

проблем атомной промышленности – хранение и переработка ядерных отходов. КП ЖРО заметно сократил количество баков с радиоактивными отходами, что позволило продлевать срок службы блоков реактора, не увеличивая хранилище для ЖРО. Если будет планироваться строительство новой станции КАЭС-2, то вложения, которые идут на строительство хранилищ и складов для ЖРО, заметно сократятся.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Учебный материал № 45-12/УТП [Текст]. – УТП Кольская АЭС, 2013. – 67 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ТЕПЛООБМЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ

В.А. Кель¹, К.И. Савина¹, С.В. Лавриненко²

^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, АТЭС, ¹группа 5012

С целью проведения прочностных расчетов теплообменного оборудования проведено компьютерное моделирование теплогидравлических процессов и получено распределение температурных полей на примере дегазатора. Исследования выполнены с использованием расчетного блока FLOW SIMULATION пакет Solid Works. Определен характер распределения коэффициента теплоотдачи, плотности теплового потока и температуры по элементам конструкции дегазатора. Установлено, что коэффициенты теплоотдачи на внешней поверхности распределяются неравномерно (изменяются в диапазоне от 2 до 5 Вт/(м²К)) и что при этом максимальная температура отдельных элементов не превышает 348 К.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, дегазатор, теплообменное оборудование, теплогидравлические процессы, Solid Works.

Как известно [3], разработка теплообменных аппаратов для передвижных электростанций и модульных блоков, является актуальной задачей современной теплоэнергетики, ЖКХ и многих смежных с ними отраслей промышленности. Проектам энергоэффективного оборудования уделяется особое внимание в регионах с автономной системой электроснабжения. Следует отметить, что в России государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» предложен проект по

созданию мобильных плавучих атомных электростанций малой мощности [2-5].

Опыт эксплуатации блочно-модульных объектов производящих тепловую и электрическую энергию, позволяет сделать вывод о том, что технико-экономические показатели зависят от условий эксплуатации.

Результаты исследований показали, что с целью определения эффективности работы теплообменного оборудования необходимо проводить моделирование, с учетом конкретных условий работы энергетического блока.

Принимая во внимание вышеизложенное, проведен численный анализ эффективности работы дегазатора, с использованием расчетного блока FLOW SIMULATION пакета Solid Works. Данный блок позволяет выполнять 3-х мерные конечно-элементные стационарные и нестационарные расчеты для реальной геометрии с учетом нелинейных свойств как твердых, так и текучих сред. Принятая расчетная модель учитывает механизмы, как внутренней теплопередачи, так и теплопередачу от корпуса дегазатора в окружающую среду.

В программном комплексе FLOW SIMULATION предусмотрены возможности моделирования конвективных потоков жидкости в замкнутых и незамкнутых областях с различными текучими средами и давлениями.

Комплекс задач, связанных с вопросами гидродинамики и теплообмена, в SolidWorks Flow Simulation решается с помощью системы дифференциальных уравнений движения, неразрывности, энергии, теплопроводности стенок канала [1].

Основными этапами разработки компьютерной модели в SolidWorks Flow Simulation являются [3]: а) создание 3D модели; б) построение сетки расчетной области; в) наложение граничных условий; г) расчет и визуализация полученных полей температур, давления и т.д.

РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ

В качестве исходных данных использовалась 3-D модель конструкции дегазатора. На первом этапе выделяется область дегазатора с прилегающим пространством в помещении, накладываются граничные условия, а также задается направление гравитации для расчета термогравитационной конвекции окружающего воздуха (рис. 1).

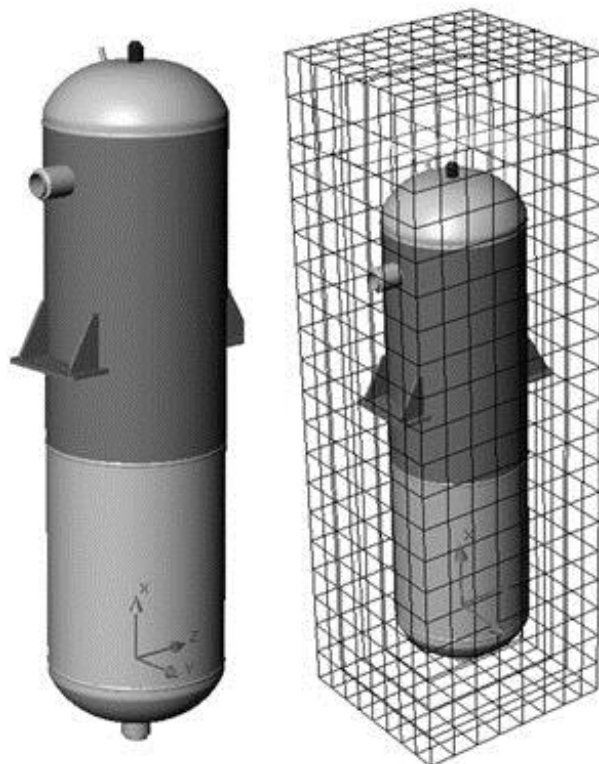


Рис. 1. Трехмерная модель конструкции дегазатора и базовая сетка модели

Расчетная сетка строится исходя из вычислительных ресурсов с использованием ее локального уточнения в пристеночных слоях, узких каналах и тонких стенках.

Элементам конструкции дегазатора и текучим средам при моделировании присваиваются свойства соответствующих материалов.

Теплопроводность материала корпуса дегазатора из нержавеющей стали в расчетной модели задавалась таблично (табл. 1).

Табл. 1. Теплопроводность теплообменной поверхности дегазатора

Температура, К	293	593	903	1103
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² К)	15	19,8	26,5	27,8

На участке внутренней поверхности дегазатора, непосредственно контактирующую с циркулирующей водой с температурой 348 К, коэффициент теплоотдачи принимали равным 800 Вт/(м²К), а на участках, контактирующих с газовой средой – 10 Вт/(м²К). На уровне решеток происходит смешанный контакт с водогазовой средой, поэтому принятый коэффициент теплоотдачи на этих поверхностях принят равным 200 Вт/(м²К).

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Исследования циркулирующих потоков воздуха в окружении, позволили получить распределение наружного коэффициента тепло-

отдачи, плотности теплового потока и температуры по элементам конструкции (рис.2).

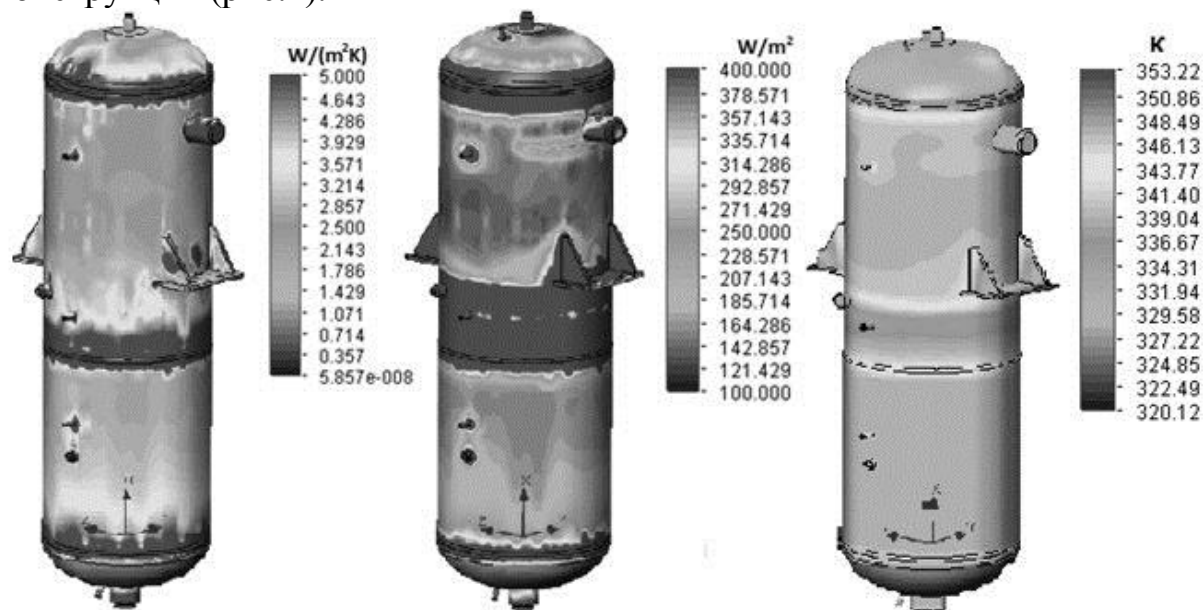


Рис. 2. Расчетное распределение коэффициента теплоотдачи ($Вт/м^2K$), плотности теплового потока ($Вт/м^2$) и температуры (K) по поверхности элементов конструкции.

В результате трехмерного теплогидравлического расчета корпуса дегазатора с использованием расчетного блока FLOW SIMULATION пакета SolidWorks установлено, что коэффициенты теплоотдачи по внешней поверхности распределяются неравномерно, и изменяются в диапазоне от 2 до 5 $Вт/(м^2K)$, плотность теплового потока варьируется в пределах от 100 до 400 $Вт/м^2$, а максимальная температура нижней опорной плиты не превышает 348 K.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общие принципы, заложенные в код и его гибкая структура, позволяют моделировать процессы теплопередачи в установках разной конфигурации и масштаба. Предложенный подход позволяет проводить быстрый и достаточно точный анализ эффективности работы теплообменного оборудования при различных условиях работы, в том числе и для мобильных энергетических блоков малой и средней мощности.

Использование пакета SolidWorks допускает моделирование теплогидравлических процессов в различных элементах, таких как насосы, гидроаккумуляторы, клапаны различной конструкции и т.п., что позволяет с высокой точностью проводить прочностные расчеты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. БХВ-Петербург, Санкт-Петербург, 2008, 1040 с.
2. Хвостова М.С. Перспективы создания плавучих атомных электростанций: экологическая и радиационная безопасность // Безопасность в техносфере. 2012. № 2. С. 41-45.
3. Багоутдинова А.Г., Золотонос Я.Д., Шемелова О.В. Моделирование процессов гидродинамики и теплообмена в каналах сложной конфигурации с помощью программного модуля SOLIDWORKS FLOW SIMULATION // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 14. С. 199-201.
4. Замуков В.В., Бабуркин А.Е., Дорощенко А.В., Бельченков С.В. Плавучая атомная электростанция малой мощности // Судостроение. 2007. № 2. С. 9-12.
5. Замуков В.В., Бабуркин А.Е., Дорощенко А.В., Степанов В.С. Сравнительный анализ стоимости создания плавучей атомной электростанции с водо-водяной реакторной установкой с жидкометаллической реакторной установкой // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Обеспечение безопасности АЭС. 2009. № 24. С. 50-55.

Научный руководитель: С.В. Лавриненко, ст. преподаватель каф. АТЭС ЭНИН ТПУ.

ПРОЕКТ «ПРОРЫВ»

Д.Э. Вдовин¹, С.В. Лавриненко²
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, АТЭС, ¹группа 5012

Проект «Прорыв» – это беспрецедентный в мировой практике проект, которым действительно можно гордиться. Если заверения российских специалистов верны, то «Прорыв» способен решить ряд важнейших мировых проблем: от хранения ядерных отходов до грядущего энергетического кризиса.

Росатом планирует реализовать проект "Прорыв" на СХК, в городе Северск.

Росатом поручил СХК создать комплекс экспериментальных установок для изготовления экспериментального топлива, в виде таб-