

Диагностика кабельных линий 6–35 кВ по частичным разрядам

Ю. Ю. Шарматов

ПО "Оренбургнефть" ООО «Ноябрьскэнергонефть»

Оренбург, Россия

sharmatovyura@mail.ru

Аннотация. Главной тенденцией в электроэнергетике нефте-газодобывающих предприятий является переход на эксплуатацию оборудования к стратегии риск ориентированного подхода. Предложен способ диагностики и мониторинга кабельных линий 6-35кВ по уровню частичного разряда. Для определения частичного разряда предложено использовать системы поиска частичных разрядов. Предложенным способом проведена диагностика двух кабельных линий 35кВ и 16 кабельных линий 10кВ эксплуатируемых организацией. Проведена оценка стоимости внедрения метода диагностики и мониторинга кабельных линий на предприятии.

Ключевые слова: кабельные линии, частичный разряд, мониторинг, диагностика, качество монтажа, кабельные муфты

I. ВВЕДЕНИЕ

В ООО «Ноябрьскэнергонефть» эксплуатируется более 670 километров высоковольтных кабельных линий. Доля кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена составляет 231 километр, что соответствует 34% от общей протяженности кабельных линий. Для определения технического состояния эксплуатируемого высоковольтного оборудования в настоящее время применяются тепловизионный контроль и высоковольтные испытания. Применяемые методы не позволяют полноценно определить техническое состояние кабельных линий.

II. АКТУАЛЬНОСТЬ

За последние 5 лет эксплуатации произошло 40 остановок, вследствие чего произошли аварийные остановки технологического оборудования, которые привели к значительным финансовым потерям и затратам человеческих ресурсов на восстановление кабельных линий. Анализ неисправностей показал, что основная причина отказов являются дефекты изготовления кабельных муфт. Пример аварийной ситуации произошел в Оренбургской области в результате чего отключилась КЛ-10-6 яч. №4 ЗРУ-10 кВ, питающая Капитоновское месторождение. Причиной аварии послужило трёхфазное короткое замыкание, возникшее из-за однофазного замыкания на землю в концевой муфте на КЛ-10 кВ, в результате некачественного монтажа концевой муфты подрядной организацией.

Для решения проблемы предлагается внедрить на предприятии диагностику кабельных линий по частичным разрядам.

Как правило, частичные разряды возникают в изоляции в местах нахождения внутренних дефектов (пузырьков газов, различных микрочастиц твердых примесей) по той причине, что в этих местах возникает неоднородность электрического поля, напряженность

которого внутри дефекта может быть намного выше, чем в изоляционном материале. Электрическая прочность примесей существенно меньше электрической прочности изоляции, поэтому в месте дефекта возникает локальный электрический пробой.

Оценку состояния изоляции производят по одной или нескольким характеристикам частичных разрядов, которыми являются: кажущийся заряд; временной интервал одного цикла измерения или число периодов воздействующего напряжения; регулярность возникновения; момент времени появления импульса или фазовый угол появления импульса; частота повторения импульсов; частота следования импульсов; средний ток; мощность; квадратичные параметры; напряжение возникновения частичных разрядов; напряжение погасания частичных разрядов.

III. СРАВНЕНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ С ДИАГНОСТИКОЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПО ЧАСТИЧНЫМ РАЗРЯДАМ

ТАБЛИЦА I СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ

	Высоковольтные испытания	Тепловизионное обследование	Диагностика КЛ по частичным разрядам
Возможность проведения без отключения	НЕТ	ДА	ДА/НЕТ
Негативное воздействие на изоляцию	ДА	НЕТ	НЕТ
Определение наличия внутренних зарождающихся дефектов	НЕТ	ДА/НЕТ	ДА
Определения места дефектов	НЕТ	ДА	ДА
Проведения испытаний всей линии	ДА	ДА/НЕТ	ДА
Выявление дефектов при приемке кабельной линии в эксплуатацию	ДА	НЕТ	ДА

IV. ВЫВОД

Диагностика по частичным разрядам в отличии от высоковольтных испытаний позволяет:

- определить не только наличие зарождающихся дефектов, но и место их возникновения;
- выявлять дефекты на ранних стадиях развития;
- не оказывать негативного воздействия на кабельные линии.

V. Цели и задачи ПРОЕКТА

Основной целью проекта является внедрение диагностики кабельных линий 6–35кВ по частичным разрядам в ООО «НЭН». Достижение этой цели позволит решить следующие задачи:

- Определение технического состояния кабельных линий на момент проведения диагностики.
- Анализ и прогнозирование технического состояния кабельных линий исходя из результатов проведенных обследований.
- Выявление участков возможного возникновения неисправности в целях предотвращения аварийной ситуации.
- Выявление участков возможного возникновения неисправности в целях предотвращения аварийной ситуации.

VI. ПРОВЕДЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ В ООО «НЭН»

19.07.2021 проводилась диагностика 2-х кабельных линий 35 кВ ПрЭО «ПН» установкой TDS NT 60-P.

По результатам обследований получены результаты.

	L1	L2	L3
Уровень помех [пКл]	97	72	89
PDIV [кВ эфф]	25,2	12,6	25,2
PDEV [кВ эфф]	20,5	8,2	29,4
ЧР макс [пС] (PDIV)	501	364	1847
ЧР макс [пС] (Uo)	-	1859	136
Уровень ЧР [пС] (Uo)	-	565	136
ЧР макс [пС] (1.7*Uo)	6568	6410	11667
Уровень ЧР [пС] (1.7*Uo)	4897	3701	10906

Рис. 1. Уровень ЧР на КЛ-35кВ №1

	L1	L2	L3
Уровень помех [пКл]	756	-	-
PDIV [кВ эфф]	14,7	<u>10,5</u>	<u>8,4</u>
PDEV [кВ эфф]	22,5	<u>9,1</u>	<u>5,7</u>
ЧР макс [пС] (PDIV)	<u>1468</u>	<u>11281</u>	<u>1492</u>
ЧР макс [пС] (Uo)	1308	<u>39707</u>	<u>6899</u>
Уровень ЧР [пС] (Uo)	1003	25355	4577
ЧР макс [пС] (1.7*Uo)	13450	33619	10163
Уровень ЧР [пС] (1.7*Uo)	12790	33133	9847

Рис. 2. Уровень ЧР на КЛ-35кВ №2

На КЛ-35кВ №2 выявлено возникновение высокой плотности частичных разрядов на напряжении ниже рабочего. Рекомендован мониторинг в течении месяца. Эксплуатация кабеля не безопасна.

Так же в период с 22.07.2021 по 18.08.2021 проводилась диагностика 16 КЛ 10кВ. По результатам диагностики выявлено и устранено 4 дефекта.

VII. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ КЛ по ЧАСТИЧНЫМ РАЗРЯДАМ

Существует 2 основных подхода при диагностике КЛ по частичным разрядам:

- постоянный мониторинг;
- периодический контроль.

При постоянном мониторинге применяются стационарные системы.



Рис. 3. Стационарная система CDM-30 компании DIMRUS



Рис. 4. Стационарная система Kronos 24 компании HVPD

Для периодического контроля используются переносные приборы.



Рис. 5. Стационарная система TDS NT 60-P.компании Megger

ТАБЛИЦА II СРАВНЕНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ И ПЕРЕНОСНЫХ ПРИБОРОВ

	Стационарные системы	Переносные приборы
Требуется отключение КЛ	НЕТ	ДА
Определение места повреждения	НЕТ	ДА
Мобильность	НЕТ	ДА
Стоимость диагностики 1-й единицы оборудования	ВЫСОКАЯ	НИЗКАЯ

Проведя сравнение этих методов наиболее выгодным для эксплуатации является применение переносных установок.

VIII. НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ

В настоящий момент в России отсутствует нормативная база по утверждению уровней частичных разрядов, по которым возможно произвести дефектовки кабельной линии, однако есть рекомендации ведущих

производителей оборудования по диагностике частичных разрядов, основанных на многолетнем опыте таких как HVPD, MEGGER, ООО «DIMRUS».

В объем норм по приемке оборудования внутренними распорядительными документами организаций введена диагностика КЛ по частичным разрядам ОАО «Ленэнерго» Приказ №313 от 20.01.2010 «Объем и нормы щадящих методов испытания и диагностики кабельных линий 6-110 кВ». Сборник директивных указаний по повышению надежности и безопасности эксплуатации электроустановок в электросетевом комплексе ПАО «РОССЕТИ» СДУ-2016.

IX. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение метода диагностики по частичным разрядам КЛ позволяет:

- Определять актуальное техническое состояние КЛ.

- Усилить контроль приемосдаточных испытаний смонтированных кабельных линий и муфт.
- Предупредить и предотвратить возникновение аварийных ситуаций.
- Увеличить срок эксплуатации кабельных линий.
- Исключить простой оборудования.
- Затухающее переменное напряжение в сочетании с обнаружением частичных разрядов может использоваться как альтернатива непрерывному воздействию при испытаниях переменным напряжением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Вдовико В.П., Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования, Москва, 2007, 156 с.
- [2] Поляков Д.А. Мониторинг остаточного ресурса изоляции кабельных линий 6(10)кВ из сшитого полиэтилена: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / ОГТУ. Л., 2017. 148 с.