

РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ В НЕОДНОРОДНОЙ ЗЕМЛЕ

Нижевский И.В.

*Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт",*

г. Харьков

Электробезопасность и электромагнитная совместимость в электроэнергетике обеспечиваются путем создания соответствующих заземляющих устройств (ЗУ) электроустановок. К электрическим характеристикам ЗУ и точности их расчетов предъявляют высокие требования. Математические модели земли и методы расчета ЗУ в различных режимах их работы разработаны как в нашей стране, так и за рубежом. Однако и на сегодня основная погрешность расчета заземлителей обусловлена неадекватностью математической модели земли. В реальных условиях земля представляет собой многослойную структуру, которая приводится к эквивалентной двухслойной модели земли с толщиной h и удельным электрическим сопротивлением ρ_1 верхнего слоя и ρ_2 нижнего слоя. Модель широко применяется в расчетах и проектировании и сегодня является стандартом. Рекомендуемые методы приведения многослойной электрической структуры земли к эквивалентной двухслойной модели на стадии интерпретации данных вертикального электрического зондирования или приближенных аналитических расчетов сопряжены с дополнительной погрешностью. Для расчета электрических характеристик заземлителей в двухслойной земле используют в основном два подхода. Первый базируется на основе решения уравнения Лапласа для потенциала точечного источника с последующим интегрированием по длине стержня. Второй использует метод зеркальных изображений, который более эффективен, так как сразу оперирует со стержнями. Стержень отражается одновременно от двух границ, что приводит к бесконечному числу источников и бесконечным рядам при расчете электрического поля в однородной среде. При этом математическими методами ускорения сходимости достигается ограничение членов ряда. Применение векторной формы записи расчетных выражений позволяет представить их компактными и адаптированными к возможностям современных компьютеров.

Расчеты заземлителей в многослойных горизонтально и вертикально слоистых грунтах наиболее эффективно выполнять методом оптической аналогии. В этом методе точечный источник тока уподобляется источнику света, который отражается и преломляется в системе полупрозрачных зеркал, расположенных на границе слоев. Этот процесс описывается двумя рекуррентными формулами для лучей (бликов), направленных вверх и вниз. В расчете учитываются только блики, видимые наблюдателем, т.е. распространяющиеся в слое с расчетной точкой.