

УДК 621.3.048

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Валюк А.С., студент гр. ЦСА-1-22, II курса
Шипиловских Н.А., студент гр. ЦСА-2-22, II курса
Научный руководитель: Галиева Т.Г., к.т.н.
Казанский государственный энергетический университет
г.Казань

В высоковольтной изоляции встречается несколько видов электрических разрядов. Но мы рассмотрим наиболее распространенные разряды, такие как коронные, частичные, поверхностные разряды и разряды пробоя. Они возникают из-за сильных электрических полей и могут привести к локальному пробое изоляции [1]. Наиболее опасен в высоковольтном оборудовании частичный разряд, так как он может привести к пробое изоляции и конечному выходу оборудования из строя.

Коронные разряды возникают, когда электрическое поле вблизи проводника становится достаточно сильным, чтобы ионизировать воздух и создать слабое свечение или эффект короны. Обычно такие разряды наблюдаются в высоковольтных системах, например, на линиях электропередач и трансформаторах. Они могут вызывать потери энергии, радиопомехи и даже разрушение материалов электрических компонентов.

Поверхностные разряды - это образование плазмы на поверхности изоляционного материала под воздействием сильного электрического поля. Это явление может привести к снижению работы оборудования и тем самым вызвать электрический пробой.

А разряды пробоя возникают, когда электрическое напряжение на изоляционном материале превышает его прочность, что приводит к резкому увеличению электропроводности. Это может привести к нарушению изоляции и поломке электрической системы. Понимание и уменьшение этих разрядов имеет решающее значение при проектировании и эксплуатации высоковольтных систем для обеспечения безопасности и надежности.

Частичный разряд представляет собой слабый искровой разряд, который возникает внутри или на поверхности высоковольтной изоляции. Термин «частичный» используется, поскольку данный разряд охватывает только часть изоляционного промежутка. Частичные разряды появляются в дефектной изоляции и со временем превращаются в искровые разряды, а затем в дуговые разряды. Когда электрическое напряжение на изоляционном материале превышает его прочность, это вызывает пробойные разряды, что

приводит к увеличению электропроводности и потенциальному повреждению изоляции, что приводит к повреждению электрической системы[2].

Частичные разряды являются распространенным явлением в высоковольтном оборудовании и представляют значительную угрозу его работоспособности. Своевременное обнаружение и контроль этих выбросов необходимы для предотвращения сбоев, минимизации простоев и обеспечения безопасности персонала.

Частичные разряды возникают по разным причинам, включая дефекты изоляции, старение и факторы окружающей среды. Эти разряды, если их не контролировать должным образом, могут привести к ухудшению изоляции, полумкам и, в конечном итоге, к катастрофическим отказам.

Если оборудование среднего и высокого классов напряжения не защищено, то могут возникнуть частичные разряды. Рекомендуется проводить измерение частичных разрядов при напряжении от 4 кВ. При меньших напряжениях измерения могут быть проведены, но достоверность информации будет недостаточной. При таких напряжениях физика разрядных процессов будет иной.

Наибольшая опасность для оборудования - это не сами разряды, а то, как они влияют на изоляцию. Много устройств имеют частичные разряды высокого уровня, но все равно работают надежно. Однако, даже разряды с низким уровнем, но большой энергией, могут быстро повредить оборудование [3].

Частичные разряды могут возникать в высоковольтном электрооборудовании, таком как трансформаторы, кабели, распределительные устройства и вводы. Это локальные разрушения изоляции, которые могут произойти, когда высокая напряженность электрического поля вызывает ионизацию газонаполненных полостей или пустот внутри изоляционного материала. Эти разряды могут возникать в местах слабых мест изоляции, таких как загрязнения, пустоты или механические дефекты. Это явление часто происходит на границах между различными материалами или внутри самой изоляции. Активность частичного разряда может вызвать локальный нагрев и химические изменения, постепенно ухудшая изоляцию и потенциально приводя к полному выходу из строя.

Существует несколько способов обнаружения частичных разрядов: можно использовать акустическую диагностику, вибрационный анализ, оптический, тепловизионный, электромагнитный (радиоволновый) методы. Каждый из представленных методов обладает своими преимуществами и недостатками, и выбор определяется конкретными условиями и целями диагностики [4,5].

Также по частичным разрядам есть свой стандарт, где предложена методика по обнаружению, измерению и оценке частичных разрядов и их воздействия на изоляцию. В нем также представлены процедуры локальных и

лабораторных испытаний электрооборудования для оценки активности частичных разрядов. В документе подчеркивается важность мониторинга и оценки частичных разрядов для обеспечения безопасности и надежности электрических систем [6].

К частичным разрядам относится такое понятие как кажущийся разряд. Кажущийся заряд относится к распределению заряда, наблюдаемому на поверхности или внутри материала, которое может не соответствовать фактическому присутствующему заряду, но появляется из-за воздействия соседних электрических полей. Это было введено для объяснения наблюдаемого поведения в некоторых электрических и высоковольтных системах, где кажущийся заряд может отличаться от фактического заряда из-за таких факторов, как поляризация, индукция или другие свойства материала. В общем, понимание кажущегося заряда важно для точного прогнозирования и управления электрическим оборудованием, особенно в высоковольтных системах.

В заключение, следует отметить, что частичные разряды в высоковольтном оборудовании представляют собой важное диагностическое средство для контроля технического состояния. Частичные разряды в высоковольтном оборудовании могут привести к ухудшению изоляции, что в конечном итоге приведет к выходу оборудования из строя и создаст угрозу безопасности. Для предотвращения таких случаев необходимы регулярный мониторинг и диагностика оборудования. Путем использования информации, полученной в результате мониторинга частичных разрядов, операторы могут принимать обоснованные решения относительно технического обслуживания высоковольтных систем. Такой подход минимизирует риск возникновения неожиданных сбоев и связанных с ними финансовых потерь, обеспечивая при этом безопасность и эффективность энергосистемы.

Список литературы:

1. Русов, В.А. Измерение частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования / В.А. Русов. – Екатеринбург : УрГУПС, 2011. – 370 с. – ISBN 978-5-94614-177-2.
2. Патент № 2604578 С1 Российская Федерация, МПК G01R 31/02. Способ контроля технического состояния элементов высоковольтного оборудования : № 2015119044/28 : заявл. 20.05.2015 : опубл. 10.12.2016 / Н. В. Киншт, Н. Н. Петрунько ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН). – EDN ZEZBLF.
3. Кузнецов, А. А., Кузьменко А.Ю., Кузнецова М.А., Симаков А.В. Определение пороговых значений при диагностировании изоляции высоковольтного оборудования методами регистрации частичных разрядов //

ОНВ. 2019. №2 (164). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-porogovyh-znacheniy-pri-diagnostirovanii-izolyatsii-vysokovoltnogo-oborudovaniya-metodami-registratsii-chastichnyh> (дата обращения: 15.11.2023).

4. Валюк, А.С. Обзор методов и систем диагностики оборудования подстанций / А.С Валюк, Д.Р.Кузеев // V Всероссийская научно-практическая (с международным участием) конференция, посвященная празднованию 55-летия КГЭУ «проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники» – Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 34-41. – ISBN 978-5-89873-642-2

5. Федосов Е. М., Зиялtdинова Л. Ф. Неразрушающий метод контроля изоляции высоковольтного оборудования путем регистрации частичных разрядов //Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи. – 2016. – С. 84-86.

6. ГОСТ Р 55191-2012 Методы испытаний высоким напряжением. Измерения частичных разрядов : дата введения 2014-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 69 с.