РАЗРАБОТКА БЛОКА ЭЛЕКТРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДЯНОЙ БАНИ НА БАЗЕ ARDUINO UNO R3

Чичигина Е.Е.[1], Лагунов А.Ю.[1]

[1)] Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
E-mail: chichigina.e@edu.narfu.ru

DEVELOPMENT OF A WATER BATH ELECTRONIC CONTROL UNIT BASED ON THE ARDUINO UNO R3

Chichigina E.E.[1], Lagunov A.Y.[1]
[1)] Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

The classical water bath circuit usually uses a thermostat as a temperature regulator to maintain the desired temperature in the compartment. This paper has developed a new PID controller based on the Arduino Uno R3 with application to the water bath to solve the temperature control problem.

Водяная баня может поддерживать желаемую температуру в отделении, так как в нем используется термостат, который служит регулятором включения и выключения. Однако, термостат имеет низкий показатель эффективности. Во-первых, присутствует разница между температурой включения или выключения и температурой установки, что вызывает ошибку реакции, которая может достигать до 1,5°С. Во-вторых, если дифференциал установлен на слишком маленькое значение, то водяная баня будет часто включаться и выключаться. Следовательно, это действие может вывести из строя систему нагрева и охлаждения. Кроме того, это действие требует высокого пускового тока, в 4-10 раз превышающего рабочий ток.

Для устранения этих недостатков был разработан новый контроллер включения-выключения. Однако этот способ не смог значительно уменьшить как ошибку отклика, так и потребление энергии. В ходе разработки для улучшения регулятора включения-выключения была использована концепция ПИД-регулятора [1] и концепция адаптивного управления [2]. При их реализации возникали ограничения, как по определению параметров управления, так и по компонентам управления, которые необходимы для поддержки системы регулировки температуры. Например, для перехода от системы управления "включено-выключено" к ПИД-регулированию необходимо предусмотреть добавление компонентов безопасности, чтобы избежать перегрева системы нагрева и охлаждения.

Для уменьшения влияния этой проблемы в нашей работе была разработана новая система ПИД-регулирования на базе Arduino Uno R3 с применением к водяной бане. В данном случае Arduino Uno R3 был аппроксимирован новым алгоритмом ПИД-регулятора. Параметры управления: пропорциональный коэффициент усиления Kp, интегральный коэффициент усиления Ki и коэффициент производной Kd - были определены методом проб и ошибок таким образом, чтобы реакция системы управления удовлетворяла предложенным критериям. Разработанный стенд состоит из аппаратной части и программы управления.

Экспериментальное исследование системы показало, что погрешность поддержания температуры в водяной бане в установившемся режиме не превышает 0,1°C. По сравнению с классической схемой разработанная схема позволяет экономить до 20% электроэнергии за счет эффективной системы управления.

1. Srivastava S. and Pandit V. A PI/PID controller for time delay systems with desired closed loop time response and guaranteed gain and phase margins // Journal of Process Control. - 2016. – Vol.37. – P.70-77.
2. Umberger M. and Humar I. Energy savings of refrigerators in shopping centers with adaptive control and real-time energy management systems // Przeglad Elektrotechniczny. - 2012. – Vol.88. – P.327-331.