
Лабораторная работа 1.3.3

Измерение вязкости воздуха по течению в тонких трубках
Карташов Константин Б04-005

I. Анотация

Цель работы:

1. Экспериментально исследовать свойства течения газов по тонким трубкам при различных числах Рейнольдса
2. Выявить область применимости закона Пуазейля и с его помощью определить коэффициент вязкости воздуха

Оборудование:

- ▷ Система подачи воздуха (компрессор, соединяющие трубки)
 - ▷ Газовый счётчик барабанного типа
 - ▷ Спиртовой микроманометр с регулируемым наклоном
 - ▷ Набор трубок различного диаметра с выходами для подсоединения микроманометра
 - ▷ Секундомер
-

II. Теоретическая часть

III. Экспериментальная часть

i. Описание экспериментальной установки

Через кран К в экспериментальную установку попадает газ под давлением чуть более высоким, чем атмосферное. За краном К установлен U-образный манометр показывающий разницу в давлении между входящим воздухом и атмосферой. Если давление в установке поднимается выше допустимого вода в манометре поднимается в баллон Б, который издаёт звук оповещающий экспериментатора. Далее воздух проходит через газовый счётчик, измеряющий объём прошедшего через него газа. После этого газ проходит через одну из двух трубок с заглушками, к которым можно подключать концы микроманометра.

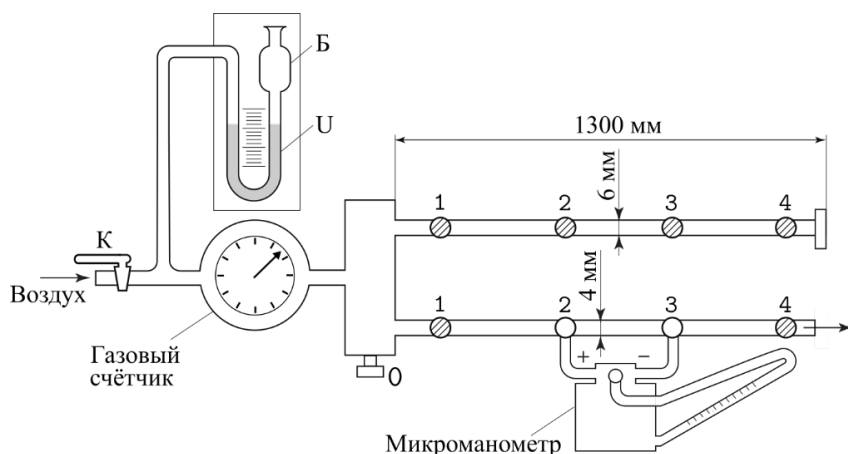


Рис. 1: Экспериментальная установка

ii. Ход эксперимента

I. Подготовим установку к работе:

1. Ознакомимся с устройством и характеристиками приборов (газового счётчика и спиртового микроманометра); Проверим их предварительную настройку и регулировку согласно техническому описанию установки;
2. Ознакомимся с измерительными шкалами приборов, запишем рабочий диапазон и цену деления; предварительно оценим инструментальные погрешности (по паспортам приборов и/или по цене деления их шкал).

II. Проведём предварительный запуск установки и убедимся в её работоспособности:

1. Подсоединим манометр к двум соседним выводам на конце одной из трубок (рекомендуется начать с трубки диаметром $d \approx 4$ мм). Убедимся, что все отверстия, кроме одного – выходного – плотно завинчены пробками.
2. Убедимся, что кран К, соединяющий компрессор с установкой, закрыт. Включим компрессор. Переведите рычажок микроманометра в рабочее положение (+).
3. Медленно приоткрывая кран К и непрерывно контролируя показания микроманометра, создадим небольшой поток воздуха через трубку.
4. Пронаблюдаем за показаниями приборов в зависимости от интенсивности потока через трубку. Убедимся в том, что при неизменном положении крана К показания манометра стабильны, а стрелка расходомера вращается равномерно.

III. Измерим параметры окружающей среды: **температуру, влажность воздуха и атмосферное давление**. В ходе дальнейшей работы проследим за этими показаниями и при необходимости зафиксируем их изменения. Запишем **диаметры трубок** (указаны на установке). Зарисуем схему расположения измерительных отверстий на трубках с указанием расстояний между ними.

IV. Проведите предварительные расчёты:

1. Рассчитаем значение расхода $Q_{кр}$, при котором число Рейнольдса в трубке станет равным критическому $Re_{кр} \approx 10^3$. Для предварительной оценки примем вязкость воздуха равной $\eta_{возд} \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$, плотность воздуха определим по уравнению идеального газа. В качестве характерной скорости потока используем её среднее значение $\bar{u} = Q/\pi R^2$.
2. По формуле Пуазейля *7* рассчитайте соответствующий перепад давления выбранном вами участке $\Delta P_{кр}$. Выразим значение $\Delta P_{кр}$ в делениях шкалы микроманометра.
3. По формуле *8* оценим длину $l_{уст}$, на которой течение можно считать установившимся при $Re \approx Re_{уст}$. Проверим, можно ли считать установившимся течение на участке, выбранном для проведения измерений.

V. Меняя расход воздуха краном К и наблюдая за столбиком спирта в микроманометре, визуально определим границу перехода $\Delta P_{кр}$ ламинарного течения к турбулентному (турбулентный режим характеризуется заметными пульсациями давления во времени). Сравним полученное экспериментально $\Delta P_{кр}$ оценкой, проведенной в п. 4.

VI. Подберём параметры измерения расхода газа $Q = \Delta V/\delta t$, так чтобы его относительная погрешность составила не более $\varepsilon = 1\%$.

- 1.

iii. Обработка экспериментальных данных

IV. Выводы
