводим примеры наполнения линейной части системы.

ВЛ 10 кВ: контролируемые элементы – изоляторы			
Тип изоляторов	Погода	Место очага / особенности разрядов	Вероятная причина / рекомендации*
Штыревые: • стеклянные • фарфоровые • полимерные	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; без осадков	вязка провода на штыревом изоляторе / слабая корона;	торчащие проволоочки вязки / 1
Штыревые, стеклянные	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь	вязка провода на штыревом изоляторе / мощная корона;	большая проводимость стекла и/или слоя загрязнения (рис.1) / 2
Штыревые, стеклянные		сквозная трещина в изоляторе / редкие мощные вспышки;	раскол стеклянного изолятора по технологическому шву / 3
Тарельчатые стеклянные		узел крепления к деревянной траверсе.	большая проводимость слоя загрязнения / 3

• 1 – не представляет опасности для дальнейшей эксплуатации; 2 – требует устранения при плановом ремонте; 3 – требует немедленного устранения



Рис.1 - Сильная корона (N = 77640 имп./мин.) в месте проволоочной вязки провода к изолятору ШС-10А (УФ-камера). Заимствовано из [3]

Контактная сеть переменного тока 27,5 кВ: контролируемые элементы – изоляторы			
Вид изоляторов	Погода	Место очага / особенности разрядов	Вероятная причина / рекомендации*
Тарельчатые стеклянные	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; без осадков	На одном изоляторе около стержня / слабые	Загрязнение, трещины в цементной заделке стержня / 1
	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь, плотный туман	На одном или нескольких изоляторах около стержня / средние	
Тарельчатые фарфоровые	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; без осадков	На одном изоляторе / слабые разряды	Наличие нулевых изоляторов в гирлянде (рис. 2-5) / 2
	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь, плотный туман	На одном-двух изоляторах / мощные	
Тарельчатые	$T \sim 0^{\circ}\text{C}$; Мокрый снег	На одном или нескольких изоляторах / средние	Неравномерность распределения напряжения из-за проводимости слоя загрязнения и тающего снега / 1

- 1 – не представляет опасности для дальнейшей эксплуатации; 2 – требует устранения при плановом ремонте; 3 – требует немедленного устранения



Рис. 2:
N = 3460 имп./мин.
Нулевые изоляторы: 1, 3

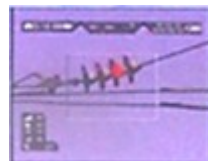


Рис. 3:
N = 3460 имп./мин.
Нулевые изоляторы: 1, 2, 3



Рис. 4:
N = 2220 имп./мин.
Нулевые изоляторы: 1, 2



Рис. 5:
N = 33560 имп./мин, а нулевых изоляторов нет.
По-видимому свежая трещина в среднем изоляторе не снижает сопротивление изолятора

Изображения получены камерой CoroCAM6D в [3]

ВЛ 35 кВ: контролируемые элементы – изоляторы			
Вид изоляторов	Погода	Место очага / особенности разрядов	Вероятная причина / рекомендации*
Тарельчатые стеклянные	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; без осадков	На одном изоляторе около стержня / слабые	Загрязнение, трещины в цементной заделке стержня / 1
	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь, плотный туман	На одном или нескольких изоляторах около стержня / средние	
Тарельчатые фарфоровые	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; без осадков	На одном изоляторе / слабые разряды	Наличие нулевых изоляторов в гирлянде (рис. 2-5) / 2
	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь, плотный туман	На одном-двух изоляторах / мощные	
Тарельчатые	$T \sim 0^{\circ}\text{C}$; Мокрый снег	На одном или нескольких изоляторах / средние	Неравномерность распределения напряжения из-за проводимости слоя загрязнения и тающего снега / 1
Тарельчатые	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь, плотный туман	В узле крепления к деревянной траверсе / нерегулярные	Сильное загрязнение изоляции, большие токи утечки (аналог на рис. 6)

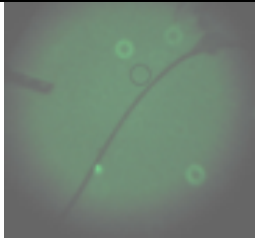
- 1 – не представляет опасности для дальнейшей эксплуатации; 2 – требует устранения при плановом ремонте; 3 – требует немедленного устранения

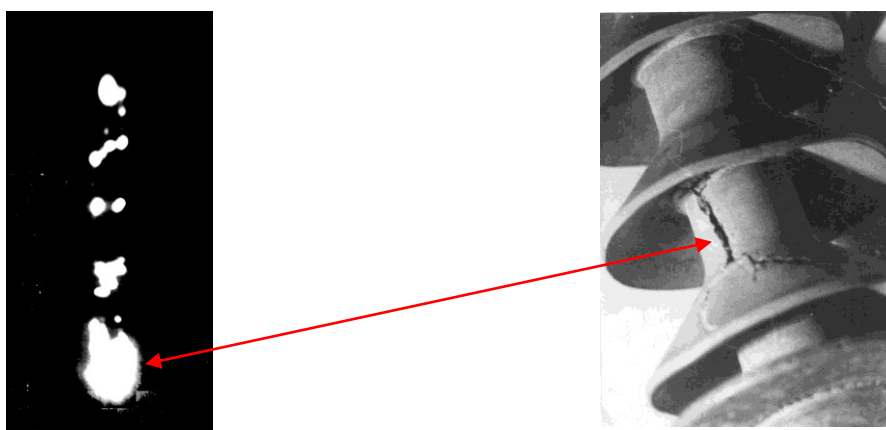


Рис. 6 – Разряды в узле крепления гирлянды изоляторов к деревянной траверсе. Получено камерой DayCor II на ВЛ 69 кВ [4]

ВЛ 110 кВ: контролируемые элементы – изоляторы, провода, арматура			
Вид изоляторов	Погода	Место очага / особенности разрядов	Вероятная причина / рекомендации*
Тарельчатые стеклянные	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; без осадков	На одном изоляторе около стержня / слабые	Загрязнение, трещины в цементной заделке стержня / 1
	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь, плотный туман	На одном или нескольких изоляторах около стержня / средние	
Тарельчатые фарфоровые	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; без осадков	На одном изоляторе / слабые разряды	Наличие нулевых изоляторов в гирлянде (рис. 2-5) / 2
	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь, плотный туман	На одном-двух изоляторах / мощные	
Тарельчатые	$T \sim 0^{\circ}\text{C}$; Мокрый снег	На одном или нескольких изоляторах / средние	Неравномерность распределения напряжения из-за проводимости слоя загрязнения и тающего снега / 1
Тарельчатые	$T \geq 10^{\circ}\text{C}$; дождь, плотный туман	В узле крепления к деревянной траверсе / нерегулярные	Сильное загрязнение изоляции, большие токи утечки (аналог на рис.6)

- 1 – не представляет опасности для дальнейшей эксплуатации; 2 – требует устранения при плановом ремонте; 3 – требует немедленного устранения

	Рис. Хх. Разряды на шлейфе ВЛ 110 кВ в сухую погоду. Получено дефектоскопом «Филин-6».		Рис. Хх. Корона в узле подвески провода к гирлянды с 6 нулевыми изоляторами ВЛ 110 кВ в сухую погоду. Получено дефектоскопом «Филин-6».
			



Испытания полимерного изолятора ЛК 70/110 в камере тумана



Рис. Хх. Разряды на нижнем изоляторе гирлянды ВЛ 220 кВ в сухую погоду. Получено дефектоскопом «Филин-3».

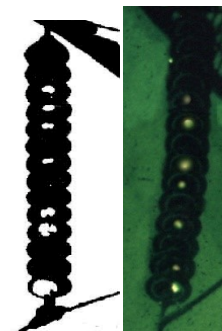
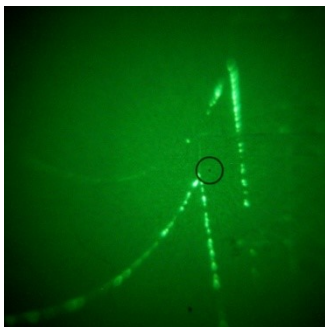
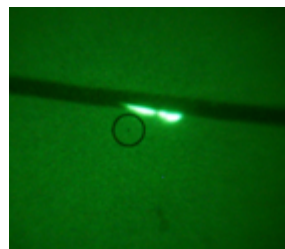


Рис. Хх. Разряды на целых изоляторах гирлянды с большим числом нулевых изоляторов ВЛ 220 кВ в морящий дождь. Получены дефектоскопами «Филин-3» и 6.



220



220



Рис. хх. Сильное загрязнение стержневой фарфоровой и полимерной изоляции ВЛ 250 кВ. Получено камерой DayCor II [5]

			Рис. хх. Корона на экране и оболочке полимерного изолятора, демонтированного с ВЛ 330 кВ. Получено дефектоскопом «Филин-6» при испытаниях повышенным напряжением.

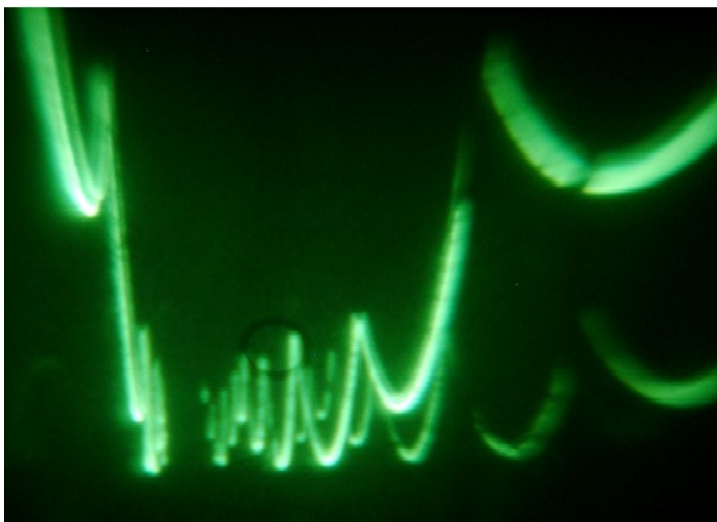


Рис. Хх. Корона на проводах ВЛ 500 кВ в морсящий дождь. Получено дефектоскопом «Филин-6».

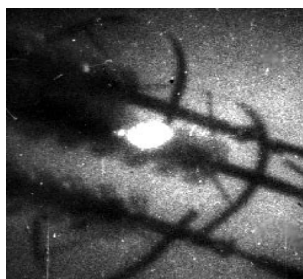


Рис. хх. Перекос сегментов экрана на натяжной гирлянде АУ-опоры ВЛ 500 кВ. Получены дефектоскопами «Филин-3» и «Филин-6».

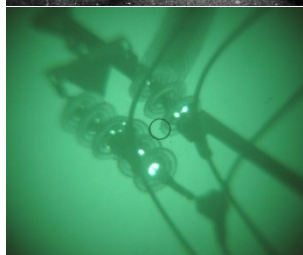


Рис. хх. Перегрузка по напряжению изоляторов ВЛ 500 кВ в неправильно спроектированной подвеске. Получены дефектоскопом «Филин-6».

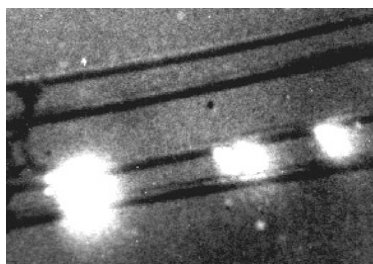


Рис. хх. Нарушенный повив провода ВЛ 750 кВ. Получено дефектоскопом «Филин-3».



Рис. хх. Сильное загрязнение стержневой фарфоровой изоляции ВЛ 750 кВ. Получено камерой DayCor II [6]

Литература

- 1 Стандарт организации СТО 56947007-29.240.003-2008. Методические указания по дистанционному оптическому контролю изоляции воздушных линий электропередачи и распределительных устройств переменного тока напряжением 35-1150 кВ:/ Утв. ОАО «ФСК ЕЭС» 28.06.2005.
- 2 Методические рекомендации по раннему выявлению дефектов внешней изоляции, токоведущих частей электрооборудования АЭС с использованием средств ультрафиолетового контроля. МД 1.3.3.99-041-2009. ОАО «Концерн Энергоатом», 2009.

- 3 Плотников Ю.И., Милованов С.В. [и др.]. Испытания портативного УФ-дефектоскопа CoroCAM6D в хозяйстве электроснабжения железных дорог / ПАНАТЕСТ
- 4 Broskey B. // Proc. Of 4th UGM (USA).
- 5 Colombo A.
- 6 Borneburg D.