|  |  |
| --- | --- |
| Дисциплина МДК | МДК 03.01Технология производства неорганических веществ |
| Группа | ХТНВ -18 |
| Тема занятия | Подготовка к квалификационному экзамену по МДК 03.01 |
| Срок выполнения | 12.10.2021 |
| Критерии оценивания | Подготовить материал на тему «Тепловой баланс процесса» и направить на почту [Ruzich-Irina@yandex.ru](mailto:Ruzich-Irina@yandex.ru) не позднее 12.10.2021, **прошу файл подписывать: группа, дисциплина, фамилия, дата** . Также прилагаю пример оформления теплового расчета процесса |

**Тепловой баланс процесса**

**Пример расчета процесса нейтрализации при получении аммиачной селитры (вы делаете каждый по своему процессу)**

**Задание:** Составить и рассчитать тепловой баланс процесса нейтрализации азотной кислоты аммиаком. Расчет вести на 1000 кг 100%-ной NH4NO3.

*Производство аммиачной селитры основано на реакции нейтрализации азотной кислоты аммиаком:*

*NH3 + HNO3 → NH4NO3 + Q*

*Нейтрализацию азотной кислоты аммиаком проводят в барботажном аппарате ИТН (использование тепла нейтрализации) или в скрубберном аппарате с вакуум-испарителем.*

*Нейтрализация в барботажном аппарате ИТН проводится при температуре 110-1350С в зависимости от концентрации азотной кислоты и степени ее подогрева. Для того чтобы соковый пар, образующийся в аппарате ИТН при частичном упаривании раствора, можно было использовать как греющий агент, в нейтрализаторе создается некоторое избыточное давление порядка 0,15 - 0,2 ат.*

*Нейтрализацию в скрубберном аппарате проводят в том случае, когда для нейтрализации используют не аммиак, а продувочные и танковые газы, выделяющиеся в процессе производства синтетического аммиака и содержащие NH3, H2, CH4, Ar.*

**Расчет теплового баланса процесса нейтрализации азотной кислоты аммиаком.**

Исходные данные:

* Начальная температура азотной кислоты t1- 300С.
* Начальная температура газообразного аммиака t2- 500С.
* Абсолютное давление в нейтрализаторе- 1,2ат.

**Для расчета теплового баланса необходимо рассчитать материальный баланс.**

Материальный баланс процесса нейтрализации выполняется на 1 т NH4NO3.

Концентрации:

* исходная азотная кислота - 50% HNO3
* аммиак - 100% NH3
* получаемый раствор - 70% NH4NO3.

Начальные температуры:

* азотная кислота - 30˚С
* аммиака - 50˚С

Температура кипения 70% раствора NH4NO3 120оС.

Потери аммиака и азотной кислоты составляют 1%.

Средняя теплоемкость раствора HNO3 2,8 кДж/(кг\*град).

Средняя теплоемкость раствора NH4NO3 2,0 кДж/(кг\*град).

Средняя теплоемкость NH3 2,05 кДж/(кг\*град).

Давление реакционной системы - 1,3 атм.

Энтальпия образования водяного пара при давлении 1,2 атм. и температуре 104оС равна 2670 кДж/кг.

Зависимость теплоты нейтрализации HNO3 (кДж/моль) от концентрации раствора HNO3 (%)

**Решение:**

Материальный баланс.

Теоретический расход реагентов согласно реакции

NH3+HNO3=NH4NO3

100% HNO3

63г - 80г

Х - 1000 кг,

Х=63\*100/80=787,5 кг

С учетом потерь:

787,5\*1,01=795,4 кг

100% NH3

17г - 80г

Х - 1000 кг,

Х=17\*1000/80=212,5кг

С учетом потерь:

212,5\*1,01=214,6 кг

50% HNO3

795,4 - 50%

Х2 - 100%,

Х2= 795,4/0,5=1590,8 кг

С азотной кислотой поступает вода: 1590,8 – 795.4 = 795,4 (кг)

Потери материалов составляют:

100% HNO3795,4 - 787,5 = 7,9 кг

100% NH3214,6 - 212,5 = 2,1 кг.

Общее количество реагентов, поступающих в нейтрализатор:

1590,8 + 214,6 = 1805,4 кг.

Получается 70% раствора NH4NO3:

1000 кг - 70%

Х4  - 100%,

Х4 = 1000/0,7= 1428,5 кг.

Испарится воды в процессе нейтрализации:

1805,4 - (7,9+2,1+1428,5) = 366,9 кг.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | кг | Расход | кг |
| HNO3 | 795,4 | NH4NO3 100 % | 1000  428,5 |
| H2O | 795,4 | Пар | 366,9 |
| NH3 | 214,6 | Потери NH3 | 2,1 |
|  |  | Потери HNO3 | 7,9 |
| Всего: | 1805,4 | Всего: | 1805,4 |

Тепловой баланс процесса нейтрализации выполняем на 1 т аммиачной селитры.

Приход тепла:

Q=m•c·t, (1)

m - маса вещества, кг;

с - средняя теплоемкость этого вещества, кДж/(кг\*град);

t - температура, град.

Q1 = 1590,4·2,8·30=133 593 кДж,

где 2,8 - теплоемкость азотной кислоты (кДж/(кг\*град).

Физическое тепло газообразного аммиака рассчитывается по формуле (1):

Q2 = 214,6·2,05·50= 21997 кДж

где 2,05 - средняя теплоемкость аммиака, (кДж/(кг\*град).

Теплоту образования аммиачной селитры в 50%-ном растворе находим по графику зависимости теплоты нейтрализации NH4NO3 от концентрации кислоты.

Q3=1312500 кДж

Общий приход тепла:

Qпр = Q1+ Q2+ Q3 = 133 593+21 997+1312500 = 1468090 кДж.

Расход тепла:

Тепло, уносимое раствором аммиачной селитры (по формуле 1)

Q11 = 1428,5•2,0·120 = 342 840 кДж,

где 2,0 - теплоемкость 70% раствора аммиачной селитры.

Тепло, расходуемое на испарение воды

Q21 = 366,9\*2670= 979623 кДж,

где 2670 - энтальпия образования водяного пара, кДж/кг.

Пренебрегаем теплом, уносимым с потерями аммиака и азотной кислоты.

Тогда общий расход тепла (без тепловых потерь):

Qрасх= Q11+ Q21 = 342840 + 979623 = 1322463 кДж

Потери тепла могут быть подсчитаны, как разность между приходом и расходом тепла:

Qпр - Qрасх = 1468124-1322463 = 145627 кДж

По отношению к приходу тепла это составляет = 9,9%, что соответствует потерям тепла, наблюдаемым в практическом производстве.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | кДж | Расход | кДж |
| Физическое тепло азотной кислоты | 133 593 | Тепло, уносимое раствором аммиачной селитры | 342 840 |
| Физическое тепло газообразного аммиака | 21 997 | Тепло, пошедшее на испарение воды | 979 623 |
| Тепло реакции | 1312500 | Потери тепла | 145 627 |
| Всего: | 1468090 | Всего: | 1468090 |