

Регулировка температуры происходит по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону регулирования. Данный закон обеспечивает более высокую точность поддержания температуры в сравнении с двухпозиционным.

Список использованных источников

1. Ю.М. Голдобин, Е.Ю. Павлюк., Автоматизация теплоэнергетических установок: учеб. пособие — Екатеринбург: УрФУ, 2017.— 186 с.

Ожогин Никита Александрович, студент кафедры КТЭСиУ. E-mail: [ozhogin.nikita@gmail.ru](mailto:ozhogin.nikita@gmail.ru)

Лофицкий Игорь Вадимович, к.т.н., доцент кафедры КТЭСиУ E-mail: [ivl60@mail.ru](mailto:ivl60@mail.ru)

УДК 536.58:681.5

## **ПИД ЗАКОН РЕГУЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ТЕМПЕРАТУРОЙ**

Н.А. Ожогин, И.В. Лофицкий

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Наиболее простой закон регулирования температуры - позиционный. При данном методе, нагревательный элемент работает на полной мощности до достижения заданной максимальной температуры, после чего прекращается его питание. При последующем остывании объекта, по достижении заданного минимального значения температуры, нагревательный элемент вновь работает на полной мощности. Нагреватель сначала разогревает себя, затем окружающие области объекта, и, таким образом, нагрев будет продолжаться до тех пор, пока волна тепла не достигнет датчика температуры. Следовательно, реальная температура может оказаться значительно выше заданного значения. Таким образом, при позиционном законе регулирования возможны значительные колебания температуры около заданного значения.

Этот недостаток можно уменьшить или вовсе устранить, применяя пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования (ПИД закон). ПИД предполагает уменьшение мощности, подаваемой на нагреватель, по мере приближения температуры объекта к заданной температуре [1]. Кроме того, в установившемся режиме регулирования по ПИД закону находится величина тепловой мощности, необходимой для компенсации тепловых потерь и поддержания заданной температуры.

Для реализации ПИД регулятора, была написана программа на микроконтроллере Atmega88РА, где данные считываются с АЦП, который

измеряет падение напряжения на терморезисторе и уже по рассчитанному воздействию ПИД регулятора управляющее воздействие подается на ШИМ регулятор, который управляет симистором.

На рисунке 1 показан график работы ПИД регулятора, где установленная температура должна быть 50 °С. Нагревался алюминиевый пруток диаметром 140 мм и длиной 35 мм. Нагревательный элемент максимальной мощностью 40 Вт.

Поддержание регулировки температуры получилось с достаточно высокой точностью и малым разбросом. Но нужно учитывать, что данный эксперимент проводился в непроветриваемом помещении и температурой воздуха 27 °С<sup>2</sup>. При разных условиях системы, возможны другие характеристики.

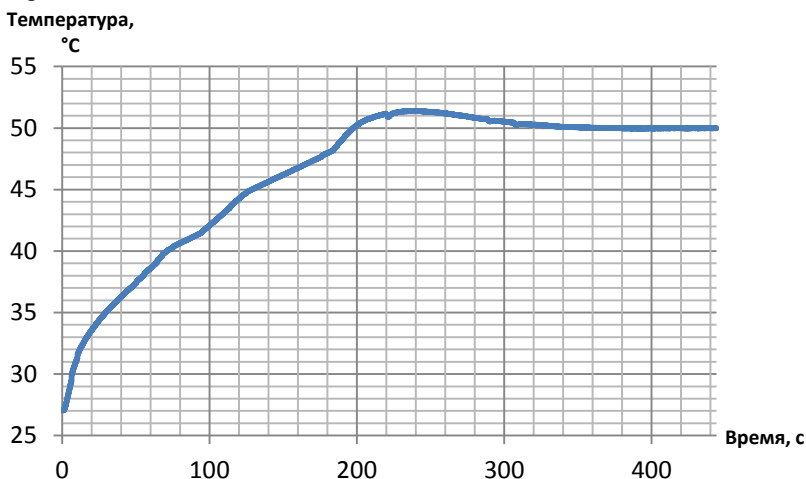


Рисунок 1 – График выхода установленной температуры в 50 °С при начальных условиях температуры 27 °С

В основном, на точность регулировки влияет настройка ПИД регулятора, т.к. для каждой системы его коэффициенты подбираются индивидуально. Так же важно, обдувается объект или нет, какая разность температур окружающей среды регулируемого объекта и сама температура установки. Чем выше будет разность температур, тем проще внести разбаланс в систему и колебания температуры будут выше.

#### Список использованных источников

1. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002, -832 с., ISBN: 5-93208-119-8, 0-201-30864-9

Ожогин Никита Александрович, студент кафедры КТЭСиУ. E-mail: ozhogin.nikita@gmail.ru

Лофицкий Игорь Вадимович, к.т.н., доцент кафедры КТЭСиУ E-mail: ivl60@mail.ru

УДК 621.396.96

## **МИКРОМЕТЕОРОИДЫ И ЧАСТИЦЫ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА – ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕМЕНТЫ ПОВЕРХНОСТИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

А.В. Ионов, К.Е. Воронов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

На космический аппарат в процессе орбитального полета воздействуют факторы космического пространства (ФКП), которые условно делятся на естественные и искусственные. [1]. Одним из воздействующих факторов являются высокоскоростные твердые частицы. Из-за более высокой концентрации наибольшее количество взаимодействий приходится на микрометеороиды и частицы космического мусора.

Процесс их взаимодействия с поверхностью сопровождается проявлением ряда физических эффектов: электромагнитное излучение (вспышка видимого света, ИК излучение, излучение в радиочастотном диапазоне), акустические колебания, кратерообразование, выброс плазмы и материала частицы и мишени из области кратера и т.д.

Параметры кратера - форма, размеры зависят от параметров воздействующей частицы (ее материала, направления и скорости взаимодействия и т.д.) и свойств поверхности (мишени).

Проведено рассмотрение эмпирических уравнений и моделей устанавливающих связь между результатом воздействия - параметрами возникающих кратеров и параметрами воздействующих частиц и свойствами мишени и сравнение с экспериментальными результатами.

Все уравнения, описывающие образование микрократеров, используют представление ударника в виде тела сферической формы.

На рисунке 1 представлены ударники и соответствующие им кратеры. [2] В процессе исследования проведен анализ четырех методик расчета параметров кратера [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Все методики дают несколько различных результат. Проведено сопоставление с экспериментальными данными. Наиболее близкий к экспериментальному результату в области оценки микровоздействия имеет следующая методика расчета.