УДК 54.058: 628.316: 544.344.013-14-13

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДАЛЕННЯ СІРКОВОДНЮ З ПОВІТРЯ В ГАЗОРІДИННИХ СИСТЕМАХ

Пацурковський П.А.,
к.т.н., доцент
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна
Україна, м. Миколаїв, пр. Героїв України, 9.
pavlo.patsurkovskyi@nuos.edu.ua

Анотація. Представлено механізм формування зони проходження хімічних реакцій в місці контакту фаз. Оцінено глибину зміщення фронту хімічних реакцій всередину краплі з урахуванням тривалості існування краплі та швидкості дифузійних процесів. Наведено рекомендації щодо підвищення ефективності видалення сірководню з повітря.

Ключові слова: сірководень, абсорбційно-електрохімічний метод, газорідинні системи, поверхня контакту фаз, окислювальні процеси.

Проблема викидів шкідливих речовин, зокрема сірководню, є актуальною як для суднової, так і для стаціонарної енергетики. Джерелом утворення сірководню є життєдіяльність сульфатредукуючих бактерій, що містяться в стічних водах. Загальна хімічна реакція утворення сірководню має наступний вигляд:

$$SO_4^{2-} + \text{Organic matter} \xrightarrow{\text{Anaerobic microorganisms}} H_2S + CO_2.$$

Враховуючи високу корозійну активність, отруйність, вибухонебезпечність та високу тривалість природного окислення сірководню [1] необхідність очищення повітря від сірководню є очевидною, а дослідження щодо підвищення ефективності видалення сірководню з повітря в газорідинних системах є актуальними. Отже, основною метою роботи є визначення факторів, що впливають на ефективність видалення сірководню з повітря та розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності процесу.

Основна частина. За результатами попередніх досліджень [2-3] досить добре зарекомендував себе абсорбційно-електрохімічний метод очищення повітря від сірководню. Сутність методу полягає в генерації абсорбентів зі звичайної води в електрохімічному реакторі та подальшому диспергуванні згенерованих абсорбентів в розпилювачі рідини ротаційного типу.

Основні переваги абсорбційно-електрохімічного методу полягають в тому, що він дозволяє отримувати велику площу поверхні контакту фаз та відносно дешево регенерувати властивості абсорбенту.

Відомо, що при високій вологості та при наявності кисню в газорідинній системі відбувається не тільки процес абсорбції, але й окиснення сірководню [2-4]. Аналіз літературних даних вказує, що реальний механізм окиснення сірководню достовірно невідомий [5, 6]. Серед основних продуктів окислення сірководню можуть утворюватись сірка (S^0), тіосульфат ($S_2O_3^{2-}$), сульфіт (SO_3^{2-}) та сульфат (SO_4^{2-}) іони [7].

Механізм формування зони проходження хімічних реакцій в тонкому шарі рідини біля поверхні контакту фаз показано на рис. 1.

Оскільки константи швидкості проходження реакцій окислення дуже різняться [1, 5-7], то ефективність очищення повітря від сірководню залежить від того, яка з вказаних реакцій превалює у тонкому шарі рідини на поверхні контакту фаз. Це обумовлено умовами протікання реакцій та коефіцієнтами дифузії сірководню та кисню в цьому шарі рідини.

Порівняння даних по коефіцієнтам дифузії сірководню і кисню в воді та в повітрі [8] вказує на те, що швидкість надходження кисню і сірководню до поверхні краплі приблизно на

чотири порядки перевищує швидкість потоку сірководню вглиб краплі. Таким чином, при швидкості переміщення фронту хімічної реакції близько $3 \cdot 10^{-4}$ м/с [4] реакції окиснення сірководню проходять практично на поверхні контакту фаз і вглиб краплі рухаються лише продукти реакцій. При швидкостях дифузії близько $10^{-4} \ldots 10^{-5}$ м/с глибина переміщення продуктів реакції не перевищує 1 мкм при часі існування краплі до 10 мс. Таким чином, можна припустити, що на поверхні краплі існує підвищена концентрація продуктів хімічних реакцій окиснення сірководню, які з плином часу накопичуються та зменшуються ефективність окислювальних процесів. Отже, для підвищення ефективності видалення сірководню з повітря доцільно підвищувати площу поверхні контакту фаз за рахунок багатократного диспергування абсорбенту. Для досягнення цього доцільно використовувати багатоступінчаті розпилювачі рідини [9].

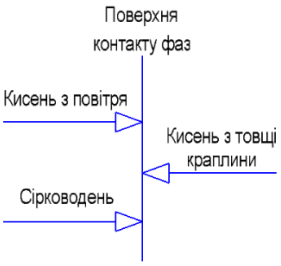

Рис.1. Механізм формування зони проходження хімічних реакцій в тонкому шарі рідини біля поверхні контакту фаз

Висновки. Встановлено, що проходження хімічних реакцій окиснення відбувається переважно в тонкому шарі рідини біля поверхні контакту фаз (до 1 мкм) за умови тривалості існування краплі до 10 мс, а отже, основна маса рідини не приймає участі в окислювальних процесах. Враховуючи це доцільним є створення декількох послідовних ступенів диспергування абсорбенту з метою збільшення сумарної поверхні контакту фаз та підвищення ефективності видалення сірководню з повітря.

Література

[1] Алферова Л. А., Титова Г. А. (1969). Изучение скорости и механизма реакции окисления сероводорода, гидросульфида натрия и сульфидов натрия, железа и меди в водных растворах кислородом воздуха. Журнал прикладной химии. № 1, С. 192–196.

[2] Leybovych, L. I., Patsurkovskiy, P. A. (2015). Influence of water salinity on air purification from hydrogen sulfide. Проблемы региональной энергетики, 3 (29), С. 92-99.

[3] Лейбович, Л. И., Пацурковский, П. А. (2015). Окисление сероводорода во влажном воздухе. Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, 71, С. 85–90.

[4] Пацурковський, П. А. (2017). Удосконалення екологічно безпечного абсорбційно-електрохімічного методу очищення повітря від сірководню. (Дис. канд. техн. наук). Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук.

[5] Леонов А. В., Айзатуллин Т. А. (1987). Кинетика и механизм окисления сероводорода в морской воде. Водные ресурсы. №1. С. 89–103.

[6] Золотова Е. Ф., Асс Г. Ю. (1975) Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода. Москва: Стройиздат, 176 с.

[7] Cline, J. D., Richards, F. A. (1969). Oxygenation of hydrogen sulfide in seawater at constant salinity, temperature and pH. Environ. Sci. Technol., pp. 838–843. doi: 10.1021/es60032a004.

[8] Григорьев, Л. Н., Буренина, Т. И. (2013). Основы расчета оборудования для химической очистки и обезвреживания выбросов: учебное пособие. СПб: СПб ГТУ РП., 110 с.

[9] Розпилювач рідини: пат. 117728 Україна: МПК (2006) B01F5/00, B01F5/18 (2006.01). №201613289; заявл. 26.12.2016; опубл. 10.07.2017, Бюл. № 13. 3 с.

Methods of improving the efficiency of hydrogen sulfide removal from air in gas- liquid systems

Patsurkovskyi P.A.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The mechanism of forming a reaction zone at the phase contact site is presented. The depth of displacement of the chemical reaction front inside the droplet is assessed considering the droplet's lifespan and diffusion process speed. Recommendations for enhancing the efficiency of hydrogen sulfide removal from air are provided.

Keywords: hydrogen sulfide, absorptively-electrochemical method, gas-liquid systems, surface of phases contact, oxidation processes.

УДК 504.064.38

МОНІТОРИНГ ТА АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ SMART CITIZEN KIT

Соченінова І.О.[1],
магістрант кафедри екології та природоохоронних технологій,
Магась Н. І.[2],
кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
innasocheninova@gmail.com1 , nataly.magas@gmail.com2

Smart Citizen є важливим кроком у залученні населення до збору даних щодо забруднення повітря, а також відкриває нові можливості для наукових досліджень та екологічного моніторингу. Проаналізовано можливості використання Smart Citizen як інноваційного засобу для моніторингу та аналізу якості атмосферного повітря.

Ключові слова: моніторинг, якість атмосферного повітря, інноваційні технології, автоматизовані пости спостереження.

Якість атмосферного повітря є критичним аспектом для здоров'я людей та екологічного балансу. Спостереження за забрудненням повітря є важливим завданням як для органів управління, так і для громадян.

Метою роботи є дослідження можливостей та обмежень використання Smart Citizen Kit для моніторингу та аналізу стану атмосферного повітря.

В останні роки з'явилися нові технології, зокрема Smart Citizen Kit [1], які можуть відігравати значну роль у моніторингу та аналізі стану атмосферного повітря.

Сучасний стан довкілля та забруднення повітря вимагають впровадження нових методів моніторингу для забезпечення точних та актуальних даних. Smart Citizen вважається одним з інноваційних засобів, який може допомогти вирішити цю проблему та залучити громадян до власної участі у зборі даних.

Під час дослідження використовувались для збору даних Smart Citizen Kit різні параметри атмосферного повітря, такі як рівень пилу, концентрація газів (діоксид азоту, вуглецевий монооксид) та інші фактори. Для проведення моніторингу рівня забруднення сенсори Smart Citizen Kit були розташовані в різних точках м. Миколаїв. На рисунку 1-2 представлено варіант представлення результатів вимірювання показників якості повітря.