МАЭ РФ

Государственный Технологический Институт

## Кафедра МАХП

##### **РАСЧЕТ БАРАБАННОЙ**

**ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ**

ТиОСП 080.11.01.00 РР

Преподаватель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

«\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

##### Студент группы

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

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Содержание**

Введение 3

1 Цель расчета 4

2 Данные для расчета 4

3 Расчеты 5

3.1 Материальный баланс процесса разложения 5

3.2 Тепловой баланс процесса разложения 9

3.3 Конструктивный расчет 10

3.4 Определение мощности 11

Заключение 12

Литература 13

Приложение А – Эскиз барабанной вращающейся печи…………………….14

# Введение

Фтороводород занимает большое значение в химической промышленности. Его используют как для получения фтора, фторидов различных металлов, искусственного криолита, так и для получения фторорганических соединений. Важную роль занимает фтороводород в атомной промышленности.

В промышленных условиях фтороводород получают методом сернокислотного реагирования с флюоритом в барабанных вращающихся печах с электрическим обогревом или обогревом топочными газами.

Данная работа посвящена расчету барабанной вращающейся печи.

**1 Цель расчета**

Целью данного расчета является закрепление теоретических навыков по курсу “Технология и оборудование специальных производств” и применение их к конкретному материальному, тепловому балансу и определение конструктивных размеров печи.

## 2 Исходные данные

### Исходные данные представлены в таблице 1

Таблица 1 – Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| 1 Состав плавикового шпата, %  * 1. ФФ   2. CaF2   3. SiO2   4. CaCO3   5. CaS   6. Ca3 (PO4)2 | 95Б  95,0  2,5  1,9  0,4  0,2 |
| 1. Состав серной кислоты, %    1. H2SO4    2. HF    3. H2O | 93  6,5  0,5 |
| 3 Избыток серной кислоты, % | 5 |
| 4 Температура серной кислоты, 0С | 80 |
| 5 Температура процесса, 0С | 250 |
| 6 Время процесса, час | 4 |
| 7 Степень разложения CaF2, % | 98,6 |
| 8 Производительность по плавикому шпату, т/час | 1 |

Реакции протекающие в процессе

1)

2)

3)

4)

5)

6)

**3** **Расчеты**

**3.1 Материальный баланс процесса разложения**

Учитывая состав плавикового шпата, определим расход каждого химического соединения:

кг/ч; кг/ч; кг/ч; кг/ч; кг/ч.

**3.1.1 Расчет реакции 1**



Расход серной кислоты с избытком



где  - коэффициент избытка серной кислоты,

 кг/ч.



где  - степень разложения CaF2.

 кг/ч,

Расход CaSO4

 кг/ч,

Расход HF

 кг/ч,

Непрореагировавший CaF2

 кг/ч.

Составляем таблицу материального баланса этой реакции

Таблица 2 – Материальный баланс

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | кг/ч | Расход | кг/ч |
| 1 CaF2  2 H2SO4(изб) | 950  1253,27 | 1 CaF2(ост)  2 CaSO4  3 HF  4 H2SO4(ост) | 13,3  1633,22  480,35  76,39 |
| Итого | 2203,27 | Итого | 2203,26 |

**3.1.2 Расчет реакции 2**



 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч.

Составляем таблицу материального баланса

Таблица 3 – Материальный баланс

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | кг/ч | Расход | кг/ч |
| 1 SiO2  2 HF | 25  33,3 | 1 SiF4  2 H2O | 43,3  15 |
| Итого | 58,3 | Итого | 58,3 |

**3.1.3 Расчет реакции 3**



 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч.

Составляем таблицу материального баланса

Таблица 4 – Материальный баланс реакции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | кг/ч | Расход | кг/ч |
| 1 CaCO3  2 H2SO4(изб) | 19  19,551 | 1 CaSO4  2 H2O  3 CO2  4 H2SO4(ост) | 25,84  3,42  8,36  0,931 |
| Итого | 38,551 | Итого | 39,551 |

**3.1.4 Расчет реакции 4**



 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч.

Составляем таблицу материального баланса

Таблица 5 – Материальный баланс реакции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | кг/ч | Расход | кг/ч |
| 1 CaS  2 H2SO4(изб) | 4  5,708 | 1 CaSO4  2 H2S  3 H2SO4(ост) | 7,55  1,88  0,272 |
| Итого | 9,708 | Итого | 9,708 |

**3.1.5 Расчет реакции 5**



 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч.

Составляем таблицу материального баланса

Таблица 6 – Материальный баланс реакции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | кг/ч | Расход | кг/ч |
| 1 H2S  2 H2SO4(изб) | 1,88  5,69 | 1 S  2 SO2  3 H2O  4 H2SO4(ост) | 1,77  3,54  1,99  0,27 |
| Итого | 7,57 | Итого | 7,57 |

**3.1.6 Расчет реакции 6**



 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч,

 кг/ч.

Составляем таблицу материального баланса

Таблица 7 – Материальный баланс реакции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | кг/ч | Расход | кг/ч |
| 1 Ca3(PO4)2  2 H2SO4(изб) | 2  2,08 | 1 CaSO4  2 H3PO4  3 H2SO4(ост) | 2,63  1,26  0,19 |
| Итого | 4,08 | Итого | 4,08 |

**3.1.7 Материальный баланс всего процесса**

#### Материальный баланс всего процесса представлен в таблице 8

Таблица 8 – Материальный баланс всего процесса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | | Расход | |
| Статьи прихода | кг/ч | Статьи расхода | кг/ч |
| 1CaF2  2 SiO2  3 CaCO3  4 CaS  5 Ca3(PO4)2  6 H2SO4  7 HF | 950  25  19  4  2  1286,299  33,3 | 1 HF  2 SiF4  3 H2O  4 CO2  5 SO2  6 S  7 CaSO4  8 CaF2  9 H3PO4  10 H2SO4(ост) | 480,35  43,3  20,41  8,36  3,54  1,77  1669,24  13,3  1,26  78,053 |
| Итого | 2319,599 | Итого | 2319,583 |

**3.2 Тепловой расчет**

#### Уравнение теплового баланса

;

;

Приход:

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

Расход:

 *Дж/ч,*

*Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

 *Дж/ч,*

*QФФ* =*16233600+370650+311030+52654+29884=16997818* *Дж/ч,*

*QРСК =144456635,2+3884112=148340747,2 Дж/ч,*

*Qреакц.газа =* *175087575 + 7637037 + 21374372,5 + 1763751 + 312537,75 +*

*+ 551355 = 206726628,3 Дж/ч,*

*Qотв.гипс =* *305804768+2857505+341050,5+27392700,35 =336396023,9 Дж/ч.*

Тепловой эффект реакции определяется по формуле:

*ΔHреакц. = ΔHCaSO4 + 2ΔHHF - ΔHCaF2 - ΔHH2SO4;*

*ΔHреакц. = -1424 - 2⋅268,61 + 1214 + 811,3 = 64,08* *кДж/моль*.

Определим тепло реакции:

*Qреакции* = *(950⋅64,08)/78 =780,46 кДж/ч,*



,

*Qпотерь* = *0,1⋅420627274,4=42062727,44 Дж/ч.*

Полученные результаты сведены в таблицу8.

Таблица 8 – Тепловой баланс процесса разложения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | | Расход | |
| Статьи прихода | Дж/ч | Статьи расхода | Дж/ч |
| 1. *Qфф* 2. *Qрск* 3. *Qэл.нагр.* | 16997818  148340747,2  420627274,4 | 1. *Qреак.газ* 2. *Qотв.гипс* 3. *Qреакции* 4. *Qпотерь* | 206726628,3 336396023,9  780460  42062727,44 |
| Итого | 585965839,6 | Итого | 282965840,1 |

3.3 Конструктивный расчёт

Конструктивный расчёт производим при помощи двух методов.

3.3.1 Определение геометрических размеров при помощи эмпирических формул

Определим суточную производительность:



Диаметр барабана:



Длина барабана:



3.3.2 Определение геометрических размеров при помощи отношения L/D

Задаёмся *L/D=10*, *L=10D.*

Диаметр барабана определим по формуле:





где *τ* - время процесса разложения, *4часа*;

*ρМ* – плотность материала, *2431кг/м3*;

*ϕ* - коэффициент заполнения аппарата, *0,2*.





### Тогда

*L=10⋅1,34=13,4м*.

Принимаем D=1,4м и L=14м.

3.4 Определение мощности

Определим число оборотов барабана:





Принимаем n=0,1 об/с.

Мощность для вращения барабана:

*N = 0,0013⋅D3⋅L⋅ρCP⋅n⋅ϕ;*

*N = 0,0013⋅1,43⋅14⋅2431⋅0,1⋅0,2 = 2,43кВт.*

#### Заключение

В результате проделанной работы были составлены материальный и тепловой балансы процесса разложения плавикового шпата, а также определено необходимое количество тепла на нагрев материала. Определены геометрические размеры барабанной вращающейся печи, а так же мощность, затрачиваемая на вращение барабана и число оборотов барабана.

**Литература**

Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1969.

