Федеральное агентство по образованию Российской Федерации

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

Расчетно – графические работы №1, №2.

Выполнил: студент гр № 07-41 Гараева А.И.

Шифр 11-06-023

Проверил: преподаватель Замалеев З.Х.

Казань 2010

**Расчетно – графическая работа. Вариант №8.**

1. **Расчет теплообменного аппарата «труба в трубе».**

Задание: Определить поверхность нагрева и число секций теплообменника типа «труба в трубе». Нагреваемая жидкость (вода) движется по внутренней стальной трубе () диаметром  и имеет температуры: на входе , на выходе 

Расход нагреваемой жидкости 

Тепло к нагреваемой жидкости передается от конденсирующегося в кольцевом канале между трубами пара. Температура конденсации 

Расположение теплообменника – горизонтальное, длина одной секции 

К пояснительной записке приложить эскизный чертеж теплообменника. Размеры наружной трубы выбрать конструктивно.

**Расчет.**

Тепловой расчет теплообменных аппаратов основан на совместном решении уравнения теплового баланса и уравнения теплопередачи. Из первого уравнения можно найти количество тепла, расходуемого на тепловой процесс, а также расходы теплоносителей. Второе уравнение позволяет определить поверхность теплообмена, необходимую для проведения теплового процесса.

* 1. **Определение количества передаваемого тепла и расхода пара.**

Уравнение теплового баланса имеет вид:

 (1.1)

где –  - количество передаваемого тепла, Вт

 - расходы, соответственно греющего и нагреваемого теплоносителей, кг/с.

 - изменение энтальпии соответствующих теплоносителей, Дж/кг

При отсутствии изменения агрегатного состояния

 (1.2)

где – средняя удельная теплоемкость жидкого теплоносителя в интервале температур от  до , 

 и  – начальная и конечная температуры теплоносителя, 

С учетом (1.2) уравнение (1.1) примет вид

 (1.3)

Тогда расход греющего пара определиться как

 (1.4)

 - соответственно, энтальпии греющего пара и конденсата, .









* 1. **Определение поверхности теплообмена.**

Необходимая для теплового процесса поверхность теплообмена определяется из уравнения

 (1.5)

где *К –* коэффициент теплопередачи, 

 - средний температурный напор, 

*F –* поверхность теплообмена, 

Из (1.5) имеем:

 (1.6)

Характер зависимости для расчета  определяется направлениями возможного движения теплоносителей, в рассматриваемой задаче:

 (1.7)

где 

 







При расчете теплообменных аппаратов с тонкостенными трубами () можно пользоваться формулой для коэффициента теплопередачи через плоскую стенку

 (1.10)

который и заложен в уравнениях (1.5) и (1.6)

 - толщина стенки трубы, 



 - коэффициент теплопроводности материала трубы.

Коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке  может быть определен по формуле:

 (1.11)

где  - приведенный критерий Рейнольдса – вычисляется по критериальной зависимости (4.15) [2];





 - температура стенки со стороны пара – в первом приближении





*В* – комплекс, значение которого приведены в табл.4.13 [2].

При   



 

 



Коэффициент теплоотдачи  от стенки к движущейся жидкости рассчитывается по формуле:

 (1.12)

где  - вычисляется по критериальным зависимостям (4.6 – 4.9) [2] в зависимости от значения 

 - коэффициент теплопроводности жидкого теплоносителя, 



В критериальных зависимостях  и  определяется при температуре

 

а  - при температуре

 

где перепад температур в стенке 

 (1.13)



Критерий Рейнольдса для воды:

 где  - кинематическая вязкость воды







 





По найденным величинам  и  рассчитывается коэффициент теплопередачи *К.*



Затем проверяется принятое значение . Если принятая и рассчитанная по соотношению

 (1.14)

величины отличаются более чем на 5%, задаемся новым значением  и повторяем расчет.

 

Величины отличаются более чем на 5%, поэтому задаемся новой температурой стенки 



Рассчитанные аналогично по выше приведенным формулам величины:







  

Ошибка менее 5%.

Рассчитав далее поверхность теплообмена по (1.6), определяем число секций по формуле:



, где  - поверхность теплообмена одной секции.

 где  - диаметр (наружный) паровой трубы (принимаем конструктивно)





1. **Расчет количества тепла и пара при испарении жидкости с открытой поверхности.**

**Задание:** Определить количество тепла и пара, поступающее в воздух помещения с открытой поверхности ванны с водой. Длина ванны , ширина . Температура воды в глубине – . Ванна находится в зоне действия воздушного потока, имеющего скорость  параметры воздуха: температура – , барометрическое давление – . Относительная влажность воздуха – 

* 1. **Определение количества пара, поступающего в воздух.**

Количество пара (испарившейся жидкости) определяется по формуле:

 (2.1)

где  - коэффициент массоотдачи, *м/с*:

*D* – коэффициент диффузии, :

*L* – определяющий размер, *м*:

 - вычисляется по критериальному уравнению (4.16) [2] в зависимости от значений

*Ar и Pr*;





*F* – площадь поверхности испарения, *м2*.

Концентрация водяного пара в воздухе определяется по уравнению состояния

 (2.2)

*р* – парциальное давление пара при температуре паровоздушной смеси, *Па* – определяется по таб.11 [2];

 - универсальная газовая постоянная, ;

 - молекулярная масса пара, *кг/кмоль*.

*Тn* – абсолютная температура поверхности жидкости. 

 - концентрации водяного пара, соответственно над поверхностью жидкости и в окружающей среде, *кг/м3*;





В качестве определяющей берется

, где  - температура поверхности жидкости, -принимается на 2 *0С* ниже .



Значение коэффициента диффузии *Dтабл* приводится в табл.2 [2]. Для расчета *D* на нужную температуру *Т* можно воспользоваться формулой

 (2.3)







* 1. **Определение количества тепла, переносимого в воздух.**

Общее количество тепла, отдаваемое поверхностью жидкости при испарении, составляет:

 (2.5)

где  - количество тепла, переносимого в воздух вместе с паром, *Вт*;

 - количество тепла, переносимого в воздух помещения конвективным путем, *Вт*;

 - количество тепла, отдаваемого поверхностью воды излучением, *Вт*.

Составляющие уравнения (2.5) определяются по формулам:

 или  (2.6)

  (2.7)

 (2.8)

В формулах (2.6 – 2.8):

 - коэффициент конвективной теплоотдачи, ;

*Nu* – вычисляется по уравнению (4.16) [2] в зависимости от значений *Ar и Pr*;



 - приведенная степень черноты системы – в условиях помещения можно принять  - 0.9;

*Со*=5,67 – коэффициент излучения абсолютно черного тела, 





 - коэффициент теплопроводности жидкости













Список использованных источников

1. Кушнырев В.И., Лебедев В.И., Павленко В.А. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Стройиздат, 1986. – 464с.
2. Справочные таблицы теплофизических свойств веществ. – Казань: Офсет КГАСА, 2001, - 26с.