

ПРИМЕНЕНИЕ CAE-МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА В СИСТЕМАХ ДИНАМИЧЕСКОГО ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

Д.С. Воробьёв, А.Г. Якунин

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

В данной статье обосновывается целесообразность использования CAE модели для исследования процессов распространения тепла в системах динамического терморегулирования. Производится построение CAE модели проточного водонагревателя и анализ полученных результатов.

Ключевые слова: CAE-модель, системы динамического терморегулирования, процессы распространения тепла.

Моделирование систем терморегулирования является достаточно сложным процессом. Необходимо учитывать размеры объекта, теплофизические свойства материала объекта, мощность, форму и месторасположение нагревательного элемента, датчиков температуры и т.д. [1]

В любом процессе нагревания или охлаждения тела можно условно выделить три режима. Первый из них охватывает начало процесса, когда характерной особенностью является распространение температурных возмущений в пространстве и захват все новых и новых слоев тела. Скорость изменения температуры в отдельных точках при этом различна, и поле температур сильно зависит от начального состояния, которое тоже может быть различным. Поэтому первый режим характеризует начальную стадию развития процесса. С течением времени влияние начальных неравномерностей сглаживается и относительная скорость изменения температуры во всех точках тела становится постоянной. По прошествии длительного времени (теоретически бесконечно большого) наступает третий, стационарный режим, особенностью которого является постоянство распределения температур во времени. Если при этом во всех точках тела температура одинакова и равна температуре окружающей среды, то это – состояние теплового равновесия [1].

Аналитическое решение описанных процессов получается очень громоздким, поскольку описывает общую зависимость сразу для всех трех режимов. Такие решения полу-

чаются достаточно сложными даже для тел простой формы: пластины, цилиндра и шара.

В настоящее время многие сложные задачи нестационарной теплопроводности успешно решаются с помощью электронно-вычислительных машин. Существуют типовые программные решения для анализа тепловых процессов, которые позволяют решать различные задачи гидрогазодинамики и теплотеплопередачи.

Процесс проектирования любого изделия невозможно себе представить без проведения различных видов инженерного анализа. Инженерные расчеты призваны сократить время, затрачиваемое на поиск рациональных конструктивных решений, избежать ошибок на этапе проектирования, свести до минимума количество натурных испытаний и в кратчайшие сроки получить оптимальный результат. Особенностью современных расчетных пакетов является работа с объемной геометрией, что позволяет достоверно моделировать физические процессы в трехмерном пространстве.

Для моделирования процессов теплопередачи в системах динамического терморегулирования была построена 3D модель проточного водонагревателя, представленная на рисунке 1.

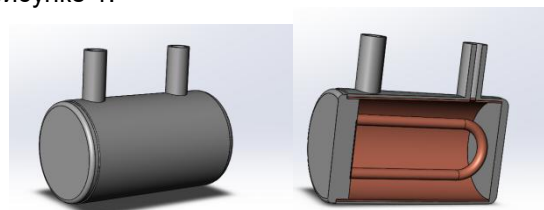


Рисунок 1 – Модель водонагревателя
ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2016

ПРИМЕНЕНИЕ САЕ-МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА В СИСТЕМАХ ДИНАМИЧЕСКОГО ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

Подобные конструкции используются как в бытовых водонагревателях проточного типа, так и в ряде производственных технологических процессов. Габаритные размеры водонагревателя, применяемого для бытовых целей, представлены на рисунке 2

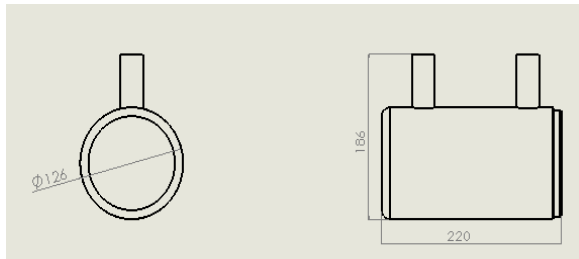


Рисунок 2 – Габаритные размеры водонагревателя

Построение модели было выполнено в среде SolidWorks. Для решения задач гидродинамики и теплопередачи в SolidWorks существует модуль SolidWorks Flow Simulation. Это инструмент численного моделирования, основанный на методе конечных объемов.

После задания параметров модели, таких как выбор текучей среды, выбор материалов твердых тел, начальные значения температуры внешней среды и твердых тел, была построена расчетная сетка, представлена на рисунке 3. Также были заданы граничные условия и цели расчета.

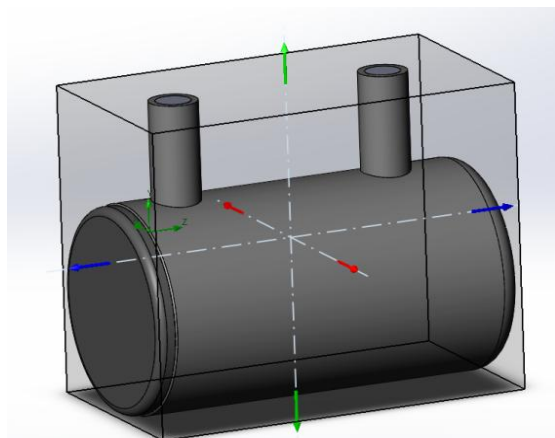


Рисунок 3 – Расчетная сетка

На рисунке 4 представлено полученное в результате моделирования распределение температуры текучей среды в водонагревателе.

Текучая среда, в данном случае вода, нагревается с 10°C до 14°C под действием нагревательного элемента. На данном рисунке

температуры представлены различными цветами, что делает анализ результатов более наглядным.

Общее распределение температур в сечении представлено на рисунке 5. На данном рисунке можно наблюдать распределение температур и в твердых телах. В каждой отдельной точке, количество которых определяется настройками расчетной сетки, можно определить температуру как в начальном состоянии системы, так и в процессе развития процесса нагревания воды.

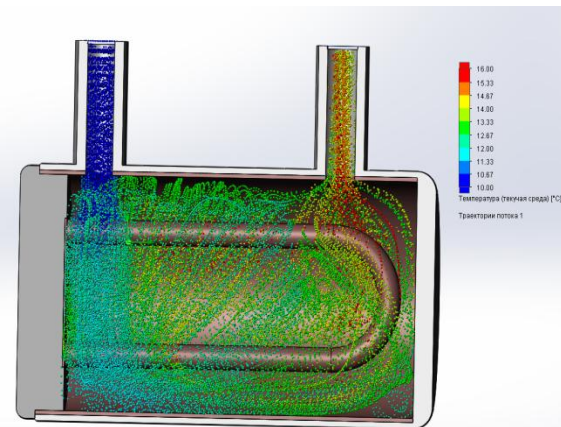


Рисунок 4 – Распределение температуры текучей среды водонагревателя

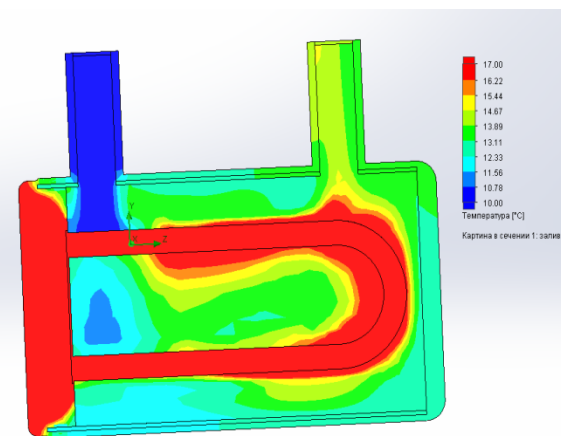


Рисунок 5 – Общее распределение температур

Проанализировав полученные результаты, можно наглядно понять, как распределяются температуры в твердых телах и в текучей среде водонагревателя. Это дает возможность найти наиболее эффективное конструктивное решение ещё до натурных испытаний и существенно сокращает время для получения конечного результата. Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что использование САЕ модели для исследо-

вания процессов распространения тепла в системах динамического терморегулирования будет целесообразным решением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михеев М.А. / Основы теплопередачи [Текст] / М.А. Михеев, И.М. Михеева.-М.: 1977.- 344 с.: ил.
2. Алямовский А.А./ SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации [Текст] / А.А. Алямовский.- М.:ДМК Пресс, 2015.-562 с.: ил.
3. Алямовский А.А. / Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation [Текст] / А.А. Алямовский.- М.:ДМК Пресс, 2010.- 464 с.: ил.

4. Алямовский А.А./ COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks [Текст] / А.А. Алямовский.-М.: ДМК Пресс, 2010.- 784 с.: ил.

5. Справка Solidworks [Электронный ресурс]: официальная документация SolidWorks / Режим доступа:

http://help.solidworks.com/2013/russian/SolidWorks/fl oxpress/r_what_you_can_do_in_flow_simulation.html – свободный.

Якунин Алексей Григорьевич – д.т.н., профессор, тел.: (3852) 290-786, e-mail: yakunin@agtu.sechna.ru;

Воробьев Денис Сергеевич – студент.