

СЕКЦИЯ 2. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

СИНТЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.А. Антюфьева¹, А.А. Дорошкин², Е.В. Старцева³
Томский политехнический университет^{1,2,3}
ИШЭ, ОЭЭ^{1,2,3}, группа 5АМ08¹, группа 5АМ96²

Силовые кабели, применяемые в электроэнергетике и электротехнике, испытываются при изготовлении высоким напряжением, оценивается нагревостойкость изоляции, производится расчет токовых нагрузок. При этом в современной технической литературе недостаточно информации по проведению совмещенных испытаний, позволяющих одновременно оценить влияние температуры, токов и напряжения на электрическую изоляцию. Создание установки для высоковольтных испытаний образцов кабельных изделий, которая обеспечивала бы возможность проводить комплексную оценку электрической прочности изоляции с учетом номинальных токовых нагрузок, на сегодняшний день, является актуальной задачей. Создание подобной установки повысит эффективность испытаний, т.к. условия максимально приближаются к условиям эксплуатации силовых кабелей. Это обеспечит энергоэффективность и энергосбережение при работе электрооборудования и электроустановок в плане снижения аварийности по причинам, связанным с отказами питающих кабелей.

В ходе выполнения работы разработана синтетическая схема учебно-лабораторного стенда (УЛС), которая позволяет проводить комплексные испытания. Во время испытания образец находится под действием токовой нагрузки при рабочей температуре и, одновременно, с возможностью подачи высокого напряжения. Таким образом, условия лабораторных испытаний максимально приближая к реальным условиям эксплуатации.

Разработанная электрическая схема высоковольтного стенда, позволяет осуществлять высоковольтные испытания напряжением переменного тока до 30 кВ. Основные параметры испытательного стенда:

1. напряжение питающей сети общего назначения однофазного переменного тока 220 ± 11 В;
2. параметры аппарата на переменном напряжении в продолжительном режиме при номинальном значении напряжения сети:
 - наибольшее рабочее напряжение, действующее значение 30 кВ;
 - ток короткого замыкания при пробое, не более 1 А;
 - потребляемая мощность, не более: 500 Вт.

При разработке испытательного стенда учитывалось соответствие всем требованиям безопасности указанных в [1-4].

Сотрудниками и студентами ТПУ выполнен монтаж и изготовление лабораторной установки. При выполнении работ, за основу был взят высоковольтный стенд для пробоя изоляции. На начальном этапе демонтировали электрическую

схему стенда. Затем был осуществлен выбор комплектующих компонентов: коммутационных аппаратов, измерительных элементов, различные блокировки, для обеспечения безопасности от поражения электрическим током, произведен выбор вспомогательных элементов и сигнальных ламп. Произведено тестирование учебно-лабораторного стенда и выполнена калибровка.

На следующем этапе работы смонтирована установка для токового нагрева кабельных изделий. Контроль величины тока осуществляется с помощью цифрового амперметра и трансформатора тока, контроль температуры осуществляется с помощью термопары и тепловизора FLUKE, регулирование тока, осуществляется с помощью автотрансформатора и однофазного трансформатора.

После разработки высоковольтного стенда и установки для нагрева токопроводящих жил была разработана инструкция при комплексной работе на УЛС и на установке для нагрева токопроводящих жил. Отработана методика высоковольтных испытаний при одновременном токовом нагреве образцов кабельных изделий.

После испытаний была проведена экспериментальная оценка пробивного напряжения образцов обмоточных проводов марки ППИ-УТ и ППИ-У для различных температур. Оценка статистического разброса полученных результатов, свидетельствует: полученные значения пробивного напряжения (U_d) находится в пределах одной погрешности [5]. Это позволяет сделать вывод об адекватности предлагаемой схемы испытаний.

Выводы: Разработана схема высоковольтной испытательной установки, позволяющая проводить высоковольтные испытания изоляции кабельных изделий, осуществлен монтаж учебно-лабораторного стенда. Данная методика позволяет быстро устанавливать и сменять испытываемые образцы в испытательной ячейке и подавать переменное напряжение до 30 кВ на испытываемый образец. Разработана схема и собрана установка для токового нагрева токоведущих жил, обеспечивающая нагрев образца путем пропускания постоянного тока через жилу. Отработана комплексная методика высоковольтных испытаний при токовом нагреве образцов кабельных изделий.

Разработаны рекомендации по:

- подключению высоковольтного стенда совместно с установкой для токового нагрева образцов кабельных изделий;
- креплению образца путем навивания на стальной стержень для обеспечения равномерного нагрева образца;
- подключению высоковольтного ввода к образцу;
- подключению витка вторичной обмотки трансформатора в схеме токового нагрева, через который осуществляется нагрев испытываемого образца;
- дополнительной изоляции вводных концов испытываемого образца для исключения перекрытия по поверхности изоляции;
- разработан узел фиксации испытываемых образцов, для быстрого подключения и смены образцов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7 – Новосибирск: Си. Унив. Изд-во, 2009 – 853 с.
2. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003217>.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. — Москва: ЭНАС, 2013. — 280 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/38582>.
4. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 2006. – 65с.
5. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений. Изд. 3-е, исправлено и дополнено. Издательство «Наука». Ленинградское отделение, 1968. – 96 с.

Научный руководитель: А.П. Леонов, к.т.н, доцент ИШЭ ОЭЭ ТПУ.

Научный руководитель (консультант по экспериментальной части):
Е.В. Старцева, ст. преподаватель ИШЭ ОЭЭ ТПУ.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ КОРИУМА В ПОЛУЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ ГРАНИЧНОГО УСЛОВИЯ ТРЕТЬЕГО РОДА НА НИЖНЕЙ СТЕНКЕ

Д.В. Квитко

Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5061

В работе смоделирован процесс охлаждения кориума в горизонтальной полуцилиндрической полости при наличии граничного условия третьего рода на нижней стенке в условиях естественной конвекции.

Данный процесс наблюдается в ходе тяжёлой аварии на ядерном реакторе. Способы локализовать аварию: удержание кориума внутри корпуса реактора при его внешнем охлаждении, ловушка расплава. В данной работе рассматривается первый способ, который является более простым, а также возможным к применению на действующих АЭС. Численное моделирование и анализ процесса охлаждения кориума в условиях локализации при внешнем охлаждении корпуса реактора является перспективным направлением в настоящие дни.

Температура кориума в начальный период времени равна температуре стенки корпуса. Для кориума характерно остаточное тепловыделение, которое описывается формулой Вэя-Вигнера. Процесс естественной конвекции в рассматриваемой полости описывается системой уравнений: уравнение