

ПОЛУЧЕНИЕ СОЛЕЙ АБСОРБЦИЕЙ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ

Суrowегина Т.Ю.¹, Никандров М.И.¹, Никандров И.С.¹

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Дзержинск, Россия (606029, г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49), e-mail: surovegina-1962@mail.ru

Изучена возможность получения нейтрализованных солевых растворов и выделения из них товарных солей методом политермической кристаллизации. Решена задача использования отходов других производств и снижение энергетических затрат на получение солей. Анализом стадий процесса на диаграмме состава образующейся системы показана эффективность применения циркуляции маточного раствора на стадию абсорбции кислых компонентов из отходящих газов. Применение циркуляционной технологии позволяет получать соли в виде более концентрированных кристаллогидратов или безводных солей. Эффективность предложенного принципа энергосбережения экспериментально подтверждена при обработке технологии сульфита натрия и хлористого аммония. Показано снижение энергетических затрат на их производство в 3-5 раз. Кратность циркуляции маточного раствора на абсорбцию компонентов составляет 1-1,2.

Ключевые слова: соли, производство, энергосбережение, абсорбция, отходящие газы.

PRODUCTION SALTS BY MEANS OF ABSORPTIONS COMPONENT FROM HARMLESS GAS

Surowegina T.Y.¹, Nikandrov M.I.¹, Nikandrov I.S.¹

¹Nizhny Novgorod State Technical university n.a. R.E. Alekseev, Dzerzhinsk, Russia (606029, Dzerzhinsk, avenue of Gaidar, 49), e-mail: surovegina-1962@mail.ru

Production neutralizing salt solution and salt isolation by means of polythermic crystallization is studied. That settles utilization waste materials and lower energy expenditure work out. When for absorption make use 21% sodium carbonate solution it is necessary evaporate 4,6 ton water on one ton good salt. On composition diagram it is illustrated necessity production salt in condition with little water crystal without evaporation salt solution. Circulating technology salts of render harmless gas is offered. This technology includes stage: absorption component from harmless gas; neutralization absorptive solution; crystallization salts; reduce of suspended particles salts. Circulating number 1-1,2. Experimental results productive sodium sulfite and ammonium chloride show highly effectiveness offer principle economy of energy. It is illustrated cutting of production energy loss was decreased in 3-5. Circulating number total mother liquor or on acid solution neutralization makes up 1-1,2. Productivity in neutralization stage increase 1,6-1,8 time. Productivity technological system increase in 1,25.

Keywords: salt, production, absorption, improvement, harmless gas, energy, economy.

Введение

Очистку отходящих газов от кислотных компонентов обычно проводят их абсорбцией содовым раствором [1]. В результате очистки образуются разбавленные нейтрализованные растворы, концентрирование которых неизбежно связано с большими затратами тепла на упарку растворов. Предпринимаются попытки [2-5] разработки технологий их использования в производстве натриевых солей (фосфатов, нитратов или сульфатов натрия). Но чаще отработанные растворы с установок очистки газов направляют на станцию очистки стоков. Водная абсорбция газов от кислотных компонентов менее эффективна, хотя она позволяет получать более концентрированные растворы абгазных кислот [6]. После нейтрализации такой кислоты содой получаемые нейтрализованные растворы имеют более высокую концентрацию и используются для производства солей.

С учетом возросших экологических требований к чистоте отходящих газов разработка более эффективных малоотходных технологий очистки абгазов остается актуальной.

Цель работы

Определить эффективные способы очистки отходящих газов от кислотных компонентов и переработки образующихся нейтрализованных абсорбционных растворов в соответствующие соли без дополнительных затрат тепла на упарку данных растворов.

Экспериментальная часть

На диаграмме состава систем, образующихся при абсорбции кислотных компонентов из отходящих газов содовым раствором, проведен анализ процесса очистки газов, нейтрализации абсорбционного отработанного раствора содой и кристаллизации соли из нейтрализованного раствора. В результате анализа установлено перспективное направление совершенствования технологии солей из компонентов отходящих газов.

Результаты и их обсуждение

Процесс поглощения кислого компонента X из газов содовым раствором можно представить на диаграмме состава в образующейся системе $Na_2CO_3 - X - H_2O$, приведенной на рис. 1 линией $N_0 - R_0$. Абсорбцию проводят при температуре раствора 30-35 °С. Поэтому для орошения абсорбера используют водный раствор соды концентрацией 15-22% (точка N_0). В процессе нейтрализации раствора поглощенным кислым компонентом x фигуративная точка раствора перемещается из точки N_0 к точке R_0 , в которой нейтрализация соды завершается. Раствор становится насыщенным образовавшейся солью Na_2x .

Если в системе $Na_2X - H_2O$ возможно осаждение двух кристаллогидратов: $Na_2X \cdot \rho H_2O$ и $Na_2X \cdot \psi H_2O$ ($\rho > \psi$), то при более низких температурах (например, 15-35 °С) в осадок выпадает соль с большей долей гидратной воды, равновесная при данных температурах. Поэтому для получения более концентрированной соли с меньшей долей гидратной воды полученный нейтрализованный раствор после абсорбции кислого компонента водным 21%-ным содовым раствором необходимо упарить. Упарка раствора нужна даже в случае выделения более водного кристаллогидрата $Na_2X \cdot \rho H_2O$ для достижения полного использования маточного раствора. Если кристаллогидрат $Na_2X \cdot \rho H_2O$ содержит 58% безводной соли, а кристаллогидрат $Na_2X \cdot \psi H_2O$ - 70%, то их состав отображается на диаграмме точками А и Б соответственно.

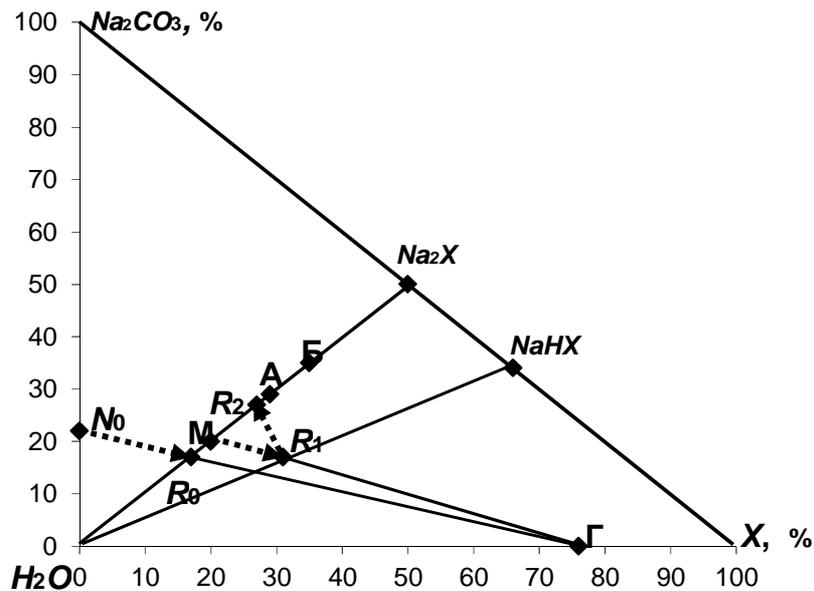


Рис. 1. Стадии получения соли $Na_2X \cdot \psi H_2O$ на диаграмме $Na_2CO_3 - X - H_2O$

Количество упариваемой воды определяется водным балансом системы в соответствии с уравнением:

$$1 \cdot 0,42 + x \cdot 1 = (1 + x) \cdot 0,79,$$

где 0,42 – доля воды в растворе после его упарки до содержания соли 58%;

x – количество упариваемой воды;

$(1 + x)$ – количество содового раствора, необходимого при абсорбции кислого компонента для получения 1 тонны упариваемого раствора с содержанием соли 58%;

0,79 – доля воды в исходном растворе соды.

Решение уравнения дает, что на 1 т упаренного раствора, насыщенного кристаллогидратом $Na_2X \cdot \psi H_2O$, надо выпарить 2,76 т воды. В соответствии с балансом воды при кристаллизации $Na_2X \cdot \psi H_2O$

$$1 \cdot 0,42 = y \cdot 0,3 + (1 - y) \cdot 0,6,$$

где 0,3 – содержание воды в кристаллогидрате $Na_2X \cdot \psi H_2O$;

0,6 – доля воды в маточном растворе.

Решение уравнения дает, что после охлаждения упаренного раствора до 35 °С из него кристаллизуется 0,6 т кристаллогидрата $Na_2X \cdot \psi H_2O$. Следовательно, на 1 т получаемой соли в виде кристаллогидрата $Na_2X \cdot \psi H_2O$ упаривается 4,6 т воды:

$$\sigma_{H_2O} = \frac{2,76}{0,6} = 4,6 \text{ т.}$$

Если оставшийся маточник возвратить в систему абсорбции для орошения абсорбера, то процесс абсорбции будет проходить с образованием кислой соли $NaHX$. Фигуративная точка раствора будет перемещаться от точки M к точке R на луче растворения соли $NaHX$ в воде. При нейтрализации раствора состава точки R содой фигуративная точка раствора перемещается из точки R_1 к точке R_2 . Доля воды в полученном нейтрализованном растворе составляет 42%. После политермической кристаллизации соли $Na_2X \cdot \psi H_2O$ охлаждением раствора до 35°C и отделения кристаллов оставшийся маточный раствор характеризуется фигуративной точкой M . Данный раствор возвращается на стадию абсорбции. Как видно из диаграммы состава системы, рецикл маточного раствора позволяет получать соль $Na_2X \cdot \psi H_2O$ без использования воды на приготовление содового раствора. Следовательно, исключается необходимость упарки воды из системы.

Коэффициент рецикла (K_p) маточника равен отношению масс жидкой ($x_{R_2} - x_B$) и твердой ($x_M - x_{R_2}$) фаз в системе в конце кристаллизации соли $Na_2X \cdot \psi H_2O$.

$$K_p = \frac{x_{R_2} - x_B}{x_M - x_{R_2}},$$

где x_M , x_{R_2} и x_B - соответственно доли воды в маточнике, в растворе, поступающем на кристаллизацию, и в выделенном кристаллогидрате.

Выход соли (φ_K) в долях от единицы составит:

$$\varphi_K = \frac{x_M - x_{R_2}}{x_M - x_B},$$

а выход маточника равен:

$$\varphi_M = 1 - \varphi_K.$$

Использование рецикла маточного раствора на орошение абсорбера позволяет исключить необходимость упарки растворов для получения соли. При этом энергетические затраты на производство соли снижаются. В результате исключения выпарного аппарата, конденсатора паров, емкостей упаренного раствора и конденсата насосов уменьшаются капитальные затраты и амортизационные отчисления.

Выполнена экспериментальная отработка предложенной циркуляционной технологии получения сульфита натрия из отходящих газов, содержащих 3,4% диоксида серы, и получения хлористого аммония из отходящих газов с долей хлористого водорода 30-35%. При этом достигнуто снижение энергетических затрат по сравнению с традиционными

технологиями в 3,2 раза при получении сульфата натрия и в 5,6 раза при получении хлористого аммония.

Заключение

Применение рецикла маточного раствора на абсорбцию утилизируемого компонента из отходящих газов обеспечивает снижение энергетических затрат при производстве солей в 3-5 раз.

Список литературы

1. Абсорбция и пылеулавливание в производстве минеральных удобрений / под ред. И.П. Мухленова, О.С. Ковалева. - М. : Химия, 1987. - С. 208.
2. Никандров М.И. Циркуляционная технология хлористого аммония из газов обезвреживания отходов производства хлоркарбонновых кислот // Современные проблемы науки и образования. – 2012. - № 1. - URL:www.science-education.ru/101-5461.
3. Никандров М.И., Никандров И.С., Рогожкин Н.К. Абсорбция хлористого водорода из абгазов производства хлоркарбонновых кислот // Химическая промышленность сегодня. – 2012. - № 8. - С. 54-56.
4. Никандров М.И., Никандров И.С. Абсорбция аммиака и хлористого водорода раствором хлористого аммония // Химическая технология. - 2012. - № 8. - С. 493-496.
5. Никандров М.И., Никандров И.С. Способ получения хлористого аммония : патент РФ № 2448045, МПК С01С1/16, заявл. 06.07.10, опубл. 20.04.12, Бюл. № 11.
6. Позин М.Е. Технологии минеральных солей. - Изд. 4-е. - Л. : Химия, 1974. - С. 862.

Рецензенты:

Луконин В.П., д.т.н., профессор, генеральный директор ФГУП «НИИ полимеров им. академика В.А. Каргина», г. Дзержинск.

Сажин С.Г., д.т.н., профессор, генеральный директор НТЦ «АТЦ», г. Дзержинск.