

ТЕПЛОВОЙ АМПЕРМЕТР

Часто возникает вопрос: стоит ли заниматься изготовлением самодельных приборов по физике, когда промышленность выпускает их в достаточном количестве и высокого качества? Действительно, в обеспечении кабинета физики самодельные приборы давно уже не играют решающей роли. Однако полностью отказаться от их изготовления было бы неправильно, так как данный вид деятельности способствует развитию познавательного интереса к физике через ориентацию на активную самостоятельную познавательную и практическую деятельность учащихся. Таким образом, объектом нашего исследования является прибор тепловой системы, который не сложен в изготовлении и дешевле прибора, изготовленного промышленным способом.

Цель работы: разработать прибор для измерения тока, основанный на выделяющемся при его протекании тепле.

Задачи:

- 1) изучение принципа действия приборов тепловой системы;
- 2) изготовление теплового амперметра;
- 3) определение погрешностей прямых измерений данным прибором;
- 4) выявление достоинств и недостатков теплового амперметра;
- 5) обоснование малозатратности в изготовлении прибора;
- 6) определение практической значимости разработанного прибора.

Объект исследования: прибор тепловой системы.

Принцип действия приборов тепловой системы основан на изменении длины проводника, по которому протекает ток вследствие его нагревания.

Для изготовления теплового амперметра понадобились следующие принадлежности:

- 1) текстолит;
- 2) фторопласт;
- 3) бронзовые втулки (5 штук); 4) пружинка;
- 5) нихромовая проволока ($\varnothing 0,2$ мм);
- 6) медная проволока ($\varnothing 0,1$ мм);
- 7) шёлковая нить;

- 8) стрелка из тонкого металла;
- 9) корпус от мобильного телефона (что сделало прибор компактным и оригинальным).

Устройство теплового амперметра схематически показано на рисунке 1, где: АВ – нихромовая нить; DC – медная проволока; G – пружина; I – шкала амперметра; H – стрелка из тонкого металла; К – ось крепления стрелки; F – крепление пружины.

Градуировка шкалы прибора осуществлялась путем сравнения его показаний с фабричным, проверенным амперметром.

Изготовленным тепловым амперметром (рис. 2) было проведено 3 серии измерений (для 2 с протекания тока по нихромовой проволоке, для 3 с и 5 с).

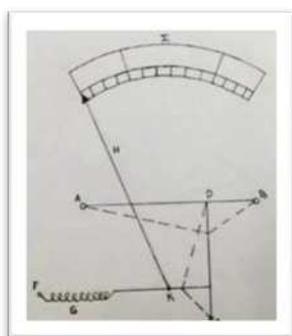


Рисунок 1

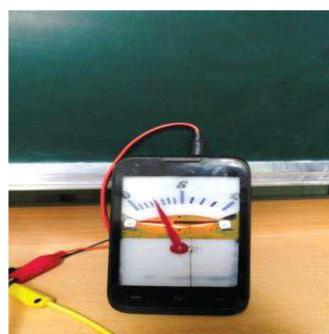


Рисунок 2

Полученные данные проанализированы (сила тока находилась в пределах от 1 А до 1,5 А) и отражены на диаграммах.

По экспериментальным данным первой серии измерений (таблица 1) рассчитывались погрешности прямых измерений силы тока.

Таблица 1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
Сила тока I, А	1,20	1,20	1,10	1,20	1,10	1,20	1,10	1,20	1,30	1,20	1,18

Так как, систематические погрешности – это погрешности, величина которых одинакова во всех измерениях, проводящихся одним и тем же методом с помощью одних и тех же измерительных приборов, в одних и тех же условиях, в учебных лабораториях эти погрешности обычно игнорируются и анализ их не проводится.

Для определения случайной погрешности были рассчитаны:

- 1) среднее арифметическое всех результатов измерений:

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=0}^n I_i}{n} = 1,18 \text{ А};$$

2) абсолютные погрешности отдельных измерений следующим образом: $\Delta I_1 = I_1 - \bar{I}$, $\Delta I_2 = I_2 - \bar{I}$, ..., $\Delta I_n = I_n - \bar{I}$ (таблица 2).

Таблица 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta I_{\text{случ}}$, А	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

3) средняя квадратичная погрешность:

$$S_{I_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta I_i^2}{n-1}} = 0,6 \text{ А};$$

4) стандартное отклонение среднего арифметического:

$$S_{\bar{I}} = \frac{S_{I_i}}{\sqrt{n}} = 0,02 \text{ А};$$

5) абсолютная случайная погрешность:

$$\Delta I_{\text{случ}} = t_{\alpha, n} \cdot S_{\bar{I}} = 2,3 \cdot 0,02 \text{ А} = 0,05 \text{ А},$$

где $t_{\alpha, n} = 2,3$ - коэффициент Стьюдента, $\alpha = 0,95$ - доверительная вероятность (задаётся при большинстве измерений).

Предполагая, что приборные погрешности, имеющие систематический характер, устранены, все приборные погрешности отнесли к случайным.

Относительная погрешность определялась следующим образом:

$$\varepsilon_I = \frac{\Delta I}{\bar{I}} \cdot 100 \% = \frac{0,05 \text{ А}}{1,18 \text{ А}} \cdot 100 \% = 4,24 \%$$

Запись окончательного результата измерения в интервальной форме:

$$I = \bar{I} \pm \Delta I; I = (1,18 \pm 0,05) \text{ А}; \varepsilon_I = 4,24 \%$$

(доверительная вероятность 0,95).

Достоинства теплового амперметра:

1. Не нуждается в долгой подготовке для начала измерений.
2. Универсальность применения.
3. Лёгок в обслуживании.
4. Не нуждается в дополнительных материалах для транспортировки.

Недостатки теплового амперметра:

1. Нагревающий элемент склонен к перегоранию.
2. Требуется постоянная корректировка положения нуля.
3. Измерение малых токов практически невозможно.

Прибор малозатратен в изготовлении, на что указывают следующие расчёты (таблица 3).

Таблица 3

Принадлежности	Кол-во	Цена, руб.	Цена, руб.	Из использованного ранее	Интернет-магазин		
Разъем от наушников			0				
Стрелка			0				
Текстолит			0				
Корпус			0				
Пружина			0				
Втулки (5 штук)	100	10	0,5		Deal.by		
Нихромовая проволока (4 см)	1 м	10	0,4		Deal.by		
Медная проволока (3 см)	1 м	3	0,09		Deal.by		
Шелковая нить (10 см)	10 м	1	0,01		Deal.by		
Фторопласт (6,5 см х 9 см)	50 х 50 см	10	0,234		Deal.by		
Провода с зажимами			3,80		Deal.by		
Тепловой амперметр	5,034 руб.						
Амперметр школьный лабораторный	33 руб.				Deal.by		

Выводы:

1. Принцип действия приборов тепловой системы основан на изменении длины проводника, по которому протекает ток вследствие его нагревания и так как количество теплоты, выделяемой током $Q = I^2Rt$, пропорционально квадрату силы тока и не зависит от направления тока, то приборы тепловой системы пригодны для измерения как на постоянном, так и на переменном токе (практическая значимость).

2. Универсальность теплового амперметра делает его наиболее приемлемым для практики радиолюбителя, а также для использования при проведении физического практикума в школе.

3. Максимальное значение измеряемой силы тока ограничено. Для расширения предела измерения теплового амперметра можно применять шунты.

4. Погрешность измерений (4,24 %) не превышает значения относительной погрешности в лабораториях физического практикума (1-10 %).

5. Тепловые приборы могут применяться не только как амперметры, но и как вольтметры. При работе прибора, как вольтметра, нужно стараться сделать его сопротивление как можно большим (перспектива совершенствования), применяя проволоку весьма малого диаметра из какого-либо сплава с большим удельным сопротивлением и увеличивая длину нагреваемой проволоки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амперметр // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Амперметр> / Дата доступа: 27.12.2019.

2. Байда, Л., Добротворский, Н., Душин, Е. и др. «Электрические измерения», М, «Энергия», 1980 г.

3. Электроизмерительные приборы, начала электрификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://controlengrussia.com/retrospektiva/jelektroizmeritelnye-pribory/>. Электроизмерительные приборы, начала электрификации Дата доступа: 10.01.2020.

УДК 620.92:635.2

Учащ. А. О. Устымчук
Науч. рук. Н. В. Устымчук, учитель физики
(ГУО «Одрижинская средняя школа» Ивановского района)

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОВОЩЕЙ

В работе осуществлена попытка поиска источников электрического тока в овощах, которые выращивают в нашей местности.

Цель работы: исследование химических источников электрического тока, создаваемых овощами и фруктами.

Задачи:

1. Изучить современные представления об источнике тока из овощей и фруктов.
2. Проанализировать их электропроводность.
3. Провести исследования фруктово-овощных батареек.
4. Выяснить, от каких факторов они зависят.

Методы исследования: теоретический, экспериментальный, наблюдение, сравнение, анализ.

Изучение проблемы получения электроэнергии позволило установить то, что все овощи и фрукты имеют небольшое количество электрического заряда. При определённых условиях они могут быть химическими источниками электрической энергии.

Практические действия по исследованию источников электрического тока в овощах были направлены на:

- выбор овощей, электрических приборов и электродов для протекания химических реакций;
- установление зависимости между вырабатываемым напряжением и химическим составом капусты, её массой и условиями её хранения; зависимости показаний вольтметра от использования различных электродов;
- использование сока капусты в качестве электролита;