**4.1 Определение теплового баланса установки**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

44

2ХТб1.2.07.030000ПЗ

Разраб.

Горелов Д.А.

Провер.

Телеш В.В.

Реценз.

Н. Контр.

Телеш В.В.

Утверд.

Телеш В.В.

4 Тепловой расчет

Лит.

Листов

*9*

Кафедра ТПНП

где – тепло, подводимое соответственно исходной смесью и кипятильником;

– тепло, отводимое соответственно дистиллятом, кубовой жидкостью, дефлегматором;

– потери тепла в окружающую среду, принимаем 5 % от .

Из уравнения теплового баланса рассчитываем количество тепла, которое надо подводить с греющим паром в кипятильнике.

где – теплоёмкости соответственно дистиллята, кубовой жидкости и исходной смеси [2, с. 4];

– удельная теплота конденсации паров дистиллята [2, с. 20].

Определение расхода пара в кипятильник

где – удельная теплота конденсации паров воды [4, т. LXII, с. 549].

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

45

2ХТб1.2.07.030000ПЗ

**4.2 Расчёт подогревателя исходной смеси**

Рассчитаем теплообменный аппарат для подогрева питающей смеси перед подачей в колонну до температуры кипения. Нагрев производится греющим паром с абсолютным давлением 0,35 МПа. Расход питающей смеси G = 3,7 кг/с.

Температура конденсации водяного пара tпара = 137,9 . Температуру исходной смеси определим по t – x – y диаграмме (рисунок 3.10), которая равна 94 . Направляем в трубное пространство смесь этанола и воды, в межтрубное – водяной пар.

Определение средней разности температур

следовательно использовать можем лишь формулу 4.78, [4, с. 169].

Определение тепловой нагрузки аппарата и расхода теплоносителя

Составляем уравнение теплового баланса:

Расход теплоты на нагрев питающей смеси определим по уравнению:

где – теплоёмкость при средней температуре смеси, .

Расход греющего пара:

где – удельная теплота парообразования пара, [4, т. LVII].

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

46

2ХТб1.2.07.030000ПЗ

Определение ориентировочной поверхности теплообмена

Ориентировочные значения коэффициента теплопередачи от конденсировавшегося пара к органическим жидкостям составляет 120 – 340, а от конденсировавшегося пара к воде 800 – 3500 , [4, т. 4.8, с. 172]. Учитывая, что в исходной смеси находится лишь 0,14 % (масс.) этанола, то:

Минимальную и максимальную величины площади теплообмена определим по уравнениям:

Для обеспечения турбулентного течения питающей смеси при Reсм > 10000 скорость в трубах должна быть больше :

Объемный расход

Максимальное число труб 25×2 мм на один ход, при котором еще будет соблюдена турбулентность движения в трубном пространстве:

Условию nмакс ≤ 44, Fмин > 4,8 м2 и Fмакс < 20,7 м2  удовлетворяет четыре двухходовые кожухотрубчатые теплообменники диаметром труб 25×2 мм:

Таблица 4.1 – Параметры теплообменников

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| D кожуха, мм | Число труб n | Длина труб L, м | | | | Проходные сечения, м2 | | | np | h, мм |
| 1,5 | 2,0 | 3,0 | 6,0 | Sт·102 | Sм·102 | Sв.п.·102 |
| Поверхность теплообмена F, м2 | | | |
| Двухходовые | | | | | | | | | | |
| 325 | 56 | 6,5 | 9,0 | 13,0 | 17,5 | 1,0 | 1,5 | 1,3 | 8 | 180 |
| Примечания  1 np – число рядов труб по вертикали для горизонтальных аппаратов  2 h – расстояние между перегородками | | | | | | | | | | |

Выберем для предварительного расчета теплообменник площадью Fнорм. = 13 м2 и длиной труб L = 3 м [4, т. 4.12, с. 215].

Пересчёт скорости движения в трубах

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

47

2ХТб1.2.07.030000ПЗ

Составляем схему теплопроводности через стенку



Рисунок 4.1 – Схема теплопроводности через стенку

Задаёмся температурой стенки .

1) Определение коэффициента теплоотдачи со стороны пара для горизонтальных труб

Поскольку для воды величину в первом приближении принимают равной 1, то воспользуемся формулой

где – поправочный коэффициент, учитывающий влияние числа труб

по вертикали (для труб расположенных в шахматном порядке) [4, рис. 4.7, с. 162];

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

48

2ХТб1.2.07.030000ПЗ

– коэффициент, зависящий от температуры пара, [4, т. 4.6, с. 162];

– наружный диаметр трубки, м.

Определение удельного теплового потока со стороны пара

Определение термического сопротивления стенки с учётом загрязнений с обоих сторон

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

49

2ХТб1.2.07.030000ПЗ

где – толщина стенки трубки, м;

– коэффициент теплопроводности стали, Вт/(м·К) [4, т. XXVIII, с. 529];

– тепловая проводимость загрязнений стенок со стороны пара, (м2·К)/Вт [4, т. XXХI, с. 531];

– тепловая проводимость загрязнений стенок со стороны смеси этанол – вода, (м2·К)/Вт [4, т. XXХI, с. 531].

Определение температуры стенки со стороны смеси этанол – вода

Определение критерия Нуссельта

где – коэффициент, , [4, т. 4.3, с. 153];

– критерий Прандтля при средней температуре смеси, [4, рис. XIII];

– критерий Прандтля при средней температуре стенки, [4, рис. XIII].

2) Определение коэффициента теплоотдачи от смеси этанол – вода

где - коэффициент теплопроводности смеси этанол – вода, [2, с. 19].

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

50

2ХТб1.2.07.030000ПЗ

Определение удельного теплового потока смеси этанол-вода

В условиях стационарного теплообмена . В нашем случае поэтому задаёмся новым значением и проводим расчёт аналогично.

Таблица 4.2 – Определение температуры стенки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 126 | 11,9 | 8979,09 | 106851,2 | 84,56 | 97,37 | 2686,2 | 74029,05 |

Далее строится график для определения истинных значений температуры стенки и удельного теплового потока .

Рисунок 4.2 – Истинные значения температуры и удельного теплового

потока

По рисунку 4.2, в точке пересечения, определяем истинные значения температуры и удельного теплового потока:; .

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

51

2ХТб1.2.07.030000ПЗ

Определение коэффициента теплопередачи

Определение коэффициента теплопередачи

Запас площади теплообменника, в %:

Запас площади поверхности теплообмена достаточный.

Окончательно принимаем двухходовой теплообменный аппарат со следующими характеристиками: *внутренний диаметр кожуха D = 325 мм; общее число труб 25×2 мм n = 56; число труб на один ход n1ход = 28; длина труб l = 3 м; поверхность теплообмена F = 13 м2; число рядов труб по вертикали nр = 8* [4, т. 4.12].

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

52

2ХТб1.2.07.030000ПЗ