**Расчет пленочного испарителя.**

Задаем пленочный испаритель ИП-1 со следующими параметрами:

Нагревание проводится водой с , .

Конструктивные параметры теплообменника: поверхность теплообмена . , , , ,  *вес = 230кг*, материал – нержавеющая сталь.

Производительность (по отгону паров эфира) – 24,34*кг/час*.

**Тепловой баланс пленочного испарителя.**

Теплоноситель – горячая вода.

Температура горячей воды на входе – 80*0С*, на выходе – 40*0С*.



Энтальпия питательной воды: на входе при



на выходе при  

КПД установки .

Нагреваемая среда – эфирный раствор с диэтиловым эфиром.

Температура эфирного раствора: на входе –



на выходе – 

Расход эфирного раствора – ; расход эфира при испарении: .

Удельная теплоемкость эфирного раствора рассчитывается по формуле:

.

Температурный профиль процесса представлен на рис.1.



Рис 1. График изменения температуры по площади пленочного испарителя.

Т.о., по имеющимся данным составляем тепловой баланс процесса:

, отсюда: .



Из выражения теплового баланса получаем значение расхода горячей воды:



По полученному значению массового расхода определяем скорость потока воды:



Рассчитываем поверхность теплообмена: , где:

 - тепловой эффект пленочного испарителя, рассчитываем по упрощенной формуле: 

 - берем из справочника [1], *ккал/кг*

 - по данным материального баланса, *кг*

, где:

- коэффициент теплоотдачи жидкости.



Критерий Рейнольдса для потока воды:

, где:

 - скорость потока воды в межтрубном пространстве,

 - эквивалентный диаметр;

 - плотность воды;

 - динамическая вязкость воды;

По известному значению критерия Рейнольдса определяем критерий Прандтля и критерий Нуссельта:

, где: 

.

Отсюда находим коэффициент теплоотдачи от горячей воды к стенке *α1*:



 - по справочнику [1],

Коэффициент теплоотдачи от пленки к стенке *α2* находим по упрощенной формуле для пленочного испарителя:

,



Таким образом, выбранный стандартный теплообменник подходит для данного процесса.

Число труб пленочного аппарата находим по упрощенной формуле:

.

**Расчет теплообменника для конденсации паров эфира.**

Охлаждение проводится рассолом с , .

Поверхность теплообмена . , , , , *вес = 213кг*, материал – нержавеющая сталь.

Производительность (по отгону паров эфира) – 24,34*кг/час*.

Скорость паров ДЭЭ в трубном пространстве:





Критерий Рейнольдса для паров диэтилового эфира:

, где:

 - скорость паров ДЭЭ в трубах,

 - внутренний диаметр труб;

 - плотность паров ДЭЭ;

 - динамическая вязкость ДЭЭ;

По номограмме5 определяем критерий Прандтля:



.

Отсюда находим коэффициент теплоотдачи от паров ДЭЭ к стенке *α2*:

, где:  - по справочнику [1],

,



Обозначим выражение  за «*а*», выражение  за «*b*».

, .

Пусть ,

пусть ,

пусть .



Определяем по графику ().

Находим действительное значение коэффициента теплопередачи:



Рассчитываем поверхность теплообмена: , где:

 - тепловой эффект теплообменника, рассчитываем по упрощенной формуле: 

 - берем из справочника [1],

 - по данным материального баланса, *кг*



<4*м2*.

Следовательно, выбранный стандартный теплообменник подходит для проведения данного технологического процесса.

**Тепловой баланс.**

Определим количество тепла (холода), необходимое для проведения процесса.

Основной аппарат – реактор синтеза ААУЭ Р-2 ().

,

 - тепло, необходимое для нагревания реакц. массы, *ккал*;

, где: ,

 - тепло, необходимое для нагревания аппарата, *ккал*;

, где: ,

 - тепловой эффект физического процесса, *ккал*;

, где: .

 - тепловой эффект химической реакции, *ккал*; .

 - потери тепла в окружающую среду, *ккал*;





Реактор выпарки ацетона Р-3. Температура проведения процесса .

Тепло, которое пошло на нагревание:

,

, где: ,

, где: ,

, где: .



.

Тепло, которое пошло на охлаждение (с 55*0С* до 30*0С*):

, где:

, где:

, где:

,



, где: ,

,

Реактор вакуумной перегонки технического ААУЭ Р-6 ().

,

, где: ,

, где: ,

, где:

,

, 

,

.

Тепловой баланс испарителя эфира ИП-1:

,

, где: ,

, где: ,

, где: ,

,

.

**Энергетический расчет.**

1. Расход водяного пара на нагрев аппаратов.

На нагрев реактора синтеза ААУЭ (Р-2) расходуется пара:

.

На нагрев реактора выпарки ацетона (Р-3) расходуется пара:

.

На нагрев реактора вакуумной перегонки технического ААУЭ (Р-6) расходуется пара: .

На нагрев пленочного испарителя (ИП-1) расходуется пара:

.

Общий расход пара: .



1. Расход охлаждающих агентов.

Рассчитаем расход воды на охлаждение реакционной массы в реакторе выпарки ацетона Р-3 после выпарки ацетона:

,

Расход воды на теплообменник Т1: .

Расход воды на теплообменник Т2: .

Расход воды на теплообменник Т4: .

Общий расход воды на охлаждение: .

1. Расход электроэнергии:

* На работу электродвигателей;

Определение мощности, потребляемой мешалкой.

Рассчитываем мощность, потребляемую мешалкой для реактора получения раствора хлорацетона Р-1. Для этого вначале определяем центробежный критерий Рейнольдса:

.

Режим переходный, поэтому мощность, потребляемую мешалкой, определяем по ф-е: , где:

 - критерий мощности, задается исходя из значения отношения . Подбираем якорную мешалку. Для якорной мешалки при  значение .

 - плотность перемешиваемой среды (из расчетов техн. оборудования);

 и  - число оборотов мешалки в секунду, и диаметр мешалки, *м* соотв. (из расчетов технологического оборудования).

Потребляемая мощность двигателя:

.

Расход электроэнергии: .

Определяем коэффициент *С* для реактора Р-1:

.

На основании коэффициента *С* рассчитываем потребляемую мощность двигателей в реакторах Р-2, Р-3, Р-4, Р-5 и Р-6.

Реактор Р-2 для синтеза ААУЭ:

, .

Реактор Р-3 для выпарки ацетона:

, .

Реактор Р-4 для промывки водой и разделения реакционной смеси:

, .

Реактор Р-5 сушки:

, .

Реактор Р-6 для вакуумной перегонки:

, .

Итого электрической энергии на перемешивание:



1. Расчет азота.

* На передавливание реакционной массы:

Для реактора синтеза ААУЭ (Р-2): , где:

.

Для реактора выпарки ацетона (Р-3): .

Для реактора промывки и разделения (Р-4) не требуется передавливание реакционной массы.

Для реактора сушки Р-5: .

Для сборника Сб-7 эфирного раствора: .

Общий расход азота на передавливание в производстве ААУЭ:

 или *568,1кг* азота.

На фильтрацию принимаем расход азота: ,

Суммарный расход азота: .

Объем баллона с азотом .

Расход азота .

Литература.

К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.; «Химия», 575с.