

Теории оценки уровней перенапряжений при дуговых замыканиях

Ерофеевко Т.С., Мамончик А.Н., Раманович А.А., Дунченко Д.А.
Белорусский национальный технический университет

Основоположником теории перенапряжений является Петерсен, который в 1916 г. объяснил физическую сущность процесса, состоящую в следующем: горение дуги продолжается полпериода свободных колебаний; значения угловой частоты свободных колебаний при горении дуги $\omega_{\text{с}} = 1/\sqrt{3LC}$; при первом прохождении тока колебаний через нуль дуга погасает; значение частоты при восстановлении $\omega_{\text{а}} = 1/\sqrt{LC}$; повторное зажигание дуги наступает через полпериода промышленной частоты при максимальном напряжении на поврежденной фазе; время горения дуги при каждом повторном зажигании равно полупериоду свободных колебаний; после каждого гашения дуги возрастает напряжение смещения нейтрали; восстановление напряжения на поврежденной фазе имеет колебательный характер с пиком, превышающим величину $U_{\text{ф}}$; диэлектрическая прочность места повреждения нарастает быстрее, чем величина восстанавливающегося напряжения; с учетом ограничивающего влияния междуфазных емкостей и затухания колебаний уровни перенапряжения достигают $3,6U_{\text{ф}}$. В 1923 г. Петерс и Слепян предложили теорию перенапряжений, отличную от теории Петерсена: горение дуги продолжается до перехода через нуль тока промышленной частоты; гашение дуги происходит без переходного процесса; после каждого гашения дуги напряжение смещения нейтрали остается постоянным и равным $U_{\text{ф}}$; повторные зажигания дуги происходят регулярно через каждый период при максимальном напряжении на поврежденной фазе; длительность горения дуги при каждом повторном зажигании равна полупериоду; восстановление напряжения на поврежденной фазе после гашения дуги происходит плавно с частотой; перенапряжения на здоровых фазах не превышают значений $(3,0-3,1)U_{\text{ф}}$. В 1957 г. Беляков Н.Н. предложил теорию возникновения перенапряжений, занимающую промежуточное положение между теориями Петерсена и Петерса и Слепяна: гашение дуги происходит при каждом прохождении тока через нуль; повторное зажигание дуги происходит через малую долю периода собственных колебаний при малых напряжениях восстановления; гашение дуги на длительное время имеет место в тех случаях, когда высокочастотный максимум восстанавливающегося напряжения достаточно мал и становится меньше величины диэлектрической прочности изоляции; максимально возможные перенапряжения с учетом

затухания и междуфазных емкостей равны $3,2U_{\phi}$.

УДК 621.316.35

Применение точных методов математического моделирования для расчетов режимов самозапуска асинхронных двигателей собственных нужд электростанций

Новаш И.В., Гузовская В.Н., Ерохов Е.Л., Баран А.Г.
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время наиболее эффективным методом исследования переходных и аварийных режимов электроэнергетического оборудования является метод математического моделирования с проведением вычислительного эксперимента на ЭВМ. Кафедра «Электрические станции» БНТУ имеет большой опыт разработки компьютерных программ по оценке поведения устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических объектов. Математическая модель схемы электропитания асинхронных двигателей собственных нужд содержит модели асинхронных электродвигателей, источников питания, трансформаторов собственных нужд и измерительных трансформаторов, соединительных линий, а также смежных элементов, оказывающих заметное количественное и качественное влияние на характер протекания самозапуска и предшествующих режимов. Количественное влияние, которое следует учитывать в процессе исследования, оценивается величиной порядка 3–5 % действующих значений параметров исследуемых режимов, качественное влияние (степень искажения формы кривых исследуемых процессов) – примерно таким же содержанием высших гармоник. Математическим аппаратом таких программ являются обыкновенные дифференциальные уравнения, не приводимые к нормальной форме Коши и нелинейные системы алгебраических уравнений, требующие совместного решения. При решении дифференциальных уравнений шаговыми методами нелинейную систему алгебраических уравнений приходится решать методом итераций на каждом шаге интегрирования, что требует достаточно сложных алгоритмов решения и приводит к увеличению длительности вычислительного процесса. Длительность исследуемых режимов при самозапуске может составлять единицы-десятки секунд. При таком достаточно большом расчетном интервале времени необходимо, чтобы программы вычислительного эксперимента имели качественные и количественные характеристики работоспособности, обеспечивающие устойчивость решения, быстродействие, точность и достоверность выдаваемых результатов на всем расчетном интервале. Свойства программ