

Определение параметров объекта в системе приточной вентиляции с помощью математического моделирования

Владимир Владимирович Ахкозов
Донецкий национальный технический университет

В статье рассмотрены вопросы определения параметров объекта в модели системы приточной вентиляции, построенной на базе лабораторного стенда. Каждый из компонентов системы был представлен в математической модели в виде аperiodического звена с запаздыванием. Анализ показал хорошую сходимость результатов моделирования и экспериментальных данных.

Системы климатического контроля в последнее время получили широкое применение не только в промышленности, но и в жилых зданиях офисах, магазинах и т.д. Основной проблемой при наладке таких систем является неопределенность параметров элементов этих систем.

Для получения навыков наладки студентами систем климатического контроля возникает необходимость проведения лабораторных практикумов на реальном исследовательском оборудовании. Наиболее эффективное обучение достигается за счет внедрения и создания учебных лабораториях стендов, содержащих управляющую вычислительную машину и устройства ее сопряжения с объектом. Такой стенд создан и расположен в лаборатории 8.109 ДонНТУ. Структурная схема стенда представлена на рис.1. Модель установки приточной вентиляции представляет собой термоизолированный воздуховод, который включает в себя радиатор, нагреватели, вентиляторы, датчики температуры. Модель объекта представляет собой короб, имитирующий помещение. Объект имеет вентиляционные отверстия и съёмный люк в верхней части, включает датчик температуры, регулируемые элементы возмущения: электронагревательный элемент и вытяжной вентилятор.

В состав стенда входят следующие основные элементы: программный ПЛК VIPA System 300S Speed7, компьютер, макет приточной установки (нагнетающий вентилятор, вытяжной вентилятор, нагреватели, радиатор), каркас короба, датчик температуры приточного воздуха, датчик температуры нагревательного элемента, термоизолирующий материал. В состав модели объекта включены такие элементы: каркас (короб с люком) из кронспана (1150×480×480); элемент возмущения «тепло» (лампа накаливания 60 Вт); элемент возмущения

«ХОЛОД» (вытяжной вентилятор); датчик температуры воздуха внутри макета; клавиши управления возмущающими воздействиями.

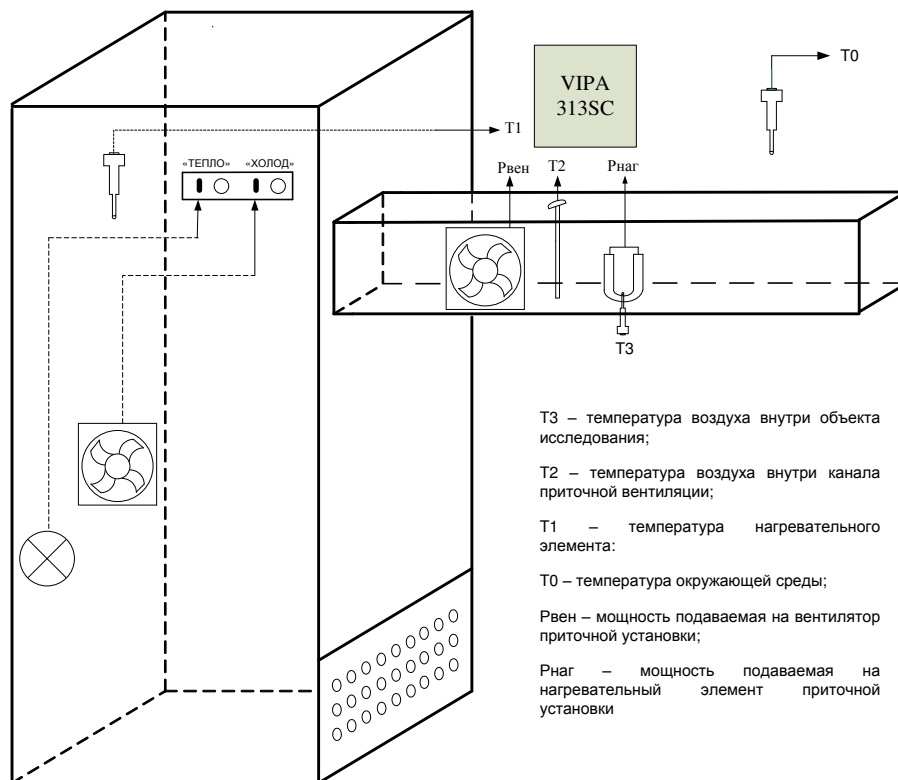


Рисунок 1 – Структурная схема работы системы приточной вентиляции

Для определения передаточной функции системы приточной вентиляции были зарегистрированы и аппроксимированы температурные характеристики системы. На данном этапе контролируемыми параметрами системы являлись: температура окружающей среды (T_0), температура воздуха внутри макета помещения (T_3), температура в системе приточной вентиляции (T_2) и на нагревательном элементе (T_1). Результаты аппроксимации приведены на рис. 2. Аппроксимация осуществлялась методом наименьших квадратов. Анализ полученных экспериментальным путем температурных характеристик позволяет сделать вывод об их аperiodическом характере.

Каждый из компонентов системы приточной вентиляции (нагреватель, воздушный канал, объект) был представлен в математической модели в виде аperiodического звена с запаздыванием (см. рис.3). Постоянные времени аperiodических звеньев были определены по графикам переходным характеристикам.

На рис. 4 представлены передаточные функции при аппроксимации системы тремя аperiodическими звеньями с запаздыванием.

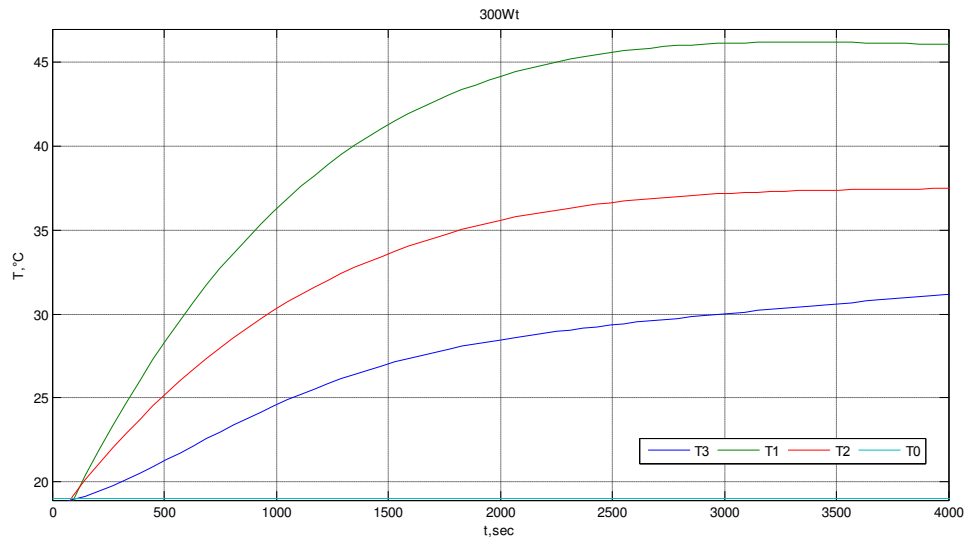


Рисунок 2 – Аппроксимированные экспериментальные графики температуры для мощности нагревателя 330Вт

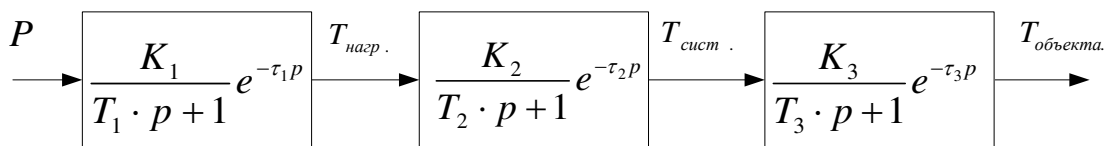


Рисунок 3 – Структурная схема системы вентиляции

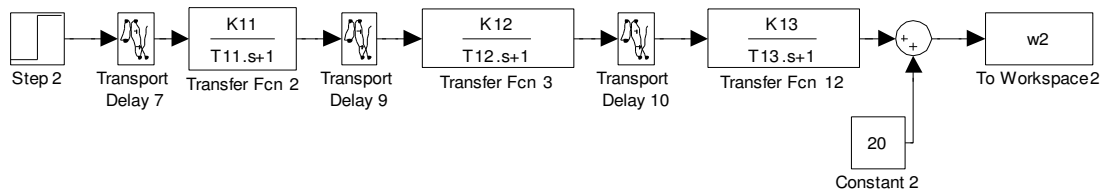


Рисунок 4 – Модель системы, состоящая из трех звеньев в Simulink для мощности нагревателя 330Вт

На рис. 5 представлены для сравнения экспериментальные и построенные в MatLab графики изменения температуры. Расхождение наблюдается только на отдельных участках переходного процесса. Время регулирования и установившееся значение температуры отличаются не более чем на 2% , а динамическая ошибка не превышает 15%.

Таким образом, в дальнейших расчетах можно использовать найденные по графику изменения температуры в объекте параметры эквивалентной передаточной функции.

Далее было рассмотрено два способа регулирования температуры в замкнутой системе с использованием регулятора с пропорционально-интегральной структурой (см. рис. 6). Первый спо-

соб заключается в подаче скачкообразного сигнала на вход регулятора, а выход регулятора ограничивается на уровне максимальной мощности нагревателя. Такой вариант является простым в техническом исполнении, но такая система имеет небольшое перерегулирование выходной координаты (рис.7).

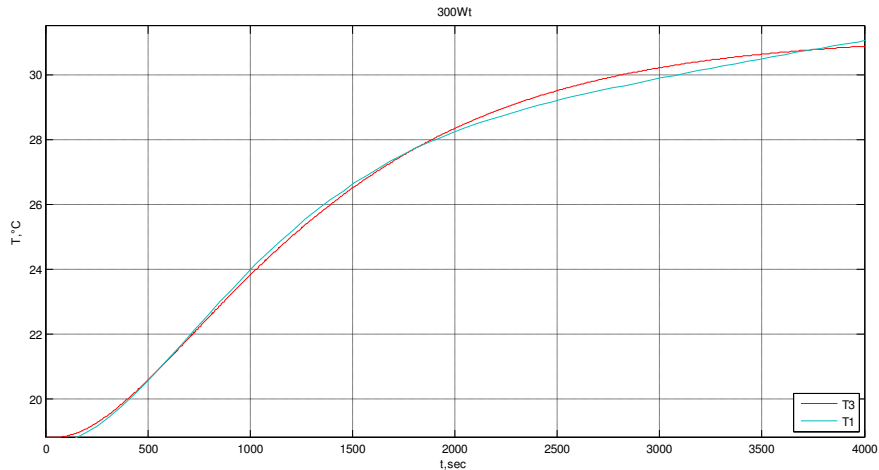


Рисунок 5 – Графики изменения температуры для мощности нагревательного элемента 330 Вт: T1 – экспериментальный; T3 – полученный в результате моделирования

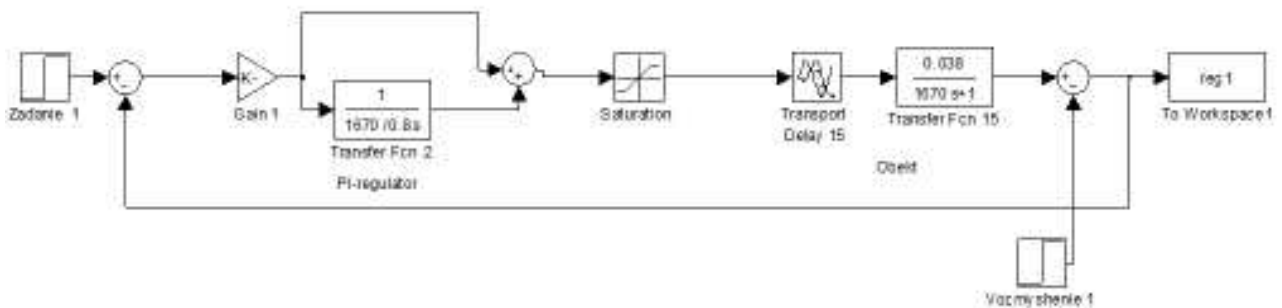


Рисунок 6 – Модель системы приточной вентиляции с ПИ-регулятором

Второй способ реализации системы заключается в подаче в начальный момент времени максимальной мощности на нагреватель, а при достижении определенной температуры – переключение на работу от регулятора (см. рис. 8).

Из графика видно, что в системе идет быстрый набор температуры, после чего начинает работать регулятор. Для настройки системы необходимо опытным путем подобрать значение температуры, при которой необходимо включить регулятор в работу. Как можно увидеть, система не имеет перерегулирования, а это значит, что такой

способ можно применять в различных системах, где необходимо точное поддержание температуры.

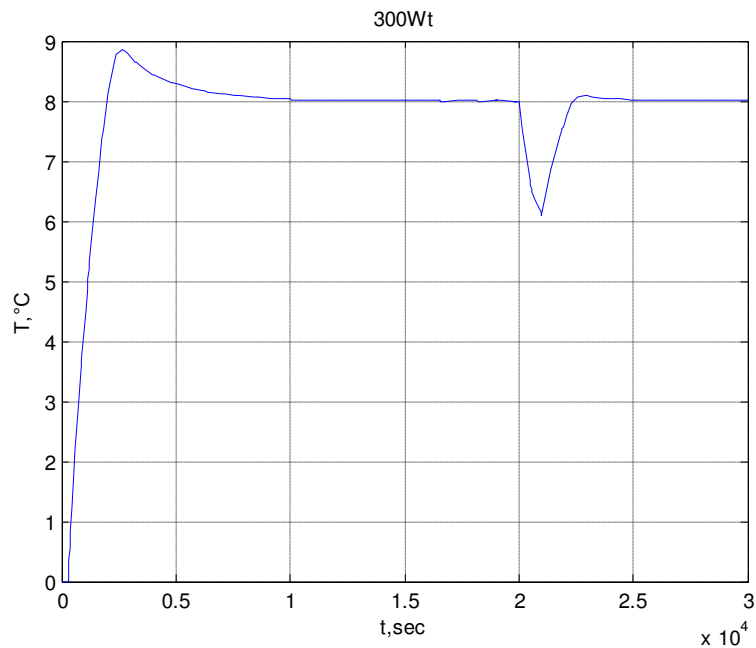


Рисунок 7 – График изменения температуры при использовании первого способа регулирования

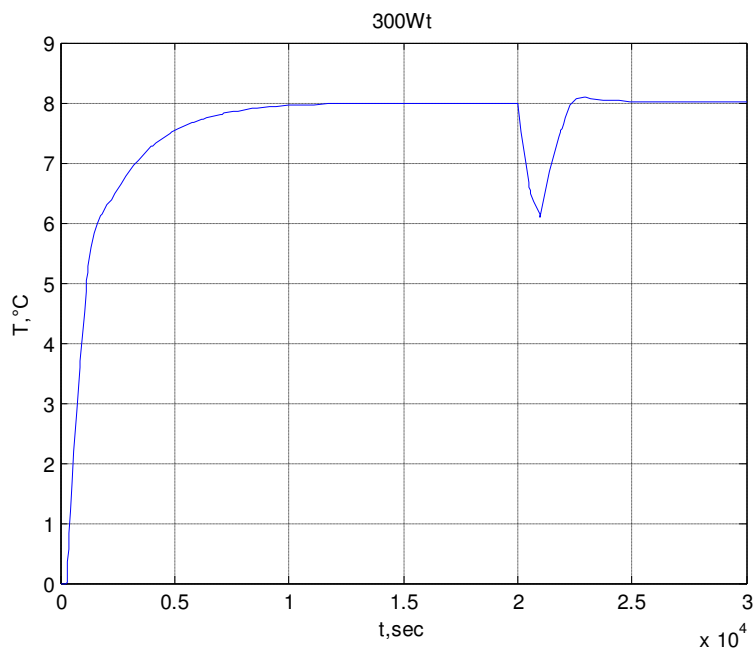


Рисунок 8 – График изменения температуры при использовании второго способа регулирования

Литература

1. Борисенко А.И, Данько В.Г., Яковлев А.И. Аэродинамика и теплопередача в электрических машинах –М., "Энергия", 1974. – 560с.