ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Расчетно-графическая работа

Тепловой расчет контейнера с естественной циркуляцией воздуха

Омск 2006

**Исходные данные:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер профиля: АМг6 П500-70 | Материал стенки | ВТ-1 |
| Размеры профиля | Толщина внешней стенки | 1,5 мм |
| Толщина внутренней стенки | 1,5 мм |
| Материал изоляции | 2003 |
| Наружный диаметр | 1800 мм |
| Длина контейнера | 10000 мм |
| Количество шпангоутов | 16 |
| Температура внешней среды  | 270 К |
| Температура внутри контейнера | 300 К |
| Скорость набегающего потока | 15 м/с |
| Скорость воздуха внутри контейнера | 1,5 м/с |

Разобьем продольное сечение стенки ТК на характерные слои:

Рис.1. Расчетная схема

1. Определение коэффициентов теплопроводности слоев

Коэффициенты определяются по следующей формуле:

.

1.Слой 0-1

За неимением сведений о теплопроводности сплава ВТ-1, возьмем теплопроводность сплава ВТ3-1: .

Коэффициент теплопроводности:

,

2.Слой 1-2

Площадь шпангоутов:

;

Площадь изоляции:

Коэффициент теплопроводности:

3.Слой 2-3

Площадь шпангоутов:

;

Площадь изоляции:

Коэффициент теплопроводности:

4.Слой 3-4

Площадь шпангоутов:

;

Площадь изоляции:

Коэффициент теплопроводности:

5.Слой 4-5

Коэффициент теплопроводности:

,

2.Определение термического сопротивления

Суммарное термическое сопротивление определяется по формуле:

.

Получим:

; ;

; ;

.

3. Определение суммарного коэффициента теплопередачи от внутреннего воздуха к внутренней стенке

Коэффициент определяется как следующая сумма:

Конвективная составляющая

Характерный размер:

Перепад температур:

.

Коэффициент температурного расширения:

.

Критерий Грасгофа

,

где - кинематическая вязкость воздуха при температуре внутри контейнера

.

Критерий Нуссельта вычисляем по следующей формуле:

.

Конвективный коэффициент теплопередачи

( - теплопроводность воздуха при температуре внутри контейнера):

.

Лучистая составляющая

Приведенная степень черноты:

,

где ;

;

.

.

Лучистый коэффициент теплопередачи ( - коэффициент излучения абсолютно черного тела):

.

Суммарный коэффициент теплопередачи от внутреннего воздуха к внутренней стенке:

.

4. Определение суммарного коэффициента теплопередачи от внешней стенки к внешнему воздуху

Коэффициент определяется как следующая сумма:

Конвективная составляющая

Число Рейнольдса:

,

где - скорость ветра;

 - кинематическая вязкость воздуха при температуре снаружи контейнера.

.

При критерий Нуссельта рассчитывается по такой формуле:

.

Конвективный коэффициент теплопередачи

() - теплопроводность воздуха при температуре снаружи контейнера):

.

Лучистая составляющая

Приведенная степень черноты: .

Перепад температур: .

Лучистый коэффициент теплопередачи:

.

Суммарный коэффициент теплопередачи от внешней стенки к внешнему воздуху:

.

4. Определение коэффициента теплопередачи от внутреннего воздуха к внешнему воздуху

Определим соотношение диаметров:

.

При таком соотношении можно считать стенки как плоские. В этом случае искомый коэффициент ищется следующим образом:

.

5. Проверка правильности выбора перепадов температур

Расчетная температура внутренней стенки:

,

Где ;

.

.

Расчетная температура внешней стенки:

,

где .

.

Погрешности:

;

.

Погрешности больше 0,05%, поэтому необходимо повторить расчет, приняв скорости, полученные в первом приближении.

6. Повторный расчет с расчетными температурами

Суммарный коэффициент теплопередачи от внутреннего воздуха к внутренней стенке

Конвективная составляющая

Перепад температур:

.

Критерий Грасгофа

.

Критерий Нуссельта:

.

Конвективный коэффициент теплопередачи:

.

Лучистая составляющая

Лучистый коэффициент теплопередачи:

.

Суммарный коэффициент теплопередачи от внутреннего воздуха к внутренней стенке:

.

Определение суммарного коэффициента теплопередачи от внешней стенки к внешнему воздуху

Конвективная составляющая не меняется: .

Лучистая составляющая

Перепад температур:

.

Лучистый коэффициент теплопередачи:

.

Суммарный коэффициент теплопередачи от внешней стенки к внешнему воздуху:

.

Коэффициент теплопередачи от внутреннего воздуха к внешнему воздуху

.

Расчетная температура внутренней стенки:

,

где ;

.

.

Расчетная температура внешней стенки:

,

где .

.

Погрешности:

;

.

Погрешности меньше 0,05%, поэтому расчет можно прекратить.

7. Определение суммарной мощности нагревательных элементов

Площадь поверхности:

.

Необходимая для обогрева мощность:

.

Мощность нагревательных элементов в киловаттах:

.

**Список использованных источников**

1. Шалай В.В. Термостатирование транспортных контейнеров. Учебное пособие. Омск: ОмПИ, 1982. 82 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т 3. – 8-е изд. перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.