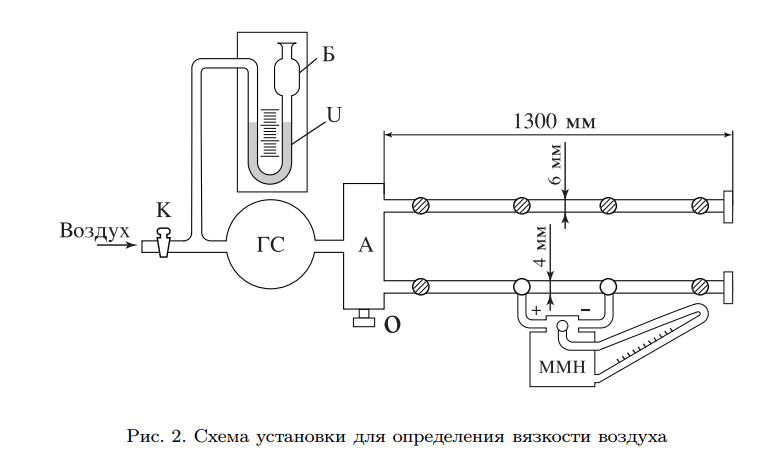
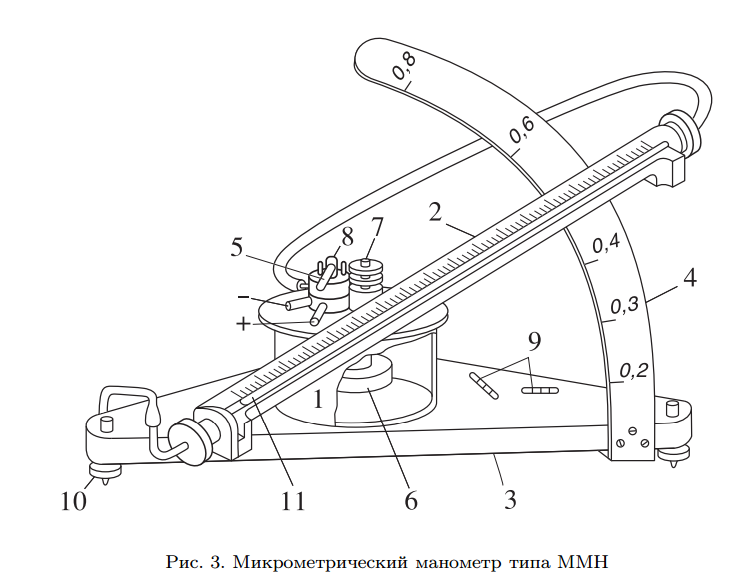
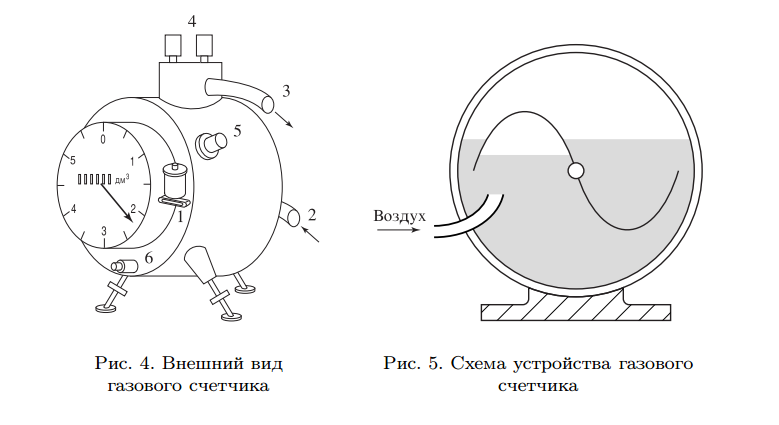
**Лабораторная работа 1.1.3. Определение вязкости воздуха по скорости течения через тонкие трубки.**

Цель работы: экспериментально выявить участок сформированного течения, определить режимы ламинарного и турбулентного течения; определить число Рейнольдса.

В работе используются: металлические трубки, укрепленные на горизонтальной подставке; газовый счетчик; микроманометр типа ММН; стеклянная U-образная трубка; секундомер.



*1 – сосуд со спиртом, 6 – цилиндр, погружающийся в 1 и устанавливающий мениску жидкости на 0, 7 – винт, регулирующий цилиндр, 9 – уровни, 10 – регулировка уровней (ровное положение), 8 – кран режима («0» - установка мениска жидкости, «+» - произведение рабочих измерений, 5 – рычажок смены режима.*



**Данные измерений**:

1. **Оценка расстояния, на котором происходит формирование потока при ламинарном течении**:

|  |  |
| --- | --- |
| Первая трубка |  |
| Вторая трубка |  |
| Третья трубка |  |

1. **Измерение вязкости воздуха**:

*Первая трубка:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*Вторая трубка:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*Третья трубка:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Ход работы:**

1. Измерим вязкость воздуха. Для этого на третьей трубке снимем зависимость :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

*Строим график зависимости разности давлений на отрезке трубки от потока газа через нее:*

Как видно из графика, при потоке большем движение газа становится турбулентным. При меньших значениях видна линейная зависимость, движение ламинарно.

При помощи МНК находим коэффициент линейной зависимости для ламинарного потока:

Для

Погрешности оцениваем по формулам:

При этом нужно понимать, что получившиеся по формулам МНК значения погрешностей окажутся меньше реальных, т.к. метод применяется всего к 5 значениям.

В итоге имеем:

– коэффициент линейной зависимости от

При ламинарном течении движение воздуха описывается формулой Пуазейля:

Подставляя в формулу найденный коэффициент, получаем:

1. Для переходной области между ламинарным и турбулентным течениями вычисляем число Рейнольдса:

Плотность воздуха берем равной , наиболее подходит в качестве переходной точка с тогда:

1. Строим график зависимости давления от длины вдоль трубки:

График для трубы 3,

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Оценим длину участка, на котором поток формируется по формуле, :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

*График для трубы 1:*

1. Проверим формулу Пуазейля. Для этого на концах двух труб снимем зависимость . Исходя из результатов предыдущего опыта можно утверждать, что поток на этих участках ламинарен, а значит имеет место формула:

*Для трубы с :*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*Для трубы с :*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

При этом, для каждой трубы, т.к. поток ламинарен, . По МНК находим и – коэффициенты линейной зависимости для каждой из труб. А значит формула имеет вид

*(погрешность произведения – по стандартной формуле)*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| *Первая труба* |  |  |
| *Третья труба* |  |  |

Из МНК получаем коэффициент линейной зависимости .

**Выводы:**

1. На графике четко видно начало турбулентности и линейная зависимость на ламинарном участке.
2. Полученное экспериментально значение имеет небольшую относительную погрешность, лежит в пределах погрешности от табличного, что говорит об удачном проведении опыта.
3. Число Рейнольдса, полученное в результате опыта имеет соответствующее для переходного от ламинарного к турбулентному потоку значение
4. В первой трубе по расчетам ламинарный поток начинается примерно в 39 сантиметрах от начала. При этом из графика видно, что на расстоянии 40,5 см поток все еще не ламинарен. Несоответствие, скорее всего, вызвано неточностью оценки.

В третьей трубе поток должен устанавливаться на расстоянии см. Из графика видно, что он становится ламинарным между и сантиметром от начала трубки, что соответствует теоретический расчетам

1. Опытным путем установлен показатель степени r равный , что близко к теоретическому предположению – 4, значит опыт можно считать удачным.