

УДК 577:542.7

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДЯЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ, СОДЕРЖАЩИХ СЕРНИСТЫЙ ГАЗ

Канд.хим.наук

Г.К.Бишимбаева

Х.Р.Садиева

Докт.техн.наук

У.Ж.Джусипбеков

Докт.техн.наук

В.К.Бишимбаев

*Показана возможность переработки вредных техногенных газовых выбросов, содержащих сернистый газ на дешевые сульфитные соли. Методами химического и физико-химического анализов жидкой и твердой фаз продуктов поглощения сернистого газа щелочными, карбонатными и аммиачными растворами установлено, что основными продуктами являются гидросульфит, сульфит и, частично, сульфат натрия.*

Современное производство еще долгое время будет иметь отходы и вредные выбросы, поэтому необходимо совершенствовать способы очистки отходящих газов и сточных вод, утилизации твердых и жидких отходов, а также развивать санитарно-гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздухе, воде и почве.

В последние годы все большее значение приобретает санитарная очистка от двуокиси серы выбросных газов химических, металлургических, фосфорных и других производств. Это объясняется необходимостью ликвидации загрязнения атмосферы, а также возможностью введения в сферу полезного использования огромных количеств серосодержащих соединений.

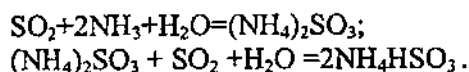
Предложены и в разной степени разработаны многие методы извлечения  $SO_2$  из газов с помощью абсорбентов водных растворов и суспензий химически активных поглотителей, таких как: карбонат натрия, сульфит натрия, сульфит аммония. Подавляющее большинство этих методов очистки газов от  $SO_2$  связано с образованием сульфитов и гидросульфитов [1].

С целью совершенствования технологии утилизации отходящих сернистых газов изучены вопросы абсорбции  $\text{SO}_2$  разнообразными поглотителями.

Выбор того или иного абсорбента определяется такими факторами, как эффективность абсорбента, легкость регенерации поглотителя, конъюнктура реализации полученного при абсорбции продукта.

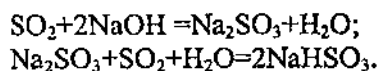
При поглощении  $\text{SO}_2$  едкими щелочами (например,  $\text{KOH}$ ) сперва образуется сульфит ( $\text{K}_2\text{SO}_3$ ), а затем бисульфит ( $\text{KHSO}_3$ ). Вместо едких щелочей обычно пользуются растворами карбонатов (например,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

Абсорбция  $\text{SO}_2$  водными растворами аммиака сопровождается следующими реакциями:

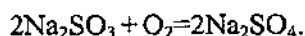


Нами в качестве поглотителей сернистого газа выбраны растворы карбоната натрия, щелочи и аммиачный.

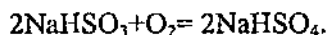
В результате абсорбции  $\text{SO}_2$  раствором щелочи образуется сульфит и гидросульфит натрия:



Соли сернистой кислоты являются сильными восстановителями. Их растворы при взаимодействии с кислородом воздуха окисляются:



Растворы  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  относительно легко окисляются на воздухе, растворы  $\text{NaHSO}_3$  окисляются примерно в 10 раз медленнее:



Образование всех вышеназванных веществ при насыщении поглотительного раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  двуокисью серы подтверждается Раман-спектроскопией жидкой фазы (рис.1). На рис.1 наблюдаются интенсивные пики  $1053 \text{ см}^{-1}$  и  $1023 \text{ см}^{-1}$ , характерные для  $\text{HSO}_4^-$  и  $\text{HSO}_3^-$ , соответственно. Об образовании  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{SO}_3^{2-}$  - ионов свидетельствуют сильные полосы с интенсивностью  $928 \text{ см}^{-1}$  и  $968 \text{ см}^{-1}$ , соответственно[2].

С целью предотвращения окисления образующихся сульфитов поглощение сернистого газа нами проводилось под током азота до полного насыщения (рН-среды в растворах колебалось от 5.8 до 8.0). Из насыщенного раствора выпадали кристаллы. При этом гидросульфит

натрия  $\text{NaHSO}_3$  кристаллизуется из растворов в твердую фазу в виде пиросульфита натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  [3].

Состав жидкой и твердой фаз поглотительных растворов определяли методами весового и объемного (иодометрического титрования) анализов, результаты которых приведены в таблице 1.

Участок Раман-спектра водного раствора карбоната натрия, насыщенного сернистым газом

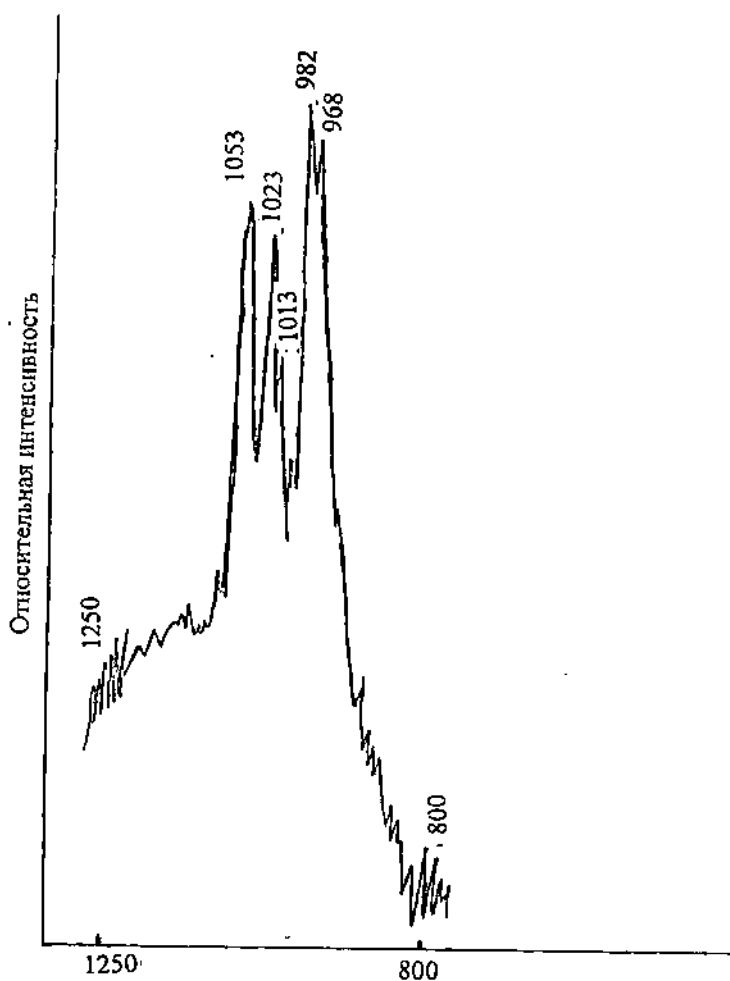


Рисунок 1

Таблица 1

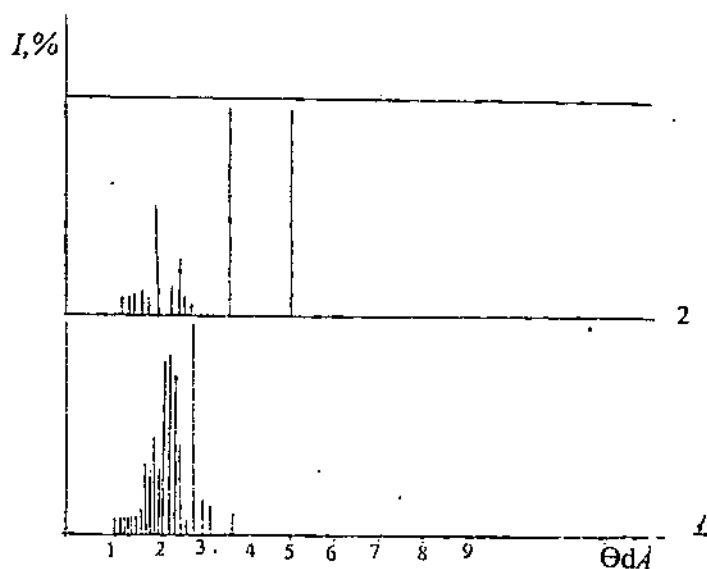
№ п/п	Поглотительный раствор	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Сумма SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Масс.%				
1	25% р-р Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	20,3	63,4	16,3
2	30% р-р NaOH	6,3	77,1	16,6
3	10% р-р NH <sub>4</sub> OH	19	64,3	16,7

Как видно из таблицы 1, основным продуктом поглощения сернистого газа водными растворами карбоната натрия, щелочи и аммиака является гидросульфит натрия.

Результаты рентгенофазового анализа кристаллов, полученных из содового и аммиачного поглотительных растворов, подтверждают данные химического анализа. Штрихдиаграммы твердых фаз (рис.2) представлены хорошо выраженными линиями семиводного сульфита натрия с межплоскостными расстояниями 3,34; 2,69; 2,18; 1,93; 1,56 Å, а также - сульфита аммония - 3,69; 2,78; 2,61; 1,69 Å и пиросульфита натрия - 2,76;

2,60; 2,34; 2,24; 2,15; 2,87 Å. Кроме того, отмечаются слабые пики, характерные для гидросульфата, сульфата натрия и аммония [4].

Штрихдиаграммы твердых фаз,  
выделенных из насыщенных сернистым газом растворов

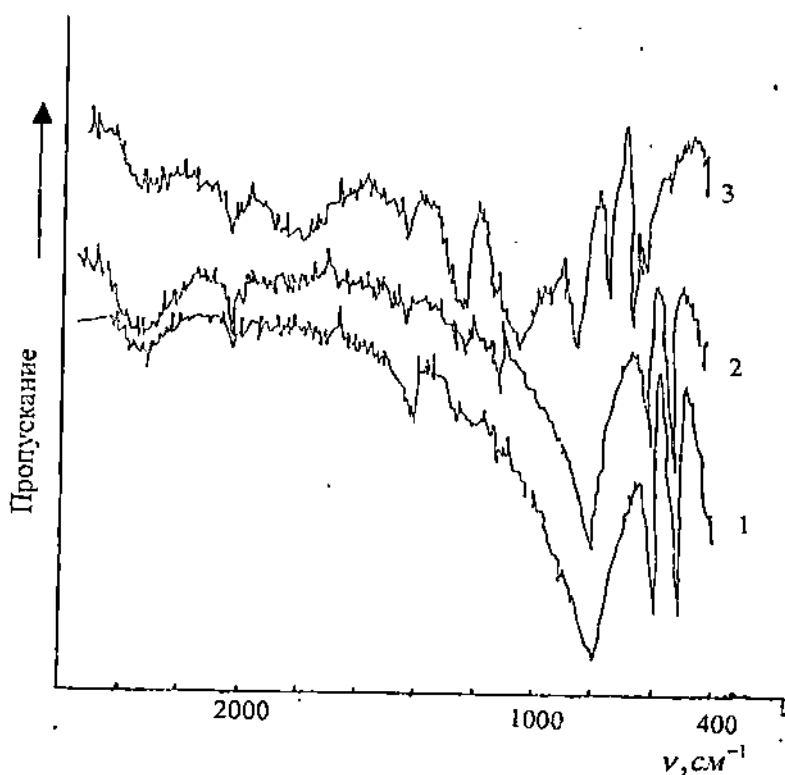


1 - 25% р-ра Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2 - 10% р-ра NH<sub>4</sub>OH

Рисунок 2

На ИК-спектрах этих образцов (рис.2 и 3) наблюдаются интенсивные полосы, характерные для сульфита натрия с частотами  $496\text{ см}^{-1}$ ,  $632\text{ см}^{-1}$ ,  $976\text{ см}^{-1}$ , и пиросульфита натрия - при  $512\text{ см}^{-1}$ ,  $1184\text{ см}^{-1}$ . ИК-спектр твердой фазы, вылавшей из аммиачного поглотительного раствора полностью идентифицируется ИК-спектром реактивного сульфита аммония (марки х.ч.) с интенсивными пиками в области  $616\text{ см}^{-1}$ ,  $1104\text{ см}^{-1}$ ,  $1392\text{ см}^{-1}$ ,  $3112\text{ см}^{-1}$ .

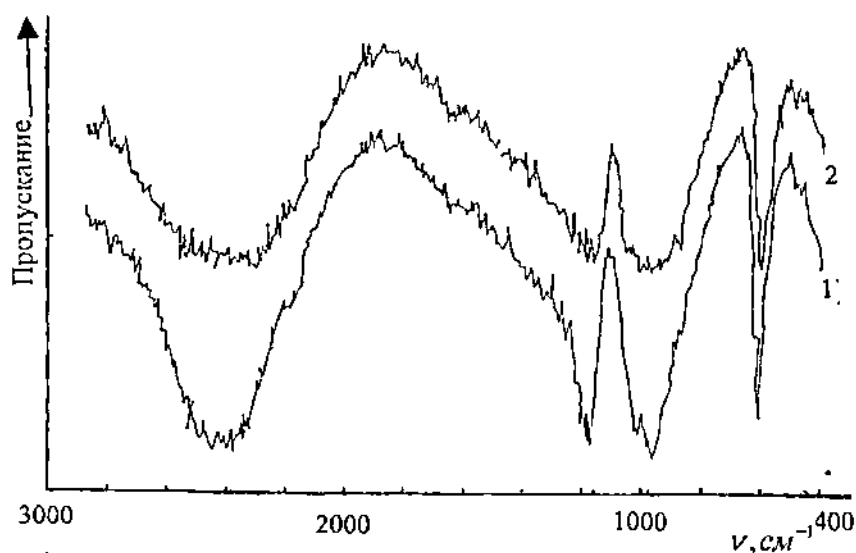
### ИК-спектры



1 - реактивного  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (б/в, ч.д.а.) и твердых фаз, выделившихся из: 2 - 30% р-ра  $\text{NaOH}$ ; 3 - 25% р-ра  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Рисунок 3

## ИК – спектры



- 1 – реактивного  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (х.ч.) и  
 2 – твердой фазы, выделившейся из 10% р-ра  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Рисунок 4

Приведенные результаты химического и физико-химического анализов жидкой и твердой фаз продуктов поглощения сернистого газа щелочными, карбонатными и аммиачными растворами, подтверждая и дополняя друг друга, показывают, что основными продуктами являются сульфит, гидросульфит, в твердой фазе пиросульфит натрия.

Таким образом, показана возможность переработки вредных техногенных газовых выбросов, содержащих сернистый газ на дешевые сульфитные соли, потребность в которых остро ощущается в текстильной, кожевенной, пищевой, целлюлозно-бумажной, микробиологической и золотодобывающей отраслях промышленности. Экологическая и экономическая целесообразность разработки технологии получения сульфитов из отходящих газов не вызывает сомнения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей Л. Химия 1974 С.506
2. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координацион-ных соединений. М. 1991 С.153
3. Авербух Т.Д, Телепнева А.Е. Технология сульфитов. М. Химия 1984 С.13
4. Недома И. Расшифровка рентгенограмм порошков. М. Metallургия, 1975 С.153

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

**ШЫҒАРЫЛҒАН ӨНЕРКӘСІПТІК ГАЗДАРДЫҢ  
ҚҰРАМЫНДАҒЫ КҮКІРТТІ ГАЗДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ  
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ**

- Хим.ғыл.канд. Г.Қ.Бишімбаева  
Х.Р.Садиева  
Техн.ғыл.докт. Ө.А.Жусіпбеков  
Техн.ғыл.докт. У.Қ.Бишімбаев

Құрамында күкіртті газы бар зиянды техногенді газдарды қайта өңдеп олардан өнеркәсіптердің әртүрлі саласында өте қажетті сульфитті тұздарды алу мүмкіншіліктерді қарастырылған. Сілтілі, карбонатты және амиакты ертілділермен суық және қатты түріндегі күкіртті газалық сіңіру заттарына химиялық, және физика химиялық әдістермен талдау жасалынған. Гидросульфит, сульфит және спармен қатар натрийдің тиосульфатты олардың негізін құрайтындылығы анықталған.