

без короны. Для электропередач 750 и 1150 кВ желательно в каждом конкретном случае в зависимости от ожидаемой величины потерь на корону проверить необходимость учета этих потерь при определении реактивной проводимости линии электропередачи.

Резюме. Предлагается методика определения потерь на корону при оптимизации установившихся режимов линий электропередачи с учетом момента и погодных условий оптимизации.

Л и т е р а т у р а

1. Левитов В.И., Попков В.И. Методика расчетной оценки уровня потерь мощности и энергии на корону на проводах ЛЭП сверхвысокого напряжения. – "Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт", 1968, № 1. 2. Левитов В.И. Корона переменного тока. М., 1975.

УДК 621.315.1

С.Н. Иванова, Е.П. Гончарик, канд. техн. наук

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТОКОВ, СТЕКАЮЩИХ С АВТОМОБИЛЕЙ НА ЗЕМЛЮ, В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

В работе предлагается приближенный метод расчета токов замыкания на землю корпуса автомобилей, сельхозтехники и других объектов значительных размеров, обусловленных электростатическими влияниями воздушных линий (ВЛ). Особенностью метода является то, что реальный объект заменяется цилиндром, длина которого равна длине объекта. Радиус цилиндра находится следующим образом.

В зоне влияния ВЛ сверхвысокого напряжения (СВН) в пределах габаритов машин электрическое поле близко к равномерному. Известно, что поверхностная плотность зарядов, индуцированных на проводящем теле, в равномерном поле пропорциональна напряженности этого поля. Реальный объект (автомобиль и пр.) и эквивалентный ему цилиндр по размерам соизмеримы, а по форме схожи. Поэтому можно предположить, что коэффициенты пропорциональности для этих двух тел будут близки, а индуцированные заряды по их поверхностям распределяются с примерно одинаковой плотностью. Из условия эквивалентности полный заряд на этих телах должен быть оди-

наков. Следовательно, площади проводящей поверхности реального объекта и эквивалентного ему цилиндра должны быть примерно одинаковыми

$$S \approx 2\pi r l + 2\pi r^2,$$

где S - площадь проводящей поверхности реального объекта; l - длина цилиндра (объекта); r - радиус цилиндра.

По физической природе радиус цилиндра не может быть отрицательным, поэтому

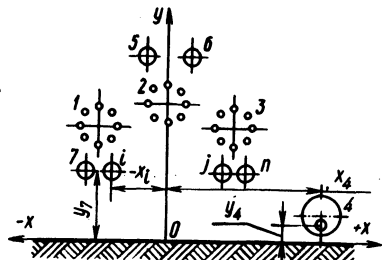
$$r = \sqrt{\frac{l^2}{4} - \frac{S}{2\pi} - \frac{l}{2}}.$$

Заряд цилиндра находим из решения системы уравнений

$$\begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \vdots \\ \varphi_i \\ \vdots \\ \varphi_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1j} & \dots & \alpha_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \alpha_{i1} & \alpha_{i2} & \dots & \alpha_{ij} & \dots & \alpha_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & \alpha_{nj} & \dots & \alpha_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{q}_1 \\ \vdots \\ \dot{q}_i \\ \vdots \\ \dot{q}_n \end{pmatrix},$$

где φ_i , \dot{q}_i - потенциал и заряд i -го провода (комплекс); α_{ij} - собственные ($i = j$) и взаимные ($i \neq j$) потенциальные коэффициенты на единицу длины, нахождение которых сводится к определению геометрических расстояний между проводами линии, цилиндром (объектом) и их зеркальными изображениями. Для проводов и тросов ВЛ из-за малости их диаметров эти расстояния отсчитываются от геометрической оси. Поиск расстояний между проводами и объектом усложняется ввиду значительных размеров последнего и может быть проведен по методике [1].

Рис. 1. Схема расположения проводов и тросов: 1-3 - фазные провода; 4 - объект (автомобиль), 5, 6 - грозозащитные тросы, 7 - i, j, n - экранирующие тросы.



Поскольку решение алгебраической системы уравнений целесообразно выполнять на ЦВМ, можно рекомендовать задать положение системы "провода - объект" в координатах x и y (рис. 1). Тогда потенциальные коэффициенты системы проводов определяются по формулам единой структуры

$$\alpha_{ij} = \frac{1}{l} \cdot 18 \cdot 10^9 \ln \frac{2y_i}{r_i} \quad \text{при } i = j ;$$

$$\alpha_{ij} = \frac{1}{l} \cdot 18 \cdot 10^9 \ln \sqrt{\frac{(x_i - x_j)^2 + (y_i + y_j)^2}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}} \quad \text{при } i \neq j .$$

Здесь r_i - радиус фазных проводов, тросов; i, j - текущие номера строки и столбца матрицы потенциальных коэффициентов; l - длина цилиндра.

Указанный прием намного сокращает объем программы, время счета, а главное, делает программу универсальной, пригодной для любого числа проводов, ограничиваемого памятью машины. Положение оси ординат в общем случае произвольное.

Сопоставление рассчитанного по изложенной методике тока

$$I = \omega q l$$

с экспериментальными значениями, получаемыми под ВЛ 330 кВ для 10 типов автомобилей, дает основание рассматривать предложенный метод приемлемым для инженерных расчетов. Измеренные значения токов отличались от расчетных в основном не более чем на 20% (рис. 2).

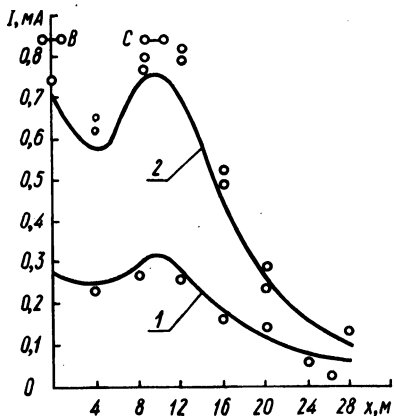


Рис. 2. Сопоставление расчетного (сплошные линии) и измеренного (отдельные точки) тока замыкания на землю корпуса автомобиля ЗАЗ-966 (1) и автолаборатории на базе ГАЗ-51 (2) под ВЛ 330 кВ: 1 - экранный трос подвешен только под одной фазой С; 2 - тросы подвешены под крайними фазами А и С.

Для ориентировочных оценок может быть использован еще более упрощенный способ, основанный на том, что поверхностная плотность зарядов, индуцированных на проводящих телах, находящихся в равномерном поле, пропорциональна напряженности этого поля. Поскольку напряженность поля вблизи ВЛ СВН в пределах габаритов машин близка к равномерной, полный заряд Q на проводящем теле (автомобиле,

сельхозтехнике и пр.) будет определяться напряженностью электрического поля E и поверхностью тела S .

$$\text{Тогда } I = \omega Q = KES,$$

где K — эмпирический коэффициент, найденный путем расчетов I и E и экспериментально проверенный для различных марок автомобилей под ВЛ 330 кВ. Результаты многочисленных расчетов и измерений показали, что для разного рода автомобилей и цилиндров различных размеров под ВЛ различного класса напряжения значение K изменяется в пределах 0,003 — 0,0036 и для ориентировочных оценок может быть принят равным 0,00322 мА/кВ · м.

Резюме. Зная напряженность электрического поля, которая всегда рассчитывается при проектировании ВЛ СВН, можно оценить величину тока, стекающего на землю с того или иного механизма, находящегося в этом поле, и иметь представление об уровне электробезопасности.

Л и т е р а т у р а

1. Гончарик Е.П. Напряжения, индуцированные на транспорте в электрическом поле ВЛ. — "Электричество", 1974, № 5.

УДК 621.311.1

Л.П. Падалко, канд. техн. наук, В.Н. Нагорнов

О ПРИНЦИПАХ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ГЕНЕРИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

В связи с усиливающимся разуплотнением графиков электрической нагрузки энергосистем [1, 2] проблема выбора оптимального соотношения между базовыми и маневренными генерирующими источниками становится особо острой. Экономическая сторона проблемы объясняется различием стоимостных характеристик источников различного типа (удельных капиталовложений и удельных расходов топлива) [1]. Рассматривая в качестве пиковых источников газотурбинные установки (ГТУ), полупиковых — паротурбинные электростанции, оборудованные агрегатами с докритическими параметрами пара, и базовых — мощные КЭС, оборудованные агрегатами мощностью 300, 500, 800, 1200 мВт, и АЭС, для этих показателей можно записать соотношения