

УДК 621.316.35

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА МЕХАНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ГИБКИХ ПРОВОДОВ НА ПЭВМ

Шилак Р.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Бладыко Ю.В.

Под воздействием механической нагрузки и температуры окружающей среды в проводах распределительных устройств (РУ) возникают механические напряжения. Расчет положения провода зависит от геометрии пролета, его конструктивных особенностей, пространственного расположения отпаяк [1].

Решение уравнений статики гибких проводов реализовано в компьютерных программах [2], позволяющих определить стрелы провеса и тяжение проводов под действием гололедных и ветровых нагрузок. Программы учитывают разность высот подвеса, гирлянды изоляторов, распорки, а также отпайки к электрическим аппаратам. Программы пригодны для расчета монтажных режимов при способе монтажа с одной гирляндой в пролете и различных вариантах монтажа отпаяк, а также позволяют решить обратную задачу: по известной стреле провеса определить тяжение.

Решение обратной задачи производится путем численного решения нелинейных дифференциальных уравнений статики гибкой упругой нити. После аппроксимации системы дифференциальных уравнений конечно-разностными уравнениями решение обратной задачи сводится к решению системы нелинейных алгебраических уравнений на основе вложенных итераций. Отличие от прямой задачи заключается в другом порядке их следования и в изменении критериев, по которым оценивается достижение заданной точности в определении параметров гибкой ошиновки распределительных устройств и проводов воздушных линий. Ход и построение первой итерации относительно координат практически остаются без изменений. Добавляется только формула для определения начального приближения тяжения, заимствованная из [1].

После достижения заданной точности в определении координат вычисляется тяжение в проводе. Контроль достижения заданной точности в вычислении тяжения выполняется по стреле провеса в заданной точке пролета $f^{(P)}_{\text{расч}}$. Итерационный процесс завершается, если $\Delta f = f^{(P)}_{\text{расч}} - f_0$ станет меньше заданной точности вычислений (f_0 - исходная стрела провеса). Если эта точность не достигнута, то по методу половинного деления определяется новое приближение тяжения

$$T^{(P)} = T^{(P-1)} + \Delta T^{(P)},$$

$$\Delta T^{(P)} = \pm \Delta T^{(P-1)} / (2 - k).$$

где

Коэффициент k равен 1 до тех пор, пока разность $\Delta f = f^{(P)}_{\text{расч}} - f_0$ не изменит знака, после чего значение k устанавливается равным нулю. Знак $\Delta T^{(P)}$, зависящий от соотношения $f^{(P)}_{\text{расч}}$ и f_0 , легко устанавливается благодаря известному характеру изменения тяжения с изменением стрелы провеса. Начальное значение $\Delta T^{(1)}$ принимается равным 5% от начального приближения тяжения.

На каждом шаге итерации по тяжению уточняется длина провода до деформации $l(0)$. Параметром, характеризующим $l(0)$ в уравнениях статики гибкой упругой нити, является шаг h_0 , представляющий собой часть длины гибких шин. Он равен

$$h_0^{(P)} = \frac{h_f^{(P)}}{(1 + \alpha_y T_f^{(P)})(1 + \alpha_t \theta)},$$

где $h_f^{(p)}$ - расстояние между f -м и $(f-1)$ -м узлами сетки; $T_f^{(p)}$ - значение p -го приближения тяжения в f -м узле сетки; θ - температура провода в исходном режиме; α_y, α_t - коэффициенты упругого и температурного удлинения провода.

Если месторасположение заданной стрелы провеса не совпадает с узлом сетки, то путем логических сравнений определяется ближайший узел сетки, стрела провеса в котором принимается равной исходной.

Величина h_f определяется значениями p -го приближения координат в узлах сетки $\bar{R}_f^{(p)}$ и $\bar{R}_{f-1}^{(p)}$:

$$h_f^{(p)} = \sqrt{\left(x_f^{(p)} - x_{f-1}^{(p)}\right)^2 + \left(y_f^{(p)} - y_{f-1}^{(p)}\right)^2 + \left(z_f^{(p)} - z_{f-1}^{(p)}\right)^2}$$

Рассмотренный алгоритм решения обратной задачи реализован в компьютерных программах механического расчета проводов [2].

Литература

1. Бошнякович А.Д. Расчет проводов подстанций и больших переходов ЛЭП.- Л.: Энергия, 1975.- 248 с.
2. Стрелюк М.И., Сергей И.И., Бладыко Ю.В. Численный метод расчета статики гибкой ошиновки ОРУ в различных режимах климатических воздействий // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений).- 1983.- № 8.- С. 8-14.