

платации по режимным параметрам блоков без проведения специальных испытаний и решить вопрос оптимальной загрузки блоков.

УДК 621.315/316

НЕЯВНАЯ СХЕМА ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ПРОВОДОВ ПРИ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ

М.С. Ломан, А.С. Тычина

Научный руководитель И.И. СЕРГЕЙ, д.т.н., доцент

В результате электродинамического действия больших токов короткого замыкания (КЗ) происходит сближение и даже схлёстывание гибких проводов, сопровождаемых ударными нагрузками на опорные конструкции распределительных устройств (РУ) электростанций. Динамика проводов при КЗ, как движение упругой механической системы под действием распределённых электродинамических усилий, пульсирующих с частотами 50 и 100 Гц, описывается нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных. Их решение производится численным разностным методом. При использовании явной схемы численного решения задачи электродинамической стойкости гибких проводов с учётом конструктивных элементов и расщепления фаз возникает проблема обеспечения устойчивости вычислительного процесса.

В докладе излагается неявная схема численного решения уравнений движения проводов, обладающая большей устойчивостью решения при учёте конструктивных элементов РУ.

Полученная после замены производных в уравнении конечными разностями система алгебраических уравнений высокого порядка с трёхдиагональной матрицей решается алгебраической прогонкой (для j -го слоя сетки):

$$\bar{R}_i = \bar{a}_i + b_i \bar{R}_{i+1}; \quad i = n-1, n-2, \dots, 2;$$
$$a_i = \frac{ca_{i-1} + A_i}{d_i}; \quad b_i = \frac{c}{d_i}; \quad d_i = 1 + c(2 - b_{i-1}); \quad i = 2, 3, \dots, n-1,$$

где

$$c = \frac{T}{\rho} \left(\frac{\tau}{h} \right)^2; \quad A_i = 2\bar{R}_{j-1,i} - \bar{R}_{j-2,i} + \bar{P}^*_i \cdot \tau^2;$$

\bar{R}_i – сеточные функции в узлах сетки; τ и h – шаги интегрирования уравнений движения проводов по времени и длине провода; T – тяжесть провода; ρ – масса одного метра провода, кг/м; i – номер узла сет-

ки численного решения; n – число узлов сетки численного решения; \vec{P}_i^* – вектор суммарной нагрузки на единицу массы провода, Н/кг.

Проведённое сопоставление результатов расчёта по явной и неявной схеме с опытными данными подтвердило эффективность неявной схемы решения уравнения движения проводов (табл. 1)

**Таблица 1. Сопоставление опытных и расчётных величин максимальных тяжений и отклонений фаз при двухфазном КЗ:
 $I = 230$ м, $a = 13$ м, $b = 0,4$ м, $T_0^A = 38$ кН, $T_0^B = 44$ кН, 2хASTER-570,
 $I = 54$ кА, $t_k = 0,5$ с, $T_a = 0,07$ с, $\theta = 15$ °С**

	Опыт	Явная схема	δ , %	Неявная схема	δ , %
Фаза А					
$T_{2\max}$, кН	60	72,4	20,7	62,67	4,5
$T_{3\max}$, кН	77	99,59	29,3	86,94	12,9
$y_{1\max}$, М	5,0	5,42	8,4	5,677	13,5
$y_{2\max}$, М	3,9	2,785	28,6	3,71	-4,9
Фаза В					
$T_{2\max}$, кН	–	77,75	–	69,54	–
$T_{3\max}$, кН	79	101,48	28,5	75,80	-3,2
$y_{1\max}$, М	5,0	5,321	6,4	5,558	11,2
$y_{2\max}$, М	4,0	3,32	-17,0	4,35	8,75

УДК 621.316.35

СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА ОГРАНИЧЕНИЯ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ

П.Н. Дикун, Д.П. Ильяшев

Научный руководитель П.И. КЛИМКОВИЧ

До сегодняшнего дня было разработано много оригинальных решений по ограничению пляски проводов, но никаких однозначных решений по борьбе с этим явлением не было найдено. Идеальным решением был бы, новый тип многожильного провода с большим внутренним амортизационным соотношением, но, к сожалению, существующие провода имеют очень низкое амортизационное соотношение.

В настоящее время имеется три основных класса предложений по борьбе с пляской проводов.

Первый – на наличие пляски может влиять электрическая нагрузка передаваемая линией, так как увеличение температуры может в целом предотвратить обледенение. Но для того, чтобы иметь достаточный уровень температуры, требуется увеличение мощности передачи, что вызывает большие потери для энергосистемы.