

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

С.Н. Иванова, Т.А. Коткова, Е.П. Гончарик

ОБ УЧЕТЕ ЯВЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ ПРИ ВЫБОРЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Выбор конструктивных параметров воздушных линий электропередачи (ВЛ) сверхвысокого напряжения (СВН) производится по критерию экономичности с учетом ряда технических ограничений [1]. К одному из таких ограничений [2] относится появление токов смещения в теле человека и потенциалов на различных объектах, изолированных от земли (например, автотранспорт и др.). Известно, что ток смещения прямо пропорционален напряженности переменного электрического поля, в котором находится человек, и оказывает вредное биологическое влияние на человека. А так как напряженность поля, создаваемая ВЛ, легко рассчитывается (измеряется) и не зависит от комплекции и положения человека, ее величиною стали оценивать уровень безопасности нахождения человека в зоне влияния ВЛ.

Кроме биологического воздействия, электрическое поле ВЛ наводит на изолированных от земли механизмах (автотранспорт, сельскохозяйственная техника) потенциал, под действием которого возможны разрядные импульсы тока, протекающего через тело человека в момент прикосновения к объекту. Разряды вызывают болезненное ощущение и создают серьезные неудобства в работе, могут послужить косвенной причиной несчастного случая. Разрядный ток будет протекать в основном через человека, поскольку сопротивление тела человека намного меньше сопротивления сухих шин.

Между напряженностью электрического поля и потенциалом, наведенным на объекте в поле ВЛ, нет однозначной зависимости. Поэтому желательно выявить, какой из этих двух факторов следует принять за основной при выборе рациональных конструктивных параметров ВЛ СВН, чтобы свести два ограничивающих условия к одному.

Анализу такой возможности посвящена настоящая статья.

Рассмотрим сначала зону с безопасной напряженностью электрического поля (менее 5 кВ/м), где представляют опасность только электростатические наводки. Эта зона начинается на

расстоянии 8 м от проекции крайней фазы ВЛ класса 500 кВ, 15 м от ВЛ 750 кВ и 22 – 25 м от ВЛ 1150 кВ. В этой зоне ток через человека при контакте с корпусом машины не превышает 2 мА и не представляет для него опасности. Потенциал корпуса машины будет определяться величиной его сопротивления относительно земли и стекающим током. Если же допустимое напряжение принять в соответствии с нормами для ВЛ связи равным 200 В, то только при сопротивлении шин более 100 кОм на машине возможен потенциал такой величины.

Исследования по оценке проводимости резиновых шин отечественного транспорта показали, что сопротивление технических средств на резиновом ходу – явление случайное. Все измерения обработаны с применением статистических методов. Построены интегральные функции распределения сопротивления машин относительно “земли” за весенне-летний период. На дорогах с асфальтовым покрытием для всех видов погоды только 70% механизмов имеют сопротивление колес 100 кОм и более. Возможность контакта человека с корпусом машины на асфальтовой дороге вблизи ВЛ можно исключить, установив, например знак, запрещающий остановку транспорта.

Вероятность появления технических средств на резиновом ходу у ВЛ СВН на грунте значительно большая. В сырую погоду вероятность появления машин с сопротивлением относительно земли 100 кОм и более составляет 0,01, что позволяет считать появление машин с таким сопротивлением у ВЛ СВН практически невероятным. В сухую погоду (менее 50% годового времени) около 40% машин обладают сопротивлением 100 кОм и более. Только часть этих машин будут иметь габариты, приводящие к токам разряда более 2 мА. Следовательно, ограничивать потенциал корпуса механизмов ниже 200 В у ВЛ 750 и 1150 кВ в зоне с напряженностью поля 5 кВ/м и менее необходимо только у небольшого числа крупногабаритных механизмов.

Следует подчеркнуть, что за безопасный уровень потенциала на корпусе механизма предварительно принята величина 200 В, нормируемая для линий связи, зарядная емкость которых существенно выше таковой для механизмов и машин. Поэтому для объектов ограниченных размеров должны быть разработаны свои нормы допустимого потенциала.

В зоне, где напряженность поля выше 5 кВ/м, наводки на крупногабаритных механизмах можно снизить до допустимого уровня устройством индивидуальных заземлителей с сопротивлением растеканию тока порядка 10 – 20 кОм. Заземлители с

таким сопротивлением выполняются сравнительно просто: цепь, соприкасающаяся с грунтом на длине 0,1 – 50 см, сошник или диск, врезающиеся в грунт на глубину 0,5 – 15 см. Наибольшие из приведенных размеров соответствуют удельному сопротивлению грунта 10000 Ом·м (песок, скальный грунт) и току 10 мА (в нормальном режиме даже на крупных автобусах под ВЛ 1150 кВ ток более 8 мА не индуктируется).

Таким образом, мероприятия по устранению неблагоприятного действия наводок выполняются довольно легко и надежно. Этого пока не достигнуто в отношении снижения напряженности и устранения вредного влияния электростатического поля на человеческий организм.

В настоящий момент, пока не разработаны эффективные меры защиты населения от биологически вредного влияния электрического поля ВЛ СВН, параметры таких линий следует выбирать с учетом снижения напряженности электрического поля в зоне влияния ВЛ до безопасной величины.

Л и т е р а т у р а

1. Гончарик Е.П., Поспелов Г.Е. К оптимизации параметров проводов воздушных линий электропередачи переменного тока с помощью ЦВМ. – В сб.: Применение автоматики и вычислительной техники для повышения надежности и экономичности работы энергосистемы. Минск, 1971.
2. Гончарик Е.П., Тиняков Н.А. Некоторые вопросы проектирования линий электропередачи сверхвысокого напряжения. – "Изв. вузов. Энергетика". 1972, № 7.

В.И. Глушко

РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ В НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ ЗЕМЛИ

Точное решение задачи расчета заземлений в неоднородном грунте сопряжено с большими математическими трудностями. В связи с этим актуальной становится задача разработки упрощенных методов расчета заземлений в неоднородной среде. В данной работе излагается один из возможных путей решения этой задачи.

Рассмотрим предельную модель заземлителя в виде половины эллипсоида вращения, помещенную в многослойное проводящее полупространство с границами раздела между слоями, па-