



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **56335** (13) **U**
(51) МПК (2011.01)
B01J 23/72

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ХЕМОСОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ДІОКСИДУ СІРКИ

1

2

(21) u201007786

(22) 21.06.2010

(24) 10.01.2011

(46) 10.01.2011, Бюл.№ 1, 2011 р.

(72) ГАВРИЛЕНКО МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ, ІСПА-
НЮК ЄЛИЗАВЕТА ОЛЕКСАНДРІВНА

(73) ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМ. І.І. МЕЧНИКОВА

(57) Хемосорбент для очищення повітря від діок-
сиду сірки, активною речовиною якого є водний
розчин гексаметилентетраміну (ГМТА), який **відрі-**
зняється тим, що містить добавки деканолу при
співвідношенні інгредієнтів, % мас:

ГМТА	10,0÷20,0
деканол	0,1÷2,0
вода	решта.

Хемосорбент відноситься до області фізико-
хімічних процесів, зокрема хемосорбції, і може
використовуватися в абсорбційних апаратах та
установках, наприклад ерліфтних, для очищення
повітря від діоксиду сірки.

Діоксид сірки утворюється на заводах, що ви-
робляють сірчану кислоту, при випалі сірчастого
колчедану (піриту), на теплових електростанціях
при спалюванні вугілля, що містить сірку. Діоксид
сірки виділяється у кольоровій та чорній металур-
гії, виробництві синтетичного каучуку, сульфату
целюлози, сірчаного ангідриду, сульфатів, тіосу-
льфатів, використовується застосовується для
відбілювання вовни, шовку, соломи, консервуван-
ня фруктів, ягід, дезинфекції теплиць, складів, під-
вальних приміщень та ін.

Області, де діоксид сірки може знаходитися в
повітрі робочої зони, багаточисленні, унаслідок
чого виникає потреба розробки дешевих ефектив-
них сорбентів для очищення повітря від діоксиду
сірки.

Досягнутий рівень техніки в області хемосор-
бентів для очищення повітря від діоксиду сірки
характеризується наступними прикладами.

Відомий хемосорбент для очищення повітря
від діоксиду сірки по європейському патенту EP
1570903 (A1), опубл. 2004-08-03 по кл. F01N3/10,
B01D53/94, B01J23/72. Хемосорбент містить носій
- цеоліт, на який нанесений каталітичний шар із

сполук металів: платини, палладія, родію та акти-
вованого алюмінію.

Недоліком відомого адсорбенту є висока вар-
тість, обумовлена наявністю дорогоцінних металів.

Відомий хемосорбент по патенту України на
корисну модель №36858 опубл. 10.11.2008,
Бюл.21 по Кл. B01J23/72), що містить носій - базаль-
товий туф, на поверхню якого нанесена активна
речовина хемосорбенту, в якості якої використову-
ється водний розчин гексаметилентетраміну
(ГМТА) з концентрацією 10,0÷20,0%(мас). Макси-
мальні значення часу захисної дії хемосорбенту
досягаються при вологовмісті 7,5÷10,0%(мас),
ГМТА 10÷20%(мас), базальтовий туф -решта.

Недоліком цього хемосорбенту є те, що він
нанесений на твердий носій. Тому його можна ви-
користовувати в респірааторах, протигазах і інших
пристроях для очищення повітря від діоксиду сірки
при відносно невеликих витратах газоповітряних
сумішей, які містять діоксид сірки. Це пов'язано з
тим, що зі зростанням габаритів пристроїв для
очищення газів (повітря) при підвищенні їх продук-
тивності також різко зростає їх гідравлічний опір.
Можливість використання цього хемосорбенту в
абсорбційних установках (саме вони мають велику
продуктивність відносно газів, які слід очищувати)
відсутня.

Відомий розчин для очищення повітря від сір-
чистого ангідриду (діоксиду сірки) (прототип) по

(19) **UA** (11) **56335** (13) **U**

авторському свідоцтву СРСР №777926, опубл. 14.07.1980 по Кл. В01D53/16. У якості хемосорбенту використано водний розчин гексаметилентетраміну ($10\pm 20\%$ вес) з добавками гліцерину ($10\pm 30\%$ вес), інше - вода. Добавки гліцерину вводяться для підвищення абсорбційної ємності розчину та для можливості його використання при понижених температурах ($0\pm 20^\circ\text{C}$).

Суттєвим недоліком цього хемосорбенту є підвищені значення коефіцієнту в'язкості розчину (в наслідок високого вмісту гліцерину). При температурі 20°C для хемосорбенту, який містить 10% (мас.) ГМТА та 20% (мас.) гліцерину, коефіцієнт в'язкості розчину дорівнює приблизно $4,6\cdot 10^{-3}\text{Па}\cdot\text{с}$. З пониженням температури процесу сорбційного вилучення діоксиду сірки з газоповітряної суміші цей коефіцієнт зростає. Для указанного складу хемосорбенту при 0°C він дорівнює $10,2\cdot 10^{-3}\text{Па}\cdot\text{с}$. Це унеможливило використання відомого хемосорбенту в барботажних, ерліфтних, розпилюючих та ін. абсорбційних апаратах.

Задача на рішення якої спрямована корисна модель отримати хемосорбент з низькими значеннями коефіцієнтів динамічної в'язкості та поверхневого натягу, але зі значною поглинальною ємністю відносно діоксиду сірки, що дозволить використовувати його в барботажних, ерліфтних, розпилюючих та ін. абсорбційних апаратах, а також зниження вартості хемосорбенту за рахунок виключення дорогоцінних металів.

Ця задача вирішується пропонуємим хемосорбентом для очищення повітря від діоксиду сірки, активною речовиною якого є водний розчин гексаметилентетраміну (ГМТА), який відрізняється тим, що містить добавки деканолу при співвідношенні інгредієнтів, % мас:

ГМТА	$10,0\pm 20,0$;
Деканол	$0,1\pm 2,0$;
Вода	решта.

Запропонований рідкий хемосорбент, розроблено кафедрою неорганічної хімії та хімічної екології Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова для застосування в засобах захисту органів дихання людини, тобто у системах і установках для забезпечення санітарних норм мікроклімату робочих приміщень згідно вимог Держстандарту 10.1.005-88 «Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги». Гранично допустима концентрація (ГДК) діоксиду сірки у робочих приміщеннях дорівнює $10\text{мг}/\text{м}^3$.

Працює запропонований хемосорбент діоксиду сірки таким чином. Під час руху газоповітряної

суміші (ГПС), що містить діоксид сірки (SO_2), у вигляді бульбашок крізь шар рідини в барботажних або ерліфтних апаратах відбувається контактування діоксиду сірки з поверхнею хемосорбенту, активними компонентами якого є як ГМТА так і деканол. При стандартних умовах у молекулі ГМТА активні тільки два атоми азоту, тому склад сполук, що реалізуються - $2\text{SO}_2\cdot\text{ГМТА}$. В сполуках типу $3\text{SO}_2\cdot 2\text{ГМТА}$ кожна молекула ГМТА приєднує по одній молекулі SO_2 , а третя молекула SO_2 є мостковою. Крім того, відомо, що при низьких температурах у ГМТА стають активними всі чотири атоми азоту, що виявляється в системі при 0°C , так як реалізується сполука $4\text{SO}_2\cdot\text{ГМТА}$. Приєднання SO_2 до ГМТА відбувається по донорно-акцепторному механізмі за рахунок електронної пари азоту і вільної орбіталі атома сірки в SO_2 . У сполуках складу $2\text{SO}_2\cdot\text{ГМТА}$ два атоми азоту однієї молекули ГМТА приєднують по одній молекулі SO_2 . Деканол ($\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}$), що входить до складу хемосорбенту, як одноатомний спирт, також реагує з сірчистою кислотою (вона утворюється внаслідок взаємодії діоксиду сірки з присутньою водою) з утворенням ефірів.

Таким чином, внаслідок взаємодії SO_2 з ГМТА, а також з деканолом відбувається очищення повітря. Розчини ГМТА з дуже малими домішками деканолу є нетоксичними і не приносять шкоди людині.

Запропонований хемосорбент багаторазово випробовувався в лабораторії кафедри неорганічної хімії та хімічної екології Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова з доброю відтворюваністю результатів. Помилка при проведенні експериментів не перевищувала 5%.

Умови експериментів були такими.

Хемосорбційну систему готували при варіації концентрацій ГМТА $0\pm 20\%$ (мас.) та деканолу $0\pm 2\%$ (мас). Температура експериментів 20°C . Динамічну в'язкість хемосорбенту визначали на візкозиметрі Гепплера. Коефіцієнт поверхневого натягу визначали по методу Ребіндера (табл.1). Розмір бульбашок (d_b , мм), що утворилися у ерліфтному апараті, в залежності від складу системи ГМТА- $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ та діаметру вихідного отвору d_0 , мм, з якого барботує ГПС, визначався методом цифрової відео-зйомки з наступною комп'ютерною обробкою одержаних результатів (табл.2).

Поглиняльна ємність хемосорбенту відносно чистого діоксиду сірки визначалась гравіметричним методом до сталості маси (табл.3).

Таблиця 1

Залежність поверхневого натягу хемосорбенту ($\text{мДж}/\text{м}^2$) від складу системи ГМТА- $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}\cdot\text{H}_2\text{O}$

Концентрація ГМТА, % (мас.)	Концентрація $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}$, % (мас.)				
	0	0,01	0,1	0,2	2
5	71,15	52,76	36,51	23,37	20,37
10	71,10	52,73	36,40	23,36	20,36
20	71,08	52,56	35,49	23,33	20,34

Таблиця 2

Залежність розміру бульбашок (d_6 , мм), що утворилися у ерліфтному апараті, від складу системи ГМТА- $C_{10}H_{21}OH-H_2O$ та діаметру вихідного отвору (d_0 , мм), з якого барботує ГПС

Діаметр отвору вихідного d_0 , мм	ГМТА - 10% (мас.), решта - вода	ГМТА - 10% (мас.), $C_{10}H_{21}OH$ - 1% (мас.), решта - вода
0,5	2,82	1,68
1,0	3,55	2,27
2,0	4,47	2,90

Таблиця 3

Поглинальна ємність розчинів хемосорбційної системи ГМТА- $C_{10}H_{21}OH-H_2O$ (г/г)
відносно діоксиду сірки при 20°C

$C_{ГМТА}$, % (мас.)	Концентрація $C_{10}H_{21}OH$, % (мас.)			
	0	0,1	0,2	2
5	0,302	0,404	0,503	0,548
10	0,445	0,509	0,612	0,674
20	0,550	0,610	0,710	0,757

Внаслідок суттєвого зменшення коефіцієнту поверхневого натягу при введенні у розчин ГМТА добавок деканолу (табл.1), діаметр бульбашок, що утворюються у ерліфтному апараті, зменшується (табл.2). Це викликає збільшення поверхні контакту фаз при фіксованій витраті ГПС в об'ємі ерліфтного апарату в 1,5-1,6 рази. Також при цьому значно зростає поглинальна ємність хемосорбційної системи відносно діоксиду сірки (табл.3). Динамічна в'язкість хемосорбенту в залежності від його складу дорівнювала 1,1-1,2Па·с, що приблизно в чотири рази менше ніж для розчинів прототипу.

У такий спосіб експериментально встановлено, що запропонований хемосорбент для очищен-

ня повітря при високих концентраціях діоксиду сірки має малу вартість, внаслідок відсутності дорогоцінних металів, і може бути успішно використаний для барботажних, ерліфтних, розпилюючих та ін. абсорбційних апаратів для очищення повітря або відходячих газів промислових підприємств та теплових електростанцій від діоксиду сірки.

Запропонований хемосорбент передається для використання на підприємствах, на яких у повітря виділяється діоксид сірки, що допоможе успішно вирішувати санітарно-гігієнічні задачі по поліпшенню умов праці та зменшенню профзахворювань.