

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность» на тему «Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями» Ильясовой Ольги Хисамовны

Внедрение программных комплексов нового поколения для разработки и обоснования безопасности ядерных реакторов на быстрых нейтронах с жидкометаллическими теплоносителем, проектирования АЭС, создания технологий и объектов ядерного топливного цикла направлено на поддержание устойчивого развития атомной энергетики и безопасную эксплуатацию объектов атомной отрасли, обеспечивающих лидирующие позиции России на мировом рынке.

Диссертационная работа посвящена решению **актуальной задачи** по развитию моделей кода HYDRA-IBRAE/LM для повышения точности моделирования отдельных параметров при расчетном обосновании безопасности реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями. Необходимость разработки кодов нового поколения для моделирования теплогидравлических процессов обусловлена тем, что большинство существующих в России и за рубежом теплогидравлических программных комплексов, позволяющих проводить расчеты реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями не являются универсальными по типу теплоносителя и не имеют аттестационного паспорта, а также из-за отсутствия доступа к зарубежным кодам невозможна их доработка и адаптация применительно к российским установкам.

Во введении Ильясова О.Х. аргументированно обосновала актуальность предмета исследований, чётко сформулировала цель и следующие из неё задачи исследований, научную и практическую значимость диссертационной работы, а также положения, выносимые на защиту. Вводный раздел автореферата свидетельствует о хорошем исследовательском потенциале автора и продуманной методологии исследования. Основные положения диссертации, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию.

Научная новизна исследовательской работы, сформулированная автором в автореферате, раскрыта достаточно полно.

Адаптирована и реализована трехжидкостная модель дисперсно-кольцевого потока водяного теплоносителя для российского кода HYDRA-IBRAE/LM.

Выполнено усовершенствование модели расчета коэффициента межфазного трения для дисперсно-кольцевого режима течения в случае двухжидкостной модели.

В отечественном теплогидравлическом коде HYDRA-IBRAE/LM реализована модель течения и теплообмена пароводяной смеси в свинце.

Получено соотношение для описания гидравлических потерь на трение для ТВС РУ БРЕСТ-ОД-300.

На современном методическом уровне определены значения погрешностей расчета параметров, являющихся определяющими для оценки безопасности РУ БРЕСТ-ОД-300: температуры свинца при попадании пароводяной смеси в свинцовый теплоноситель; доли капель и пленки при течении водяного теплоносителя; гидравлических потерь на участках полномасштабного макета ТВС РУ БРЕСТ-ОД-300; температуры свинца при течении в ТВС; массового расхода при естественной циркуляции тяжелого жидкометаллического теплоносителя.

Судя по обозначенным автором методологии и методам, диссертационная работа Ильясовой О.Х. выполнена с использованием широкого спектра исследований, основанных на математическом моделировании процессов, современного программного и аппаратного обеспечения, общепризнанных методов анализа и обработки эмпирических данных. Поэтому достоверность представленных автором результатов исследований и развитых положений не вызывает сомнений.

В первой главе представлен анализ существующих подходов к моделированию теплогидравлических задач. Приводится краткое описание одномерных теплогидравлических кодов, основные используемые приближения и допущения. Приводится сравнение кода HYDRA-IBRAE/LM с российскими и зарубежными аналогами: REALAP5-3D, CATHARE и другими.

Во второй главе автором рассматривается развитие моделей для дисперсно-кольцевого режима течения водяного теплоносителя. Диссертантом показана перспективность использования реализованной и доработанной модели: позволяет сделать расчет более физически корректным, сглаживая значения расчетных параметров, влияющих на величину критического паросдерживания.

В третьей главе представлено описание модели течения пароводяной смеси в свинце, где предложенный авторами работы подход был реализован в коде HYDRA-IBRAE/LM с валидацией кода на экспериментах, выполненных в ИТ СО РАН.

В четвертой главе приведено описание полученного и реализованного в коде HYDRA-IBRAE/LM соотношения для моделирования локального сопротивления дистанционирующих решеток ТВС реакторной установки БРЕСТ-ОД-300. А также представлены результаты верификации и валидации кода на экспериментах по исследованию потерь давления и теплообмена в тепловыделяющих сборках при течении в них разных теплоносителей.

В пятой главе изложены результаты моделирования с использованием кода HYDRA-IBRAE/LM экспериментов на маломасштабных интегральных

установках: HELIOS, CIRCE, TALL и её модифицированная версия – установка TALL-3D.

К замечаниям к представленной диссертационной работе, можно отнести отсутствие сравнительной технико-экономической оценки кода HYDRA-IBRAE/LM с российскими и зарубежными аналогами.

Диссертация Ильясовой О.Х. является завершённой научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Разработанные и реализованные в рамках диссертационной работы модели позволили расширить область применения и повысить точность кода HYDRA-IBRAE/LM применительно к моделированию реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями что в свою очередь имеет существенное значение для науки и экономики страны. Автор работы, Ильясова Ольга Хисамовна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 - Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Даю согласие на обработку персональных данных.

Автор отзыва: Корнаухов Руслан Евгеньевич

Руководитель работника С.В. Савельев

Организация: АО «Ангарский электролизный химический комбинат»

Должность автора отзыва: Руководитель проекта

Рабочий почтовый адрес: Квартал 2 (Южный массив тер.), стр. 100,
г. Ангарск, Иркутская обл., 665814

Эл. почта: REKornaukhov@rosatom.ru

Рабочий телефон: +7 395 559 9166

И.о. заместителя
генерального директора по
развитию

Руководитель проекта



С.В. Савельев

Р.Е. Корнаухов

25.08.2026