

**А. С. Езерский** (ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)  
Науч. рук. **В. А. Гольдаде**, д-р техн. наук, профессор

## **РАЗРАБОТКА КОМПАКТНОГО УСТРОЙСТВА ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ПЕЛЬТЬЕ**

Эффект Пельтье – термоэлектрическое явление, при котором происходит выделение или поглощение тепла при прохождении электрического тока в месте контакта (спая) двух разнородных проводников или полупроводников [1; 2, с. 38]. Величина выделяемого тепла и его знак зависят от вида контактирующих веществ, направления и силы протекающего электрического тока.

Несмотря на широкое применение элемента Пельтье в различных устройствах, его потенциал еще не реализован полностью. На широком потребительском рынке терморегулирующих устройств можно найти лишь холодильники с использованием элементов Пельтье. С другой стороны, вследствие высокой разности температур обкладок, горячая сторона элемента имеет рабочую температуру около 50 °С, поэтому элемент может работать и в нагревательном режиме. Однако только для нагрева гораздо проще и дешевле использовать простые нагревательные элементы.

Цель работы заключается в создании компактного устройства, позволяющего в автономном режиме поддерживать внутри капсулы необходимую температуру. Особенностью устройства является то, что диапазон температур составляет порядка 50-60 градусов (максимальное верхнее значение 60 °С, а нижний предел ограничен лишь системой охлаждения горячей стороны элемента Пельтье).

Блок-схема устройства приведена на рисунке 1.

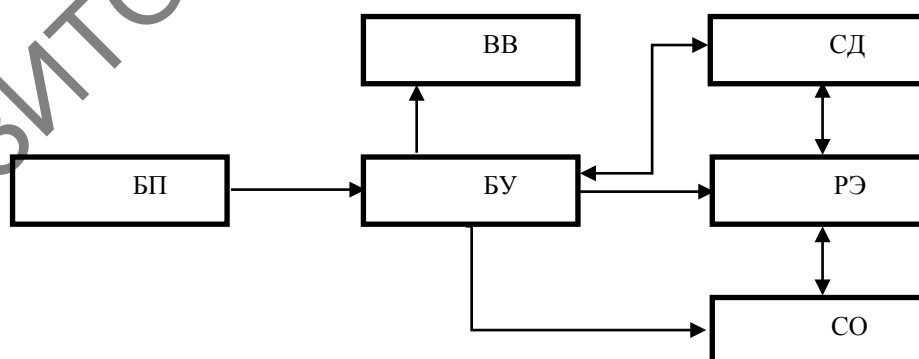


Рисунок 1 – Блок-схема устройства термостабилизации: БП – блок питания, БУ – блок управления, РЭ – рабочий элемент, СД – система датчиков, ВВ – ввод/вывод, СО – система охлаждения

В устройстве термостабилизации наиболее важным, наряду с элементом Пельтье, является микроконтроллер блока управления. Разработка управляющего узла – первая и самая главная задача при разработке всего устройства. Этот узел можно разбить на составные элементы:

- микроконтроллер, отвечающий за обработку входящих сигналов и значение выходящего сигнала питания на рабочий элемент;
- элементы управления, позволяющие производить изменение входящего на микроконтроллер сигнала и добиваться изменения режима работы;
- датчики, отвечающие за контроль над процессом и позволяющие предотвращать выход из строя элементов системы.

В качестве микроконтроллера был выбран эмулятор Arduino Nano ввиду своей доступности и легкости в использовании.

Принцип работы устройства заключается в следующем. Питание подается на блок управления, к которому подключены все остальные элементы, причем блок управления отвечает за питание каждого из них. Система охлаждения и рабочий элемент взаимосвязаны между собой, а система датчиков позволяет микроконтроллеру блока управления поддерживать всю систему в надлежущем режиме. Экран ввода/вывода позволяет задавать необходимый режим работы и получать своевременную информацию о состоянии устройства.

По результатам измерений максимальный нижний порог (порог охлаждения) на «холостую» достигает порядка  $-25^{\circ}\text{C}$  (при подаче максимально допустимого напряжения на элемент, равного 12 В). При этом необходимо использовать водяное охлаждение, т.к. воздушный поток не успевает эффективно отводить тепло от радиатора, что при длительной работе устройства может привести к повреждению элемента Пельтье.

Наиболее рационально использовать воздушное охлаждение при подаче блоком управления на рабочий элемент напряжения 5 В. При этом БП необходим на 12 В, так как эффективный нагнетатель воздуха работает именно при этом напряжении. В такой комбинации на «холостую» нижний предел достигает  $-5^{\circ}\text{C}$ .

При проведении испытаний по нагреву и охлаждению объема жидкости 250 мл были получены следующие результаты (Рисунки 1 и 2).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что с помощью компактного маломощного устройства, работа которого основана на эффекте Пельтье, можно, наряду с охлаждающим

эффектом, нагревать небольшие объемы жидкости до достаточно высоких температур.

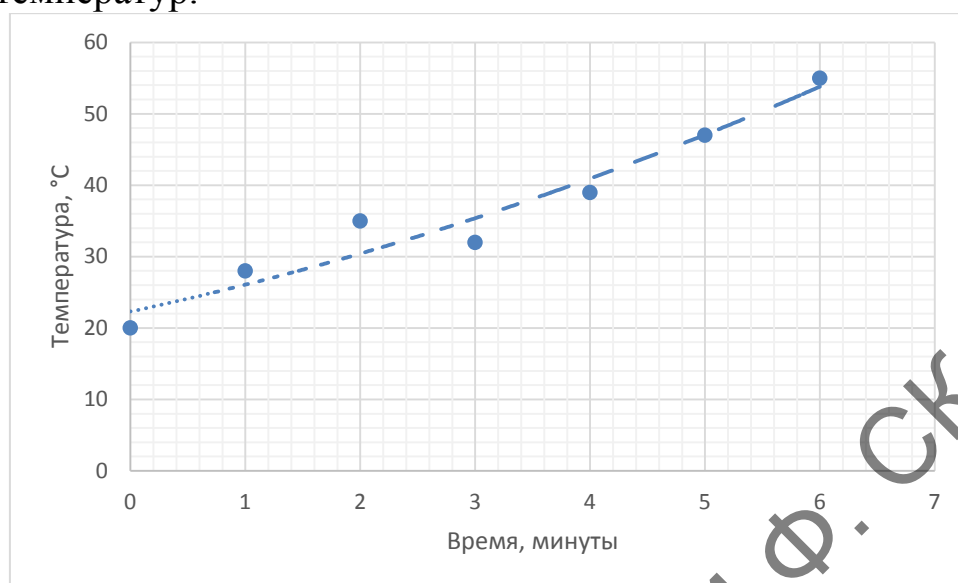


Рисунок 2 – График зависимости температуры нагрева от времени

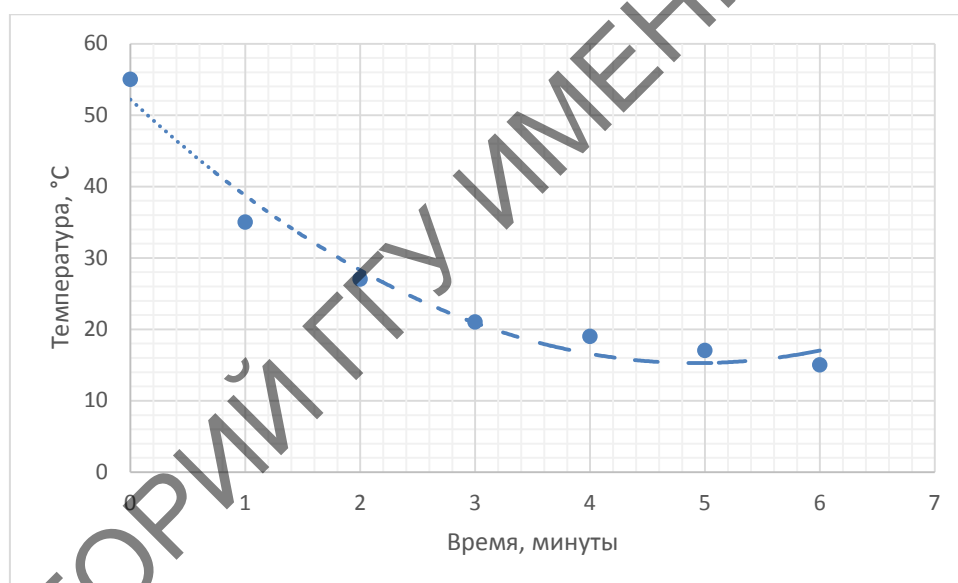


Рисунок 3 – График зависимости температуры охлаждения от времени

### Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. – Изд. 4-е, стереотипное. – М.: Физматлит; Изд-во МФТИ, 2004. – Т. III. Электричество. – 656 с. – ISBN 5-9221-0227-3; ISBN 5-89155-086-5.

2. Гольдаде В.А. Материалы электронной техники: Учебное пособие: в 2-х частях / М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. – Ч. 1. – 168 с.