

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Григорьева С.Ю.

"Моделирование процессов конвективного перемешивания и пристеночного массообмена в задачах анализа водородной безопасности АЭС при тяжелой аварии",

представленной на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук по специальности

05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа выполнена в ИБРАЭ РАН, в основном, в период 2013-2016 гг., когда диссертант, С.Ю. Григорьев, проходил обучение в очной аспирантуре МФТИ по специальности темы диссертации, 05.13.18. Приблизительно в это же время институт ИБРАЭ РАН и сам диссертант, будучи его сотрудником, участвовал в международном исследовательском проекте ERCOSAM-SAMARA (Росатом-Евратом). В аналогичном отечественном проекте эксперименты проводились в РФЯЦ-ВНИИТФ, оба были посвящены экспериментально-расчётному изучению нестационарной теплогидравлики газовых смесей в сложных физических условиях, моделирующих условия тяжёлой аварии под защитной оболочкой водо-водяного реактора. Целью исследований служило, в первую очередь, изучение закономерностей формирования и распада стратификации лёгкого газа (водорода или его имитатора гелия с примесью пара в воздушной среде), могущих способствовать формированию и рассеянию локальных зон с повышенной концентрацией водорода под защитной оболочкой. Чистый водород появляется в процессе разрушения активной зоны реактора, и при определённых составах газовой среды водород может гореть, и даже сдетонировать, что угрожает целостности защитной оболочки как последнего барьера на пути выхода радиоактивности в окружающую среду.

Сказанное определяет общую актуальность темы диссертации, написанной, в значительной степени, по результатам, полученным диссертантом в процессе работы в указанных проектах. Работа актуальна, в первую очередь, с точки зрения необходимости разработки средств детального трёхмерного моделирования атмосферы под защитной оболочкой при тяжёлой аварии. Актуальность с точки зрения необходимости квалификации расчётной модели (включающую здесь программу для ЭВМ и набор входных данных к ней) как одного из средств анализа последствий тяжёлой аварии, также не вызывает сомнений. Пространственный масштаб экспериментов по водородной безопасности всегда гораздо меньше, чем реальные масштабы помещений и самой защитной оболочки. В связи с этим, при численном анализе экспериментов важную роль играет интерпретация и возможности обобщения полученных результатов, чему посвящена значительная часть диссертационной работы, постановочная и результативная часть которой индуцированы практически важными задачами.

В процессе работы диссертантом получены следующие новые результаты:

1. Разработан и внедрён единый подход к трёхмерному моделированию пристеночного тепло- и массообмена в задачах расчёта состояния среды под аварийной защитной оболочкой АЭС;
2. На основе подхода реализованы модели пристеночной конденсации/испарения на стенах и поверхностной химии в рекомбинаторе водорода. Разработана математическая модель конденсатора-теплообменника, что в целом, вместе с моделью спринклерной системы, включающей модель испарения воды из бака-приямка, замыкает проблему трёхмерного CFD моделирования состояния атмосферы под

аварийной защитной оболочки реактора, включая работу систем управления авариями;

3. Алгоритмы, воплощающие расчётную процедуру моделей, собраны в пакет прикладных программ, который позволяет использовать их в многомерных расчетах универсальным CFD кодом ANSYS Fluent и ему аналогичными.

Перечисленные результаты демонстрируют также соответствие темы диссертации её специальности. Достоверность расчётных результатов в диссертации многократно продемонстрирована при обсуждении проведённых верификационных расчётов физически сложных, комплексных экспериментов.

В процессе работы Григорьев С.Ю. приобрёл и успешно применил ряд научных сведений и навыков, необходимых для работы с многомерными CFD-кодами на кластерных вычислительных системах и для интерпретации полученных результатов, включая аналитические оценки и работу с программными продуктами. При этом он проявил основные черты, необходимые исследователю, такие как работа с множественными литературными источниками, систематизация, контроль и обобщение полученных результатов, их изложение и публикация.

Таким образом, в настоящее время Григорьев С.Ю. – сложившийся специалист в своей области. Работа отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и достойна принятия к защите диссертационным советом на соискание степени кандидата наук. Диссертант по своей квалификации заслуживает присвоения ему искомой степени.

Зав. лабораторией
ИБРАЭ РАН
доктор технических наук



Филиппов Александр Сергеевич

12,12,2016

Подпись д.т.н. Филиппова А.С. удостоверяю.

Ученый секретарь ИБРАЭ РАН



Калантаров В.Е.