

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В данной статье рассмотрены положения методик расчета и определения токов короткого замыкания в особых условиях электроэнергетической системы.

Ключевые слова: ток, короткое замыкание, электроэнергетика, электропередачи.

THE METHODS OF CALCULATION AND DEFINITION OF ELECTRICAL FAULT IN PARTICULAR CONDITION OF ELECTRO-ENERGETIC SYSTEMS

It was given in this article the position methods of calculation and definition of such short electrical fault in particular condition of electro-energetic systems.

Keywords: current, short circuit, power, power.

Потребность создание новых методик расчета и определения токов короткого замыкания (КЗ) в начальной и произвольной моменты времени. Актуальна для особых условий короткого замыкания, неучитывание которых приводит к значительным погрешностям в определении токов короткого замыкания.

К особым условиям относятся: определение короткого замыкания в узлах с комплексной нагрузкой и автономных системах электроснабжения; увеличения активного сопротивления проводников вследствие нагрева током короткого замыкания; возникновение открытой электрической дуги на воздушных линиях (ВЛ) электропередачи 6-500 кВ, устойчивой или самопогасающей дуги в электроустановках с кабельными линиями 6-10 кВ, а также в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1 кВ; смещение проводов при коротком замыкании на ВЛ; коротком замыкании в электроустановках постоянного тока, питаемых от различных источников (аккумуляторных батарей, преобразователей, генераторов).

Анализ аварийности в электроустановках напряжением до и свыше 1кВ показал, что одной из основных причин несрабатывания устройств релейной защиты и отказов в работе электрооборудования является неучитывание совокупного влияния на ток короткого замыкания. По данным анализа дано обоснование состава основных факторов, необходимых для комплексного учета нелинейности короткозамкнутых цепей при расчетах тока короткого замыкания в особых условиях.

На ток в месте короткого замыкания существенно влияют различные электрические нагрузки. Учет влияния отдельных элементов нагрузок на процессы при коротком замыкании представляет собой сложную задачу. Для ее упрощения обычно рассматривают комплексные нагрузки отдельных узлов в виде эквивалентных моделей, полученных для определенного состава потребителей узла и схемы их электроснабжения.

В результате теоретического обобщения методов эквивалентирования нагрузок, используемых при расчетах токов короткого замыкания в электрических системах, разработаны (в виде полных и упрощенных моделей) следующие новые методы эквивалентирования: функционально-параметрического эквивалентирования электродвигателей, позволяющий определять параметры полной схемы замещения эквивалентных синхронных и асинхронных двигателей в узлах комплексной нагрузки; с использованием теории многофакторного планирования экспериментов, позволяющих определять параметры полной схемы замещения узлов с электродвигателями и статическими

потребителями (преобразователями, электротермическими установками и др.); обобщенных параметров и расчетных кривых комплексной нагрузки в виде упрощенных моделей.

Цель исследований - определение степени влияния комплексной нагрузки на токи при различных условиях короткого замыкания, расчет значений и характера изменения во времени токов короткого замыкания в узлах нагрузки в зависимости от типов потребителей и их относительного состава, а также разработка методики расчета токов короткого замыкания в узлах комплексной нагрузки и автономных системах электроснабжения напряжением до и свыше 1 кВ.

В зависимости от поставленной задачи должны проводиться разные исследования: режимов короткого замыкания в энергосистеме (экспериментальные), на трехфазной физико-математической модели узла электрической системы и при математическом моделировании на ЭВМ.

При определении минимального значения тока короткого замыкания в особых условиях необходимо учитывать увеличение активного сопротивления проводников в результате нагрева током короткого замыкания. Этот эффект получил название теплового спада тока короткого замыкания.

Прежний метод расчета теплового спада тока короткого замыкания не учитывал возможное изменение начальной температуры проводника или его реальную токовую нагрузку, теплоотдачу во внешнюю изоляцию (для кабелей и изолированных проводов), а также влияние электрической дуги в месте короткого замыкания и изменение тока короткого замыкания от электродвигателей и генераторов, что приводило к значительным погрешностям в расчетах.

Математическая модель теплового спада тока короткого замыкания, учитывает совместное влияние основных факторов особых условий короткого замыкания. Модель описывается процесс увеличения активного сопротивления проводников при адиабатическом и неадиабатическом нагревах током короткого замыкания с учетом влияния электрической дуги в месте короткого замыкания и электродвигателей.

Определение теплового спада тока короткого замыкания с учетом совместного влияния сопровождающих коротких замыканий факторов позволяет уточнять расчет токов короткого замыкания, параметров релейной защиты и ее функций дальнего резервирования кабельных сетей, а также оценивать термическую стойкость и невозгораемость кабельных линий.

Большинство повреждений в виде короткого замыкания на ВЛ и в ОРУ сопровождается электрической дугой с изменяющимися во времени параметрами. Значительные токи короткого замыкания вызывают смещение гибких проводов пространстве, что приводит к изменению междуфазных расстояний и индуктивных сопротивлений ВЛ прямой и обратной последовательностей. При затянувшихся коротком замыканий проявляется действие теплового спада тока короткого замыкания, которое характеризуется увеличением активного сопротивления проводов при нагревании их током короткого замыкания.

Перечисленные явления оказывают взаимное влияние во время коротких замыканий, поэтому возникла необходимость разработки комплексной математической модели расчета нелинейность в системах с гибкими проводниками.

Математическая модель представляет собой систему дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих изменение параметров режима короткого замыкания в нелинейной системе под влиянием следующих факторов: процесса развития открытой электрической дуги в месте короткого замыкания, перемещения гибких проводов отдельных фаз под действием электродинамических сил, движения проводов расщепленной фазы, увеличения активного сопротивления проводников при нагревании их током короткого замыкания, изменения индуктивного сопротивления прямой и обратной последовательности ВЛ, увеличения длины проводов ВЛ вследствие их нагревания (температурное удлинение).

Учитывания совместного влияния основных факторов нелинейности при коротком замыкании позволяет более тщательно анализировать причины и последствия короткого замыкания, уточнять расчетные условия короткого замыкания, выбирать выключатели и параметры релейной защиты, а также оценивать электродинамическую стойкость ВЛ и РУ с глубокой ошиновкой.

Надежность и пожаробезопасность электроустановок напряжением до 1 кВ большей степени зависят от достоверности расчета токов короткого замыкания на стадии проектирования, а также при настройке защит и выборе аппаратуры. Применяемые до настоящего времени методы расчета токов короткого замыкания не учитывали совместного влияния: электрической дуги в месте короткого замыкания, увеличения активного сопротивления проводников, электродвигателей, комплексной нагрузки, а также генераторов автономных систем электроснабжения.

Уточненная методика расчета тока короткого замыкания в электроустановках переменного тока напряжением до 1кВ, которая учитывает совместное влияние на ток короткого замыкания основных факторов особых условий короткого замыкания и позволяет получать результаты расчета с минимальной погрешностью по сравнению с экспериментальными данными. Уточненная методика применяется при проектировании и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

Многие системы постоянного тока состоят из комплекса различно параллельно работающих источников: аккумуляторных батарей, генераторов постоянного тока и статических преобразователей. В связи с этим возникают особые условия короткого замыкания, требующие считывания взаимного влияния на ток короткого замыкания различных источников энергии, а также электрической дуги и теплового спада тока короткого замыкания.

Выводы:

1. Должно быть разработаны рекомендации для уточненного расчета вероятностных максимальных и минимальных значений тока короткого замыкания в электроустановках постоянного тока.

2. Внедрение методики расчета короткого замыкания в электроустановках, питаемых от разных источников электроэнергии, с учетом нелинейности короткозамкнутой цепи и правильно определять требования к чувствительности и быстродействию защиты электрических сетей от дуговых коротких замыканий.

Литература:

1. **Буткевич, Г.В.** Дуговые процессы при коммутации электрических цепей.[Текст]/ Г.В. Буткевич// М: Энергия, 1973. -97с.
2. **Капралов, А. И.** Рекомендации по применению жидкостных солнечных коллекторов. [Текст]/ А. И. Капралов// ВИНТИ- 2004. – С.63-69.