

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРОМ

Даныкина Г.Б., Осипова В.А.

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Ключевые слова: компьютерное моделирование, качество процесса регулирования, синтез, параметрическая оптимизация.

Аннотация. В работе описывается применение методов компьютерного моделирования на примере проектирования системы автоматического регулирования температуры в печи в среде динамического моделирования технических систем SimInTech. Моделирование проведено на базе математических моделей элементов системы в виде дифференциальных уравнений. Выполнена оценка качества системы и ее коррекция.

COMPUTER SIMULATION OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM BY TECHNOLOGICAL PARAMETER

Danykina G.B., Osipova V.A.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Keywords: computer simulation, quality of the regulatory processes, synthesis, parametric optimization.

Abstract. The article describes the application of methods of computer modeling on the example of designing a system of automatic temperature control in a furnace in the environment of dynamic modeling of technical systems SimInTech. Modeling is carried out on the basis of mathematical models of system elements in the form of differential equations. The system quality assessment and its correction were performed.

При проектировании новых и эксплуатации действующих систем автоматического регулирования (САР) основными задачами являются исследование устойчивости и качества САР. Если в процессе решения этих задач получены неудовлетворительные результаты (система оказалась неустойчивой или имеет неудовлетворительные показатели качества, не соответствующие требованиям технологического процесса), то необходимо решать задачу синтеза системы. При этом систему дополняют корректирующими элементами и посредством их параметрической оптимизации достигают желаемых показателей качества процесса регулирования.

Для решения задач анализа и синтеза систем автоматического регулирования широко применяют технологии, ориентированные на использование методов компьютерного моделирования. В основу таких технологий положены высокоэффективные прикладные программы, позволяющие приобрести практические навыки автоматизированного проектирования. Одной из отечественных программ можно выделить «Среду динамического моделирования технических систем SimInTech» [1].

В компьютерном моделировании используются структурные схемы, в которых динамические свойства САР описываются передаточными функциями

(ПФ). В свою очередь ПФ можно получить из описания свойств элементов САР, задаваемых дифференциальными уравнениями [2].

В исследовании проведено моделирование системы автоматического регулирования температуры в печи, являющейся объектом управления (ОУ) (рис. 1) [3].

По приведенной принципиальной схеме САР и дифференциальным уравнениям элементов системы составлена структурная схема моделирования САР в SimInTech (рис. 2).

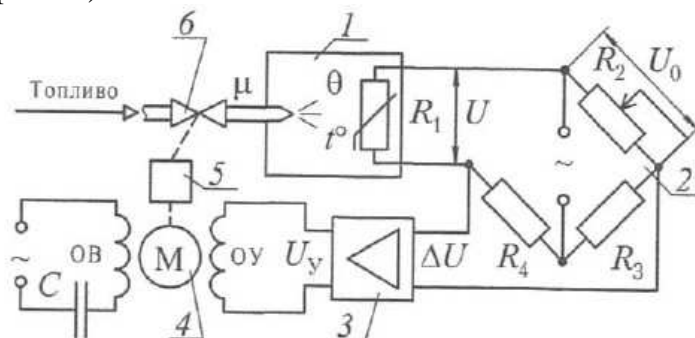


Рис. 1. Схема САР температуры в печи: 1 – печь (ОУ); 2 – измерительная мостовая схема; 3 – дифференциальный магнитный усилитель; 4 – двухфазный электродвигатель; 5 – редуктор; 6 – клапан

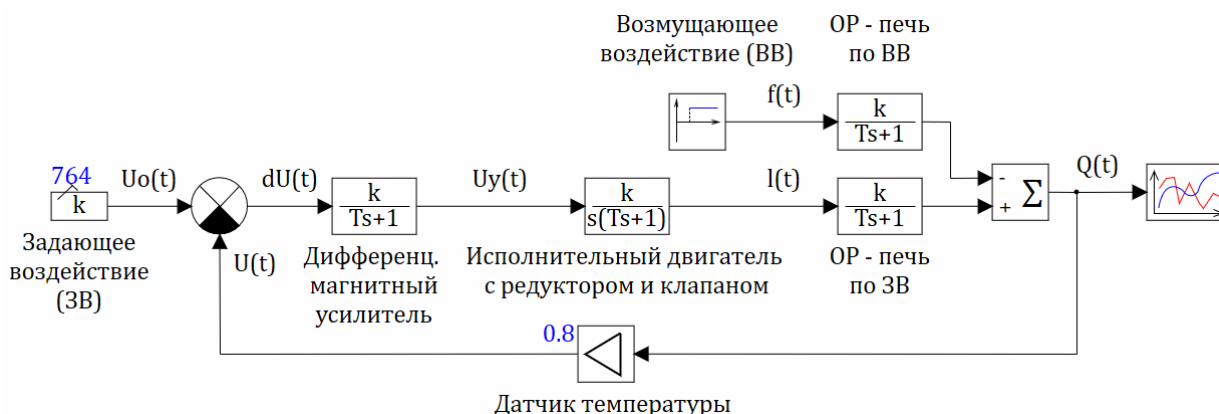


Рис. 2. Структурная схема моделирования САР

Задан метод и основные параметры интегрирования, в схему введены заранее подготовленные исходные данные о значениях параметров элементов САР с помощью соответствующих процедур [4]. Величина задающего воздействия подобрана таким образом, чтобы значение температуры в печи было $950 \pm 10^\circ\text{C}$, а возмущающее воздействие (совокупность разнообразных факторов) – 70%. Выполнено моделирование САР (рис. 3).

Результат моделирования показывает, что система устойчива, но не обладает достаточным качеством относительно задающего воздействия:

- перерегулирование $\sigma \approx 55\%$, что в 2,5 раза больше требуемых 20%;
- степень затухания $\phi \approx 70\%$, что меньше требуемых 75%;
- низкое быстродействие системы.

Для улучшения показателей качества САР в нее включен ПД-регулятор и проведена параметрическая оптимизация его параметров. Для этого в структурную схему моделирования САР включен блок «Оптимизации

параметров модели», а параметры регулятора заданы варьируемыми параметрами как глобальные сигналы проекта моделирования k_p и k_d . В качестве критериев оптимизации приняты время регулирования, которое не должно превышать 5 с, и перерегуливание переходного процесса. На рисунке 4 приведена скорректированная структурная схема моделирования САР (с блоком оптимизации параметров), а на рисунке 5 – график переходного процесса САР, полученный в результате моделирования.

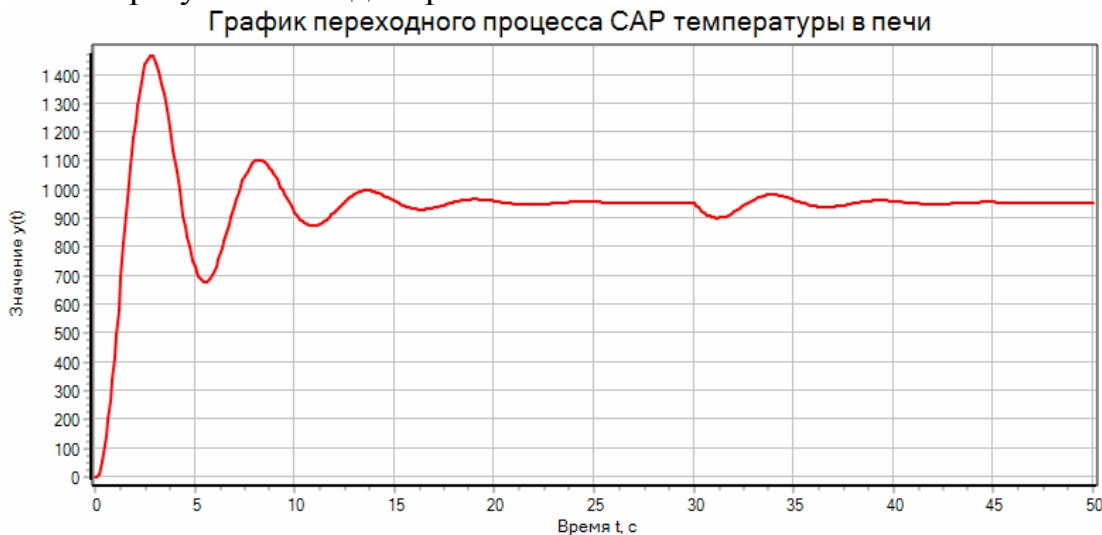


Рис. 3. Графики переходного процесса САР по задающему и возмущающему (при $t \geq 30$ с) воздействиям

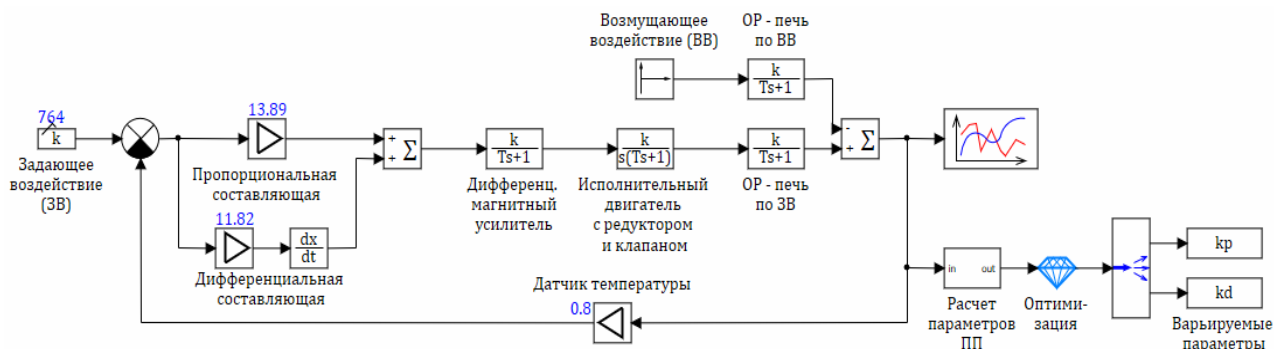


Рис. 4. Структурная схема моделирования САР с ПД-регулятором и блоком *Оптимизации параметров модели*



Рис. 5. График переходного процесса САР по задающему воздействию

Результаты моделирования скорректированной САР показали, улучшение качества переходного процесса (получен ПП без перерегулирования), увеличение быстродействия системы и запаса устойчивости.

По результатам исследования отметим, что, имея математическую модель системы или ее элементов, можно наглядно реализовать ее посредством высокоэффективной программы и провести оценку качества работы системы, выявить необходимость и вид ее коррекции. Эти задачи возможно решать как при проектировании новых, так и при эксплуатации действующих САР, сократив при этом временные и интеллектуальные затраты.

Список литературы

1. Справочная система SimInTech. 2017 [Электронный ресурс]. – URL: https://help.simintech.ru/#o_simintech/browsers.html.
2. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 560 с.
3. Карташов Б.А., Шабаетов Е.А., Козлов О.С., Щекатуров А.М. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: практикум по моделированию систем автоматического регулирования. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 424 с.
4. Лященко А.И., Маслова Н.В., Вент Д.П. Основы моделирования в SimInTech: методическое пособие. – Новомосковск: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал), 2018. – 42 с.

Сведения об авторах:

Даныкина Галина Борисовна – к.т.н., доцент, доцент кафедры автоматизации производственных процессов в металлургии;

Осипова Вера Александровна – к.т.н., доцент, доцент кафедры автоматизации производственных процессов в металлургии ИЦМ.