Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра химической технологии

Допускаю к защите

Руководитель доцент каф. ХТ

Губанов Н.Д.

И.О.Фамилия

Рассчитать и подобрать двухсекционный пластинчатый теплообменник

для охлаждения пивного сусла

наименование темы

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине

Технологическое оборудование

1.000.00.00 ПЗ

обозначение документа

Выполнил студент группы ТПП-04-1 \_\_\_\_\_\_\_ .

шифр подпись И.О.Фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ .

подпись И.О.Фамилия

Курсовой проект защищен

с оценкой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Иркутск

2008 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1 Технологический расчет

1.1 Общий тепловой баланс

1.2 Расчет ориентировочной поверхности теплопередачи. Выбор теплообменного аппарата

1.3 Уточненный расчет теплообменного аппарата

1.3.1 Расчет коэффициентов теплоотдачи в секции водяного охлаждения

1.3.2 Расчет коэффициентов теплоотдачи в рассольной секции

1.4 Необходимая поверхность теплопередачи

2 Гидравлический расчет

2.1 Расчет гидравлических сопротивлений

2.1.1 Секция водяного охлаждения

2.1.2 Секция рассольного охлаждения

Список литературы

**Введение**

Для расчета и подбора нормализированного теплообменного аппарата составим и рассчитаем тепловой баланс из которого определим тепловую нагрузку теплообменного аппарата и расход теплоносителя. Рассчитаем среднюю разность температур, выберем по опытным данным ориентировочный коэффициент теплопередачи. Рассчитаем ориентировочное значение поверхности теплообмена и по нему выберем стандартный теплообменник. Произведем уточненный расчет стандартного теплообменника: уточним коэффициенты теплоотдачи для горячего и холодного теплоносителя и уточненный расчет коэффициента теплопередачи. Сопоставим поверхности теплообмена расчетной и нормированной. Произведем гидравлический расчет.

Теплообменные аппараты применяются для проведения теплообменных процессов (нагревание или охлаждение). В данном курсовом проекте мы рассчитываем рекуперативный теплообменник, в котором теплоносители разделены стенкой и теплота передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку.

Предложено на расчет пластинчатый теплообменный аппарат. Поверхность теплообмена в таком аппарате образована набором штампованных гофрированных пластин. Сами аппараты могут быть разборными, полуразборными и неразборными (сварными).

Разборные теплообменники могут работать при давлении 0,002 – 1,0 МПа и температуре рабочих сред от -20 до +180 ºС, полуразборные – при давлении 0,002 – 2,5 МПа и той же температуре; неразборные (сварные) аппараты могут работать при давлении 0,0002 – 4,0 МПа и температуре от – 100 до +300 ºС.

Пластинчатые теплообменники широко используются в пищевой промышленности в качестве нагревателей, холодильников, а также комбинированных теплообменников для пастеризации и стерилизации.

Пластинчатые теплообменники компактны, обладают большой площадью поверхности теплоотдачи, достигающаяся гофрированием пластин.

Эффективность обусловлена большой величиной отношения площади теплопередачи к объему теплообменника. Это достигается высокими скоростями теплоносителей, а также турбулизации потоков гофрированными поверхностями пластин и низкому термическому сопротивлению стенок пластин.

Эти теплообменники изготовляют в виде модулей, из которых может быть собран теплообменник с площадью поверхности теплопередачи, необходимой для осуществления технологического процесса.

К недостаткам относятся сложность изготовления, возможность загрязнения поверхности пластин взвешенными в жидкости твердыми частицами.

1. **Технологический расчет**

**1.1 Общий тепловой баланс**

Тепловой поток через пластины водяной секции:

(1.1)



Тепловой поток через пластины рассольной секции:

(1.2)



Принимаем конечную температуру воды 40°С.

Разность температур охлаждаемого сусла и воды:



Разность температур охлажденного сусла и воды:



Средняя разность температур теплообменивающихся жидкостей при противотоке:



Разность температур охлаждаемого сусла и рассола:



Разность температур охлажденного сусла и рассола:



Средняя разность температур теплообменивающихся жидкостей в рассольной секции:



**1.2 Расчет ориентировочной поверхности теплопередачи**

Выбор теплообменного аппарата

Ориентировочное значение коэффициента теплопередачи выбираем на основании [3]. Вид теплообмена: от жидкости к жидкости, при вынужденном движении . Примем .



Зная тепловую нагрузку аппарата, рассчитав среднею разность температур и выбрав ориентировочный коэффициент теплопередачи, определим ориентировочную поверхность теплообмена для водяной секции:

, (1.3)



и для рассольной секции:



По ГОСТ 15518-83, при такой площади теплообмена выбираем теплообменный аппарат типа Р исполнение 3 для секции рассольного охлаждения:

f – поверхность теплообмена одной пластины (f=0,2м2);

F – поверхность теплообмена (F=31,5м2);

N – количество пластин (N=160шт);

M – масса аппарата (M=1485кг).

По ГОСТ 15518-83, при такой площади теплообмена выбираем теплообменный аппарат типа Р исполнение 3 для секции рассольного охлаждения:

f – поверхность теплообмена одной пластины (f=0,2м2);

F – поверхность теплообмена (F=16м2);

N – количество пластин (N=84шт);

M – масса аппарата (M=1222кг).

В соответствии с [1] пластина с f=0,2м2, имеет габаритные размеры:

длина – 960 мм;

ширина – 460 мм;

толщина – 1,0мм;

dэ – эквивалентный диаметр канала (dэ=8,8 мм=0,0088м);

S – поперечное сечение канала (S=17,8·10-4 м2);

L – приведенная длина канала (L=0,518 м);

m – масса пластины (m=2,5кг);

dш – диаметр условного прохода штуцеров (dш=150мм=0,15м).

**1.3 Уточненный расчет выбранного теплообменного аппарата**

Пусть компоновка пластин самая простая: Сх: 80/80 и 42/42, т.е. по одному пакету (ходу) для обоих потоков.

**1.3.1 Расчет коэффициента теплоотдачи для секции водяного**

**охлаждения.**

Скорость сусла в 68 каналах с проходным отверстием 0,00178 м2 равна

, (1.4)



где - скорость сусла.



Определим тип движения в каналах, для этого найдем число Рейнольдса

, (1.5)



где, Re – число Рейнольдса;

- скорость теплоносителя, м/с;



- эквивалентный диаметр, м;



– плотность теплоносителя, кг/м3;



- вязкость теплоносителя, Па∙с.



В секции водяного охлаждения средняя температура сусла:



Для сусла при 100°С по формуле (1.11)



Режим движения турбулентный.

Критерий Прандтля для потока сусла:



(1.6)



В секции водяного охлаждения средняя температура воды:



Найдем число Рейнольдса из формулы(1.6)



Режим движения турбулентный.



Примем термические сопротивления для воды среднего качества 1/rЗ.в.=2000 Вт/м2·К, для сусла 1/rЗ.сус.=1800 Вт/м2·К. Повышенная коррозийная активность воды диктует применять нержавеющую сталь в качестве материале для пластин. Теплопроводность нержавеющей стали [1] при толщине пластины 1,0 мм, примем равную λСТ=17,5 Вт/м2·К. Сумма термических сопротивлений стенки и загрязнений равна:

, (1.7)



Для секции водяного охлаждения коэффициент теплопередачи:

, (1.8)



Преобразуем формулу(1.8), и получим

(1.9)



Уточненный расчет учитывая температуры стенок:



Уравнение интерполяции:



Коэффициент теплопередачи для секции водяного охлаждения



**1.3.3 Коэффициент теплопередачи для рассольной секции**

Скорость движения рассола принимаем в 1.5 раза ниже скорости сусла, так как рассол имеет низкую температуру и значительную вязкость:



В секции рассольного охлаждения средняя температура сусла:



Для сусла при 15°С по формуле (1.5)



Режим движения турбулентный.

Критерий Прандтля для потока сусла:



В секции рассольного охлаждения средняя температура рассола:



Найдем число Рейнольдса из формулы(1.5)



Режим движения турбулентный.



Для секции рассольного охлаждения коэффициент теплопередачи:

, (1.10)



Преобразуем формулу(1.10), и получим



**1.4 Необходимая поверхность теплопередачи**

Согласно формуле(1.3), найдем поверхность теплопередачи, только вместо , подставим расчетную К



.



Выбранные нами теплообменники для водяной и рассольной секций подходят с запасом.

**2 Гидравлический расчет**

* 1. **Расчет гидравлических сопротивлений**

Гидравлическое сопротивление рассчитываем:

, (2.1)



где x – число пакетов для данного теплоносителя, компоновка однопакетная(x=1);

L – приведенная длина канала(L=0,518м);

dЭ – эквивалентный диаметр канала(dЭ=0,0088м);

- коэффициент местного сопротивления;



- плотность теплоносителя, кг/м3;



- скорость теплоносителя, м/с;



- скорость в штуцерах, м/с.



Найдем коэффициент местного сопротивления – ξ, который зависит от типа пластины и движения теплоносителя [1].

* + 1. **Секция водяного охлаждения**

Найдем коэффициент местного сопротивления – ξ, который зависит от типа пластины и движения теплоносителя.

Режим движения для воды – турбулентный. Значит коэффициент местного сопротивления при ламинарном режиме движения

, (2.2)



где коэффициент а1=320. Для воды по формуле(2.2)



Найдем скорость в штуцерах [1]

, (2.3)



где - скорость в штуцере, м/с;



- расход теплоносителя, кг/с;



- диаметр штуцера(=0,2м);



- плотность теплоносителя, кг/м3.



Скорость в штуцерах для горячего теплоносителя

.



Так как >2,5м/с, то скорость в штуцерах учитываем.



Гидравлическое сопротивление воды по формуле(2.1), с учетом скорости в штуцерах



* + 1. **Секция рассольного охлаждения**

Режим движения для рассола – турбулентный. Значит коэффициент местного сопротивления при турбулентном режиме движения

, (2.4)



где коэффициент а2=15,0. Для холодного теплоносителя по формуле(2.4)

.



Найдем по формуле(2.3) скорость в штуцерах, для холодного теплоносителя



Так как >2,5м/с, то скорость в штуцерах учитываем.



Гидравлическое сопротивление рассола по формуле(2.1)



**Список литературы**

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С.Борисов, В.П.Брыков, Ю.И.Дытнерский и др. Под. ред. Ю.И.Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. М.: Химия, 1991. – 496 с.

2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов; под. ред. чл. – корр. АН России П.Г.Романкова. – 13-е изд., стереотипное. Перепечатка с издания 1987г. М.: ООО ТИД «Альянс», 2006. – 576 с.

3. Ульянов Б.А., Бадеников В.Я., Ликучёв В.Г. Процессы и аппараты химической технологии. Учебное пособие – Ангарск: Издательство Ангарской государственной технической академии, 2005 г. – 903 с.

4. ГОСТ 15518-87 Аппараты теплообменные пластинчатые.

5. И.Т. Кретов, С.Т.Антипов, С.В.Шахов Инженерные расчеты технологического оборудования предприятий бродильной промышленности – М.: КолосС, 2004 г. – 391 с.