ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II»**

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

**Лабораторная работа №1**

|  |  |
| --- | --- |
| По дисциплине: | Теплообмен |
|  | (наименование учебной дисциплины согласно учебному плану) |

|  |  |
| --- | --- |
| Тема работы: | Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении воздуха |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил: студент гр. | | |  | АПГ-22 |  |  |  | Скрябнев А.В. | |
|  | | |  | (шифр группы) |  | (подпись) | |  | (Ф.И.О.) |
|  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дата ­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Проверил  руководитель работы: |  | ассистент |  |  |  | Лебедик Е.А. |
|  |  | (должность) |  | (подпись) |  | (Ф.И.О.) |

Санкт-Петербург

2024

Цель работы

Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции воздуха вблизи горизонтальной трубы.

Основные теоретические сведения

Процесс конвективного теплообмена между поверхностью твердого тела и окружающей средой (жидкостью, газом) подчиняется весьма сложным закономерностям. Интенсивность этого процесса зависит от многих параметров, характеризующих свойства, состояние и режим перемещения среды, а также форму и размеры твердого тела. Так как математическое описание процесса конвективного теплообмена встречает непреодолимые затруднения, при его изучении за основу принимают более простую общую закономерность, называемую уравнением Ньютона-Рихмана.

Согласно закону Ньютона (1643-1717) и Рихмана (1711-1753гг.) тепловой поток от нагретой поверхности в окружающую среду в процессе теплоотдачи определяется по уравнению:



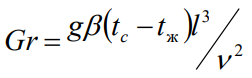
Каждый из безразмерных параметров имеет определенный физический смысл. Их принято обозначать первыми буквами фамилий ученых, внесших существенный вклад в изучение процессов теплопереноса и гидродинамики, и называть в честь этих ученых. Число Нуссельта (1887—1957 гг.):



Число Прандтля (1875—1953):



Число Грасгофа:



При свободной конвекции температура жидкости (газа) в пограничном слое изменяется от tc до tж а ее скорость, равная нулю у стенки, проходит через максимум и снова падает до нуля на некотором удалении от стенки.

Для расчета средних коэффициентов теплоотдачи в случае ньютоновских жидкостей (газов) пользуются следующей формулой:



Количество тепла, передаваемое конвекцией от наружной поверхности трубы, определяется по уравнению:



Ход работы

Длина рабочего участка трубы, м -0,02

Диаметр трубы, м – 0,5

Степень черноты трубы – 0,35

Таблица 1 – Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | U, B | I, A | Q(н), Вт | Т(1), С | Т(2), С | Т(3), С | Т(ср), С |
| 1 | 5 | 0,05 | 0,25 | 22,2 | 21,7 | 22,2 | 22,03 |
| 2 | 10 | 0,09 | 0,9 | 24,2 | 23,7 | 24,2 | 24,03 |
| 3 | 15 | 0,12 | 1,8 | 28,2 | 27,7 | 28,2 | 28,03 |
| 4 | 20 | 0,18 | 3,6 | 30,7 | 30,2 | 30,7 | 30,53 |
| 5 | 25 | 0,2 | 5 | 35,7 | 35,2 | 35,7 | 35,53 |

Далее рассчитаем тепловой поток излучения и теплоотдачи. В таблице 2 представлены результаты расчётов.

, где:

Таблица 2 - Расчёты теплового потока

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Q(н), Вт | Q(л), Вт | Q(к), Вт |
| 1 | 0,25 | 0,0013182 | 0,2486818 |
| 2 | 0,9 | 0,0017123 | 0,8982877 |
| 3 | 1,8 | 0,0027214 | 1,7972786 |
| 4 | 3,6 | 0,0035189 | 3,5964811 |
| 5 | 5 | 0,0055524 | 4,9944476 |

Рассчитаем безразмерные характеристики Nu и Gr. Pr можно подобрать по таблице, зная температуру воздуха.

Результаты расчётов представлены в таблице 3. Требуемая характеристика представлена на рисунке 2.

Таблица 3 – Расчёты безразмерных характеристик

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| α | Nu | Gr | Pr |
| 1,472 | 0,011193 | 500,7371134 | 0,702 |
| 0,087 | 0,0006606 | 30544,96391 | 0,702 |
| 0,059 | 0,0004452 | 90633,41752 | 0,702 |
| 0,083 | 0,0006088 | 128188,701 | 0,7 |
| 0,073 | 0,0005331 | 203299,268 | 0,7 |

Рисунок 2 – График зависимости безразмерных характеристик

Таблица 3 – Расчёты безразмерных характеристик

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| α | Nu | Gr | Pr | A |
| 1,472 | 0,011193 | 500,7371134 | 0,702 | 0,67781 |
| 0,087 | 0,0006606 | 30544,96391 | 0,702 | 0,710905 |
| 0,059 | 0,0004452 | 90633,41752 | 0,702 | 1,0259753 |
| 0,083 | 0,0006088 | 128188,701 | 0,7 | 1,7845059 |
| 0,073 | 0,0005331 | 203299,268 | 0,7 | 2,1582397 |

Вывод

В ходе выполнения работы были определены коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции воздуха вблизи горизонтальной трубы. Построен график зависимости безразмерных характеристик.