Кутумов Юрий Дмитриевич Повышение эффективности компенсации токов однофазного замыкания на землю в кабельных сетях 6-10 кВ в условиях влияния на ток повреждения высших гармонических составляющих

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Кутумов Юрий Дмитриевич

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ ТОКОВ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 кВ

1.1 О подходах к компенсации различных составляющих токов однофазного замыкания на землю

1.2 Обзор методов и устройств компенсации емкостной составляющей основной частоты тока однофазного замыкания на землю

1.2.1 Классификация методов компенсации емкостной составляющей

основной частоты тока однофазного замыкания на землю

1.2.2 Аналитический обзор известных методов автоматической настройки компенсации емкостных токов основной частоты

1.2.3 Общая оценка состояния проблемы компенсации ёмкостных составляющих основной частоты тока однофазного замыкания на землю

1.3 Обзор методов и устройств компенсации активной составляющей основной частоты тока однофазного замыкания на землю

1.3.1 Область применения и классификация методов компенсации

активного тока основной частоты

1.3.2 Пассивные методы компенсации активной составляющей основной частоты в токе однофазного замыкания на землю

1.3.3 Активные методы и устройства компенсации активной составляющей основной частоты в токе однофазного замыкания на землю

1.3.4 Общая оценка состояния проблемы компенсации активной составляющей основной частоты тока однофазного замыкания на землю

1.4 Обзор методов компенсации высших гармоник и полного тока однофазного замыкания на землю

1.5 Обоснование направления и постановка задач исследований

1.6 Выводы по главе

Глава 2. ВЫСШИЕ ГАРМОНИКИ В ТОКАХ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ

НА ЗЕМЛЮ В КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 кВ

2.1 Спектры и уровни высших гармонических составляющих в токе установившегося режима замыкания на землю

2.2 Исследование влияния высших гармоник на условия гашения и повторного зажигания заземляющей дуги при однофазных замыканиях на землю в кабельных сетях 6-10 кВ

2.2.1 Обоснование методики исследований

2.2.2 Имитационная модель кабельной сети для исследования влияния высших гармоник на переходные напряжения и токи при дуговых замыканиях на землю

2.2.3 Анализ влияния высших гармоник в токе замыкания на землю на условия гашения и повторного зажигания заземляющей дуги в кабельных сетях с изолированной нейтралью

2.2.4 Анализ влияния высших гармоник в токе замыкания на землю на условия гашения и повторного зажигания заземляющей дуги в компенсированных кабельных сетях

2.3 Высшие гармонические составляющие в переходных режимах замыкания на землю и оценка возможности их компенсации

2.4 Выводы по главе

Глава 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАГРЕВА КАБЕЛЬНЫХ ЛЭП 6-10 кВ

ПРИ НАЛИЧИИ В ТОКЕ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ ВЫСШИХ

ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ

3.1 Расчетные условия, задачи и методы исследований процессов нагрева

кабелей при однофазных замыканиях на землю в компенсированных сетях 6-10 кВ

3.1.1 Расчетные условия при исследованиях электротепловых процессов в кабельных линиях 6-10 кВ

3.1.2 Задачи и методы исследований электротепловых процессов в кабельных ЛЭП при однофазных замыканиях на землю в компенсированных сетях 6-10 кВ

3.2 Определение геометрических размеров расчетной области при анализе электротепловых процессов в кабеле, проложенном в грунте, с применением цепей Маркова

3.3 Расчёт начальных условий для моделирования тепловых процессов при однофазных замыканиях на землю

3.4 Исследование процессов нагрева кабельных ЛЭП токами высших гармоник при «металлическом» замыкании на землю с применением 2Б-модели в программном комплексе COMSOL Multiphysics

3.5 О подходах к построению имитационной 3Б-модели кабельной ЛЭП для исследования электротепловых процессов при «неметалличе-ских»однофазных замыканиях на землю

3.6 Исследование процессов нагрева кабельных ЛЭП токами высших гармоник при устойчивом замыкании на землю через переходное сопротивление с применением 3Б-модели в программном комплексе COMSOL Multi-physics

3.7 Исследование электротепловых процессов нагрева кабельных ЛЭП токами высших гармоник при дуговых замыканиях на землю с применением имитационных моделей в программных комплексах COMSOL Multiphys-

ics и PSCAD

3.8 Анализ и общая оценка результатов исследований процессов нагрева кабельных ЛЭП 6-10 кВ токами высших гармоник при устойчивых и дуговых замыканиях на землю в компенсированных сетях 6-10 кВ

3.9 Выводы по главе

Глава 4. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ПОЛНОЙ

КОМПЕНСАЦИИ ТОКОВ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В

КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 кВ

4.1 Постановка задач исследования

4.2 Математическое описание условий полной компенсации тока однофазного замыкания на землю в кабельных сетях 6-10 кВ

4.3 Исследование эффективности алгоритма компенсации переходных токов

при однофазном замыкании на землю на имитационной модели

4.4 Имитационное моделирование алгоритма компенсации высших гармонических составляющих в токе устойчивого замыкания

4.5 Исследование алгоритмов подавления дуговых замыканий на землю в компенсированных кабельных сетях 6-10 кВ

4.6 Выводы по главе

Глава 5. МЕТОДЫ ЛОКАЦИИ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В

КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 кВ, РАБОТАЮЩИХ С ПОЛНОЙ

КОМПЕНСАЦИЕЙ ТОКА В МЕСТЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ

5.1 Требования к средствам локации однофазных замыканий на землю в кабельных сетях 6-10 кВ, работающих в режиме полной компенсации

5.2 Сравнительный обзор устройств локации однофазных замыканий на землю в компенсированных кабельных сетях 6-10 кВ

5.2.1 Сравнительный обзор устройств селективной сигнализации замыканий

на землю в компенсированных кабельных сетях

5.2.2 Сравнительный обзор методов дистанционного определения места возникновения замыканий на землю в компенсированных кабельных сетях

5.3 Выбор параметров аналитических и имитационных моделей для обеспечения достоверности и точности расчетов переходных процессов при замыканиях на землю в кабельных сетях 6-10 кВ

5.3.1 О проблеме выбора параметров кабельных ЛЭП при моделировании переходных процессов в к сетях 6-10 кВ

5.3.2 Определение удельных параметров кабельных ЛЭП 6-10 кВ с применением программного комплекса СОМБОЬ МиШрЬу8Ю8

5.3.3 Оценка скорости распространения электромагнитных волн в кабельных ЛЭП 6-10 кВ на имитационных моделях

5.3.4 О выборе параметров имитационных моделей для расчёта переходных процессов при однофазных замыканиях на землю

5.4 Принципы выполнения устройств селективной сигнализации замыканий на землю на основе переходных процессов в кабельных сетях с полной компенсацией тока в месте повреждения

5.5 Разработка способа дистанционного определения зоны повреждения в кабельных сетях с полной компенсацией тока замыкания на землю

5.6 Выводы по главе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Акты внедрения результатов диссертационной работы

Приложение 2. Патенты на изобретения на основе проведенных исследований