

МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ»

Ворсин Николай Николаевич¹, Величко Любовь Алексеевна²,
Кушнер Татьяна Леонидовна³
^{1,2,3}УО «БрГТУ», г. Брест
¹vorsin@hotmail.com, ²phys@bstu.by

В статье описана методика лабораторной работы «Изучение термоэлектрических явлений», в которой управление измерениями и обработка результатов эксперимента проводятся с помощью компьютера. Благодаря такому подходу обучающиеся могут больше времени уделить изучению физических явлений, лежащих в основе эксперимента.

Ключевые слова: лабораторная работа, методика, компьютеризация измерений, эффективность.

METHODOLOGY OF LABORATORY WORK «STUDY OF THERMOELECTRIC PHENOMENA»

Vorsin Nikolai Nicolaevich¹, Velichko Lubov Alekseevna²,
Kushner Tatsiana Leonidovna³
^{1,2,3}BrSTU, Brest
¹vorsin@hotmail.com, ²phys@bstu.by

The article describes the methodology of laboratory work “Study of thermoelectric phenomena”, in which measurements control and processing of experimental results are carried out using a computer. Thanks to this approach, students can spend more time studying the physical phenomena underlying the experiment.

Keywords: laboratory work, methodology, computerization of measurements, efficiency.

Работа студента в физической лаборатории подчинена определенному алгоритму. Выполнение лабораторной работы начинается с изучения ее технического оснащения. Студент должен освоить элементы установки, связи между ними, методику работы на конкретных измерительных приборах. После соответствующей регистрации результатов эксперимента и их обработки следует проанализировать полученные зависимости, сделать вывод о закономерностях, проявившихся в выполненных опытах.

Предлагается вариант лабораторной работы по изучению физико-энергетических основ термоэлектрических процессов (см. рисунок). Мы не излагаем технических приложений теории, но стремимся подготовить студентов к непосредственному изучению прикладных возможностей явлений Зеебека [1, с. 454; 2, с.465] и Пельтье [1, с. 460; 2, с. 477].



Структурная схема лабораторной установки для изучения термоэлектрических явлений

Узел питания и сопряжения с компьютером позволяет пропускать через исследуемую термобатарею, состоящую из последовательно соединенных термоэлементов, постоянный ток и наблюдать эффект Пельтье, который проявляется как осязаемое пальцем охлаждение верхней поверхности батареи. В лабораторной установке термобатарея прижата нижней поверхностью к радиатору, который обдувается вентилятором. Благодаря этому нижняя поверхность имеет температуру близкую к комнатной.

Эффект Зеебека и оценка величины термоэдс осуществляется путем нагрева верхней поверхности батареи пальцем руки. Величина термоэдс U_T наблюдается на мониторе компьютера. Зная температуру пальца T_1 и комнатную температуру T_2 , можно вычислить коэффициент термоэдс:

$$\alpha = \frac{U_T}{T_1 - T_2}.$$

Реализация условий для наблюдения эффекта Пельтье достигается пропусканием через исследуемую термобатарею постоянного тока. Одновременно измеряется напряжение на батарее U_Z и возникающая вследствие разности температур термоэдс – U_T , для измерения которой ток через батарею кратковременно автоматически выключается. Оба измеряемых напряжения и величина тока индицируются в виде графиков на мониторе компьютера, с которого также осуществляется управление током. Для записи текущих значений тока и напряжений в специальном файле «actual.dat.» применяется команда «запомнить».

Используя полученные графики в области линейной зависимости U_Z от I и накопленные данные из файла, можно рассчитать при токе I термоэлектрическую эффективность (фактор добротности) исследуемой батареи:

$$z = \frac{4U_T}{T_2 \cdot (U_Z - U_T) - \frac{(U_Z - U_T)^2}{2\alpha}}.$$

Проблема термоэлектричества в приборостроении касается не только добротности термоэлектрического материала, но и рационального применения известных явлений для создания усовершенствованных, более эффективных термоэлементов: термоэлектрических генераторов электрической энергии, холодильных термоэлектрических устройств [3, с. 56] и т. д.

Предлагаемая лабораторная работа дает студентам возможность сопоставить теоретические аргументы [4, с. 22] с экспериментальными фактами. Используемое в методических указаниях изложение теории, а также компьютеризация процессов измерения и обработки полученных результатов способствуют усилению междисциплинарных связей в инженерном образовании и повышению качества подготовки специалистов [5, с. 693].

Источники

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб.: в 5 т. 4-е изд., стер. М.: Изд-во МФТИ, 2009. Т. 3. 656 с.
2. Поль Р.В. Учение об электричестве / пер. с нем. 2-е изд. М.: Физматлит, 1962. 516 с.
3. Дмитриева О.С., Дмитриев А.В. Система охлаждения масляного трансформатора с применением термоэлектрических модулей // Проблемы энергетики. 2015. № 11/12. С. 56–59.
4. Термоэлектрические генераторы / под ред. А.Р. Регеля. 2-е изд., пер. и доп. М.: Атомиздат, 1976. 318 с.
5. Новые тенденции и перспективы в совершенствовании качества преподавания физики в техническом вузе / Т.Л. Кушнер [и др.] // Информационные и инновационные технологии в науке и образовании: матер. V Всерос. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2020. С. 693–694.