

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА

Б.И. Пякилля, И.А. Тутов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: morphism@tpu.ru

Сегодня технический прогресс достиг очень больших высот, а технологические нововведения проникли во все сферы человеческой деятельности, изменив некоторые до неузнаваемости. Развитие новых методов производства и контроля позволило поднять качество создаваемой продукции на невозможные ранее ступени. Одним из основных «двигателей» прогресса является автоматизация физико-химических процессов т.е. обеспечение управления и регулирования процесса без участия человека-оператора. Важность автоматизации именно физико-химических процессов вызвана тем, что они составляют часть таких процессов, контроль в которых крайне важен как для сегодняшней жизни человека, так и для будущей.

Примером такого важного технологического процесса является поддержание требуемой температуры в рабочей камере химического реактора. Схема технологической установки процесса представлена ниже на рисунке 1 [1].

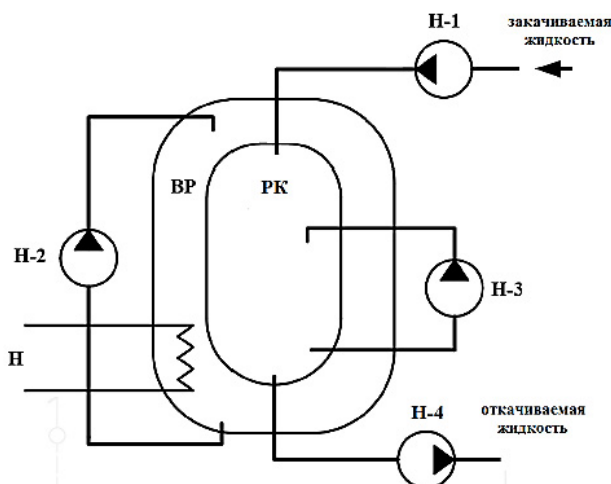


Рис. 1. Функциональная схема технологического процесса

Строение химического реактора следующее: рабочая камера (РК) реактора помещается в водяную рубашку (ВР), в которой находится вода, нагревая которую нагревателем (Н), будет оказываться управляющее воздействие на жидкость в рабочей камере. Для закачки нагреваемой жидкости используется насос Н-1, для ее откачки насос Н-4. С целью равномерного нагрева жидкости в рабочей камере и в водяной рубашке, перемешивая их отдельно друг от друга, используются насосы Н-2 и Н-3.

Основная задача заключается в том, чтобы найти такие управляющие воздействия, которые позволят стабилизировать температуру на протяжении всей работы технологического процесса. Источниками управляющих воздействий являются и нагреватели. Для обеспечения обратной связи используются датчики измерения температуры в рабочей камере и водяной рубашке.

Для того, чтобы необходимые управляющие воздействия подавались на объект управления без участия человека, требуется наличие системы автоматического управления (САУ). САУ, в общем случае, имеют в своей структуре регулятор (управляющее устройство), объект управления, обратную связь (измерительное устройство) [2]. Регулятор должен выполнять роль «человека» в данной систем и «принимать» решения о выдаче управляющих сигналов в зависимости от того, что приходит от измерительного устройства. Существует возможность «жесткого» программирования регулятора на выдачу сигналов управления, но когда стоит задача об оптимальном управлении, где критерием оптимизации является время управления, величина колебательности, статическая ошибка и пр., то следует снабдить САУ достаточно точной информацией о поведении объекта управления. Для этой цели используется предварительное математическое моделирование объекта управления, которое ставит своей целью получить как можно большее количество информации об объекте. Однако, важно помнить, что найденная математическая модель не должна быть слишком сложной для задач управления в реальном времени [3]. Под сложностью здесь подразумевается время обсчета модели на вычислительных машинах (промышленных контроллера, микроконтроллеров и пр.). Ведь если это время обсчета будет слишком высоко, то САУ не сможет своевременно реагировать на изменение поведения объекта управления.

Пример математической модели химического реактора представлен на рисунке 2.

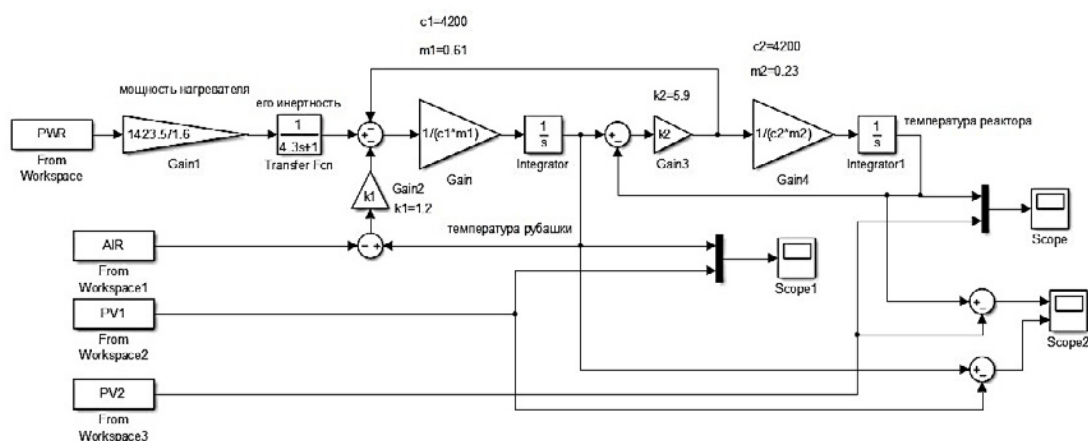


Рис. 2. Структурная схема математической модели объекта управления

Данная модель включает в себя основные параметры, связанные с теплоемкостью жидкости, ее рабочей массой и свойствами химического реактора. Модель построена в программном пакете MATLAB фирмы Mathworks и представляет собой соединение интеграторов, пропорциональных звеньев и инерционного звена. В модели есть учет влияния температуры окружающей среды в виде блока AIR, который представляет собой аддитивное возмущение, влияющее на температуру рабочей камеры химического реактора.

Основная цель такой модели заключается в моделировании поведения температуры рабочей камеры химического реактора. Главным недостатком модели является ее сложность, а значит невозможность использования в задачах реального времени. Этот недостаток будет решен в последующих работах.

Список литературы

1. Бугузов Д.В., Тутов И.А. Разработка испытательного стенда нагревательной установки с водяной рубашкой // Науч.-практич. конф. «Молодежь и современные информационные технологии» (9–13 ноября 2015 г., г. Томск). – Томск, 2016. – С. 223–224.
2. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Бинтом, Лаборатория базовых знаний, 2004. – 832 с.
3. Labovska Z., Labovsky J., Jelemensky L. et al. Model-based hazard identification in multiphase chemical reactors // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2014. – Vol. 29. – P. 155–162.