

РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С ВОДЯНОЙ РУБАШКОЙ

Бутузов Д.В.

Научный руководитель: Тутов И.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
qwaswedo@gmail.com

Введение

Несмотря на то что в настоящее время практически каждый может смоделировать реальный процесс, протекающий в какой-нибудь системе, учесть все его тонкости довольно сложно, и, в результате, методы, проверенные математическим моделированием, в соответствующих программных пакетах, получают неприменимыми в реальных условиях [1].

Чтобы изучить эффекты, возникающие в реальных условиях, и апробировать методы управления, была предложена идея создания стенда, имитирующего работу химического реактора [2].

Описание системы

Система (рис. 1) состоит из химического реактора (1), помещённого в ёмкость (2), называемую водяной рубашкой, контроллера, исполнительных устройств: регулирующих клапанов подачи горячей (3) и холодной воды (4), а также сливного клапана (5), датчиков температуры, расположенных в химическом реакторе (6) и в водяной рубашке (7).

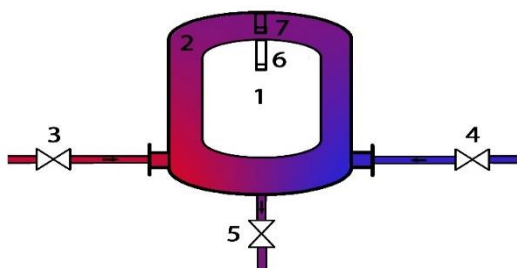


Рис. 1. Моделируемая система

В реакторе на химическом производстве проходит химическая реакция с поглощением или с выделением тепла, поэтому основной задачей разрабатываемой системы является поддержание температуры в реакторе на заданном значении путём заправки в ёмкость горячей или холодной воды. Для имитации этой установки и разрабатывался данный стенд.

Описание модели системы

Из-за ряда причин в модели пришлось отказаться от регулирующих клапанов, подающих горячую и холодную воду в водяную рубашку, поэтому в качестве исполнительного устройства

было принято использовать обогреватель, конструкция которого изложена ниже, а охлаждение реактора было реализовано посредством отдачи тепла в окружающую среду.

В качестве химического реактора в полунатурной модели используется стеклянная банка, наполненная водой. Она плотно закрыта крышкой, в которой проделано отверстие для датчика температуры, и помещена в пластиковый контейнер, также плотно закрытый крышкой и играющий роль водяной рубашки. По периметру в зазор между банкой и контейнером уложен обогреватель, собранный из резисторов, а на поверхности закреплён датчик температуры.

Обогреватель представляет из себя 4 последовательных сборки из 6 соединённых параллельно резисторов номиналом 2 Вт 51 Ом. Питается обогреватель от сетевого напряжения 220 В. Рассеиваемая в среде ёмкость будет равна:

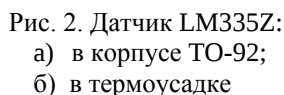
$$P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{U^2}{R_6 \cdot 4} = \frac{U^2 \cdot 6}{R \cdot 4} = \frac{220^2 \cdot 6}{51 \cdot 4} = 1423,5 \text{ Вт},$$

где R_6 – сопротивление одной сборки из 6 резисторов.

Из-за того, что не было найдено способа изолировать обогреватель без нарушения заявленных выше характеристик, в качестве нагреваемой среды в контейнере было принято решение использовать дистиллированную воду, т.к. она не проводит электрический ток

В ходе первичных испытаний обогревателя было установлено, что более тёплая вода поднимается на поверхность, а холодная остаётся на дне, поэтому для равномерного нагрева всего объёма жидкости в контейнере было принято решение использовать насос. В качестве него подошёл омыватель стёкол на 12 В, перемешивающий нагреваемую жидкость.

В качестве средств измерения (СИ) температуры были использованы датчики температуры LM335Z в корпусе ТО-92 (рис. 2а) [3]. Датчики были откалиброваны по эталонному СИ, усажены в термоусадку (рис. 2б) и помещены в стеклянную банку, имитирующую химический реактор, и в контейнер с нагреваемой жидкостью, имитирующий водяную рубашку химического реактора.



В итоге объект управления вместе с обогревателем, насосом и датчиками выглядит следующим образом (рис. 3):



Рис. 3. Объект управления с исполнительными устройствами и датчиками

Для регистрации показаний с датчиков и формирования управляющего воздействия на электромагнитное реле, с подключённым к нему обогревателем, был выбран ПЛК ОВЕН-160М (рис. 4). Данный контроллер имеет аналоговые входы с разрешающей способностью 12 бит, что позволяет подключать к нему датчики и опрашивать их показания с большой точностью, несколько дискретных выходов, с помощью которых имеем возможность включать в работу обогреватель, а также интерфейсы USB и Ethernet по которым настраивается связь с ПК и средой программирования [4,5,6].



Рис. 4. ПЛК ОВЕН-160М

По завершению всех монтажных работ стенд имеет вид, представленный на рисунке 5:



Рис. 5. Конечный вид собранного стенда

Заключение

В результате объект обладает ярко выраженными инерционными свойствами, что позволяет проверять методы управления для различных объектов химической промышленности, нефтяной отрасли и даже объектов атомной энергетики.

В будущем стенд планируется использовать для настройки адаптивного регулятора на базе ПЛК ОВЕН 160М, регулирующего температуру в описанной системе.

Литература

1. Тутов И.А. Некоторые причины редкого практического использования регуляторов с переменной структурой. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. С. 112–114.
2. Соловьев П.А., Кочетыгов И.С, Тутов И.А. Разработка испытательного стенда нагревательной установки для отработки навыков синтеза и настройки цифровых регуляторов. // Научн.-практ. конф. «Молодёжь и современные информационные технологии» (13-16 ноября 2013г, г. Томск). – Томск, 2013. – С.288-290.
3. LM335Z Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000459.pdf>, свободный.
4. Руководство по эксплуатации ПЛК160. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.owen.ru/uploads/re_plc160_1642.pdf, свободный.
5. ПЛК160 + Ethernet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.owen.ru/forum/showthread.php?t=14927>, свободный.
- Видео ПЛК Овен подключение по Ethernet к ПК Windows 7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=MUL-UM-xr80>, свободный.