

ИССЛЕДОВАНИЕ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Турищев Дмитрий Викторович

магистрант, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1, РФ, г. Воронеж

Скрипников Роман Петрович

магистрант, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1, РФ, г. Воронеж

Пугачев Максим Владимирович

магистрант, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1, РФ, г. Воронеж

Григорьев Евгений Александрович

магистрант, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1, РФ, г. Воронеж

Королев Александр Иванович

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1, РФ, г. Воронеж

Опыт развития и эксплуатации электрических сетей сельского электроснабжения говорит о том, что основными проблемами для потребителей являются недостаточный уровень надежности работы сети и не всегда отвечающее требованиям стандарта качество электроэнергии. Задачи повышения надежности электроснабжения и улучшения качества электроэнергии у потребителей остаются актуальными как на стадиях проектирования развития сети, так и в процессе ее эксплуатации [1].

Одной из причин возникновения аварийных ситуаций и повреждения оборудования в элементах сети являются повышения напряжения сверх рабочих эксплуатационных значений (перенапряжения). Принято различать грозовые (внешние) и коммутационные (внутренние) перенапряжения. Вопросы анализа и ограничения грозовых перенапряжений связаны с устройством молниезащиты объектов и представляют отдельную задачу исследования [1-2].

Процесс эксплуатации электрических сетей сопровождается плановыми и аварийными коммутациями. Каждая коммутация связана с колебаниями электрической и магнитной энергий, запасенных в реактивных элементах сети. Возникающий переходный процесс часто сопровождается перенапряжениями, которые могут привести к перекрытию изоляции.

Максимальные значения коммутационных перенапряжений зависят от многих факторов, среди которых наиболее существенными являются схема электрической сети, параметры ее элементов, характеристики выключателя. Помимо перенапряжений, возникающих при переходном процессе в результате срабатывания коммутационных аппаратов, возможно возникновение перенапряжений при неустойчивом горении дуги в месте однофазного замыкания на землю в сети с изолированной или компенсированной нейтралью [1, 3-4].

С точки зрения воздействия на изоляцию электрооборудования видами коммутационных перенапряжений являются: фазные перенапряжения, воздействующие на изоляцию токоведущих частей по отношению к земле; междуфазные, воздействующие на изоляцию между токоведущими частями различных фаз; междуконтактные, возникающие между разомкнутыми контактами коммутационных аппаратов [1].

При проектировании изоляционных конструкций наиболее значимыми являются следующие характеристики перенапряжений:

- максимальное значение напряжения или его кратность по отношению к амплитуде наибольшего рабочего напряжения;
- форма кривой перенапряжения;
- состав электрооборудования электрической сети, подверженного действию данного вида перенапряжения.

Большинство видов коммутационных перенапряжений подлежат ограничению. Средствами ограничения перенапряжений в настоящее время рассматриваются различные схемы включения нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН). ОПН выполняются на основе материалов с высокой степенью нелинейности, что позволяет отказаться от использования искровых промежутков. Преимуществами ОПН являются возможность глубокого ограничения перенапряжений, в том числе междуфазных, большая пропускная способность, малые габариты [1].

Применительно к ОПН отсутствует понятие напряжения гашения.

Технико-экономическое обоснование мер защиты от перенапряжений включают оценку ущерба вследствие повреждения, простоя или ремонта электрооборудования, брака продукции, нарушения технологического процесса.

Исследование характеристик перенапряжений, возникающих при основных видах коммутаций в электрической сети, в том числе с использованием современных моделирующих программных комплексов, и на их основе разработка рекомендаций по ограничению перенапряжений является **актуальной задачей**.

Степень разработанности темы. Существенный вклад в теорию коммутационных перенапряжений в электрических сетях и вопросы их ограничений содержится в работах отечественных ученых: В.В. Базуткина, И.В. Будзко, В.А. Веникова, А.А. Герасименко, Ф.А. Гиндуллина, К.П. Кадомской, Н.Н. Тиходеева, Ф.Х. Халилова, Е.Ф. Цапенко и др.; иностранных ученых: A. Araujo, W. Clarence, Y. Yuhong и др. Данные работы способствовали развитию теории и методов ограничения перенапряжений и могут являться базой для дальнейших исследований.

Цель исследования: на основе анализа электрических схем, возникающих при коммутациях в сельских распределительных сетях, исследовать основные характеристики коммутационных перенапряжений и разработать рекомендации по ограничению уровня перенапряжений, что позволит существенно повысить надежность работы электрооборудования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить **следующие задачи**:

1. Провести анализ распределительных электрических сетей района и определить на основании опыта эксплуатации основные виды рабочих и аварийных коммутаций, приводящих к существенным перенапряжениям в сети и снижению эксплуатационной надежности оборудования.
2. Исследовать переходные процессы и характеристики перенапряжений при основных видах коммутаций в сельских распределительных сетях: при включение ненагруженных линий (в том числе в циклах АПВ); при перемежающихся замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью; при создании феррорезонансных схем.

3. Разработать компьютерные модели для анализа процессов при коммутациях в сельских распределительных сетях с использованием программного комплекса динамического моделирования SimInTech.

4. Разработать рекомендации по ограничению уровней коммутационных перенапряжений в сельских распределительных сетях на основе современных аппаратных средств.

Объект исследования: питающие электрические сети 35-110 кВ, сельские распределительные сети 10-35 кВ района электроснабжения.

Предмет исследования: характеристики перенапряжений при рабочих и аварийных коммутациях в сельских электрических сетях.

Новизна работы заключается в системном анализе схем и характеристик переходных процессов при коммутациях в сельских сетях, а также в разработке компьютерных моделей феррорезонансных схем с использованием программного комплекса SimInTech.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость заключается в совершенствовании методов анализа переходных процессов при коммутациях в электрических сетях, а также в разработанных компьютерных моделях исследования процессов при феррорезонансе.

Практическую значимость имеют разработанные рекомендации по ограничению уровней коммутационных перенапряжений в распределительных сетях.

Список литературы:

1. Базуткин В.В. Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах / В.В. Базуткин, В.П. Ларионов, Ю.С. Пинталь. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.
2. Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
3. Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов на Дону: Феникс, 2008. – 715 с.
4. Гиндуллин Ф.А. Перенапряжения в сетях 6-35 кВ / Ф.А. Гиндуллин, В.Г. Гольдштейн, А.А. Дульзон, Ф.Х. Халилов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 191 с.