

УДК 621.311

А.А.Сучков (4 курс, каф. ЭСиС), Д.А.Сучков (асп., каф. ЭСиС)

НАВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ НА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ПРИ БЛИЗКОМ УДАРЕ МОЛНИИ

Напряжения, наводимые близкими ударами молний, могут вызвать как повреждения на силовом оборудовании, так и в цепях управления и защиты. Механизм возникновения этих напряжений изучается с начала девятнадцатого века, но до сих пор нет единого мнения в методах получения адекватного результата. На данный момент представлен ряд теоретических исследований и существуют различные модели для расчёта такого класса перенапряжений. Параллельно с теоретическими проводились экспериментальные исследования. В литературе представлен ряд результатов, полученных на экспериментальных линиях. Учитывая всю сложность рассматриваемого явления, анализ результатов, полученных теоретически и экспериментально, показывает их неплохое соответствие. Вопрос об адекватности тех или иных моделей, предлагаемых для расчета наведенных напряжений такого рода, до сих пор остаётся открытым, отчасти, из-за отсутствия полных экспериментальных данных таких как: ток молнии (его распределение по каналу), скорость развития главного разряда молнии, поле, создаваемое током молнии, наведённые напряжения.

Определение наведённых напряжений на воздушной линии, согласно большинству моделей, проводится следующим образом:

Рассчитывается электромагнитное поле по всей длине линии, при этом используется модель тока молнии, как функция времени и высоты канала. Канал тока молнии принимается в виде прямой вертикальной антенны. Основой определения поля является задание тока канала молнии, как функции времени и высоты канала. Получение отличных результатов при использовании разных моделей обусловлено, в первую очередь, различными допущениями в моделировании распределения тока вдоль канала молнии во время разряда. Большую роль в определении поля играет также способ учета земли.

Полученное ЭМП используется для расчёта наведённых напряжений при помощи модели, описывающей взаимодействие между полем и линией. Данная модель строится на основе теории линий электропередач. Определение токов и напряжений, наведенных внешним полем основано на решении уравнений Максвелла. Применение этого решения напрямую к воздушной линии потребует больших затрат компьютерного времени, поэтому задачу стараются упростить. В нашем случае, использование приближения, согласно которому связь внешнего поля с интересующим объектом описывается элементами с сосредоточенными параметрами, неприменимо. Такое приближение требует, чтобы размеры рассматриваемой линии были меньше, чем одна десятая длины волны ЭМП, что не удовлетворяет случаю протяженной линии, подвергающейся воздействию поля, создаваемого каналом молнии (к примеру, для составляющей поля с частотой 1 МГц длина волны равна 300 м, т.е. приближение справедливо для линии длиной менее 30 м). Другой путь расчета — это рассмотрение линии как элемента с распределёнными параметрами. На этом принципе построена теория длинных линий. И большинство моделей построено на основе данной теории.

Модель для расчета наведенных перенапряжений в качестве входной функции должна использовать составляющие поля вдоль линии, создаваемые каналом

молнии, выходной должна быть функция распределения токов и напряжений в интересующей точке линии.