Министерство Образования и Науки РФ

Казанский Государственный Технологический Университет

Кафедра Общей Химической Технологии

**Реферат**

по курсу: Технология химических производств

на тему*:*

Хлорирование метана

Казань 2008

Содержание

Хлорирование метана

Технологические и технико-экономические показатели

Реклама

Список литературы

## Хлорирование метана

Процесс совместного получения хлорметанов можно осуществлять в реакторе со стационарным или псевдоожиженным слоем катализатора. Вторая технология более перспективна, она включает следующие стадии: хлорирование в псевдоожиженном слое катализатора; пылеулавливание и отпаривание газов кислотного характера; абсорбция хлороводорода; нейтрализация и осушка рециркулирующего реакционного газа; компримироваиие рециркулирующих газов; ректификация хлорметанов с выделением товарных продуктов.

Хлор и метан подают в реактор в соотношении от 1: 2 до 3,88: 1 в зависимости от того, какое хлорпроизводное желательно получить. Например, при соотношении С12: СН4-1: 2 образуется продукт, содержащий [п% (мол)]: СН3С1 - 62; СН2С12 - 30; СНС13 - 7; СС14 - 1; при соотношении С12: СН4 = 3,88: 1 образуется продукт, содержащий только 4% (мол) СНС13 и 96% (мол) СС14.

Метан и хлор поступают в реактор 1 с псевдоожиженным слоем катализатора. Реактор выполнен из хромоникелевоп стали.

Хлорирование ведут; при 350 °С и атмосферном давлении, время контакта 0,1-20 с. Реакционная смесь проходит систему пылеулавливания (циклон 2) и поступает на нейтрализацию в колонну 3, где отпариваются кислые газы. После этой колонны продукты реакции промывают водой в скруббере 6; при этом получается товарная соляная кислота. Далее газы нейтрализуют раствором щелочи в скруббере 7 и осушают серной кислотой в скруббере 8.

Нейтрализованные газы, содержащие в основном метан и метилхлорид, компримируют и возвращают в реактор на хлорирование. Конденсат после отпаривания кислых газов поступает на ректификацию в колонны 10, 12 и 13, в которых последовательно выделяют метиленхлорид, хлороформ и тетрахлорид углерода.

Для удалении инертных примесей часть реакционного газа после компрессора 9 и скруббера 6 выводят в атмосферу (на схеме не показано). Расход основного сырья на 1 т готового продукта составляет 133 кг метана и 1784 кг хлора.

В процессе на 1 т хлороформа образуется 0,9 т метиленхлорида и 0,5 т тетрахлорида углерода. Кубовые остатки (в основном со стадии ректификации) в количестве 0,01 т на 1 т хлороформа направляют па установку термического обезвреживания. В процессе образуется соляная кислота (примерно 1 т па 1 т хлороформа), которую после очистки от хлорорганических примесей можно применять вместо синтетической. Отработанную серную кислоту (0,1 т на 1 т хлороформа) передают на производство сульфата натрия.

Задание:

Составить и описать технологическую схему процесса хлорирование метана

Составить материальный баланс процесса

Рассчитать технологические технико-экономические показатели

В основу расчета принять следующие реакции:

CH4+Cl2→CH3Cl+HCl

CH3Cl+Cl2→CH2Cl2+HCl

CH2Cl2+Cl2→CHCl2+HCl

CHCl3+Cl2→CCl4+HCl

Исходные данные:

|  |  |
| --- | --- |
| Производительность установки по хлорсодержащим продуктам, т/сут | 60 |
| Состав сырья,% масс  природный газ с содержание метана  технический хлор с содержанием примесей | 93  1.5 |
| Состав продуктов,% моль  метан  хлористый метан  хлористый метилен  хлороформ  четыреххлористый углерод | 32  18  25  20  5 |
| Мольное соотношение хлор-метан | 2.6 |
| Потери метана,% масс | 1.3 |

Материальный баланс. Схема потоков:

*CH4; Cl2; природный газ; CH3Cl; CH2Cl2; CHCl3; CCl4; CH4;*

*примесь Cl2 Cl2; прир. газ; примесь Cl2; HCl*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Приход* | | Расход | |
| *кг/ч* | *кмоль/ч* | *кг/ч* | кмоль/ч |
| *CH4*  *Cl2*  *CH3Cl*  *CH2Cl2*  *CHCl3*  *CCl4*  *HCl*  *прим. CH4*  *прим. Cl2* | 604,88  6969,9  0  0  0  0  0  45,53  106,14 | 37,81  98,306  0  0  0  0  0 | 191 + 7,76  3053,38  339  792,25  890,75  287  2013,5  45,53  106,14 | 11,94 + 0,485  43,07  6,72  9,33  7,46  1,87  55,24 |
|  | Σ1 = 7726,45 | | Σ2 = 7726,31 | |

Молярные массы веществ:

Mr (CH4) = 12+4=16 кг/кмоль

Mr (Cl2) = 35,45\*2=70,9 кг/кмоль

Mr (CH3Cl) = 12+3+35,45=50,45 кг/кмоль

Mr (CH2Cl2) = 12+2+35,45\*2=84,9 кг/кмоль

Mr (CHCl3) = 12+1+35,45\*3=119,35 кг/кмоль

Mr (CCl4) = 12+35,45\*4=153,8 кг/кмоль

Mr (HCl) = 1+35,45=36,45 кг/кмоль.

1. m (прод) = 60\*1000/24=2500кг/ч

2. Найдем массовый процентный состав продуктов:

на 100 моль смеси:

32 моль CH4 m=32\*16=512кг/ч

18 моль CH3Cl m = 18\*50,45=908,1 кг/ч

25 моль CH2Cl2 m = 25\*84,9=2122,5 кг/ч

20 моль CHCl3 m = 20\*119,35=2387 кг/ч

5 моль CCl4 m = 5\*153,8=769 кг/ч

всего: 6698,6 кг/ч

*W*мас (СН4) = 512/6698,6\*100% = 7,64%

*W*мас (СН3Cl) = 908,1/6698,6\*100% = 13,56%

*W*мас (CH2Cl2) = 2122,5/6698,6\*100% = 31,69%

*W*мас (CHCl3) = 2387/6698,6\*100% = 35,63%

*W*мас (CCl4) = 769/6698,6\*100% = 11,48%

Состав продуктов:

mост (СН4) =2500\*0,0764=191кг/ч

m (СН3Cl) =2500\*0,1356=339кг/ч

m (CH2Cl2) =2500\*0,3169=792,25кг/ч

m (CHCl3) =2500\*0,3563=890,75кг/ч

m (CCl4) =2500\*0,1148=287кг/ч

Wост (СН4) =191/16=11,94кмоль/час

W (СН3Cl) = 339/50,45=6,72кмоль/час

W (CH2Cl2) = 792,25/84,9=9,33кмоль/час

W (CHCl3) = 890,75/119,35=7,46кмоль/час

W (CCl4) = 287/153,8=1,87кмоль/час

Прореагировало хлороформа: Wпр (CHCl3) = W (CCl4) = 1.87 кмоль/ч

Образовалось хлороформа: Wо (CHCl3) = Wпр + W = 1.87 + 7.46 = 9.33 кмоль/ч.

Прореагировало хлористого метилена: Wпр (CH2Cl2) = Wо (CHCl3) = 9.33 кмоль/ч.

Образовалось хлористого метилена: Wо (CH2Cl2) = Wпр + W = 18.66 кмоль/ч

Прореагировало хлористого метила: Wо (CH2Cl2) = Wо (CH2Cl2) = 18.66 кмоль/ч.

Образовалось хлористого метила: Wо (CH2Cl2) = Wпр + W = 18.66 + 6.72 = 25.38 кмоль/ч.

Прореагировало метана: Wпр (СН4) = 25.38 кмоль/ч

Всего подано на реакцию: W (СН4) = Wпр + Wо = 25.38 + 11.94 = 37.32

mо (СН4) = 37.32 \* 16 = 597.12

Всего подано метана с учетом потерь: mвсего (СН4) - 100%,

597.12 - 98.7%

mвсего (СН4) = 597.12 \* 100/ 98.7 = 604.88 кг/ч

W (СН4) = 604.88/16 = 37.81 кмоь/ч

mп (СН4) = 604.88 - 597.12 = 7.76 кг/ч

W (СН4) = 7.76,16 = 0.485 кмоь/ч

Количество превращенного кислорода и образовавшегося HCl:

1 р - я:

W1 (Cl2) = W1 (HCl) = Wо (СН3Cl) = 25.38 кмоль/ч

2 р - я:

W2 (Cl2) = W2 (HCl) = Wо (CH2Cl2) = 18.66 кмоль/ч, 3 р - я:

W3 (Cl2) = W3 (HCl) = Wо (CHCl3) = 9.33 кмоль, 4 р - я:

W4 (Cl2) = W4 (HCl) = W (CCl4) = 1.87 кмоь/ч

Wо (Cl2) = W3 (HCl) = 55.24 кмоль/ч

m о (Cl2) =55.24 \* 70.9 = 3916.52 кг/ч

m о (HCl) = 55.24 \* 36.45 = 2013.5 кг/ч

Хлор с учетом избытка:

Wвсего (Cl2) = 2.6 \* Wвсего (СН4) = 98.306 кмоль/ч

mвсего (Cl2) = 98.306 \* 70.9 = 6969.9 кг/ч

Избыток:

mизб (Cl2) = mвсего (Cl2) - mо (О2) = 6969.9 - 3916.52 = 3053.38 кг/ч

Wизб (Cl2) = 3053.38/70.9 = 43.07 кмоль/ч

Подано природного газа (примесь метана):

604.88 - 93%

х - 7%

х = m (пр. газ) = 604.88 \* 7/93 = 45.53 кг/ч

Подано примесей хлора:

6969.9 - 98.5%

х - 1.5%

х = mприм (Cl2) = 6969.9 \* 1.5/98.5 = 106.14

## Технологические и технико-экономические показатели

Пропускная способность установки:

m (CH4) + m (Cl2) + m (прим Cl2) + (прим CH4) = 7726,45 кг/ч

Конверсия или степень превращения метана:

= M (CH4) подано - M (CH4) непрореагировало / M (CH4) подано \* 100%



= 604,88 - 198,76/604,88\* 100% = 67%



Теоретические расходные коэффициенты:

по СН4:

σтСН4 = Mr (CH4) / Mr (CH3Cl) = 16/50,45 = 0,317 кг/кг;

σтСН4 = Mr (CH4) / Mr (CH2Cl2) = 16/84,9 = 0,188 кг/кг;

σтСН4 = Mr (CH4) / Mr (CHCl3) = 16/119,35 = 0,134 кг/кг;

σтСН4 = Mr (CH4) / Mr (CCl4) = 16/153,8 = 0,104 кг/кг;

по Cl2:

σт Cl2 = Mr (Cl2) / Mr (CH3Cl) = 70,9/50,45 = 1,405 кг/кг.

σт Cl2 = Mr (Cl2) / Mr (CH2Cl2) = 70,9/84,9 = 0,835 кг/кг.

σт Cl2 = Mr (Cl2) / Mr (CHCl3) = 70,9/119,35 = 0,594 кг/кг.

σт Cl2 = Mr (Cl2) / Mr (CCl4) = 70,9/153,8 = 0,461 кг/кг.

Фактические расходные коэффициенты:

по СН4:

σфСН4 = m (CH4) / m (CH3Cl) = 604,88/339 = 1,78 кг/кг;

σфСН4 = m (CH4) / m (CH2Cl2) = 604,88/792,25 = 0,764 кг/кг;

σфСН4 = m (CH4) / m (CHCl3) = 604,88/890,75 = 0,679 кг/кг;

σфСН4 = m (CH4) / m (CCl4) = 604,88/287 = 2,108 кг/кг;

по Cl2:

σфCl2= m (Cl2) / m (CH3Cl) = 6969,9/339 = 20.56 кг/кг.

σфCl2= m (Cl2) / m (CH2Cl2) = 6969,9/792,25 = 8,798 кг/кг.

σфCl2= m (Cl2) / m (CHCl3) = 6969,9/890,75 = 7,825 кг/кг.

σфCl2= m (Cl2) / m (CCl4) = 6969,9/287 = 24,285 кг/кг.

Выход на поданное сырье:

Фактический выход CCl4:

QФ = m (CCl4) = 287 кг;

Теоретический выход CCl4:

Mr (СН4) ⎯ Mr (CCl4), 16 ⎯ 153,8,m (СН4) ⎯ QТ; 604,88 ⎯ QТ;

QТ = (604,88 \* 153,8) / 16 = 5814,409 кг;

Выход CCl4:

βCCl4 = QФ / QТ \* 100%= 287 кг / 5814,409 кг \* 100% = 4,936%.

## Список литературы

1. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. Изд. 2-е, пер. М., "Химия", 2005, 736 с.

2. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. М.: "Химия", 2008, 846 с.

3. Расчеты химико-технологических процессов / Под ред. И.П. Мухленова. Л.: Химия, 2008, 300 с.