

Гаврилова Е.А.,Оглоблин Г.В.

АмГПУ, Комсомольск на Амуре. Россия

ТЕПЛОВОЕ ПОЛЕ ПРОВОЛОЧНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

В работе показано как с помощью жидких кристаллов, рассчитать параметры проволочного сопротивления в электрической цепи.

Gavrilova E.A.,Ogloblin G.V.

AmGPGU, Komsomolsk-on-Amur. Russia

FIELD WIRE THERMAL RESISTANCE IN THE ELECTRICAL CIRCUIT

The paper shows how to use liquid crystals to calculate the parameters of resistance wire in an electrical circuit

На рис.1 дана, цепь, состоящая из источника питания 1 проволочного сопротивления 2, амперметра 3, вольтметра 4.Для постановки опыта необходим штатив 5, секундомер 6, кисть для жидких кристаллов 7, жидкие

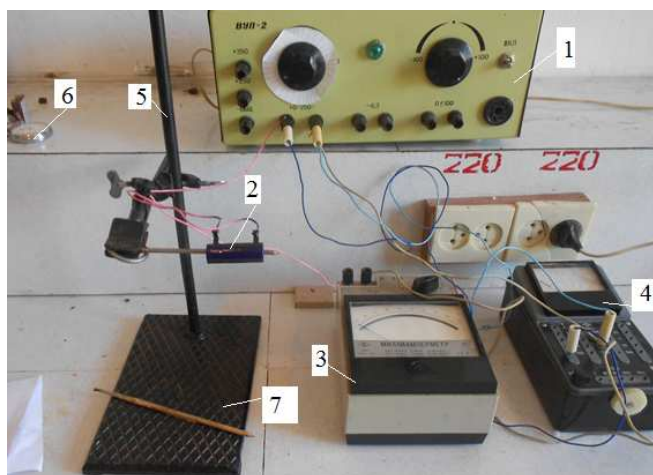


Рис.1. Установка для исследования динамики разогрева проволочного сопротивления ПЭ.1. Блок питания типа ВУП-2. 2.Проволочное сопротивление ПЭВ3. Амперметр. 4.Вольтметр. 5.Физический штатив. 6.Секундомер.

кристаллы холестерического типа с мезофазой 55-60°C, чёрный лак. Электронный фотоаппарат типа «Nokia» в режиме видео. Требуется, применяя жидкие кристаллы рассчитать не электрические параметры сопротивления 2.

Как известно при прохождении электрического тока через сопротивление R в нём согласно закону Джоуля – Ленца выделяется тепло:

$$Q_1 = k I^2 R t \quad (1)$$

При наличии измерительных инструментов определить, количества тепла изделия не проблема. Однако, в том случае, если требуется определить массу, удельную теплопроводность материала, сделать с помощью уравнения (1), не возможно.

Нанесём на зачернённую поверхность сопротивления плёнку жидких кристаллов холестерического типа с мезофазой $55-60^\circ\text{C}$. Включаем секундомер t , замыкаем цепь на сопротивление R , включаем фотокамеру. Напряжение, ток, время фиксируем с 1-по 12 кадр рис.2.

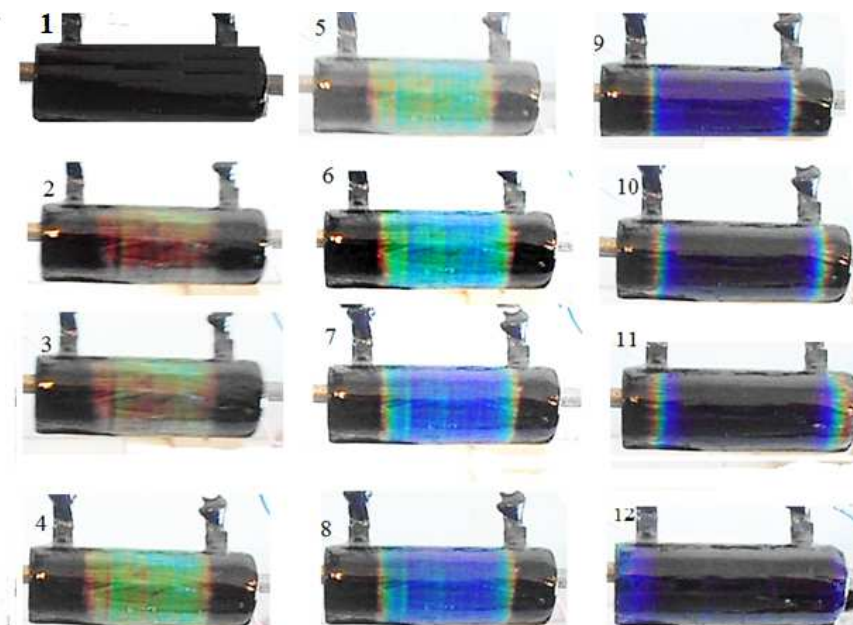


Рис.2. Тепловые поля проволочного сопротивления в интервале 0 - 27 с.. 1. $T_1 = 24^\circ\text{C}$, $t_1 = 1$ с; 2. $T_2 = 55^\circ\text{C}$, $t_2 = 5$ с; 3. $T_3 = 55,5^\circ\text{C}$, $t_3 = 6$ с ; 4. $T_4 = 56^\circ\text{C}$, $t_4 = 7$ с ; 5. $T_5 = 56,5^\circ\text{C}$, $t_5 = 8$ с ; 6. $T_6 = 56,8^\circ\text{C}$, $t_6 = 9$ с ; 7. $T_7 = 57^\circ\text{C}$, $t_7 = 10$ с ; 8. $T_8 = 57,5^\circ\text{C}$, $t_8 = 11$ с ; 9. $T_9 = 58^\circ\text{C}$, $t_9 = 12$ с ; 10. $T_{10} = 58,5^\circ\text{C}$, $t_{10} = 13$ с ; 11. $T_{11} = 59^\circ\text{C}$, $t_{11} = 15$ с ; 12. $T_{12} = 60^\circ\text{C}$, $t_{12} = 27$ с .

Если положить $Q_1 = Q_2$,

Где

$$Q_2 = C_v m (T_2 - T_1) \quad (2)$$

Тогда

$$k I^2 R t = C_v m (T_2 - T_1). \quad (3)$$

Откуда

$$m = \frac{kI^2Rt}{(T_2 - T_1)c_v}, \text{ где } c_v = 0,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ\text{С}}, \text{ берём из справочника.} \quad (4)$$

И наоборот, если известна масса, находим удельную теплоёмкость c_v :

$$c_v = \frac{kI^2Rt}{m(T_2 - T_1)} \quad (5)$$

Такой подход позволяет в пределах инструментальных погрешностей рассчитать отмеченные параметры по цветовой картине сопротивления. При этом следует помнить, что m в уравнении (4) это масса прогретого участка сопротивления в измеряемый момент времени, а не масса всего сопротивления в целом. Это видно по кадрам с 2 по 11 рис.2.

Литература.

1.Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Том 2. Физматгиз. М.1962.С.509.