

Саратовский государственный университет

Кафедра нелинейной физики

**ПРАКТИКУМ  
ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ  
И ТЕРМОДИНАМИКЕ**

**(Комплекс ЛКТ-9)**

**Упражнение 4.**

**Определение мощности, к.п.д.  
и теплоемкости электронагревателя.**

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе  
в интегрированном учебно-научном практикуме  
"Методика, технология и информационное обеспечение  
физического эксперимента"

2012 г.

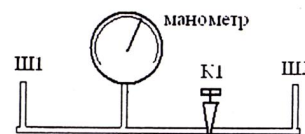
## Технические характеристики установки

Напряжение питания 220В, 50Гц

Потребляемая мощность водонагревателя (электрочайник) 2кВт

### Состав установки

1. Вольтметр стрелочный на приборной панели для измерения напряжения сети (0 – 250В)
2. Пневмосистема (кран-зажим и два штуцера, установленные внутри приборной панели). Нормальное положение крана – открытое, предохраняет пережимаемый силиконовый шланг от слипания.
3. Манометр на избыточное давление до 40 кПа (300мм.рт.ст.), установлен на приборной панели и входит в состав пневмосистемы. Исходное показание нулевое.
4. Секундомер. Управление секундомером осуществляется тремя кнопками. Кнопка "MODE" – выбор режима работы. В режиме секундомера кнопка ADVANCE поочередно запускает и останавливает отсчет времени. Если не сбрасывать отсчеты, то происходит суммирование измеряемых интервалов времени. Кнопка "SET", нажатая в процессе отсчета времени вместо кнопки "MODE", фиксирует показания дисплея, но не останавливает отсчета времени. При повторном нажатии этой кнопки показания дисплея будут соответствовать продолжающемуся отсчету времени. Кнопка "SET", нажатая при остановленном отсчете времени, сбрасывает (обнуляет) отсчет и показания дисплея.
5. Мультиметр с питанием от источника внутри приборной панели.
6. Калькулятор с питанием от собственной батареи.
7. Электроводонагреватель (чайник), используемый в качестве водяной бани и калориметра. Установлен на поддоне.
8. Баллон стеклянный объемом 1л, помещаемый в водонагреватель, с плотной крышкой с клапаном и штуцером для шлангов.
9. Баллон пластмассовый объемом 1л, на крышке которого смонтированы два штуцера для шлангов.
10. Шланги силиконовые длиной 600, 600 и 320мм.
11. Груша-помпа с винтовым зажимом и штуцером для шланга.
12. Дроссель-капилляр. Диаметр капилляра 0,26мм, длина 22мм.
13. Провода к мультиметру.
14. Термопара к мультиметру.
15. Мензурки на 1л и на 0,25л.
16. Флакон объемом 50мл со штуцером для шлангов на крышке.



### Перед началом практического этапа работы:

1. Включить установку в сеть 220В для питания мультиметра. При этом вольтметр должен показать напряжение сети (коэффициент шкалы вольтметра 5В/дел).
2. Подключить термопару к мультиметру (черная – СОМ, красная – VΩmA). При этом в состоянии измерения температуры мультиметр должен показывать значение комнатной температуры.

#### Упражнение 4.

#### Определение мощности, к.п.д. и теплоемкости электронагревателя.

##### Определение мощности.

1. Измерьте мультиметром сопротивление нагревателя электроводонагревателя (чайника).
2. Налейте в чайник 1л воды.
3. Включите чайник в сеть.
4. По данным напряжения электроводонагревателя при включенном чайнике и по измеренному значению внутреннего сопротивления, вычислите мощность чайника.
5. По паспортному значению мощности чайника рассчитайте его внутреннее сопротивление и сравните с измеренным значением.
6. Объясните возможные причины расхождения.

##### Определение к.п.д.

Будем считать, что средняя мощность потерь нагревателя  $\langle W' \rangle$  равна половине мощности потерь  $W'$  при остывании чайника, нагретого до температуры кипения воды:  $\langle W' \rangle = \frac{W'}{2}$ .

Количество тепла, затраченное на нагревание от температуры  $T_1$  до температуры кипения  $T_2$  за время  $t_1$ , будет равно:  $(W_0 - \langle W' \rangle) \cdot t_1 = (C_w + C) \cdot (T_2 - T_1)$  (1)

Здесь  $W_0$  – мощность нагревателя, измеренная в п1, в  $C_w$  – теплоемкость воды,  $C$  – теплоемкость чайника.

При остывании чайника до температуры  $T$  за время  $t$  будет выделено количество теплоты

$$W' \cdot t = (C_w + C) \cdot (T_2 - T) \quad (2)$$

Сопоставляя (1) и (2) получим выражение для мощности потерь:  $W' = \frac{W_0}{0,5 + \frac{t_2 \cdot (T_2 - T_1)}{t_1 \cdot (T_2 - T)}}$

1. Залить в чайник 1л холодной воды и через 1...2 минуты измерить ее температуру  $T_1$
2. Включить чайник и довести воду до кипения  $T_2$  за время  $t_1$
3. Выключить нагреватель и через время  $t = 3$  мин измерить температуру воды  $T$
4. Рассчитать мощность потерь по полученной формуле и определить по полученным данным к.п.д. чайника.

##### Определение теплоемкости чайника.

1. Измерить температуру  $T_1$  горячей воды в чайнике (можно использовать воду предыдущего опыта или вскипятить новую и немного охладить ее)
2. Залить холодную воду в мерный стакан до объема 1л и измерить ее температуру  $T_2$ .
3. Вылить горячую воду из чайника и сразу же залить холодную из мерного стакана.
4. Подождать 2...3 минуты и измерить температуру воды в чайнике  $T_3$ .
5. Рассчитать теплоемкость чайника по формуле  $C = C_w \cdot \frac{(T_3 - T_2)}{(T_1 - T_3)}$  (получить самостоятельно).

*Примечание: Все манипуляции с горячей и холодной водой необходимо произвести предельно быстро, чтобы измеренные значения температур горячего чайника  $T_1$ , температура холодной воды  $T_2$  и чайника после нагревания залитой холодной воды  $T_3$ , не успели существенно измениться*

6. Произвести не менее трех серий измерения теплоемкости, каждый раз начиная с других значений начальной температуры горячего чайника.

##### Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука. 1989. §§ 4...8, 97.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа. 1981. §§ 50, 52.