

ЛИТЕРАТУРА

1. The effect of use of mobile communications to the human body. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://articlekz.com/en/article/14690>. – Дата доступа: 25.02.2023.
2. ГАИ Минска усилила контроль за водителями, использующими телефоны за рулем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/von-smartfon.html>. – Дата доступа: 25.02.2023.

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»

Мисевич Д. В., Ильина Е. В., Стецко К. В.

Гродненский государственный медицинский университет

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Клинецвич С. И.

Актуальность. Известно [1; 2], что теплообменные аппараты типа «труба в трубе» (ТА ТвТ) широко применяются как в установках промышленного типа, так и бытовых целях. В простейшем случае такой теплообменник представляет собой трубу определенного диаметра, в которую вставлена труба меньшего диаметра. По трубам аппарата циркулируют жидкости-теплоносители с разными температурами. В результате теплообмена жидкость, имеющая более высокую температуру и циркулирующая по одной из труб, передаёт тепло жидкости с более низкой температурой, текущей по другой трубе. Из-за процессов теплообмена температура более холодной жидкости повышается, более нагретая жидкость температуру понижает. Аппараты теплообмена типа «труба в трубе» используются в химической промышленности и являются распространённой частью различных технологических и энергетических установок. На теплообменники приходится значительная часть капитальных вложений и эксплуатационных расходов. Эффективность теплообмена ТА ТвТ зависит от многих параметров самого аппарата и жидкостей, участвующих теплообмене. Поэтому на стадии проектирования актуальна разработка численных моделей процессов теплообмена.

Цель. В данной работе рассматривается простая учебная модель теплообменника типа ТвТ. Течения жидкостей в трубах теплообменника рассматриваются как течения с постоянной скоростью, т.е. стационарные. Из анализа характера течений жидкостей и способов теплообмена для каждого из потоков на основе допущений записываются математические уравнения, которые задают изменение температуры жидкостей со временем. Требуется

рассчитать динамику температур теплоносителей на выходе из аппарата и получить температурные профили.

Методы исследования. Предлагаемая нами модель базируется на системе дифференциальных уравнений в частных производных [3]. Для реализации модели нами решались следующие задачи: 1) выбор метода численного интегрирования системы дифференциальных уравнений (в работе нами использовался метод численного дифференцирования по Эйлера); 2) разработка алгоритма численных расчетов; 3) выбор программного продукта для реализации математической модели; 4) написание программы с использованием синтаксиса, принятого в среде пакета компьютерной алгебры MathCad; 5) отладка спроектированной программы MathCad; 6) расчет температурного профиля жидкостей, исследование влияния на температурное поле в теплообменном аппарате различных параметров модели, сравнение результатов с имеющимися данными.

Результаты и их обсуждение. Анализ полученных расчетов показал, что разработанная нами численная модель является адекватной, дает удовлетворительные результаты, которые хорошо согласуются с имеющимися в литературе данными.

Выводы. Применение математической модели позволяет выполнить исследования влияния на процесс теплообмена параметров теплоносителя и хладагента, а также параметров самого ТА ТвТ. Модель является простой, доступной для практического применения в лабораторном практикуме для численного моделирования теплообмена. Кроме того, модель может применяться в системе управляемой самостоятельной работы студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы моделирования химико-технологических систем: учеб. пособие/ А. Н. Пахомов [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с.
2. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие/ А. Н. Гумеров [и др.]. – М. : КолосС. – 2008. – 160 с.
3. Боярчук, А.К. Справочное пособие по высшей математике. Т. 5. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах. Ч. 3. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений, устойчивость, фазовые траектории, метод интегральных преобразований Лапласа/ А. К. Боярчук, Г. П. Головач. – М. : ЛЕНАНД, 2018. – 254 с.