

Корисна модель належить до області фізико-хімічних процесів, зокрема адсорбції, каталізу, і може використовуватися в засобах для очищення повітря від діоксиду сульфуру.

Діоксид сульфуру утворюється на заводах, що виробляють сульфатну кислоту, при випалі сірчастого колчедану (піриту), на теплостанціях при спалюванні вугілля, що містить сульфур. Діоксид сульфуру застосовується у кольоровій та чорній металургії, виробництві синтетичного каучуку, сульфату целюлози, сірчаного ангідриду, сульфідів, тіосульфатів, для відбілювання вовни, шовку, соломи, консервування фруктів, ягід, дезінфекції теплиць, складів, підвальних приміщень та ін. Галузі, де діоксид сульфуру може знаходитися в повітрі робочої зони, численні, унаслідок чого виникає потреба розробки дешевих ефективних адсорбентів та каталізаторів для очищення повітря від діоксиду сульфуру.

Досягнутий рівень техніки в області композицій для очищення повітря від діоксиду сульфуру характеризується наступними прикладами.

Відомий "Хемосорбент для очищення повітря від діоксиду сірки" (UA 56335 опубл. 10.01.2011 р., Бюл. № 1), активною речовиною якого є водний розчин гексаметилентетраміну (ГМТА), який містить добавки деканолу при співвідношенні інгредієнтів, % мас: ГМТА - 10,0-20,0; деканол - 0,1-2,0; вода - решта.

Недоліком відомого хемосорбенту є те, що для його використання потрібні великі та коштовні споруди: барботажні, ерліфтні апарати, розпилюючі пристрої та ін.

Відома складна композиція (хемосорбент-каталізатор) для очистки повітря від діоксиду сульфуру (UA 98970; опубл. 12.05.2015, бюл. № 9), що містить як носій природний діатоміт трепел (П-Тр(К)), що добувається в Україні (Кіровоградська обл.), як активна речовина використовується нітрат кобальту(II), а кількісне співвідношення в отриманій композиції дорівнює, мас. %:

нітрат кобальту(II) -	1,00-2,00
носії (трепел)	решта.

Недоліком відомого хемосорбента-каталізатора є високий вміст солей кобальту(II) і застосування як носія крихкого природного діатоміту трепелу, що ускладнює виготовлення хемосорбенту та використання його в засобах індивідуального захисту органів дихання робітників підприємств за умови підвищених концентрацій діоксиду сульфуру в повітрі робочої зони.

Відомий каталізатор, (UA 131749; опубл. 25.01.2019, бюл. № 2) що містить пористий носій з нанесеними на його поверхню активними компонентами, в якості носія каталізатор містить природний трепел, а в якості активних компонентів використовуються хлориди купруму(II) і феруму(III), а кількісне співвідношення інгредієнтів в отриманому каталізатору дорівнює, мас. %:

хлорид купруму(II) -	0,79-0,85
хлорид феруму(III) -	0,02-0,03
носії (трепел)	решта.

Недоліком відомого каталізатора є складний компонентний склад і застосування в якості носія крихкого природного діатоміту трепелу, що ускладнює виготовлення каталізатору та використання його в засобах індивідуального захисту органів дихання робітників підприємств за умови підвищених концентрацій діоксиду сульфуру в повітрі робочої зони.

Найближчим аналогом до корисної моделі, що пропонується, є адсорбційний матеріал та спосіб уловлювання діоксиду сульфуру з газових потоків низької концентрації, описані у роботі Yu X., Hao J., Xia Z., Liu T., Lin Y., Xu B. Investigation of low concentration SO₂ H adsorption performance on different amine-modified Merrifield resins (Atmospheric Pollution Research, 2018). Відоме технічне рішення передбачає використання хлорметильованої полімерної смоли типу Merrifield як носія, яку хімічно модифікують етилендіаміном, метиламіном або диметиламіном з утворенням відповідно первинних, вторинних та третинних аміних груп, ковалентно закріплених на полімерній матриці. Отримані аміномодифіковані сорбенти застосовують для адсорбції діоксиду сірки з газових потоків концентрацією 40-100 ppb за температури близько 25 °C у сухих та зволожених умовах, з можливістю регенерації шляхом продування інертним газом при підвищеній температурі. У зазначеній роботі встановлено, що сорбенти з третинними аміними групами характеризуються найбільшою адсорбційною ємністю щодо SO₂ у сухих умовах, що зумовлено утворенням донорно-акцепторних комплексів між атомом азоту та молекулою SO₂. Первинні та вторинні аміні групи взаємодіють із діоксидом сірки з утворенням цвітеріонних або іонних структур, які мають вищу термічну стабільність, але гірші регенераційні властивості.

Недоліком відомого способу уловлювання діоксиду сульфуру є відносно невелика питома адсорбційна ємність, яка зменшується при підвищенні температури, а також істотна залежність ефективності процесу від вологості газового потоку, оскільки у присутності водяної пари відбувається утворення сульфідних і сульфатних сполук. Крім того, органічна природа полімерного носія обмежує можливість повної термічної регенерації сорбентів, а матеріали з первинними та вторинними аміними групами характеризуються низькою стабільністю у багаторазових циклах адсорбції-десорбції, що знижує довготривалу експлуатаційну ефективність відомого технічного рішення.

Задачею корисної моделі є використання як адсорбента пірогенного кремнезему (аеросил А-300)

площа поверхні $S_{\text{пит}}=300 \text{ м}^2/\text{г}$, $C_{\text{он}}=1 \text{ ммоль/г}$ (0,8-1,2 ммоль/г) виробництво ДП "Калуський дослідно-експериментальний завод ІХП НАНУ" для очищення повітря від діоксиду сульфуру при його початкової концентрації 150 мг/м^3 та підвищеної вологості повітря.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб очищення повітря від діоксиду сульфуру, що полягає у використанні пористого адсорбенту, згідно з корисною моделлю, як адсорбент застосовують пірогенний кремнезем Аеросил А-300, що не містить додаткових активних компонентів.

Технічний результат полягає у підвищенні питомої адсорбційної ємності при низькотемпературному уловлюванні діоксиду сульфуру та у збільшенні ресурсу стабільної експлуатації адсорбенту.

Спосіб очищення повітря від діоксиду сульфуру відбувається наступним чином. Пірогенний кремнезем (аеросил А-300) площа поверхні $S_{\text{пит}}=300 \text{ м}^2/\text{г}$, $C_{\text{он}}=1 \text{ ммоль/г}$ (0,8-1,2 ммоль/г) виробництво ДП "Калуський дослідно-експериментальний завод ІХП НАНУ" попередньо висушують до сталої маси при $t=110 \text{ }^\circ\text{C}$, а потім зразки адсорбенту масою 0,5 г використовують для низькотемпературного поглинання діоксиду сульфуру.

Адсорбент аеросил А-300 для очищення повітря від діоксиду сульфуру багаторазово випробовували в лабораторії кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти Одеського національного університету імені І. І. Мечникова з доброю відтворюваністю результатів. Помилка не перевищувала 5 % при проведенні понад 100 експериментів.

Умови випробувань були такими. Через реактор із зразком адсорбенту аеросил А-300 пропускали газоповітряну суміш (ГПС) з вмістом діоксиду сульфуру 150 мг/м^3 з об'ємною витратою 1 л/хв. , лінійна швидкість ГПС - $3,2 \text{ см/с}$, висота шару композиції в реакторі $0,4 \text{ см}$, що відповідає умовам використання каталізатора в засобах індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД), зокрема - респіраторів. ГПС отримували шляхом змішування потоків очищеного повітря і SO_2 в змішувачі.

Початкову ($C_{\text{SO}_2}^{\text{п}}$) та кінцеву ($C_{\text{SO}_2}^{\text{к}}$) концентрації діоксиду сульфуру вимірювали за допомогою приладу "Газоаналізатор 667ЭХ08" ("Аналітприлад", Україна), чутливістю 2 мг/м^3 .

Критеріями відбору найбільш ефективного адсорбенту були час його захисної дії ($\tau_{\text{ГДК}}$), тобто час, впродовж якого кінцева концентрація діоксиду сульфуру не перевищувала ГДК для робочої зони

($\text{ГДК}_{\text{SO}_2} = 10 \text{ мг/м}^3$), кількість поглиненого SO_2 ($Q_{\text{експ}}$, моль SO_2), яку розраховували з використанням експериментальних даних наведених у координатах - та питома адсорбційна ємність зразків, q , мг/г, яку розраховували на один грам сорбенту.

Випробування підтвердили, що поставлена технічна задача успішно вирішується за рахунок високої питомої адсорбційної здатності пірогенного кремнезему аеросил А-300.

Порівняння величини питомої адсорбційної ємності та часу захисної дії від SO_2 зразків запропонованого адсорбенту, та найближчого аналога наведені в таблиці.

Таблица

Зразок	Умови тестування	$\tau_{\text{ГДК}}$, хв	$Q_{\text{експ}}$ МОЛЬ SO_2	q , мг/г
Пірогенний кремнезем (аеросил А-300) (запропонований адсорбент)	$C_{\text{SO}_2}^{\text{п}} = 150 \text{ мг/м}^3$; $t=25 \text{ }^\circ\text{C}$; $m=0,5\text{г}$; $\omega = 1000$ мл/хв; RH=65 %	115	$3,75 \cdot 10^{-4}$	48,02
Смола Меррифілда (полістирен) (найближчий аналог)	$C_{\text{SO}_2}^{\text{п}} = 262 \text{ мг/м}^3$; $t=25 \text{ }^\circ\text{C}$; $m=0,5\text{г}$; $\omega=100$ мл/хв; RH=80 %	-	$1,41 \cdot 10^{-6}$	0,18

Як видно з наведених даних, застосування пірогенного кремнезему аеросил А-300 як активного адсорбенту забезпечує високу питому адсорбційну здатність щодо діоксиду сульфуру та істотне збільшення часу захисної дії шару адсорбенту в умовах низькотемпературного очищення повітря. Запропонований адсорбент характеризується питомою адсорбційною здатністю щодо діоксиду сульфуру, яка у сотні разів перевищує відповідний показник найближчого аналога смоли Меррифілда. На відміну від полімерного аналога, пірогенний кремнезем Аеросил А-300 виявляє підвищену стійкість до насичення парами води та довший експлуатаційний ресурс, що підтверджує досягнення заявленого технічного результату при тривалому використанні у процесах очищення повітря від діоксиду сульфуру.