ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Химической технологии и промышленной экологии»

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2**

**Расчет теплообменного аппарата кожухотрубчатого типа.**

Выполнил: студент 3 - ИТ - III

Шибаев Владимир

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись)

Проверил: Филлипов В.В,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись)

**Содержание.**

1. Задание на расчет кожухотрубчатого теплообменника……………………1
2. Расчет кожухотрубчатого теплообменника
3. Расчет средней разницы температур между теплоносителями......2
4. Расчет средней температуры каждого теплоносителя….......……...2
5. Теплофизические свойства теплоносителей при их средних температурах………………………………………………………………………2
6. Расчет объемного и массового расхода теплоносителя.....................3
7. Расчет тепловой нагрузки на аппарат..................................................3
8. Расчет массового и объемного расхода хладагента...........................3
9. Расчет средней скорости потока хладагента.......................................3
10. Расчет критерия Рейнольдса и режим движения каждого потока....3
11. Расчет ориентировочных коэффициентов теплоотдачи для каждого потока……………………………………………………………………………...3
12. Расчет ориентировочного коэффициента теплопередачи без учета загрязнения стенки..................................................................................................5
13. Расчет ориентировочного коэффициента теплопередачи с учета загрязнения стенки..................................................................................................5
14. Расчет температуры стенки со стороны каждого потока и перерасчет значений коэффициентов теплопередачи, теплоотдачи, удельной теплопроводимости.....................................................................................5
15. Расчет необходимой площади теплообмена......................................7
16. Подбор диаметров штуцеров для ввода и вывода потоков...............7
17. Расчет гидравлического сопротивления трубного и межтрубного пространств, исходя из допустимых скоростей их движения...........................7
    1. Выводы и рекомендации..................................................................................9
    2. Библиография...................................................................................................10

**РАСЧЕТ КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА**



1. Расчет средней разницы температур между теплоносителями

Для этого определим среднюю разность температур при прямотоке теплоносителей:

1. 50
2. 40
3. 10



Для этого определим среднюю разность температур при противотоке теплоносителей:

1. 50
2. 20
3. 30



Так как внутри двух ходового кожухотрубчатого теплообменника нет четко определенного тока теплоносителей, то найдем среднюю температуру между противотоком и прямотоком, которая и будет использоваться в дальнейших расчетах:



1. Рассчитаем среднюю температуру каждого теплоносителя:





1. Выпишем теплофизические свойства теплоносителей при их средних температурах.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Горячий теплоноситель (1) | | | | Хладагент (2) | | | |
| октан | | | | вода | | | |
| ρ1, кг/м3 | С1, Дж/кгК | μ1, Па с | λ1, Вт/(м К) | ρ2, кг/м3 | С2, Дж/кгК | μ2, Па с | λ2, Вт/(м К) |
| 657 | 2056 | 0,000306 | 0,1095 | 996 | 4180 | 0,000804 | 0,618 |

1. Рассчитаем массовый и объемный расходы теплоносителя:





1. Рассчитаем тепловую нагрузку аппарата:

Так как в заданном нам процессе не происходит изменение агрегатного состояние ни вещества теплоносителя, ни вещества хладагента, то тепловая нагрузка находится по формуле



1. Рассчитаем массовый и объемный расход хладагента:

Исходя из теплового баланса и ранее найденной тепловой нагрузки на аппарат, получим:





1. Рассчитаем среднюю скорость хладагента:



1. Рассчитаем критерий Рейнольдса и режим движения каждого потока:

 - развитое турбулентное движение

 - развитое турбулентное движение

1. Рассчитаем ориентировочные коэффициенты теплоотдачи для каждого потока.

Коэффициент теплоотдачи находится по формуле . Для расчета необходимо подобрать критериальное уравнение расчета критерия Нуссельта.

Так как горячий поток движется турбулентно в прямых трубах, то критериальное уравнение для расчета критерия Нуссельта будет выглядеть так:

, где для охлаждающихся жидкостей при допустимой погрешности,  - коэффициент зависящий от геометрии аппарата и режима движения потока берется их таблицы 2,  - критерий Прандтля.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение Re | Отношение L/d | | | | |
| 10 | 20 | 30 | 40 | 50 и более |
| 10000 | 1,23 | 1,13 | 1,07 | 1,03 | 1 |
| 20000 | 1,18 | 1,1 | 1,05 | 1,02 | 1 |
| 50000 | 1,13 | 1,08 | 1,04 | 1,02 | 1 |
| 100000 | 1,1 | 1,06 | 1,03 | 1,02 | 1 |
| 1000000 | 1,05 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1 |

Коэффициент Прандтля находится по формуле:



Подставляя вышеполученное, находим критерий Нуссельта и ориентировочный коэффициент теплоотдачи:





Так как холодный поток поперечно обтекает пучок гладких труб при их шахматном расположении, при турбулентном режиме движения жидкости, то критериальное уравнение для нахождения критерия Нуссельта имеет вид:

, где  - критерий Прандтля, для нагревающихся жидкостей при допустимой погрешности, - коэффициент учитывающий влияние угла атаки φ находится по таблице 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| φ | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |
|  | 1 | 1 | 0,98 | 0,94 | 0,88 | 0,78 | 0,67 | 0,52 | 0,42 |

Коэффициент Прандтля находится по формуле:



Подставляя вышеполученное, находим критерий Нуссельта и ориентировочный коэффициент теплоотдачи:





1. Рассчитаем ориентировочный коэффициент теплопередачи без учета загрязнений стенки

, где  - коэффициент теплопроводности стенки теплообменника



1. Рассчитаем ориентировочный коэффициент теплопередачи с учета загрязнений стенки

Найдем термическое сопротивление стенки и загрязнений:



Ориентировочный коэффициент теплопередачи с учетом загрязнения стенки:



1. Рассчитаем температуру стенки со стороны каждого потока и перерасчет значений коэффициентов теплопередачи, теплоотдачи, удельной теплопроводимости.



Определим ориентировочно значения  и , исходя из того что

, где сумма 

Найдем:









Проверка суммы : 

Исходя из этого, получим





Введем поправку к коэффициенты теплоотдачи, определив .

Критерий Прандтля для октана при 

, где  - найдены с помощью метода кусочно-линейной интерполяции и сведены в таблицу 4.

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Св-ва потока (1) при t'ст1 | | |
| Сст1, Дж/кгК | μст1, Пас | λст1, Вт/мК |
| 2105,35684 | 0,00036 | 0,14824 |



Критерий Прандтля для воды при 

, где  - найдены с помощью метода кусочно-линейной интерполяции и сведены в таблицу 5.

Таблица 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Св-ва потока (2) при t'ст2 | | |
| Сст2, Дж/кгК | μст2, Пас | λст2, Вт/мК |
| 4180 | 0,0007 | 0,6328 |



Коэффициенты теплоотдачи:

для октана



для воды



Исправленные значения К, q, tст1, tст2









Дальнейшее уточнение α1, α2 и других величин не требуется так как расхождение между α1,  и α2,  и других не превышает 5%.

1. Рассчитаем необходимую площадь поверхности теплообмена



С запасом в 10% 

1. Подберем диаметры штуцеров для ввода и вывода потоков, исходя из допустимых скоростей их движения.

. Выбираем из стандартного ряда диаметр входного и выходного штуцера для горячего потока 

. Выбираем из стандартного ряда диаметр входного и выходного штуцера для холодного потока , так как расчетное значение больше чем стандартное изделие, то необходимо увеличить количество штуцеров для холодного потока.

1. Рассчитаем гидравлическое сопротивление трубного и межтрубного пространств.

Гидравлическое сопротивление в трубном и межтрубном пространстве складывается потерь на трение и местных сопротивлений.

, где  - формула Блазиуса, для турбулентного движения в гладких трубах, - сумма коэффициентов учитывающих разные местные сопротивления, в частности для трубного пространства характерны местные сопротивления вида: «вход в трубу», «выход из трубы», где таких местных сопротивлений n штук (n – количество трубок). Исходя из этого . Тогда гидравлическое сопротивление:



Гидравлическое сопротивление в межтрубном пространстве:

, где  - сумма коэффициентов учитывающих разные местные сопротивления, в частности для трубного пространства характерны местные сопротивления вида: «вход в трубу», «выход из трубы», «внезапное расширение», «внезапное сужение», «поворот потока». Исходя из этого . Тогда гидравлическое сопротивление:



**ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.**

Необходимый процесс охлаждения провести в заданном нам аппарате не возможно, так как площадь поверхности теплообмена у заданного аппарата много меньше необходимой (). Чтобы проводить заданный процесс необходимо либо изменить конструкцию аппарата (увеличить количество ходов, «оребрить» трубки), что несомненно приведет к большим денежным затратам и сложностью обслуживания самого аппарата, либо последовательно выстроить 4 таких аппарата, что в существенной мере сократит расходы на обслуживание, но монтаж такой системы и ее «большие площади» приведут к росту постоянных затрат.

**БИБЛИОГРАФИЯ.**

1. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов. – 12-е изд., стереотипное. Перепеч. с изд. 1987 г. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 575 с.
2. Измайлов В.Д., Филлипов В.В. Справочное пособие для расчетов по процессам и аппаратам химической технологии. Самара, СамГТУ, 2006, 43 с.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. – 11-е изд., стереотипное доработанное. Перепеч. с изд. 1973 г. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005 – 753 с.