

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Полоуса Михаила Александровича «Методика комплексного трехмерного расчета выходных характеристик электрогенерирующих каналов термоэмиссионных ядерных энергетических установок второго поколения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

Актуальность диссертационной работы Полоуса М.А. не вызывает сомнений - использование быстро развивающихся в последнее время современных методов расчета тепловых и электрических режимов термоэмиссионного реактора-преобразователя (ТРП) и оптимизации его выходных характеристик в конечном счете должно вывести «численный эксперимент» в этой области на новый уровень. В этом плане выбор диссертантом программной среды COMSOL для самосогласованного расчета теплового баланса и электрических характеристик электрогенерирующих элементов (ЭГЭ) и характеристик электрогенерирующих каналов (ЭГК) представляет существенный шаг вперед. Такие расчеты, наряду с расчетом нейтронно-физических характеристик сборки и тепловыделения в ТВЭЛ, являются базой для расчета и проектирования термоэмиссионных ЯЭУ в целом и могут в значительной степени заменить дорогостоящие натурные испытания ЭГК и ТРП, что существенно снизит стоимость разработок (особенно на стадии НИОКР), и, в конечном счете, повысит коммерческую привлекательность и конкурентоспособность термоэмиссионных ЯЭУ различного назначения.

Важно отметить, что при выборе своей трехмерной модели ЭГК и методики расчета диссертант в отдельной главе проанализировал существующие подходы, тем самым используя опыт, накопленный в этой области при создании космических ЯЭУ первого поколения. Подробно изложена им и методика аппроксимации семейств «изотемпературных» вольтамперных характеристик (ВАХ), получаемых на лабораторных макетах термоэмиссионных преобразователей (ТЭП) двумерной функцией $j(u, T_E)$, совместимая со средой COMSOL.

Существенная часть работы, связанная непосредственно с разработкой кода COMSOL-ЭГК - анализ физических процессов, описание и особенности используемой математической модели электрических и тепловых процессов в ТЭП/ЭГЭ/ЭГК, методика решения системы уравнений, порядок и особенности практической работы с программой и т.д. - изложена в автореферате кратко и позволяет составить лишь общее представление о разработанной программе. Частично это компенсируется тем, что результаты расчетов представлены достаточно полно - и для лабораторного цилиндрического ТЭП, и для многоэлементного ЭГК, включая не только распределение температуры эмиттеров, но и его результирующую ВАХ. Приведенные результаты выиграли бы еще больше, если бы в автореферате была упомянута оценка возможной точности расчетов (по сопоставлению с тестовым объектом, или хотя бы по величине эффекта расчетной сетки). Особо следует отметить методику использования в COMSOL-ЭГК расчетных данных об энерговыделении топливных сердечников ЭГК, полученных в результате нейтронно-физического расчета активной зоны реактора ИВВ-2М и используемых в качестве

исходных данных для проведения электро-теплофизического расчета характеристик ЭГК, демонстрирующую большие возможности разработанного программного кода.

Практическое значение разработанного кода на основе трехмерной математической модели несомненно - он позволяет рассчитывать и оптимизировать расчетным путем выходные характеристики и конструкцию и ЭГЭ, и ЭГК в целом, если известны ВАХ, а также электродные и конструкционные материалы. Расчет температурного поля ЭГК позволяет определять напряжения конструкции и прогнозировать возможные деформации и срок службы. Не менее важно, что код может быть составной частью расчетного обоснования термоэмиссионных ЯЭУ на стадии проектирования и ее оптимизации.

Судя по автореферату, диссертационная работа представляет существенный шаг вперед в расчетном обосновании тепловых и электрических характеристик ЭГЭ и ЭГК в проектах перспективных ЯЭУ прямого преобразования энергии различного назначения. Она полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Полоус М.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Старший научный сотрудник лаборатории Физики низкотемпературной плазмы
ФТИ им. А.Ф. Иоффе, кандидат физ.-мат. наук

19 декабря 2016 г.

А.М. Марциновский

Подпись кандидата физ.-мат. наук, старшего научного сотрудника ФТИ им. А.Ф. Иоффе А.М. Марциновского заверяю

