Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Факультет Экономики и менеджмента

Кафедра «Национальная экономика»

Курсовая работа

по дисциплине

Экономика природопользования

На тему:

Оценка эффективности методов очистки газового потока от сернистого ангидрида

Выполнила: Глущенко И.А.

№ зачетной книжки 08070505

Группа 30710/1

Проверила: Некрасова Т.П.

Санкт-Петербург 2010

**Содержание**

Введение

1. Сернистый ангидрид как один из опаснейших видов загрязняющих веществ

2. Методы очистки газового потока от сернистого ангидрида, их преимущества и недостатки

2.1 Абсорбционный метод

2.2 Адсорбционный метод

2.3 Каталитический метод

2.4 Аммиачный метод

2.5 Биохимический метод

2.6 Метод орошения известковым молоком

3. Расчет показателей оценки методов очистки газового потока от сернистого ангидрида по абсорбционному методу

4. Графики зависимости показателей оценки от различных параметров

Заключение

Список литературы

## Введение

По всему миру существует огромное количество заводов, комбинатов, промышленных комплексов. Человек всегда стремился создавать. Создавать больше, лучше, прибыльнее. И вместе с тем не заметил, как создал себе глобальную проблему – экологическую.

В настоящее время, в результате производственной и хозяйственной деятельности человека в атмосферу выбрасывается громадное количество кислых газов, в основном сернистых соединений, поступающих в атмосферу в результате сжигания твердого, жидкого и газообразного серосодержащего топлива в котельных, электростанциях и промышленных печах, относительно быстро осаждающегося на землю, преимущественно в виде «кислых дождей».

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и сточные воды агломератами токсичны для человека и вызывают не только загрязнение окружающей среды, но и разрушение строительных конструкций и сооружений, а также активную коррозию технологического оборудования. Поэтому на сегодняшний день остро стоит проблема отчистки. В частности от такого опасного вещества как сернистый ангидрид SO2.

Цель этой курсовой работы рассмотреть наиболее эффективные методы очистки газовых потоков от сернистого ангидрида с точки зрения экологии и экономики.

### 1. Сернистый ангидрид как один из опаснейших видов загрязняющих веществ

Сернистый ангидрид – наиболее распространенное соединение серы. Среди газообразных и жидких загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферу, сернистый ангидрид SO2 составляет более 10%. Это токсичное вещество, которое оказывает отрицательное воздействие на здоровье людей и окружающую среду. [2] Антропогенное загрязнение серой в два раза превосходит природное. Сернистый ангидрид выбрасывается в атмосферу при сжигании угольного топлива, нефти и природного газа, а также при выплавке цветных металлов и производстве серной кислоты.[3] Наибольшее количество сернистого ангидрида SO2 выбрасывается тепловыми электростанциями, работающими на многосернистом топливе. На металлургических предприятиях более 80% сернистых соединений выбрасываются в атмосферу вместе с отходящими газами агломерационных фабрик. Большое количество сернистого ангидрида выбрасывается при переработке сернистых руд. В области химической промышленности основные источники ядовитых выбросов - предприятия, производящие серу, серную кислоту и перерабатывающие эти продукты. [2] Сернистый газ вреден для человека. Он раздражает верхние дыхательные пути, так как легко растворяется в слизи гортани и трахеи. Постоянное воздействие сернистого газа может вызвать заболевание дыхательной системы, напоминающее бронхит. Сам по себе этот газ не наносит существенного ущерба здоровью населения, но в атмосфере реагирует с водяным паром с образованием вторичного загрязнителя – серной кислоты (Н2SО4). Капли кислоты переносятся на значительные расстояния и, попадая в легкие, сильно их разрушают. Наиболее опасная форма загрязнения воздуха наблюдается при реакции сернистого ангидрида с взвешенными частицами, сопровождающейся образованием солей серной кислоты, которые при дыхании проникают в легкие и там оседают. [1]

### 2. Методы очистки газового потока от сернистого ангидрида, их преимущества и недостатки

Пирометаллургические предприятия цветной и чёрной металлургии, а также ТЭС ежегодно выбрасывают в атмосферу десятки миллионов тонн серного ангидрида. Он выделяется в процессе сгорания серосодержащего топлива или переработки сернистых руд (до 170 млн.т. в год). Часть соединений серы выделяется при горении органических остатков в горнорудных отвалах. [7]

Поэтому существует множество способов очистки газовых потоков от сернистого ангидрида. Вот одни из них:

**2.1 Абсорбционный метод**

**Суть:** Очистка газовых выбросов путем разделения газовой смеси на составные части за счет поглощения одной или нескольких вредных примесей (абсорбатов), содержащихся в этой смеси, **жидким** поглотителем (абсорбентом) с образованием раствора.

Растворимость в воде сернистого ангидрида превышает сотых долей грамма на 1 кг воды, поэтому при обработке газовых примесей, содержащих этот вредный газ, требуются большие количества воды.

Контакт очищаемых газов с абсорбентом осуществляется пропусканием газа через насадочную колонну, либо распылением поглощающей жидкости, либо барботажем через ее слой.

**Применение:** Абсорбция жидкостями применяется в промышленности для извлечения из газов диоксида серы, сероводорода и других сернистых соединений, оксидов азота, паров кислот (НСl, HF, H2SO4), диоксида и оксида углерода, разнообразных органических соединений (фенол, формальдегид, летучие растворители и др.).

**Преимущества:** Достоинство метода абсорбции заключается в непрерывности ведения технологического процесса и экономичности очистки больших количеств газовых выбросов.

**Недостатки:** Недостаток — громоздкость оборудования и необходимость создания систем жидкостного орошения. В процессе очистки газы подвергаются охлаждению, что снижает эффективность их рассеяния при отводе в атмосферу. В процессе работы абсорбционных аппаратов образуется большое количество отходов, состоящих из смеси пыли, поглощающей жидкости и вредных примесей, которые подлежат транспортировке и утилизации, что усложняет и удорожает процесс очистки.[4]

Кроме того, на практике с отходящими газами выбрасываются в основном N0 и NO2 одновременно. Основная сложность абсорбционной очистки связана с низкой химической активностью и растворимостью оксида азота. [9]

**2.2 Адсорбционный метод**

**Суть:** При адсорбционных методах газы поглощаются **твердыми** пористыми веществами. Поглощаемые молекулы газа удерживаются на поверхности твердых тел за счет физической адсорбции (силы Ван-дер-Ваальса) либо химическими силами.

Адсорбция рекомендуется для очистки газов с невысокой концентрацией вредных компонентов. Адсорбированные вещества удаляются из адсорбентов десорбцией инертным газом или паром. В некоторых случаях проводят термическую регенерацию.

Адсорбционную очистку газов проводят в аппаратах адсорберах периодического и непрерывного действия. Наиболее часто этот метод применяют при регенерации органических растворителей.

Самый распространенный адсорбент - активированный уголь.

Так, например, при адсорбции газов, содержащих SO2, применяют как активированные угли, так и полукоксы, активированный силикогель, карбонат кальция, активированный MnO2. [5]

Адсорбционные методы являются одним из самых распространенных в промышленности способов очистки газов. При концентрациях примесей в газах более 2-5 мг/мі, очистка оказывается даже рентабельной.[8]

**Преимущества:** Достоинствами этого процесса являются высокая степень очистки, газы не охлаждаются, и отсутствуют жидкости.

**Недостатки:** Основной недостаток адсорбционного метода заключается в большой энергоемкости стадий десорбции и последующего разделения, что значительно осложняет его применение для многокомпонентных смесей. [8]

**2.3 Каталитический метод**

**Суть:** Каталитический метод предназначен для превращения вредных примесей, содержащихся в отходящих газах промышленных выбросов, в вещества безвредные или менее вредные для окружающей среды с использованием специальных веществ — катализаторов. Катализаторы изменяют скорость и направление химической реакции, например реакции окисления.

В качестве катализаторов используют благородные металлы или их соединения Катализаторная масса располагается в специальных реакторах в виде насадки из колец, шаров, пластин или проволоки, свитой в спираль, из нихрома, никеля, окиси алюминия с нанесенным на поверхность этих элементов слоем благородных металлов микронной толщины.

**Применение:** Каталитические методы широко используют для очистки от вредных примесей, содержащихся в газовоздушных выбросах цехов окраски, а также для нейтрализации выхлопных газов автомобилей.

**Преимущества:** Основным преимуществом каталитических методов является их высокая чувствительность к веществам с молекулярной массой порядка 100 - Cкат, min = 10-17 г/мл = 10-11 мкг/мл. Определить такие количества вещества практически невозможно из-за загрязнения воды, воздуха, реагентов, колебаний фона. Важнейшим преимуществом каталитического метода является не только высокая чувствительность, а сочетание высокой чувствительности с простотой аппаратурного оформления и методики эксперимента. Обычно исследователь может выбрать наиболее доступный и дешевый способ детекции скорости индикаторной реакции.

Каталитические методы дают возможность провести определение за 10 мин и менее. Кроме того, эти методы достаточно точны.

**Недостатки:** Самым большим недостатком каталитических методов является их относительно невысокая селективность. Часто на каталитическую активность определяемого компонента оказывают влияние вещества, образующие с ним комплексные соединения, меняющие степень его окисления и т.д. Однако в настоящее время химики-аналитики научились повышать селективность каталитических методов, используя различные приемы.

**2.4 Аммиачный метод**

**Суть:** Процесс очистки выхлопных газов от SO2 аммиачным методом заключается в промывке газа аммиачной водой. При этом протекает реакция

SO2 + 2NH3 + H2O = (NH4) + 2SO3;

(NH4)2 SO3 + SO2 + H2O = 2 NH4 + HSO3.

В газовую смесь впрыскивают аммиак, который, взаимодействуя c кислыми веществами, образует соединения аммония. Собранная на электрофильтре твердая фаза направляется на регенерацию аммиака, благодаря чему расход аммиака в процессе невелик.

**Преимущества:** Так как при взаимодействии сернистого газа с аммиачной водой получаются аммиачные соли, используемые как удобрение в сельском хозяйстве, аммиачный метод очистки газов от SO2 перспективен. Позволяет одновременно с очисткой газов от SO2 получать сульфит и бисульфит аммония, которые используются, как товарные продукты либо разлагаются кислотой с образованием высококонцентрированной SO2 и соответствующей соли.

**Недостатки:** Аммиачные методы относительно экономичны и эффективны, но недостаток их - безвозвратные потери дефицитного продукта - аммиака.

**2.5 Биохимический метод**

**Суть:** Газы фильтруют через твердый слой, содержащий биологически активные вещества - ферменты, либо промывают суспензиями с частицами активного ила.

В качестве фильтрующего слоя используют почву, компост, торф, а также их смеси с активным илом, к которому добавляют питательные вещества.

**Преимущества:** Этот способ очистки газов с использованием микроорганизмов пока не нашел широкого применения, однако он весьма перспективен.

**Недостатки:** В настоящее время область промышленного применения метода ограничена только теми компонентами газовых потоков, которые поддаются биохимическому окислению.

**2.6 Метод орошения известковым молоком**

**Суть:** При орошении потока продуктов сгорания известковым молоком можно добиться улавливания до 90% сернистого ангидрида, причём стоимость очистки составляет всего около 12% стоимости топлива.

**Преимущества:** Этот метод добивается улавливания до 90% сернистого ангидрида, причём стоимость очистки составляет всего около 12% стоимости топлива.

**Недостатки:** При применении известковых суспензий в газоочистной аппаратуре образуются карбонатные отложения, затрудняется работа распылителей и жидкостных трактов системы газоочистки. Для устранения этих недостатков применяют известково-щелочной метод улавливания сернистого ангидрида, при котором оксиды серы улавливают с помощью щелочного раствора, а известь используют для подщелачивания жидкости. Этот метод рекомендуется применять только на технологическом оборудовании, выпускаемом серийно. [6]

очистка газовый поток сернистый ангидрид

### 3. Расчет показателей оценки методов очистки газового потока от сернистого ангидрида по абсорбционному методу

Рассчитаем показатели коэффициента очистки газового потока, экономичность и эффективность на основе данных, предложенных в Таблице 1 [11]:

Таблица 1

Показатели очистки газов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Концентрация, мг/м3 | | Эффективность, % |
| До очистки | После очистки |
| Аммиак | 18 | 0,2 | 98,9 |
| Сероводород | 34,6 | 0,002 | 99,99 |
| **Диоксид серы** | **21,6** | **0,003** | **99,99** |
| Оксиды азота | 3,2 | 0,001 | 99,97 |
| Оксиды углерода | 89,2 | 4,2 | 95,3 |
| Меркаптаны | 9,2 | 0,06 | 99,3 |

Построим на основе этих данных свою Таблицу 2

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование  параметров | Концентрация, мг/м3 | | ai, показатель относительной опасности SO2(усл.т/т) |
| До очистки | После очистки |
| SO2 (сернистый ангидрид) | 21,6 | 0,003 | 22 |
| Себестоимость, руб./м3.прод. | 9 500 | 10 000 |  |
| Капитальные вложения, млн.руб. |  | 80 |  |

1 мг/м3 = 1,0 \* 10-9т/ м3

Объем выпуска продукции 1000 м3/год. Показатель, учитывающий характер рассеивания = 1,2. Норматив удельного экономического ущерба = 1,65 руб/усл.т. Процентная ставка банка = 20%. Цех работает 3 года

**Коэффициент очистки газового потока от сернистого ангидрида:**

КОГ = = = =



0,998826



**Экономичность:**

= 1,65 \* 1,2 = 1,98 усл.т/т.



е = = руб/руб



**Эффективность:**



Э = == 0,013 руб/руб



### 4. Графики зависимости показателей оценки от различных параметров

Рассмотрим зависимость эффективности от ситуации на рынке денег, т.е. от ставки процента при ранее заданных значениях себестоимости, капиталовложений и проч. в Таблице 3

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| i, процентная ставка, % | б | Эффективность, руб/руб |
| 10 | 2,73553719 | 0,015040345 |
| 15 | 2,625708885 | 0,014436494 |
| 20 | 2,527777778 | 0,013898056 |
| 25 | 2,44 | 0,013415442 |
| 30 | 2,360946746 | 0,012980797 |

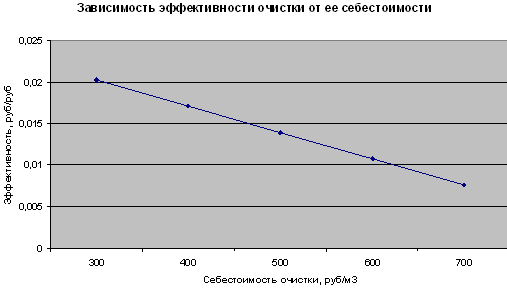


Чем меньше ставка процента, тем эффективнее очистка.

Рассмотрим зависимость эффективности от себестоимости очистки при ранее заданных значениях ставки процента, капиталовложений и проч. в Таблице 4

Таблица 4

|  |  |
| --- | --- |
| Себестоимость очистки, руб./м3 | Эффективность, руб/руб |
| 300 | 0,020235274 |
| 400 | 0,017072774 |
| 500 | 0,013910274 |
| 600 | 0,010747774 |
| 700 | 0,007585274 |

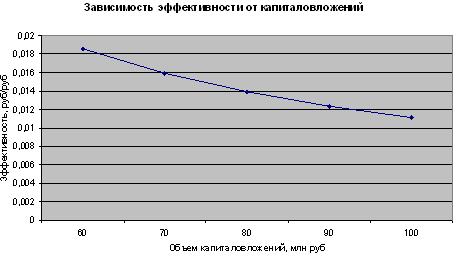


Чем ниже себестоимость очистки, тем выше эффективность.

Рассмотрим зависимость эффективности от капиталовложений при ранее заданных значениях ставки процента, себестоимости и проч. в Таблице 5

Таблица 5

|  |  |
| --- | --- |
| Капиталовложения, млн руб | Эффективность, руб/руб |
| 60 | 0,018547032 |
| 70 | 0,015897456 |
| 80 | 0,013910274 |
| 90 | 0,012364688 |
| 100 | 0,011128219 |



Чем больше мы вкладываем, тем меньше экономическая эффективность производства, большие затраты на очистку не выгодны предприятиям. Однако это не значит, что отсутствие капиталовложений – идеальный вариант. Нарушив экологические нормы, предприятие понесет большие потери. Следовательно, капиталовложения на утилизацию отходов и очистку атмосферы должны быть целесообразными в данных условиях.

Заключение

Итак, мы рассмотрели методы очистки газовых потоков от сернистого ангидрида. Какие-то из них являются эффективными только с экологической точки зрения, например, метод адсорбции, другие – с экономической, метод орошения известковым молоком.

К сожалению, методов без недостатков не существует, как не существует и идеального производства. Однако идеальным вариантом производственного процесса, не загрязняющего окружающую среду, было бы производство с переработкой отходов и потреблением их в качестве вторичного сырья. Имеет место создание территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса опять же с целью дальнейшей их переработки. И именно поэтому разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов и систем очистки является сейчас основным направлением технического прогресса и становлением перехода к безотходному производству и безотходным технологиям.

Список литературы

1. http://www.bigpi.biysk.ru/encicl/articles/03/1000392/1000392F.htm
2. Статья «Инновационные технологии в сфере улавливания сернистого ангидрида» (zirka-eco.narod.ru/doc/so2.doc)
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Сернистый\_ангидрид
4. НГПУ: Учебные материалы: Лекции БЖД: Лекция 15: Экобиозащитная техника. Очистка газов (cit.nnspu.ru/materials/tef/safety/15.pdf)
5. Курс лекций Первовой И.Г. «Основы промышленной экологии» (http://fhtzb.ru/Lib/Lec/pe/pe07.htm)
6. http://edu.dvgups.ru/METDOC/GDTRAN/NTS/TEPLOVOZ/TEH\_OB\_EX/METOD/KATIN/Kot6.htm
7. http://www.ecology-94.narod.ru/atmosphere.htm
8. http://www.ru.greenplanet.su/trade/adsorption/
9. http://www.bsresurs.ru/voprosy/kratkii-kurs-ekologii/absorbtscionnye-metody-ochistki-gazov-ot-so2-oksidov-azota-h2s-galogenov-i-ih-soedinenii.html
10. А.А.Абросимов "Экология переработки углеводородных систем". М:Химия, 2002.
11. http://www.ngs-envk.com/index.php?loc=9&id=8 (Нефтегаз)