Задание 2

2)Рассчитать двухкорпусную выпарную установку, с естественной циркуляцией, для концентрирования Gн=3000 кг/ч сахарного раствора от начальной концентрации Вн=10%, до конечной Вк=30% при следующих условиях.

Обогрев производится насыщенным водяным паром давлением р1=150кПа

Давление в барометрическом конденсаторе р2=20кПа

Длина кипятильных труб *l*=2м, диаметр d=28х2мм

Материал – сталь нержавеющая

Раствор поступает в первый корпус подогретым до температуры кипения

1.Поверхность теплопередачи каждого корпуса выпарной установки определяет по основному уравнению теплопередачи



Для определения тепловых нагрузок Q, коэффициентов теплопередачи К и полезных разностей температур необходимо знать распределение упариваемой воды, концентрации растворов и их температур кипения по корпусам.

2.Производительность установки по выпариваемой воде определяем из уравнения материально баланса 

W=

3.В первом приближении на основании практических данных, принимаем, что производительность по выпариваемой воде распределяется между корпусами в соответствии с соотношением

W1: W2=1,0 :1,1

Тогда W1=

W2=

4.Рассчитаем концентрацию раствора корпусам

B 1=

B2=

5.Общий перепад давлений в установке равен

кПа

Распределим перепад давлений между корпусами поровну. Тогда давление греющих паров в корпусах равны

P1=150 кПа

P2=P1-кПа

Давление пара в барометрическом конденсаторе

=85-65=20 кПа

что соответствует заданной величине 

По давлениям паров, находим их температуры к энтальпии

Давление, кПа Температура,  Энтальпия, 

P1=150 t1=131,37

P2=85 t2=95,14 i=2668,6

Pбк=20 tбк=64

6.Гидродинамическую депрессию в расчетах обычно принимают  градуса на корпус вторичных паров в корпусах равны

Tвп1=t2+

Tвп2=t2+

По температурам вторичных паров определяем их давления

Температура , Давление ,кПа Энтальпия, 

t1=96,14 P=90 i=2671,1

t2=65 Р=25,7 i=2105,4

Гидростатическая депрессия обусловлена разностью давлений в среднем слое кипящего раствора и на его поверхности.Давление в среднем слое кипящего раствора Рср каждого корпуса определяется по уравнению:



Выберем стандартную высоту кипятильных труб Н=2 м, а коэффицент паронаполнения Е=0,5.Плотность сахарных растворов в корпусах приблизительно равна

P1=1054 ; P2=1146

P1ср=90102+103 Па

P2ср=25,7101+103 Па

Этим давлениям соответствуют следующие температуры кипения и теплоты испарения растворителя

Давление, кПа Температура,  Теплота конденсации, 

P1ср=525,4 tср=120,5 r=2251,2

P2ср=564,1 tср=135,2 r=2161,1

Определяем гидростатическую депрессию по корпусам





Физико-химическую депрессию раствора рассчитываем по формуле







Температуры кипения растворов в корпусах равны

Tn=t2+

T2=t2+

7.Полезные разности температур по корпусам равны





Тогда общая полезная разность температур



8.Расход греющего пара и тепловые нагрузки по корпусам определяем из уравнений тепловых балансов по корпусам







Q1=D

D=0,63  Q1=1478,7



9.Коэффициент теплопередачи по корпусам определяем по уравнению

****

Где 

Для установившегося процесса передачи тепла справедливо уравнение

q=

для первого корпуса установки





****





****

Для второго корпуса установки









****

10.Определяем необходимые поверхности теплообмена





Площадь поверхности теплообмена корпуса выпарной установки

