

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Полоуса Михаила Александровича по теме «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 темы.** Надежное расчетное и экспериментальное обоснование проектных работ по перспективным термоэмиссионным ЯЭУ 2-го и нового поколений невозможно без создания современных методов 3D расчета тепловых и электрических характеристик электрогенерирующих каналов (ЭГК) и термоэмиссионных электрогенерирующих систем. При этом создаваемые методы должны учитывать современные экспериментальные данные о характеристиках электродов, сложную пространственную геометрию конструктивных элементов и разнообразие физико-химических свойств материалов электрогенерирующих элементов (ЭГЭ) и ЭГК.

Поэтому исследования, выполненные диссертантом, цель которых - разработка нового метода трехмерного расчета электрических и тепловых характеристик термоэмиссионных ЭГК со сложной геометрией конструктивных элементов для обоснования проектных решений термоэмиссионных космических ЯЭУ, а также наземных энергетических установок с ядерным или неядерным нагревом эмиттеров, несомненно, актуальны.

**Новизна результатов исследований.** Выделим наиболее важные, новые научные результаты:

- разработан новый метод решения задачи численного расчета тепловых и электрических характеристик термоэмиссионных ЭГК, при этом программная архитектура кода позволяет осуществлять решение задачи как в одномерном приближении, так и в трехмерном приближении, тем самым включая в себя созданные ранее методики расчета ЭГК;
- проведены расчеты в обоснование новых проектных решений ЭГК термоэмиссионных энергоустановок с учетом реальной геометрии и электро-теплофизических свойств конструктивных материалов проектируемых устройств;
- новый подход позволил учесть в расчетах влияние технологии изготовления конструктивных элементов и особенности условий работы электродных пар материалов в составе термоэмиссионных преобразователей (ТЭП) и ЭГК, что существенно увеличило достоверность получаемых результатов.

Следует отметить высокую квалификацию соискателя, что позволило ему выполнить достаточно сложные численные физические эксперименты и получить новые физико-технические результаты.

**Обоснованность результатов.** Все полученные в диссертации результаты обладают высокой достоверностью. Это подтверждается применением современных алгоритмов для решения краевых задач математической физики, использованием современной техники

эксперимента, высоким уровнем автоматизации и компьютерной обработки результатов, проведением большого объема вариантных расчетов и сравнением полученных результатов с ранее опубликованными данными других авторов (в режимах, где такое сравнение было возможным) и данными, полученными экспериментально. Результаты диссертации получили одобрение специалистов в области ЯЭУ прямого преобразования энергии.

**Практическая значимость исследований.** Разработанный и внедренный программный код COMSOL-ЭГК обеспечил

- трехмерное расчетное обоснование проектируемых ЭГК термоэмиссионных энергоустановок 2-го и нового поколений космического и наземного назначения повышенной мощности и ресурса;
- повышение достоверности получаемых результатов расчета характеристик ЭГК в силу учета реальной геометрической структуры конструктивных элементов, разнообразия физических свойств материалов, использования экспериментальных данных о вольтамперных характеристиках (ВАХ) ТЭП и расчетных данных об энерговыделении топливных сердечников ЭГК;
- возможность численного расчета не только реакторных ЭГК, но и термоэмиссионных элементов и сборок на органическом топливе, а также лабораторных ТЭП/ЭГЭ с электронагревом;
- возможность прямого использования чертежей ЭГЭ и ЭГК, выполненных в средах автоматизированного проектирования.

Численная математическая модель предусматривает возможность дополнения ее модулями для расчета нейтронно-физических, теплогидравлических и термомеханических процессов в ЭГК, что позволит в перспективе провести сквозной расчет термоэмиссионного реактора-преобразователя средствами одного программного кода.

Несмотря на все достоинства представленной на рассмотрение работы, можно сделать несколько замечаний:

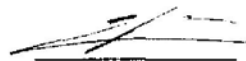
- в автореферате диссертации отсутствует информация о принятых в расчетах упрощениях и допущениях, в недостаточном объеме представлена и информация о начальных и граничных условиях математической модели многоэлементного ЭГК;
- из текста автореферата не ясно, позволяет ли разработанный код выполнять нестационарные расчеты характеристик ЭГК и обеспечивается ли возможность учета изменения свойств материалов и элементов конструкций в процессе длительного функционирования.

Сделанные выше замечания скорее носят частный характер и не затрагивают основных выводов и результатов работы. Диссертация М.А. Полоуса представляет собой законченное исследование, в котором с помощью современной расчетной и экспериментальной техники получены новые важные, физико-технические характеристики ЭГК со сложной геометрией конструктивных элементов.

Результаты исследований достаточно полно отражены в публикациях в ведущих научных рецензируемых журналах из перечня ВАК.

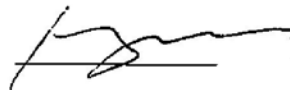
По актуальности, новизне и практической значимости полученных результатов работа М.А. Полоуса, по нашему мнению, удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, безусловно, достоин присуждения ему искомой ученой степени.

Заместитель главного конструктора  
космических ЯЭУ, к.т.н.



Е.И. Ромадова

Начальник отдела  
космических ЯЭУ



В.В. Кудинов

Подписи Е.И. Ромадовой и В.В. Кудинова удостоверяю:

Заместитель Директора – Генерального  
конструктора по НИОКР, д.т.н.



А.В. Лопаткин