

УДК 537.322.15

Лабораторная установка для исследования характеристик модулей Пельтье и их последующего применения в физическом эксперименте

Исаков А.С., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, СЭЛФ,
кафедра «Холодильная, криогенная техника. Системы кондиционирования и
жизнеобеспечения»*

Колышкин Л.М., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, СЭЛФ,
кафедра «Холодильная, криогенная техника. Системы кондиционирования и
жизнеобеспечения»*

Уткин Д.А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, СЭЛФ,
кафедра «Холодильная, криогенная техника. Системы кондиционирования и
жизнеобеспечения»*

*Научные руководители: Поздышев М.Л., к.т.н., доцент кафедры «Физика»
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Скуйбин Б.Г., к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика»
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru*

Эффект Пельтье - термоэлектрическое явление, при котором происходит выделение или поглощение тепла при прохождении электрического тока в месте контакта (спая) двух разнородных проводников. Приборы, принцип работы которых основан на данном эффекте, называются элементами Пельтье.

Величина отводимого тепла определяется по формуле:

$$Q = P_{AB}It = (P_B - P_A)It,$$

где P — коэффициент Пельтье, который связан с коэффициентом термо-ЭДС α вторым соотношением Томсона $P = \alpha T$, где T — абсолютная температура в К.

Применяя эффект Пельтье, можно создать различные термоэлектрические охлаждающие устройства. Наиболее широкое распространение получили так называемые термоэлектрические модули (ТЭМ) Пельтье. Принцип работы этих модулей состоит в следующем: массив полупроводников р- и n-типов, последовательно соединенных между

собой медными проводниками (массив переходов «полупроводник — металл») создает заметную разность температур на сторонах ячейки.

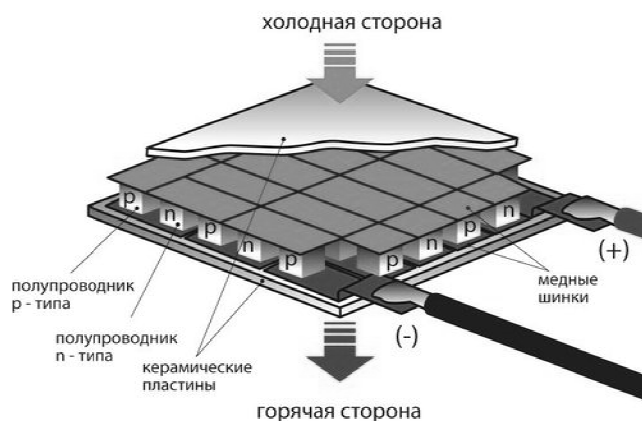


Рис. 1. Схема Модуля Пельтье

В данной работе были поставлены следующие задачи:

- 1) Создание лабораторного стенда, позволяющего исследовать эффект Пельтье и проводить физические исследования в диапазоне температур от -15°C до $+60^{\circ}\text{C}$.
- 2) Определение факторов, влияющих на эффективность установки.
- 3) Достижение максимально возможной отрицательной температуры, настройка параметров охлаждающей системы для достижения режима с минимальными отклонениями температуры от стационарного значения

Для решения данных задач была спроектирована и создана установка с однокаскадным модулем Пельтье, использующая источник питания на 2,5 А. и 12 В, показанная на рис. 2. Данная установка была собрана в компактном корпусе, что упрощает процесс ее переноса и эксплуатации. Для получения точных данных об изменении температуры ячейки было решено интегрировать установку в модуль сбора и обработки данных PXI, к плате мультиметра которого подключается терморезистор и снимает данные в режиме реального времени. Это позволяет с помощью программы, написанной в системе визуального программирования «LabVIEW», строить график зависимости температуры от времени и выводить его на экран PXI. В результате появилась возможность получать точные значения температуры ячейки или охлаждаемой массы после каждого эксперимента.

Анализируя статистику температурных зависимостей, полученную в результате десятков запусков установки, были выявлены следующие закономерности:

– Температура образца существенно зависит от качества теплоизоляции рабочей поверхности. В данной установке ячейка помещена в короб из пенополиуретана. Это

позволяет понижать температуру образца до $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ и стабилизировать в интервале температур $\Delta T=0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, как видно по графику на рисунке 2.

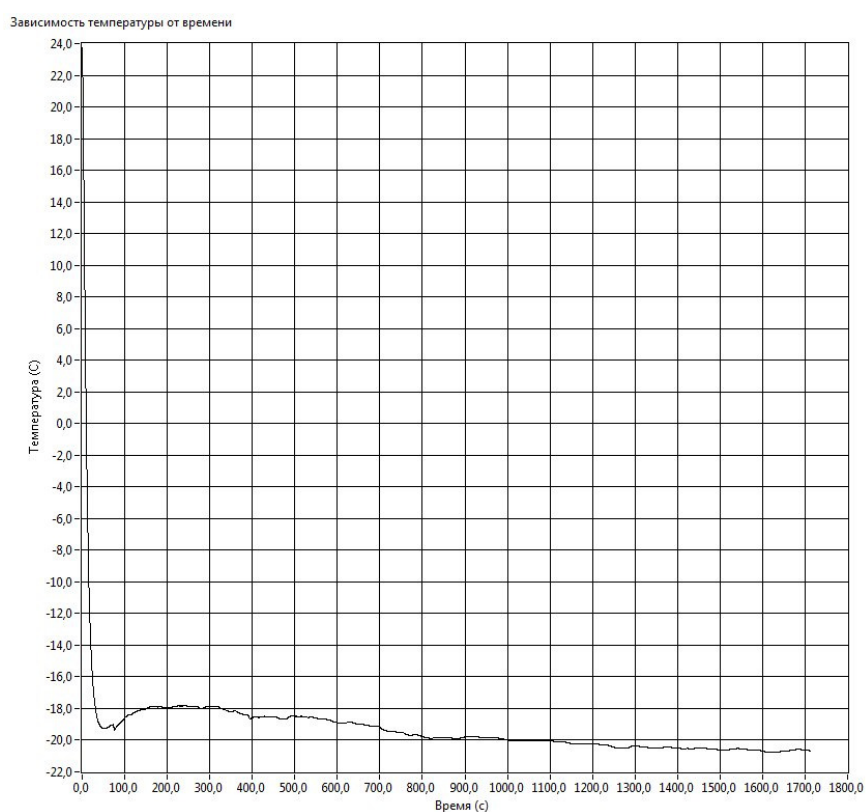


Рис. 2. График зависимости температуры от времени

– Стабильность охлаждения во многом зависит от типа радиатора: жидкостная система охлаждения наиболее эффективно отводит тепло от ячейки в отличие от воздушной системы «Радиатор+вентилятор».

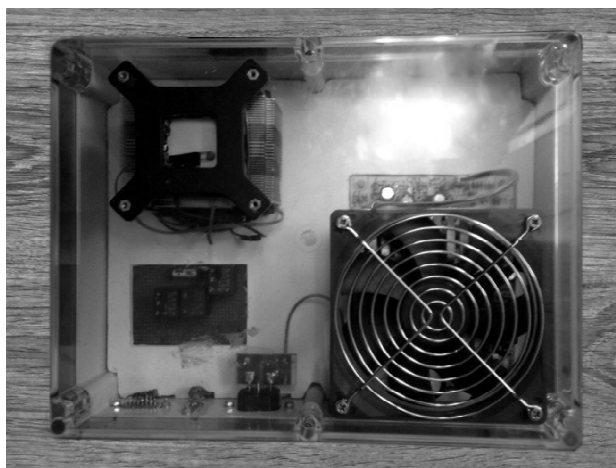


Рис 2. Установка с однокаскадным модулем Пельтье

– Стабилизация температурного режима рабочей поверхности в наших экспериментах напрямую зависела от температуры радиатора, причем при её повышении

улучшается стабилизация температуры рабочей поверхности. Так на (рис.3) представлен график температурной зависимости при нагреве радиатора до $T \approx 35^\circ\text{C}$. Через 120 секунд температура холодной стороны установилась на -12°C и стабилизировалась в интервале температур $\Delta T = 0,1^\circ\text{C}$. Таким образом, данную особенность можно использовать для более точной калибровки температуры, но в диапазоне рабочих температур ($0..-10^\circ\text{C}$).

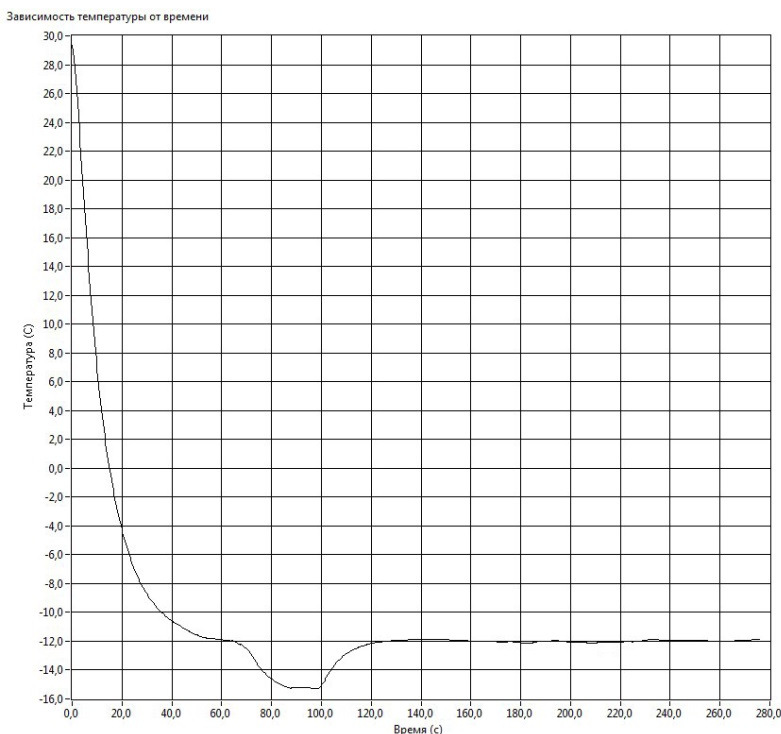


Рис. 3. График температурной зависимости при нагреве радиатора до $T \approx 35^\circ\text{C}$

Совокупность этих особенностей позволила получить стабильную отрицательную температуру на поверхности модуля.

Вывод:

Созданный лабораторный стенд позволяет:

1. Достичь максимальной отрицательной температуры -21°C .
2. Стабилизировать температурный режим до $\Delta T = 0,1^\circ\text{C}$
3. Проводить физические исследования с образцами в диапазоне температур от -15°C до $+60^\circ\text{C}$
4. Стабилизировать температурный режим полупроводникового лазера на уровне температур, необходимых для совмещения линии излучения лазера с линией поглощения исследуемого образца.

Список литературы

1. Каганов М.А., Привин М.Р. Термоэлектрические насосы. Л.: Энергия, 1970. 70 с.
2. Дьяченко Д.Ю., Чернов С.С. Исследование эффекта Пельтье и его практическое проведение. Режим доступа: http://conf.sfu-kras.ru/uploads/Studenty_SFU_PI_D.docx (дата обращения 26.04.2014).
3. Булат Л.П., Ведерников М.В., Вялов А.П. Термоэлектрическое охлаждение: текст лекций / под общ. ред. Л.П. Булата. СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. 58 с.
4. Установка термоэлектрических модулей. Режим доступа: <http://www.spf-modul.com/ru/support/installation.html> (дата обращения 26.04.2014).
5. Мега энциклопедия Кирилла и Мефодия. Режим доступа: <http://megabook.ru/article/ПЕЛЬТЪЕ%20ЭФФЕКТ> (дата обращения 26.04.2014).