

## Отчет о выполнении работы №2.1.1.

Воейко Андрей Александрович, Б01-109

Долгопрудный, 2022

## 1 Аннотация

В работе измеряется повышение температуры воздуха в зависимости от мощности подводимого тепла и расхода при стационарном течении через трубу. После исключения тепловых потерь по результатам измерений определяется теплоемкость воздуха при постоянном давлении.

## 2 Теоретические сведения

Уравнение теплоемкости тела для какого-то процесса имеет вид:

$$C = \frac{\delta Q}{dT}, \quad (1)$$

где  $C$  — теплоемкость тела,  $\delta Q$  — количество теплоты, полученное телом,  $dT$  — изменение температуры тела. В нашем же случае в качестве тела выступает воздух, а нагрев недостаточен для того, чтобы привести к значительному увеличению давления. Следовательно, в опыте измеряется теплоемкость воздуха при постоянном давлении.

Удельная же теплоемкость определяется по следующей формуле:

$$c_p = \frac{N - N_{lost}}{q\Delta T}, \quad (2)$$

где  $c_p$  — удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении,  $N$  и  $N_{lost}$  — мощности нагрева и потерь соответственно,  $q$  — массовый расход воздуха, а  $\Delta T$  — изменение температуры воздуха до и после нагрева.

Расход воздуха найдем по формуле:

$$q = \rho \frac{\Delta V}{\Delta t}, \quad (3)$$

где  $\Delta t$  — время, за которое некоторый объем  $\Delta V$  прошел через нагреватель, а  $\rho$  — плотность воздуха, которую можно получить путем сложения плотности сухого воздуха  $\rho_0 = \frac{\mu P}{RT}$ , где  $P$  — атмосферное давление,  $T$  — температура воздуха,  $\mu = 29,0$  — средняя молярная масса сухого воздуха; и абсолютной влажности воды  $\rho_w = \phi \rho_{\max}$ , где  $\phi$  — относительная влажность,  $\rho_{\max}$  — максимальная влажность воздуха при данной температуре воздуха:  $\rho = \rho_0 + \rho_w$ .

Предполагая, что в условиях, когда  $\Delta T \ll T$ , зависимость мощности потерь  $N_{lost}$  от изменения температуры  $\Delta T$  можно считать линейной, получаем:

$$N_{lost} = \alpha \Delta T, \quad (4)$$

где  $\alpha$  — некоторая константа.

Поскольку вся электрическая мощность нагревателя расходуется на нагрев проходящего воздуха и на потери, справедливо следующее уравнение:

$$N = c_p q \Delta T + N_{lost} = (c_p q + \alpha) \Delta T \quad (5)$$

Отсюда можно получить  $c_p$ :

$$c_p = \frac{N/\Delta T - \alpha}{q} \quad (6)$$

### **3 Оборудование и экспериментальные погрешности**

В работе используются: теплоизолированная стеклянная трубка; электронагреватель; источник питания постоянного тока; амперметр; вольтметр; термopара, подключенная к микровольтметру; компрессор; газовый счётчик; секундомер.

**Амперметр**