

Представляя провода бесконечно тонкими параллельными нитями с неизменным расстоянием между ними (a), получим приближенную формулу расчета импульса ЭДУ при двухфазном КЗ

$$S = 0,2I^2l \frac{(t_k + T_a)}{a}, \quad (2)$$

где I – ток двухфазного КЗ, кА.

Взаимосвязь сближения проводов и импульса ЭДУ устанавливается с помощью энергетического и интегрального принципов механики

$$0,75J \frac{S}{\rho l f_0} = \frac{2}{3} f_0 l \rho g (1 - \cos \alpha), \quad (3)$$

где J – момент инерции провода, кгм^2 ; ρ – масса 1 метра, кг/м ; f_0 – стрела провеса; α – угол максимального отклонения провода.

Выразим $\cos \alpha$ через допустимое отклонение провода и получим формулу для расчета $S_{\text{дон}}$

$$S_{\text{дон}} = 3,3\rho l \sqrt{f_0 - \sqrt{f_0 - y_{\text{дон}}}}, \quad (4)$$

где $y_{\text{дон}} = 0,5(a - a_{\text{мин дон}}) - r_p$; $a_{\text{мин дон}}$ – наименьшее допустимое расстояние между фазами в момент их наибольшего сближения, м; r_p – радиус провода или радиус расщепления фазы.

Таким образом, упрощенный расчет сближения проводов при КЗ производится по условию

$$S_{\text{расч}} < S_{\text{дон}}, \quad (5)$$

где $S_{\text{расч}}$ определяется по (2), а $S_{\text{дон}}$ – по (4), который является простой комбинацией основных размеров, массы проводов и $y_{\text{дон}}$.

Достоверность расчетов сближения проводов по условию (5) подтверждена компьютерными расчетами по программе BUSEF.

УДК 621.311

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

М.С. Сеньковец, Ю.В. Скурат

Научный руководитель С.М. СИЛЮК, к.т.н., доцент

При оптимизации режимов и расчетах технико-экономических показателей электрических станций исходной информацией являются расходные характеристики отдельных блоков. Общепринятые методы получения энергетических характеристик оборудования предполагают

специальные испытания, связанные с большими затратами времени и средств, что делает невозможным их частичное проведение. Это приводит к несоответствию характеристик действительному состоянию оборудования и, в конечном счете, отражается на экономичности работы электрической станции.

При измерении состояния котлоагрегата и турбины будет измеряться и расходная характеристика блока. В условиях эксплуатации на одной КЭС состояние однотипных агрегатов неодинаково, а следовательно, неодинаковы и их характеристики. В зависимости от режимного состояния и величины нагрузки блоков расходная характеристика станций будет иметь различный вид.

Для расчета расходной характеристики блока использовался метод полного дифференциала функции многих переменных в приближенных вычислениях, позволяющий учитывать режимные параметры, соответствующие эксплуатационному состоянию.

В зависимости от режимного состояния и величины нагрузки расходные характеристики блоков имеют различный вид.

При покрытии суточного графика нагрузки, заданного станции энергосистемой, возможны три варианта распределения нагрузки между блоками станций: пропорциональное, произвольное и оптимальное.

Решение задачи по оптимальному распределению заданного графика нагрузки между блоками производилось на основе метода динамического программирования при условии, что расходные характеристики блоков $B_i(N_i)$ известны.

Критерий оптимальности

$$\min \sum_{i=1}^n B_i(N_i) \quad (1)$$

при заданных ограничениях

$$\sum_{i=1}^n N_i = N_{cm}; \quad (2)$$

$$N_i^{\min} \leq N_i \leq N_i^{\max}. \quad (3)$$

Условие (2) соответствует балансу мощностей, а неравенства (3) отражает ограничения по условиям работы силового оборудования.

Минимум целевой функции определен по рекуррентному соотношению

$$h_k(N_{cm}) = \min[h_{k-1}(N_{cm} - N_k) + B_k(N_k)] \quad (4)$$

По данному алгоритму была составлена программа расчета расходной характеристики станции. Предметная методика позволяет рассчитать расходные характеристики блочных электростанций в ходе экс-

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 сетки.