

Работа 2.11

Определение удельной теплоты перехода воды в пар при температуре кипения

Оборудование: источник электрического тока, регулятор напряжения, нагреватель, колба с водой, водяной холодильник, амперметр, вольтметр, сосуд для сбора сконденсированного пара, весы, мензурка.

Введение

Для того чтобы испарение жидкости происходило при постоянной температуре, к ней необходимо подводить определенное количество теплоты. Величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо подвести к единице массы жидкости для превращения ее в пар при постоянной температуре, называется *удельной теплотой перехода жидкости в пар*. Удельная теплота перехода жидкости в пар зависит от природы жидкости, а также является функцией температуры. С уменьшением температуры, удельная теплота перехода жидкости в пар возрастает, с увеличением — уменьшается, и в критическом состоянии она равна нулю. В работе определяется удельная теплота парообразования при температуре кипения жидкости.

Описание установки и метода. Схема установки для определения удельной теплоты перехода показана на рис. 2.13. Колба с водой плотно закрывается резиновой пробкой, через которую проходят выводы спирали, являющейся нагревателем, а также трубка для отвода пара в конденсатор K , где он превращается в воду, которую собирают в процессе проведения измерений в специальный сосуд.

Для нагревания спирали используется переменный ток, напряжение которого можно изменять при помощи регулятора напряжения. Если воду в колбе нагреть до температуры кипения и дать ей кипеть 10 — 15 мин, то за это время

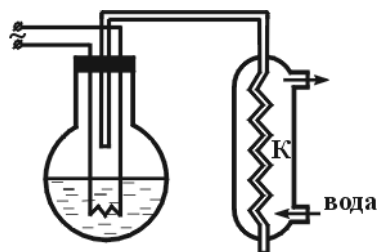


Рис. 2.13

установка прогревается настолько, что процессы, которые будут происходить в ней, можно считать стационарными (независимыми от времени). При этом устанавливается постоянная разность температур между колбой и окружающей

средой и весь образующийся за некоторое время пар, при прохождении через конденсатор успеет превратиться в воду за это же время.

Электрический ток, проходящий по спирали нагревателя, нагревает ее, выделяя за время t количество теплоты:

$$Q = I_1 U_1 t,$$

где I_1 — величина тока, U_1 — напряжение.

Теплота, выделяемая спиралью, идет на превращение жидкости в пар при температуре кипения T_k и на нагревание окружающей среды q :

$$I_1 U_1 t = Q_1 + q.$$

Если за это время испарилась масса воды m_1 , то $Q_1 = m_1 \lambda$ и тогда

$$I_1 U_1 t = m_1 \lambda + q.$$

Если изменить величину тока в цепи нагревателя, то за это же время t испарится масса воды m_2 ; при этом

$$I_2 U_2 t = m_2 \lambda + q.$$

Из последних двух равенств получим:

$$\lambda = \frac{(I_1 U_1 - I_2 U_2) t}{(m_1 - m_2)}. \quad (1)$$

Эта формула является рабочей для определения удельной теплоты перехода λ .

Порядок выполнения работы

1. При помощи водопроводного крана установите некоторый определенный поток воды через конденсатор.

2. Включите регулятор напряжения в электрическую сеть и установите на нагревателе напряжение 160 В.

3. Через 10 — 15 мин после того, как вода в колбе закипит, начните измерения.

4. В сухой специальный сосуд собирайте конденсат в течение 5 мин, определите его массу m_1 , запишите величину тока I_1 и напряжения U_1 .

5. Установите на спирали напряжение 140 В и повторите измерения (m_2 , I_2 , U_2) за то же время ($t = 5$ мин).

6. Определите удельную теплоту парообразования по формуле (1).

7. Для определения нескольких значений λ и ее среднего значения, опыт повторите несколько раз при разных значениях тока и напряжения ($U_3 = 120$ В, $U_4 = 100$ В).

8. Сделайте оценку погрешностей полученных результатов.

9. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ п/п	U , В	I , А	t , с	m , кг	λ , Дж /кг
-------	---------	---------	---------	----------	--------------------



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют парообразованием? При каких процессах оно происходит?
2. Охарактеризуйте физический процесс, называемый испарением жидкости? От чего зависит интенсивность испарения?
3. Что называется кипением жидкости? При каком условии оно происходит?
4. Что называют теплотой парообразования и удельной теплотой парообразования? Назовите единицы их измерения.
5. Что называют конденсацией пара?
6. Как рассчитать количество теплоты при переходе жидкости в пар или при конденсации пара?
7. От чего зависит удельная теплота парообразования?
8. Чему равно количество теплоты, выделяемой спиралью при пропускании тока?
9. Получите рабочее выражение для определения удельной теплоты парообразования. Получите ее размерность.