

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.1.1**

Измерение удельной теплоёмкости воздуха при постоянном  
давлении

Пилюгин Л. С.  
Б02-212  
4 февраля 2023 г.

# 1 Аннотация

**Цель работы:** измерить повышение температуры воздуха в зависимости от мощности подводимого тепла и расхода при стационарном течении через трубу; исключив тепловые потери, по результатам измерений определить теплоёмкость воздуха при постоянном давлении.

**Оборудование:** теплоизолированная стеклянная трубка; электронагреватель; источник питания постоянного тока; амперметр, вольтметр (цифровые мультиметры); термопара, подключенная к микровольтметру; компрессор; газовый счётчик; секундомер.

## 2 Теоритические сведения

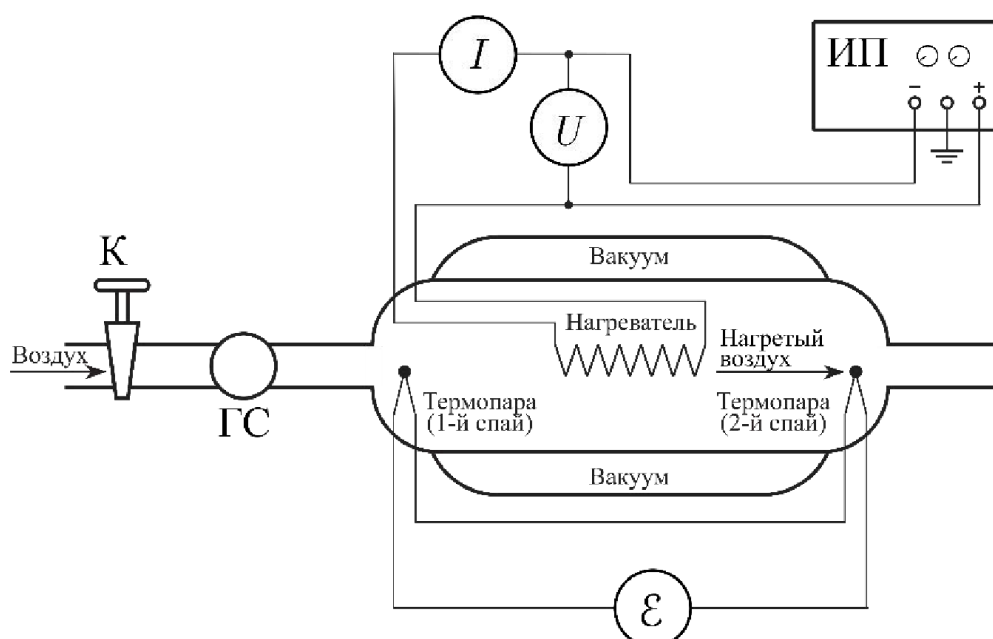
Теплоёмкость газов неудобно измерять в калориметрах, т.к. их теплоёмкость много меньше теплоёмкости калориметра, из-за чего измерения неточны. Для увеличения количества нагреваемого газа его пропускают через калориметр, внутри которого установлен нагреватель. При этом измеряются мощность нагревателя, масса воздуха, протекающего в единицу времени и приращение его температуры.

Тогда удельная теплоёмкость газа при постоянном давлении  $c_p$  равна

$$c_p = \frac{N - N_{\text{пот}}}{q \Delta T}$$

$N$  — мощность нагревателя,  $N_{\text{пот}}$  — мощность потерь,  $q$  — расход газа,  $\Delta T$  — приращение его температуры.

## 3 Оборудование



Воздух, нагнетаемый компрессором, прокачивается через калориметр. Калориметр представляет собой стеклянную цилиндрическую трубку с двойными стенками, запаянными с торцов. На внутреннюю поверхность стенок трубки нанесено серебряное покрытие для минимизации потерь тепла за счёт излучения. Воздух из пространства между стенками калориметра откачан для уменьшения теплопроводности.

Нагреватель расположен в потоке воздуха. Он подключен к источнику питания, сила тока  $I$  и напряжение  $U$  которого измеряются мультиметрами. Мощность нагрева  $N = IU$ .

Разность температур измеряется по ЭДС  $\varepsilon$  на термопаре, спаи которой находятся в струях входящего и выходящего воздуха. Она пропорциональна разности температур  $\Delta T$ :  $\varepsilon = \beta \Delta T$ .  $\beta = 40,7 \frac{\text{мкВ}}{^\circ\text{C}}$ . ЭДС регистрируется микровольтметром.

Объём воздуха, прошедшего через калориметр измеряется газовым счётчиком. Для регулировки расхода используется кран. Время прохождения воздуха  $\Delta t$  измеряется секундометром. Массовый расход  $q$  равен

$$q = \rho_0 \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$\rho$  — плотность воздуха при комнатной температуре.

$$\rho_0 = \frac{\mu P_0}{RT_0}$$

$P_0$  — атмосферное давление,  $T_0$  — комнатная температура,  $\mu = 29,0 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ .

Мощность теплопотерь  $N_{\text{пот}}$  пропорциональна разности температур:

$$N_{\text{пот}} = \alpha \Delta T$$

Тогда

$$N = (c_p q + \alpha) \Delta T$$

В эксперименте следует провести измерение зависимости  $\Delta T(N)$  при нескольких фиксированных значениях расхода  $q$  воздуха.

Важно добиться стационарного состояния. Время установления может достигать 15 минут. Снятие показаний рекомендуется проводить, когда показания вольтметра, подключенного к термопаре, не меняются в течение минуты. Охлаждение занимает около 30 минут, поэтому при измерениях мощность нагрева нужно увеличивать постепенно.

## 4 Результаты измерений

## 5 Вывод