МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Энергетический институт**

**Направление** – 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

**Кафедра** – Теоретической и промышленной теплотехники

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Отчет по лабораторной работе по дисциплине
«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Выполнил студент группы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (ФИО)

Проверил \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (ФИО)

Томск – 2019

**Цель работы**

Целью данной работы является:

* экспериментальное определение коэффициента местного гидравлического сопротивления на вентиль при различных режимах;
* построение зависимости коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.

**Задание**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Ознакомиться с инструкцией по выполнению лабораторной работы.
3. Снять требуемые показания с приборов.
4. Сделать расчеты и занести в отчет:
* все используемые численные величины для расчетов **(расчеты следует выполнять в единицах СИ**);
* окончательный числовой результат с указанием единиц измерения (внести заданные величины и все величины, которые необходимо определить в табл. 1).
1. Сделать выводы.
2. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *W*, л | *t*, с | *Q*, л/с | *V*, м/с | *P*1*/*ρ*g*, мм | *P*2*/*ρ*g*, мм | *h*вен, мм | Re | ζэ |
| 1 | 2,6 | 21 |  |  | 700 | 82 |  |  |  |
| 2 | 2,6 | 17,64 |  |  | 600 | 155 |  |  |  |
| 3 | 2,6 | 16,55 |  |  | 550 | 211 |  |  |  |
| 4 | 2,6 | 15,5 |  |  | 500 | 260 |  |  |  |
| 5 | 2,6 | 13,74 |  |  | 390 | 361 |  |  |  |

**Расчеты**

Проведем расчет для первого экспериментального значения.

Расход:

$$Q=\frac{W}{t}=\frac{2,6}{21}=0,124 л/с$$

Скорость:

$$v=\frac{4Q}{πd^{2}}=\frac{4∙0,124∙10^{-3}}{π∙0,011^{2}}=1,30 м/с$$

Скоростной напор:

$$\frac{v^{2}}{2g}=\frac{1,30^{2}}{2∙9,81}=0,087 м$$

Потери напора:

$$h\_{w}=\frac{v^{2}}{2g}∙ζ$$

где $ζ-$ коэффициент местного сопротивления;

$λ-$ коэффициент гидравлического трения;

d – диаметр трубы, м.

 Коэффициент местного сопротивления, полученный по результатам эксперимента:

$$ζ\_{э}=\frac{h\_{w}}{\frac{v^{2}}{2g}}$$

 Разность пьезометрических напоров по данным эксперимента:

$$h\_{w}=\frac{p\_{1}}{ρg}-\frac{p\_{2}}{ρg}=700-82=618 мм=0,618 м$$

$$ζ\_{э}=\frac{0,618}{0,087}=7,1$$

Число Рейнольдса рассчитываем по формуле:

$$Re=\frac{v∙d}{ν}$$

где ν − кинематическая вязкость жидкости, $м^{2}/с.$

Принимаем значение кинематической вязкости воды ν = 1,01∙10-6 м2/с

$$Re=\frac{1,30∙0,011}{1,01∙10^{-6}}=14196$$

Расчеты для других экспериментальных данные рассчитываем аналогично, результат помещаем в Таблицу 2.

**Таблица 2.** Результаты обработки данных эксперимента.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | *W*, л | *t*, с | *Q*, л/с | *V*, м/с | *P*1*/*ρ*g*, мм | *P*2*/*ρ*g*, мм | *h*вен, мм | Re | ζэ |
| 1 | 2,6 | 21 | 0,124 | 1,30 | 700 | 82 | 618 | 14196 | 7,1 |
| 2 | 2,6 | 17,64 | 0,147 | 1,55 | 600 | 155 | 445 | 16900 | 3,6 |
| 3 | 2,6 | 16,55 | 0,157 | 1,65 | 550 | 211 | 339 | 18013 | 2,4 |
| 4 | 2,6 | 15,5 | 0,168 | 1,77 | 500 | 260 | 240 | 19233 | 1,5 |
| 5 | 2,6 | 13,74 | 0,189 | 1,99 | 390 | 361 | 29 | 21697 | 0,1 |

Строим график зависимости коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.



**Рис. 1.** График зависимости коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса

**Выводы**

 ***С ростом числа Рейнольдса коэффициент местного сопротивления уменьшается.***

**Контрольные вопросы**

**1.** Как определить режим течения жидкости в круглой трубе?

Для определения режима течения жидкости в круглой трубе необходимо рассчитать число Рейнольдса по формуле:

$$Re=\frac{v∙d}{ν}$$

где v – скорость жидкости, м/с;

d – диаметр трубы, м;

ν − кинематическая вязкость жидкости, $м^{2}/с.$

Если число Рейнольдса больше 2320, то режим течения турбулентный, в противном случае – ламинарный.

**2.** Что такое пьезометрический напор?

Пьезометрический напор − это потенциальная энергия единицы массы воды, сосредоточенная в геометрической точке, находящаяся на какой либо высоте над нулевой плоскостью и выражаемая в единицах длины

**3.** Какому виду энергии соответствует скоростной напор?

Скоростной напор соответствует кинетической энергии потока.

**4.** Какой вид энергии затрачивается на данное местное сопротивление?

 При прохождении местного сопротивления скорость потока не уменьшается, поэтому кинетическая энергия не уменьшается. Преодоление местного сопротивления происходит с затратой потенциальной энергии потока.

**5.** Приведите примеры других местных сопротивлений в трубопроводах.

Сопротивление входа в трубу

Сопротивление внезапного расширения или сжатия

Сопротивление при повороте трубы

Сопротивление выхода из трубы в бак.