МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА «ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА»

СЕМЕСТРОВАЯ РАБОТА №2

«ТЕПЛОПЕРЕДАЧА»

Выполнил: студент группы АТ-312

Литвинов Александр Владимирович

Проверил: Галимов Марат Мавлютович

ВОЛГОГРАД 2003

*Задание*:

В теплообменном аппарате вертикальная плоская стенка толщиной δ = 5,5 мм, длиной l = 1,45 м и высотой h = 0,95 м выполнена из стали с коэффициентом теплопроводности λс = 50 Вт/(мК) (рис. 1). С одной стороны она омывается продольным вынужденным потоком горячей жидкости (воды) со скоростью w = 0,525 м/с и температурой tж1 = 80 ºС (вдали от стенки), с другой стороны – свободным потоком атмосферного воздуха с температурой tж2 =10 ºС.

W

λc

tж1 tж2

q h

δ l

*Требуется*:

1. Определить плотность теплового потока q. Результаты расчетов занести в таблицу. Лучистым теплообменом пренебречь из-за малых значений и .



2. Провести расчетное исследование вариантов интенсификации теплопередачи при неизменной разности температур между горячим и холодным теплоносителями.

2.1. Определить коэффициент теплопередачи при:

а) увеличении в 5, 10, 15 раз коэффициентов теплопередачи α1, α2 и поверхности стенки F как со стороны горячей жидкости (), так и со стороны воздуха () .



б) замене стальной стенки на латунную () , алюминиевую () и медную () с коэффициентами теплопроводности соответственно , , .



Результаты расчетов занести в таблицу.

2.2. Определить степень увеличения коэффициента теплопередачи при изменениии каждого из варьируемых факторов σi по формуле: , где K, Ki – коэффициенты теплопередачи до и после интенсификации теплопередачи.



Результаты расчетов свести в таблицу.

2.3. Обозначив степень изменения варьируемых факторов через z, построить в масштабе (на одном рисунке) графики: , , , , .



2.4. Проанализировать полученные результаты и сформулировать выводы о целесообразных путях интенсификации теплопередачи.

*Решение*:

1. Для нахождения коэффициентов теплоотдачи α необходимо выбрать уравнения подобия и найти числа подобия.

При вынужденном обтекании плоской поверхности может быть использовано следующее уравнение подобия:

;



Для воды при температуре 80ºС характерны следующие параметры:

; ; ;



;



=> с = 0,037; n1 = 0,8; n2 = 0,43;



Зададимся температурами поверхностей стенки со стороны охлаждаемой и нагреваемой сред. Учитывая рекомендации (для металлических стенок в первом приближении можно принять; температура стенки всегда ближе к температуре той среды, со стороны которой α выше; при вынужденном движении величина α обычно значительно больше, чем при свободном), выбираем .



При температуре 75ºС .



;



При свободном движении (естественной конвекции) вдоль вертикальных поверхностей может быть использовано следующее уравнение подобия:

;



Для воздуха при температуре 10ºС характерны следующие параметры:

; ;



а при температуре 75ºС .



;



;



;



;



Коэффициенты теплоотдачи:

;



;



Коэффициент теплопередачи K для плоской стенки:

;



Плотность теплового потока:

;



Проверка правильности принятия для температур и для расчета:



;



;



Отклонения:

=> допустимо;



=> допустимо;



Таблица 1

Результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| α1,  Вт/(м2К) | α2,  Вт/(м2К) | 1/ α1,  м2К/Вт | 1/ α2,  м2К/Вт | δ/λс,  м2К/Вт | R,  м2К/Вт | K,  Вт/(м2К) | q, Вт/(м2К) |
| 2697,662 | 6,990 | 0,0004 | 0,1431 | 0,0001 | 0,1436 | 6,9666 | 487,662 |

2.1.Коэффициенты теплопередачи при изменении каждого из варьируемых факторов:

;



;



;



;



;



Таблица 2

Результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  |
| 6,9810 | 6,9828 | | 6,9834 | | 6,9810 | | 6,9828 | | 6,9834 | | 34,3725 | | 67,6277 |
| Вт/(м2К) | | | | | | | | | | | | | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| 99,8191 | | 34,3725 | | 67,6277 | | 99,8191 | | 6,9693 | | 6,9706 | | 6,9713 | |
| Вт/(м2К) | | | | | | | | | | | | | |

2.2. Степень увеличения коэффициента:

;



;



;



;



;



;



;



;



;



;



;



;



;



;



Таблица 3

Результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  |
| 1,0021 | 1,0023 | | 1,0024 | | 1,0021 | | 1,0023 | | 1,0024 | | 4,9339 | | 9,7074 |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| 14,3282 | | 4,9339 | | 9,7074 | | 14,3282 | | 1,0004 | | 1,0006 | | 1,0007 | |

2.3.Графики:,,,,.Наклонная линия характеризует 2 наложенных друг на друга графика функций и . Линия, почти параллельная оси абсцисс, характеризует 3 наложенных друг на друга графика функций , и .



2.4. Выводы:

1. из таблицы 1 видно, что величину полного термического сопротивления и коэффициента теплопередачи определяет термическое сопротивление теплоотдачи со стороны стенки, омываемой свободным потоком атмосферного воздуха.

2. из графика, таблиц 2 и 3 видно, что увеличение коэффициента теплоотдачи и поверхности стенки со стороны горячей жидкости, а также изменение материала стенки практически не увеличивают теплопередачу. А увеличение коэффициента теплоотдачи и поверхности стенки со стороны воздуха является эффективным средством ее интенсификации, поскольку термическое сопротивление со стороны стенки, омываемой свободным потоком атмосферного воздуха, вносит наибольший вклад в полное термическое сопротивление теплопередачи.

3. необходимо уменьшать наибольшее из частных термических сопротивлений, предварительно численно вычислив каждое сопротивление.