

Семёнов Иван Александрович,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: semenovia.chem@yandex.ru

Шефер Павел Павлович,

студент кафедры ХТТ, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: bezdnyy2@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Semenov I.A., Shefer P.P.

USE OF SIMULATORS TO STUDY THE OPERATION OF HEAT EXCHANGERS

Аннотация. В работе рассмотрена работа цифрового симулятора теплообменника «труба в трубе» и кожухотрубчатого теплообменника.

Ключевые слова: цифровой симулятор теплообменника, динамическая модель.

Abstract. The paper considers using of the simulator of "tube-in-tube" and "shell-and-tubes" heat exchangers.

Keywords: simulator of heat exchangers, dynamical simulation.

Специалист в области химической технологии должен не только знать о принципах функционирования технологических процессов и конструкциях аппаратов, но также уметь управлять работой как отдельных технологических узлов, так и установки в целом. Подобные базовые навыки работы специалист получает в практической работе на лабораторном технологическом оборудовании или тренажёрах.

Использование реальных аппаратов для целей обучения является предпочтительным. Однако такой подход имеет ряд недостатков, связанных с высокой стоимостью технологического оборудования, а также имеющимися ограничениями при организации учебного процесса и обеспечении безопасности эксплуатации реальных аппаратов. Альтернативный подход в обучении связан с использованием цифровых симуляторов технологических процессов, которые могут быть реализованы в виде отдельных программных продуктов.

С точки зрения математического моделирования реальное технологическое оборудование представляет собой динамическую систему, которая может работать как в стационарном, так и переходных режимах, таких как запуск и остановка процесса. Поэтому для достижения большей реалистичности, а значит и релевантного опыта работы для обучающихся, цифровой симулятор должен быть построен на принципах динамического моделирования технологического процесса [1].

В рамках расширения лабораторного практикума курса «Процессы и аппараты химической технологии» нами был создан цифровой симулятор для изучения работы теплообменника «труба в трубе» и кожухотрубчатого теплообменника. Симулятор был оформлен в виде самостоятельного программного

продукта, который может быть запущен на персональном компьютере. На рисунке 1 представлен вид главного окна данного цифрового симулятора для случая работы с теплообменником «труба в трубе».

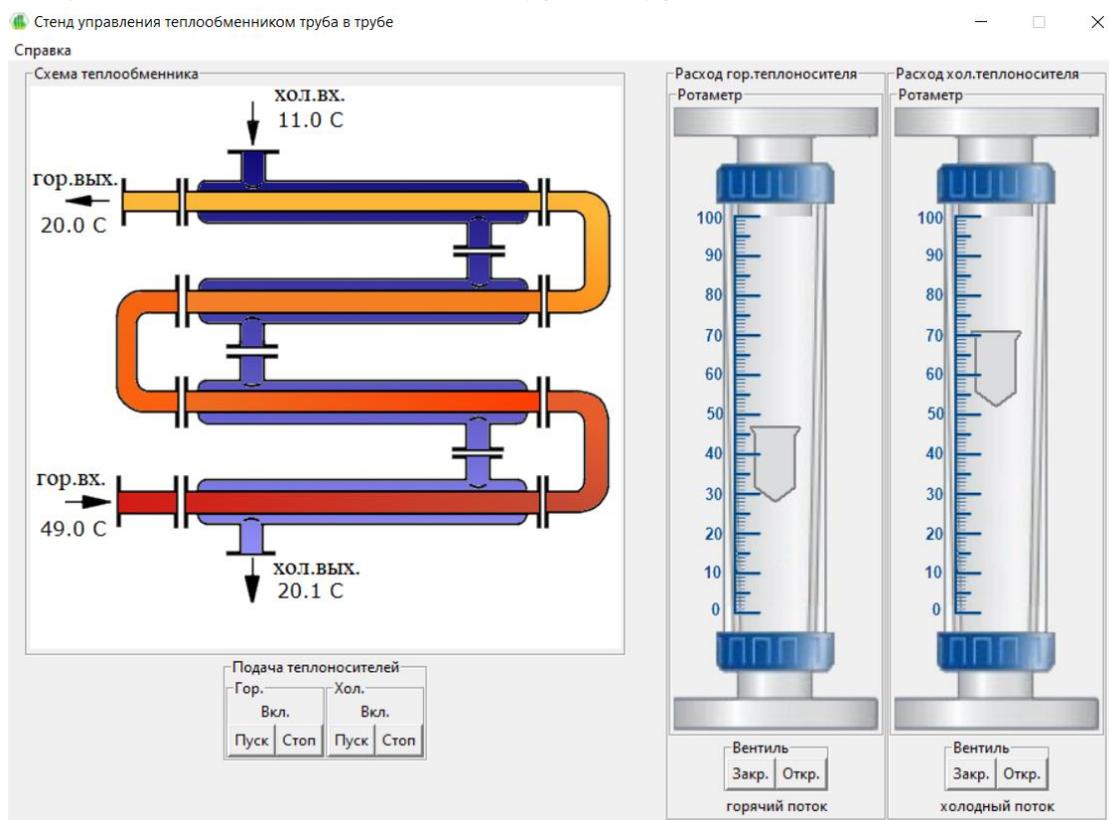


Рисунок 1 – Вид главного окна симулятора теплообменника «труба в трубе»

Данный симулятор позволяет в режиме реального времени регулировать расходы подаваемых теплоносителей. Значения расходов при этом наглядно отображаются за счет имитации работы ротаметров. Режим работы теплообменника оценивается обучающимися по температурам теплоносителей на входе и выходе из процесса. Процесс теплообмена в симуляторе описывается динамической моделью, математической основой которой является система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Данные уравнения решаются в режиме реального времени с помощью численных методов и, тем самым, моделируют изменения температур процесса как на входе и выходе из аппарата, так и вдоль течения обоих теплоносителей внутри аппарата. Это позволяет имитировать тепловую инерцию оборудования, давая возможность обучающимся отработать не только различные фиксированные режимы работы оборудования, но также переходные нестационарные режимы, запуск и остановку процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Закгейм А.Ю.** Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов. – М.: Логос, 2012. – 415 с.