

Н.Г. Шульженко, М.Г. Пантелют, Е.К. Руденко, А.Н. Сафонов (Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, Харьков, Украина)

## Методика компьютерного моделирования трёхмерных электромагнитных полей и её применение к роторам синхронных турбогенераторов

Разработка эффективной методики и программного обеспечения для компьютерного моделирования электромагнитных полей электрических машин и электротехнических устройств различного назначения в трёхмерной постановке является актуальной научной и прикладной задачей. Математическое описание электромагнитных процессов представляет собой систему уравнений Максвелла в дифференциальной форме без учёта токов смещения, дополненную материальными уравнениями, определяющими электрофизические свойства материалов (магнитную проницаемость  $\mu$  и удельную электрическую проводимость  $\gamma$ ). В разработанном программном обеспечении реализовано решение линейной задачи расчёта электромагнитного поля, т.е. зависимость магнитной проницаемости  $\mu$  от напряжённости магнитного поля  $\mathbf{H}$  не учитывается. В данной работе система уравнений Максвелла сводится к параболическому дифференциальному уравнению в частных производных следующей краевой задачи относительно векторного магнитного потенциала  $\mathbf{A}$  [1, 2]:

$$\begin{cases} \Delta \mathbf{A} + \mu \mathbf{J} = \gamma \mu \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} & \text{в } \Omega, 0 < t < \tau \\ -\frac{1}{\mu} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial \nu} = \alpha_{\Lambda} (\mathbf{A} - \mathbf{A}_{\infty}) & \text{на } \Gamma, 0 < t < \tau. \\ \mathbf{A} = \mathbf{A}_0 & \text{в } \Omega, t = 0 \end{cases}$$

Векторная краевая задача [2, 3] решается методом конечных элементов с использованием 8-узловых конечных элементов в виде произвольных шестигранников. Программное обеспечение разработано для исследования конструкций сложной геометрии в декартовой, цилиндрической, тороидальной и сферической системах координат. Для подтверждения достоверности разработанной методики анализируются результаты тестирования программного обеспечения. Подтверждена сходимость численного решения задач конечноэлементного анализа пространственных электромагнитных полей.

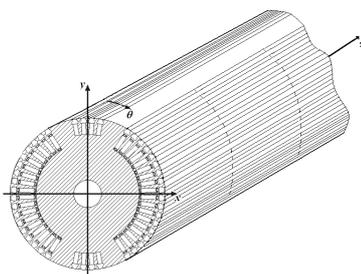


Рис. 1. Ротор синхронного турбогенератора 300 МВт

Выполнен численный анализ пространственного электромагнитного поля во фрагменте конструкции ротора синхронного турбогенератора, приведенного на рис. 1.

[1] Bíró O., Preis K. // IEEE Trans. Magn. – 1995. – 31, N 3.

[2] Пантелют М.Г., Шульженко Н.Г. // Электротехника и электромеханика. – 2007. – № 5.

[3] Gong L., Unbehauen R. // Electrical Engineering. – 1996. – 79.