Лавринович Алексей Валериевич Контроль состояния обмоток высоковольтных силовых трансформаторов зондированием низковольтными наносекундными импульсами

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Лавринович Алексей Валериевич

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРИЧИН ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

1.1 Анализ фактического выхода из строя высоковольтных силовых трансформаторов

1.2 Анализ причин возникновения проблемных ситуаций при работе трансформаторов

1.3 Анализ применяемых технологий контроля состояния обмоток высоковольтных трансформаторов

1.3.1 Измерение потерь холостого хода

1.3.2 Измерение сопротивления изоляции обмоток трансформатора

1.3.3 Измерение коэффициента трансформации

1.3.4 Измерение сопротивления обмоток на постоянном токе

1.3.5 Вибрационный контроль

1.3.6 Метод низковольтных импульсов

1.3.7 Метод анализа частотных характеристик (МЧА)

Выводы к Главе

ГЛАВА 2. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРА ЗОНДИРОВАНИЕМ НАНОСЕКУНДНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ НА ФИЗИЧЕСКОЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛЯХ

2.1 Разработка и создание физической и математической моделей силового трансформатора

2.1.1 Разработка и создание физической модели силового трансформатора

2.1.2 Разработка и создание математической модели силового трансформатора

2.2 Исследование на физической модели силового трансформатора

2.2.1 Эксперименты по выявлению межвитковых коротких замыканий

2.2.2 Прохождение зондирующего импульса по низковольтной обмотке физической модели трансформатора

2.2.3. Прохождение зондирующего импульса по высоковольтной обмотке физической модели трансформатора

2.2.4. Эксперименты по выявлению радиального и аксиального смещения витков обмотки

2.2.5. Закономерности изменения форм откликов при различных способах соединения обмоток

А. Соединение обмоток по схеме «звезда-звезда»

Б. Соединение обмоток по схеме «звезда - треугольник»

2.2.6 Диагностика под рабочим напряжением

2.2.7 Эксперименты, подтверждающие высокую чувствительность метода «наносекундных импульсов»

2.2.8 Влияние формы зондирующего импульса на чувствительность диагностической процедуры

2.2.9 Влияние длительности зондирующего импульса на чувствительность диагностической процедуры

2.2.10 Влияние длительности фронта зондирующего импульса на чувствительность диагностической процедуры

2.2.11 Исследования на математической модели силового трансформатора

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБМОТОК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЗОНДИРОВАНИЕМ НАНОСЕКУНДНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

3.1 Разработка принципиальной схемы и макетного образца генератора зондирующих импульсов

Основные технические требования, предъявляемые к генератору:

3.2 Разработка и апробация программы для обработки результатов диагностики

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА РЕАЛЬНОМ ТРАНСФОРМАТОРНОМ ОБОРУДОВАНИИ

4.1 Выбор критерия эффективности

4.2 Исследование чувствительности при наличии дефекта типа «межвитковое короткое замыкание» в обмотке ВН

4.2.1 Диагностика наносекундным импульсом

4.2.2 Диагностика прибором FRAX-150

4.2.3 Диагностика дефекта типа «аксиальное смещение витков» в обмотке ВН фазы А зондированием наносекундными импульсами

4.2.4 Диагностика дефекта типа «аксиальное смещение витков» в обмотке ВН фазы А методом БЯА с применением прибора FRAX-150

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

3030ЛОЖЕНИЕ А. Пошаговое описание работы с "программой цифровой обработки данных"

ПА.1 Визуализация осциллограмм

ПА.2 Сохранение визуализированных осциллограмм

ПА.3 Обработка осциллограмм

ПА.4 Получение разности осциллограмм

ПА.5 Получение графиков обработанных сигналов

ПА.6 Порядок работы с программой «PDDP»

ПА.7 Блок-схема разработанной программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Элементы схемы генератора согласно спецификации ФЮРА.005.СС.000.СП