

Дзевочко О.М., к. техн. наук, доцент, Подустов М.О., д. техн. наук, професор,
Дзевочко А.І., к. техн. наук, Пашко А.І., аспірант

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ВІД ДВООКСИДУ СІРКИ

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Ключові слова: методи очищення, відхідні гази, двооксид сірки.

Вступ. Двооксид сірки є одним із найпоширеніших компонентів шкідливих викидів в атмосферу. Великі його кількості викидаються в атмосферу у виробництві сірчаної кислоти, при спалюванні високосірчистого палива в теплоенергетичних установках, у сучасних виробництвах ПАР, наприклад, у відхідних газах, сірчано-кислотних виробництв вміст двооксиду сірки досягає 0,2–0,3 % [1].

Двооксид сірки є відповідальним за утворення кислотних дощів, які є однією з поширених форм забруднення в усьому світі. Перенос сполук сірки на великі відстані також призводить до відкладення двооксиду сірки в ґрунтах і водних шляхах [2].

Проблема повного уловлювання SO₂ на більшості промислових підприємств поки що не вирішена, незважаючи на велику кількість запропонованих та апробованих у виробничих умовах методів. Це пояснюється тим, що всі існуючі методи очищення відхідних газів від двооксиду сірки є дорогими і вибір того чи іншого з них залежить від одержуваних побічних продуктів, реалізація яких впливає на техніко-економічні показники процесу очищення.

Аналіз літературних даних. Усі відомі методи очищення відхідних газів від SO₂ можна розділити на три основні групи [3–5]:

1) аміачні методи, що дозволяють одночасно з очищенням відхідних газів від SO₂ отримувати сульфїт та бісульфїт амонію, які використовуються, як товарні продукти, або розкладаються кислотою з утворенням висококонцентрованого SO₂ та відповідної солі;

2) методи нейтралізації двооксиду сірки, що дозволяють одночасно отримувати сульфїти та сульфати. Ці методи забезпечують високий рівень очищення відхідних газів, але одержувані продукти мають обмежений попит у народному господарстві;

3) каталітичні методи, засновані на окисленні двооксиду сірки у присутності каталізаторів з отриманням розведеної сірчаної кислоти.

У загальному випадку абсорбційні методи діляться на розімкнені і циркуляційні схеми очищення. Вибір схеми залежить від можливості повторного використання абсорбенту: у розімкнених схемах немає стадії регенерації абсорбенту, тоді як циркуляційні схеми засновані на замкнутому циклі абсорбенту [6–8].

Основна частина. Проведемо аналіз основних методів очищення відхідних газів від двооксиду сірки.

Аміачні методи очищення відхідних газів. Аміачні методи очищення відхідних газів від двооксиду сірки засновані на взаємодії SO₂ з водними розчинами сульфїту амонію:



Якщо регенерація абсорбенту відбувається при нагріванні, схему включають обладнання для підведення тепла до системи, його відведення і рекуперації. Такі ускладнення схеми зумовлені необхідністю знизити енергію, що витрачається на процес.

Технологічне оформлення циркуляційних схем визначається фізико-хімічними особливостями процесу абсорбції [9, 10].

Отриманий бісульфіт амонію піддається розкладу кислотним, автоклавним, циклічним чи нециклічним методом.

Аміачно-кислотні методи є відносно економічними, але вимагають витрати дефіцитного продукту – аміаку. Солі, що отримуються при цьому, і товарний двооксид сірки не завжди компенсують витрати на очищення.

Розкладання бісульфіту амонію здійснюється за допомогою сірчаної, азотної чи фосфорної кислот. При цьому утворюються товарний двооксид сірки та солі амонію.

Аміачно-сірчано-кислотний метод полягає в обробці бісульфіту амонію сірчаною кислотою:

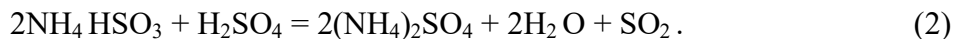


Схема аміачно-сірчано-кислотного методу очищення відхідних газів від SO_2 показана на рис. 1.

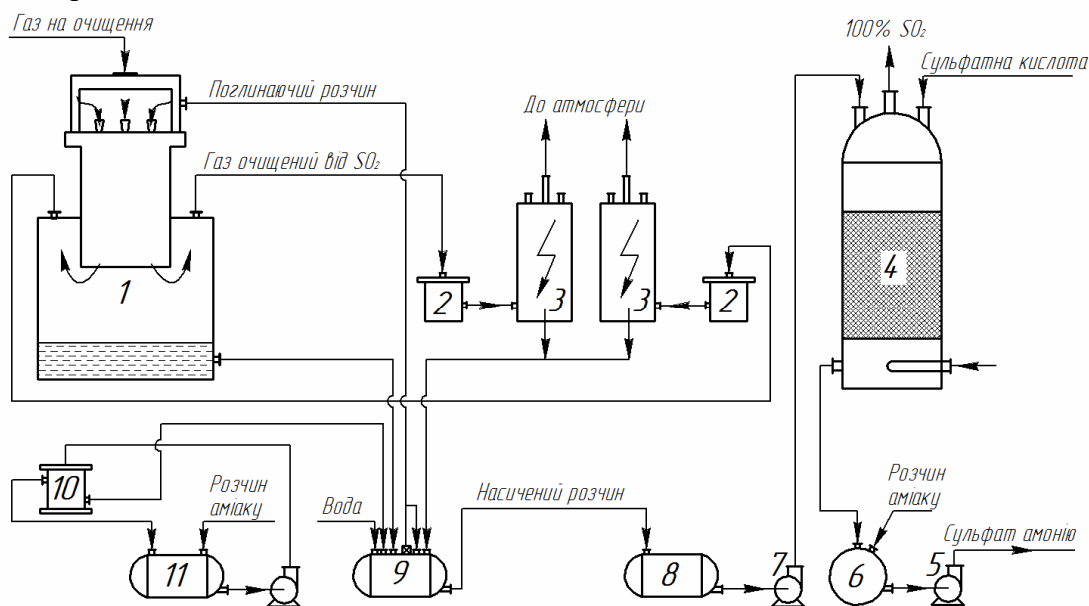


Рисунок 1 – Технологічна схема аміачно-сірчано-кислотного методу очищення відхідних газів від SO_2 з використанням АРТ

1 – АРТ; 2 – краплевідбійник; 3 – електрофільтри; 4 – колона розкладання; 5, 7 – насоси; 6 – збірка сульфату амонію; 8, 9, 11 – ємності; 10 – збірка аміачної води

Основним апаратом установки є абсорбер розпилювального типу (АРТ). Відхідний газ, що містить 0,1–0,3 % SO_2 надходить у верхню частину апарату АРТ1, який складається з трьох зон: розпилювальної, абсорбційної та сепараційної. У верхній розпилювальній зоні встановлено сім розпилювальних конусів. Газ, що очищається, надходить в апарат зверху і зі швидкістю 20–25 м/с проходить через розпилювальні кону-

си, до яких підводиться поглинальний розчин. За рахунок великої швидкості руху газу відбувається розпилення робочого розчину, внаслідок чого досягається тісний контакт між газовою та рідкою фазами.

Утворений сульфід та бісульфід амонію у вигляді розчину надходять у нижню сепараційну частину апарату. Тут, завдяки зменшенню швидкості потоку, краплі рідини відокремлюються від газу. Очищений від SO₂ газ проходить бризкоуловлювач 2, електрофільтри 3 і викидається в атмосферу.

Збирається в нижній частині АРТ сульфід-бісульфідний розчин амонію направляється до збірки 9. Сюди ж надходить конденсат з електрофільтрів і свіжий розчин аміаку з ємності 11. Поглинальний розчин, що стабілізується по концентрації, знову подається на зрошення АРТ. Коли концентрація сульфід-бісульфідних солей у поглинальному розчині досягає 500–600 г/л, його з ємності 9 періодично відводять у збірник 8, а звідти за допомогою відцентрового насоса 7 подають на зрошення колони розкладання 4.

Колона розкладання 4 являє собою циліндричний апарат насадкового типу, нижню частину якого через розподільчу трубу подається гостра пара, а зверху надходить 94 %-ва сірчана кислота.

100 %-ний двооксид сірки відводиться з колони і використовується для отримання сірчаної кислоти або спрямовується на склад.

Розчин сульфату амонію з кубової частини колони 4 надходить у ємність 6. Тут він нейтралізується аміачною водою до нейтрального або слаболужного середовища і відцентровим насосом 5 подається на склад готової продукції.

При використанні аміачно-фосфорно-кислотного способу очищення утворюються фосфорні добрива і SO₂ який може бути далі перероблений в сірчану кислоту. Розкладання сульфід-бісульфіту амонію фосфорною кислотою протікає за реакціями:

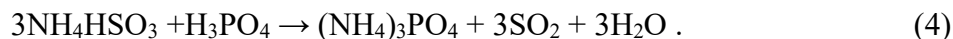


Схема процесу наведено на рис. 2.

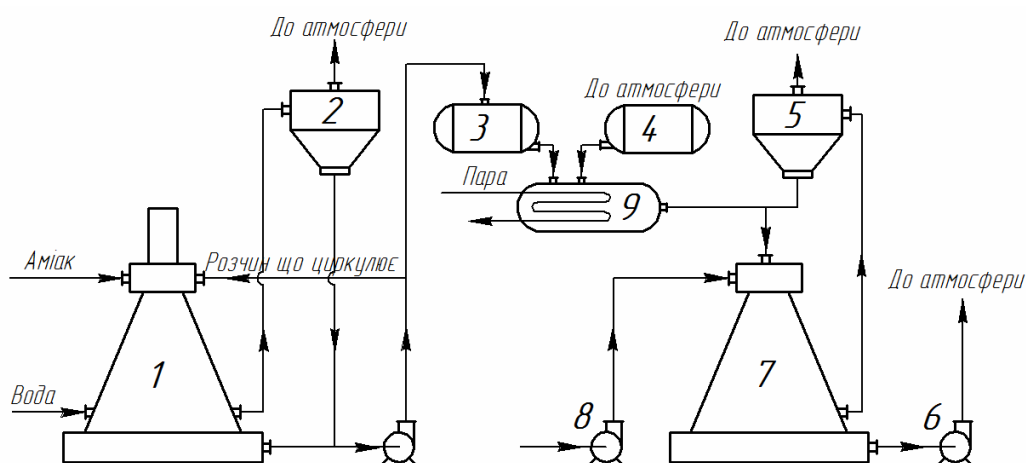
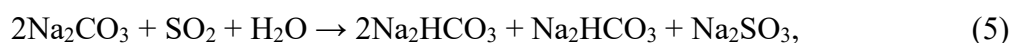


Рисунок 2 – Схема аміачно-фосфорно-кислотного методу очищення відхідних газів від SO₂

1 – абсорбер Вентурі, 2, 5 – краплеуловлювачі, 3 – збірник, 4 – ємність, 6 – насос, 7 – десорбер Вентурі, 8 – повітродувка, 9 – реактор

Відхідні гази, що містять до 0,3 % SO₂ надходять у скруббер Вентурі 1. У горловину скрубера подаються циркулюючий розчин сульфїт-бісульфїту амонїю і газоподібний аміак. Очищений від двооксиду сірки газ проходить краплеуловлювач 2 і через трубу викидається в атмосферу. Частина циркулюючого розчину безперервно надходить у збірник 3, звідки направляється в реактор розкладання 9, з мішалкою і підігрівом. Сюди з ємності 4 подається фосфорна кислота. Продукти розкладання, що містять SO₂ і фосфат амонїю, прямують у трубу Вентурі - десорбер 7, куди вдихається стиснене повітря. Десорбуємий SO₂ проходить краплевідділювач 5 і використовується далі для переробки в сірчану кислоту. Фосфат амонїю насосом 6 також спрямовується на подальшу переробку.

Методи очищення відхідних газів, засновані на нейтралізації двооксиду сірки. Содовий метод заснований на поглинанні двооксиду сірки розчином соди [11]. Фактично процес отримання бісульфїту проходить через стадії утворення бікарбонату та сульфїту натрію:



Схему очищення відхідних газів від двооксиду сірки содовим методом наведено на рис. 3.

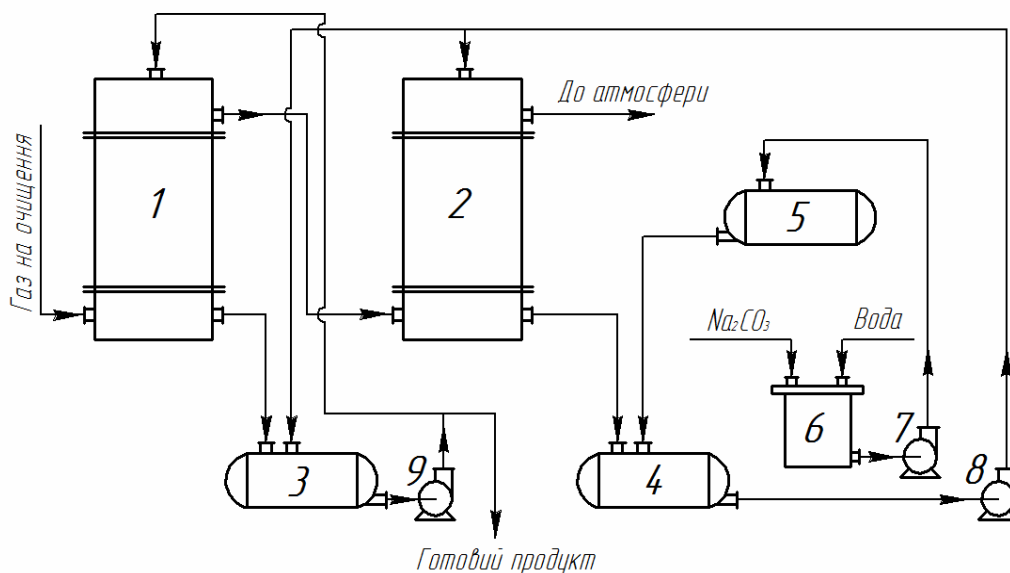


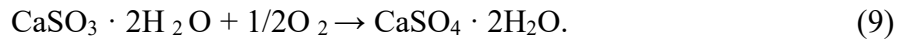
Рисунок 3 – Схема содового очищення відхідних газів від SO₂
1, 2 – абсорбційні башти; 3, 4 – збірка; 6 – розчинник соди; 7, 8, 9 – насоси

Установка складається з двох абсорбційних веж 1 та 2, заповнених насадкою. Газ послідовно проходить обидві башти, після чого виводиться в атмосферу. Зрошуючий розчин за допомогою циркуляційних насосів рухається протитечією газу. У міру поглинання SO₂ вміст бісульфїту натрію в розчині зростає.

При досягненні потрібного складу розчину готовий продукт виводиться із сис-

теми циркуляції вежі 1, а еквівалентна кількість свіжого розчину соди вводиться в систему циркуляції вежі 2.

Вапняний метод заснований на поглинанні двооксиду сірки з відхідних газів суспензією CaO [11]



Двооксид вуглецю, що міститься в газах, частково вловлюється вапняним молоком; карбонати кальцію, що утворюються, вступають далі в реакцію з двооксидом сірки, утворюючи сульфід кальцію.

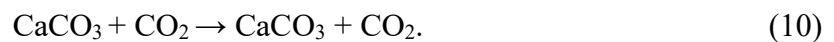


Схема вапняного методу очищення відхідних газів від SO₂, показана на рис. 4.

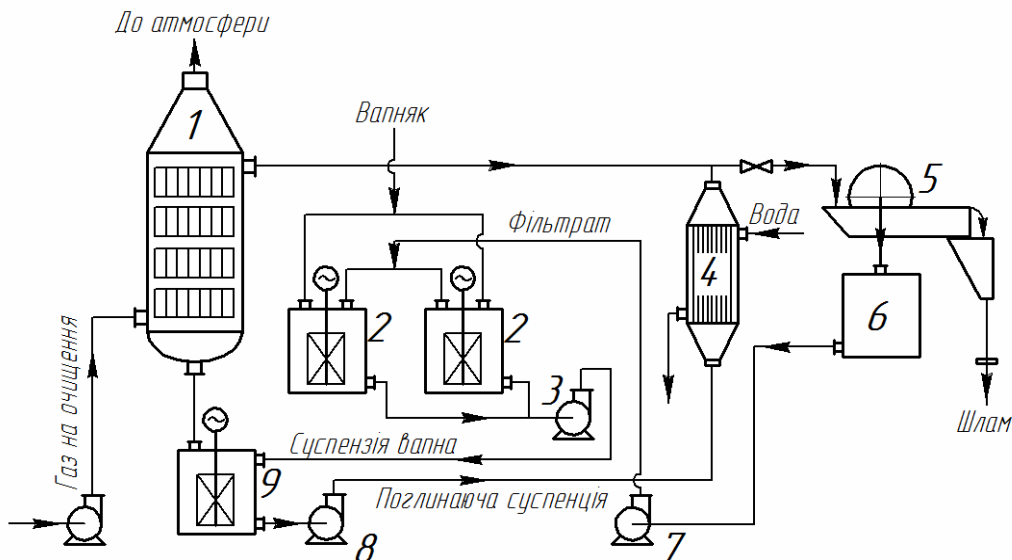


Рисунок 4 – Схема вапняного методу очищення відхідних газів від SO₂
 1 – скруббер; 2 – ємності; 3 – насос; 4 – кристалізатор; 5 – вакуум-фільтр; 6 – збірка; 7 – насос; 8 – циркуляційний насос; 9 – збірка вапняного молока

Гази подаються на очищення за допомогою газодувки в скруббер 1, зрошуваний суспензією вапняного молока. Очищений газ викидають в атмосферу, а поглинальний розчин стікає з вежі в резервуар 9, звідки за допомогою насоса 8 його подають кристалізатор 4 і далі знову на зрошення скрубера.

У процесі роботи в циркулюючому розчині збільшується вміст сульфіту та сульфату кальцію, які кристалізуються з розчину та забивають насадку та комунікації. Для захисту системи від забивання встановлюють проміжний кристалізатор, в якому при охолодженні випадають кристали солей кальцію. Частина циркулюючої рідини, що містить кристали CaSO₄ і CaSO₃ періодично виводиться з системи і подається на вакуум-фільтр 5, де відбувається відділення кристалів. Сульфід та сульфат кальцію у вигляді шламу видаляються у відвал.

Фільтрат з вакуум-фільтра зливають у бак 6, звідки за допомогою насоса 7 його подають у ємність 2 на приготування свіжого поглинального розчину. Щоб склад і кі-

лькість зрошувального розчину залишалися незмінними, приймальний бак 9 за допомогою насоса 3 періодично подається свіжоприготовлений поглинальний розчин.

До переваг вапняного методу слід віднести порівняно невеликі капітальні витрати і можливість виготовлення технологічного обладнання з некорозивних матеріалів.

Крім того, необхідно відзначити простоту та надійність роботи установок, відносно невелику площу для їх спорудження. До недоліків методу слід віднести необхідність фільтрації шламу та наявність відходів у вигляді солей сульфіту та сульфату кальцію.

Існують схеми з використанням розчину гідроксиду натрію [12].

В цьому випадку протікає наступна реакція



При використанні розчину гідроксиду натрію як абсорбент, застосовуються як розімкнуті, так і циркуляційні схеми очищення.

На рис. 5 наведена схема розімкнутої схеми очищення відхідних газів.

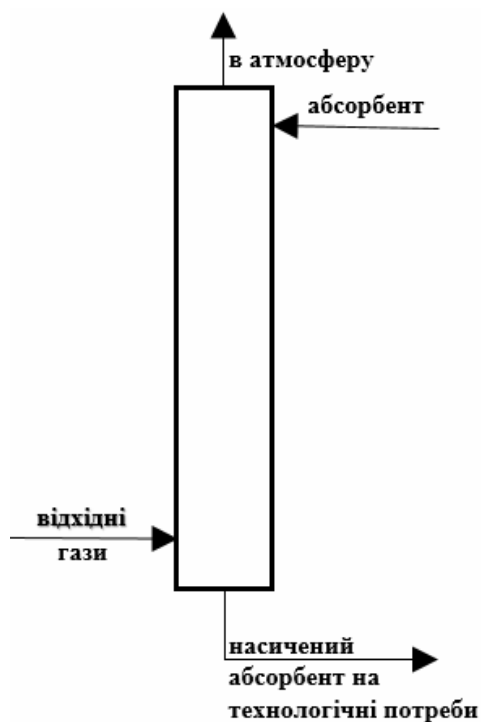


Рисунок 5 – Схема розімкнутих абсорбційних процесів

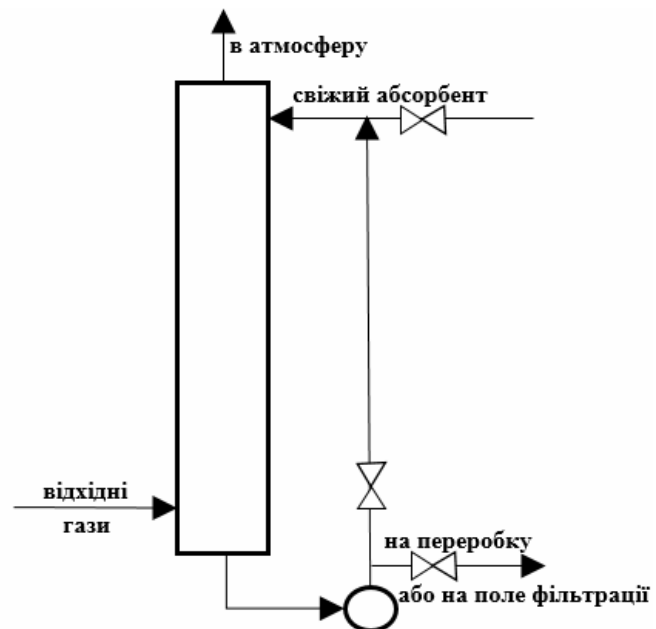


Рисунок 6 – Циркуляційна схема абсорбційних процесів

Як видно з рис. 5 відхідні гази подаються в абсорбер знизу, зверху протічечією подається абсорбент (розчин гідроксиду натрію). Насичений абсорбент прямує на технологічні потреби.

На рис. 6 наведена циркуляційна схема очищення відхідних газів. Відхідні гази також подаються знизу, зверху подається абсорбент. Подача свіжого абсорбенту проходить до заданого рівня в колоні. Після чого подача свіжого абсорбенту відключається, а циркуляційний насос подає насичений абсорбент на зрошування.

Робота циркуляційного насосу проходить до заданої концентрації сульфату натрію. Після чого насичений абсорбент подається на переробку або на поле фільтрації, а на зрошування подається свіжий абсорбент.

Розімкнені схеми відрізняються простотою апаратурного оформлення, а також малою енергією на очищення.

Циркуляційні схеми використовуються коли слабо насичений абсорбент не може використовуватися на технологічні потреби.

Каталітичні методи очищення відхідних газів. Такі схеми не потребують використання абсорбенту. Колона очищення заповнюється каталізатором. Для окислення SO₂ використовується ванадієвий каталізатор. Ступінь окислення в таких схемах недостатньо високий і тому вони застосовуються на першому етапі очищення. На другому етапі очищення застосовуються вище перелічені методи очищення [13].

У табл. 1 наведено порівняльні техніко-економічні показники методів очищення відхідних газів від двооксиду сірки.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика методів очищення відхідних газів від двооксиду сірки

Показники	Методи			
	Аміачно-сірчано-кислотний	Вапняний	Содовий	NaOH
Зміст SO ₂ % до очищення	0,3–0,35	0,17–0,2	0,2–0,25	0,2–0,25
після очищення	0,05	0,04	0,04	0,04
Ступінь очищення, %	92	95	95	95
Витрата реагентів, кг на 1000 м ³ газу				
аміак	4,87	–	–	–
вапняк	–	7,6	–	–
Na ₂ CO ₃	–	–	8,5	–
NaOH	–	–	–	6,7
Реагент не використовується				

Наведені дані вказують на велику різноманітність методів очищення відхідних газів від двооксиду сірки. Вибір того чи іншого методу очищення залежить від конкретних умов виробництва: необхідного ступеня очищення, потужності джерела викиду двооксиду сірки та складу відхідних газів, наявності сировини для приготування поглинальних розчинів, капітальних та експлуатаційних витрат на очищення, стійких ринків збуту утилізованих продуктів.

Висновки

1. Аналіз методів очищення показав, що у виробництві поверхнево-активних речовин (ПАР) краще використовувати нециклічні методи.

2. Як абсорбент можна вибрати розчин гідрооксиду натрію, який використовується у виробництві ПАР на стадії нейтралізації.

3. У разі вмісту невеликих кількостей сульфіту натрію в розчині гідроксиду натрію його можна використовувати як нейтралізуючий агент при нейтралізації продуктів сульфатування.

Література

1. Яворський В. Технологія сірки і сульфатної кислоти : Підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки. 2010. 404 с.
2. Priya V., Maheswari C., Krishnamyrthy K., Parameshwaran R. (2012). Modelling And Simulation of Gas Liquid Absorption Column for SO₂ Emission Control. Proceedings of National Conference on Frontiers in Applied Sciences and Computer Technology. Vol.2. PP. 10–15.
3. Вязовик В.М., Коржик Л.В., Столяренко Г.С. Технології очищення газів. – Черкаси: Вертикаль. 2010. 308 с.
4. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорони навколишнього середовища (Екологія та охорона природи) : Підручник. Львів : Афіша. 2001. 272 с.
5. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. Технічні засоби очищення газових викидів : Навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2005. 158 с.
6. Бучинський А.К., Коваленко В.С. Основи технології та техніки абсорбційних процесів : Навч. посіб. Дніпропетровськ : УДХТУ. 2004. 155 с.
7. Врагов А.П. Масообмінні процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв : Навч. посіб. Суми : ВТД «Університетська книга». 2007. 284 с.
8. Zarzycki R., Chacuk A. Absorption: Fundamentals and Applications. Oxford : Pergamon press, 2013. 638 p.
9. Патент 13273 Україна, МКИ В01 D 53/14. Спосіб очистки відхідних газів від двооксиду сірки / Ю.М. Рубін, О.М. Котнин, В.С. Шуляк. № 4868867; Заявл. 18.07.90; Оубл. 28.02.97. Бюл. № 1. 3 с.
10. Патент 21848 Україна, МКИ В01 D 53/34. Спосіб очищення / Н.Г. Залогін, С.М. Шухер. № 94043173; Заявл. 19.04.94; Оубл. 30.04.98. Бюл. № 2. 8 с.
11. Крусір Г.В., Мадані М.М., Гаркович О.Л. Техніка та технології очищення газових викидів : Навч. посіб. Одеса : ОНАХТ-Одеса. 2017. 207 с.
12. Foster N.S. (1997). Sulfonation and Sulfation Processes. The Chemithon Corporation. Seattle, WA 98106 – USA. 36 p.
13. Северин Л.І., Петрук В.Г., Безвозюк І.І., Васильківський І.В. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери : навчальний посібник/ Вінниця : ВНТУ. 2012. 388 с.

Bibliography (transliterated)

1. Iavorskyi V. Tekhnolohiia sirky i sulfatnoi kysloty : Pidruchnyk. Lviv : Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky. 2010. 404 p.
2. Priya V., Maheswari C., Krishnamyrthy K., Parameshwaran R. (2012). Modelling And Simulation of Gas Liquid Absorption Column for SO₂ Emission Control. Proceedings of National Conference on Frontiers in Applied Sciences and Computer Technology. Vol.2. PP. 10–15.
3. Viazovyyk V.M., Korzhyk L.V., Stoliarenko H.S. Tekhnolohii ochyshchennia haziv. – Cherkasy: Vertykal. 2010. 308 p.

4. Dzhyhyrei V.S., Storozhuk V.M., Yatsiuk R.A. Osnovy ekolohii ta okhorony navkolyshnoho seredovyscha (Ekolohiia ta okhorona pryrody) : Pidruchnyk. Lviv : Afisha. 2001. 272 p.
5. Ratushniak H.S., Lialiuk O.H. Tekhnichni zasoby ochyshchennia hazovykh vykydiv : Navch. posib. Vinnytsia : VNTU, 2005. 158 p.
6. Buchynskiy A.K., Kovalenko V.S. Osnovy tekhnolohii ta tekhniky absorbttsiinykh protsesiv : Navch. posib. Dnipropetrovsk : UDKhTU. 2004. 155 p.
7. Vrahov A.P. Masoobminni protsesy ta obladnannia khimichnykh i naftererobnykh vyrobnytstv : Navch. posib. Sumy : VTD «Universytetska knyha». 2007. 284 p.
8. Zarzycki R., Chacuk A. Absorption: Fundamentals and Applications. Oxford : Pergamon press, 2013. 638 p.
9. Patent 13273 Ukraina, MKY V01 D 53/14. Sposib ochystky vidkhidnykh haziv vid dvooksydu sirky / Yu.M. Rubin, O.M. Kotnyn, V.S. Shuliak. № 4868867; Zaiavl. 18.07.90; Oubl. 28.02.97. Biul. № 1. 3 p.
10. Patent 21848 Ukraina, MKY V01 D 53/34. Sposib ochyshchennia / N.H. Zalohin, S.M. Shukher. № 94043173; Zaiavl. 19.04.94; Oubl. 30.04.98. Biul. № 2. 8 p.
11. Krusir H.V., Madani M.M., Harkovych O.L. Tekhnika ta tekhnolohii ochyshchennia hazovykh vykydiv : Navch. posib. Odesa : ONAKhT-Odesa. 2017. 207 p.
12. Foster N.S. (1997). Sulfonation and Sulfation Processes. The Chemithon Corporation. Seattle, WA 98106 – USA. 36 p.
13. Severyn L.I., Petruk V.H., Bezvoziuk I.I., Vasylykivskiy I.V. Pryrodookhoronni tekhnolohii. Chastyna 1. Zakhyst atmosfery : navchalnyi posibnyk/ Vinnytsia : VNTU. 2012. 388 p.

УДК 66.02 : 66.074

Дзевочко О.М., к. техн. наук, доцент, Подустов М.О., д. техн. наук, професор,
Дзевочко А.І., к. техн. наук, Пашко А.І., аспірант

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ВІД ДВООКСИДУ СІРКИ

Показано, що двооксид сірки є одним з найпоширеніших компонентів шкідливих викидів в атмосферу. Наведено, що велика кількість SO_2 викидається в атмосферу у виробництвах сірчаної кислоти, при спалюванні палива в теплоенергетичних установках, у сучасних виробництвах поверхнево-активних речовин.

Показано, що двооксид сірки є відповідальним за утворення кислотних дощів, які є однією з поширених форм забруднення в усьому світі.

Наведено, що усі відомі методи очищення відхідних газів поділяються на три основні групи: аміачні методи, методи нейтралізації SO_2 , каталітичні методи.

У загальному випадку абсорбційні методи поділяються на розімкнені і циркуляційні схеми очищення.

Показано, що аміачно-кислотні методи є економічними, але вимагають витрати дефіцитного продукту – аміаку. Аміачно-сірчано-кислотний метод полягає в обробці бісульфіту амонію сірчаною кислотою.

При використанні аміачно-фосфорно-кислотного способу очищення утворюються фосфорні добрива і SO_2 який може бути далі перероблений в сірчану кислоту.

Содовий метод заснований на поглинанні двооксиду сірки суспензією CaO .

Наведено, що при використанні розчину гідроксиду натрію як абсорбенту застосовуються як розімкнуті, так і циркуляційні схеми очищення.

Показано, що каталітичні методи очищення відхідних газів не потребують використання абсорбенту. Однак необхідно використовувати дороговартісний каталізатор. Найчастіше такий метод застосовують на першому етапі очищення, а на другому – вище перелічені методи очищення.

Наведена таблиця з порівняльними техніко-економічними показниками, вибір того чи іншого методу очищення залежить від конкретних умов виробництва.

Показано, що для виробництва поверхнево-активних речовин краще використовувати розімкнені схеми очищення, які відрізняються простотою апаратурного оформлення, а також малою витратою енергії на очищення.

Наведено, що абсорбентом можна вибрати розчин гідроксиду натрію. У разі вмісту невеликих кількостей сульфату натрію в розчині гідроксиду натрію його можна використовувати як нейтралізуючий агент при нейтралізації продуктів сульфатування.

Ключові слова: методи очищення, відхідні гази, двооксид сірки.

Девочко А.М., к. техн. наук, доцент, Подустов М.А., д. техн. наук, професор,
Девочко А.И., к. техн. наук, Пашко А.И., аспірант

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ОТ ДИОКСИДА СЕРЫ

Показано, что диоксид серы является одним из наиболее распространенных компонентов вредных выбросов в атмосферу. Представлено, что большое количество SO_2 выбрасывается в атмосферу в производствах серной кислоты, при сжигании топлива в теплоэнергетических установках, в современных производствах поверхностно-активных веществ.

Показано, что двуоксид серы ответственен за образование кислотных дождей, которые являются одной из распространенных форм загрязнения во всем мире.

Известно, что все известные методы очистки отходящих газов делятся на три основные группы: аммиачные методы, методы нейтрализации SO_2 , каталитические методы.

В общем случае абсорбционные методы делятся на разомкнутые и циркуляционные схемы очистки.

Показано, что аммиачно-кислотные методы экономичны, но требуют расхода дефицитного продукта – аммиака.

Аммиачно-серно-кислотный метод заключается в обработке бисульфита аммония серной кислотой.

При использовании аммиачно-фосфорно-кислотного способа очистки образуются фосфорные удобрения и SO_2 , который может быть далее переработан в серную кислоту.

Содовый метод основан на поглощении диоксида серы суспензией CaO .

Приведено, что при использовании раствора гидроксида натрия в качестве абсорбента применяются как разомкнутые, так и циркуляционные схемы очистки.

Показано, что каталитические методы очистки отходящих газов не требуют использования абсорбента. Однако необходимо использовать дорогостоящий катализатор. Чаще такой метод применяют на первом этапе очистки, а на втором – выше перечисленные методы очистки.

Приведена таблиця со сравнительними техніко-економічними показателями, вибор того или иного метода очистки зависит от конкретных условий производства.

Показано, что для производства поверхностно-активных веществ лучше использовать разомкнутые схемы очистки, отличающиеся простотой аппаратного оформления, а также малым расходом энергии на очистку.

Представлено, что абсорбентом можно выбрать раствор гидроксида натрия. При содержании небольших количеств сульфита натрия в растворе гидроксида натрия его можно использовать как нейтрализующий агент при нейтрализации продуктов сульфатирования.

Ключевые слова: методы очистки, отходящие газы, двуоксид серы.

Dzevochko O., Podustov M., Dzevochko A., Pashko A.

ANALYSIS OF WASTE GASES CLEANING METHODS FROM SULFUR DIOXIDE

It is shown that sulfur dioxide is one of the most common components of harmful emissions into the atmosphere. It is stated that a large amount of SO₂ is emitted into the atmosphere in the production of sulfuric acid, during fuel combustion in thermal power plants, and in modern production of surface-active substances.

It has been shown that sulfur dioxide is responsible for the formation of acid rain, which is one of the most common forms of pollution around the world.

It is stated that all known methods of waste gas purification are divided into three main groups: ammonia methods, SO₂ neutralization methods, catalytic methods.

In general, absorption methods are divided into open and circulation cleaning schemes.

It is shown that ammonia-acid methods are economical, but require consumption of a scarce product - ammonia.

The ammonia-sulfuric-acid method consists in treating ammonium bisulfite with sulfuric acid.

When using the ammonia-phosphoric-acid cleaning method, phosphoric fertilizers and SO₂ are formed, which can be further processed into sulfuric acid.

The sodium method is based on the absorption of sulfur dioxide by a CaO suspension.

It is indicated that when using a solution of sodium hydroxide as an absorbent, both open and circulating cleaning schemes are used.

It is shown that catalytic methods of waste gas purification do not require the use of an absorbent. However, it is necessary to use an expensive catalyst. Most often, this method is used at the first stage of cleaning, and at the second - the cleaning methods listed above.

The table with comparative technical and economic indicators is presented, the choice of one or another cleaning method depends on specific production conditions.

It is shown that for the production of surface-active substances it is better to use open cleaning schemes, which are distinguished by the simplicity of the equipment design, as well as the low consumption of energy for cleaning.

It is stated that sodium hydroxide solution can be chosen as an absorbent. If the sodium hydroxide solution contains small amounts of sodium sulfite, it can be used as a neutralizing agent in the neutralization of sulfation products.

Keywords: cleaning methods, waste gases, sulfur dioxide.