



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105463** (13) **C2**  
(51) МПК  
**C02F 1/28** (2006.01)  
**B01D 15/02** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

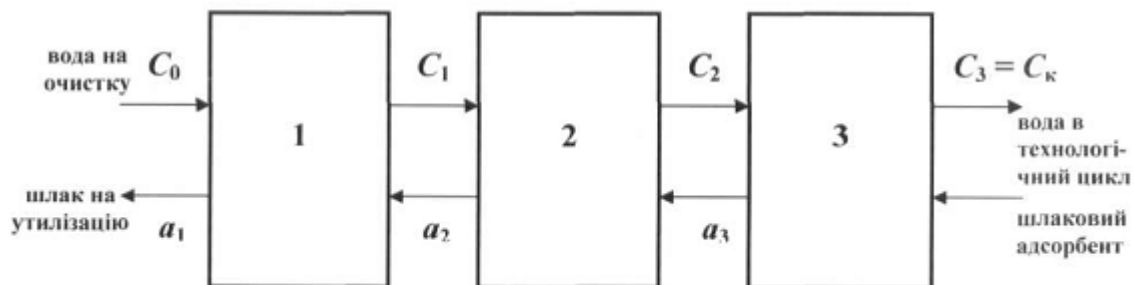
<p>(21) Номер заявки: <b>а 2013 08285</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>01.07.2013</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>12.05.2014</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>10.01.2014, Бюл.№ 1</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.05.2014, Бюл.№ 9</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Хоботова Еліна Борисівна (UA), Грайворонська Інна Валеріївна (UA), Ларін Василь Іванович (UA), Воробйова Аліна Андріївна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Хоботова Еліна Борисівна, вул. Академіка Павлова, 311, кв. 148, м. Харків, 61148 (UA), Грайворонська Інна Валеріївна, вул. Садовий проїзд, 20, кв. 64, м. Харків, 61100 (UA), Ларін Василь Іванович, Червоношкільна набережна, 22, кв. 74, м. Харків, 61125 (UA), Воробйова Аліна Андріївна, пров. Зерновий, 6/4, кв. 123, м. Харків, 61105 (UA)</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2271335 C2; 10.03.2006 SU 735576; 25.05.1980 US 7699977 B2; 20.04.2010 US 4105549 A; 08.08.1978 DE 4000142 A1; 11.07.1991 SU 1542909 A1; 15.02.1990</p>
--	---

**(54) СПОСІБ ПРОТИТОЧНО-СТУПІНЧАСТОЇ АДСОРБЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ВІД ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН В ОБЛАСТІ ВИСОКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ****(57) Реферат:**

Винахід належить до застосування шлакових сорбентів у протиточно-ступінчастій адсорбційній очистці і може бути використаний на підприємствах при очистці стічних вод від поверхнево-активних речовин (ПАР) в області високих концентрацій. Спосіб протиточно-ступінчастої адсорбційної очистки стічних вод від ПАР здійснюють в каскаді адсорберів переміщенням протиточно стічних вод та адсорбенту, при цьому як адсорбент поверхнево-активних речовин використовують відвальні металургійні шлаки. Винахід забезпечує здійснення замкнених циклів водоспоживання при вилученні поверхнево-активних речовин зі стічних вод на рівні їх високих концентрацій та повернення очищених вод у технологічний цикл, підвищення економічної ефективності способу за рахунок зниження витрат

**UA 105463 C2**

на придбання дорогих сорбентів, вирішення екологічних проблем промислових регіонів при розробці шлакових відвалів і використанні металургійних шлаків з утилізацією відпрацьованого шлаку у дорожній галузі.



Фіг. 2

Схема протиточно-ступінчатої адсорбційної очистки стічних вод від ПАР: (1-3) - адсорбери з відстійниками адсорбційного каскаду;  $C$  - концентрації ПАР;  $a$  - ємкість адсорбенту на кожній ступіні очистки

Винахід належить до застосування шлакових сорбентів у протиточно-ступінчастій адсорбційній очистці і може бути використаний на підприємствах при очистці стічних вод від поверхнево-активних речовин (ПАР) в області високих концентрацій.

Відомо спосіб очистки стічних вод виробництва емульсійних каучуків і латексів (RU 2250876.

5 Спосіб очистки сточных вод производства эмульсионных каучуков и латексов /Корчагин В.И., Мальцев М.В. - Заявка 2003132735/15; опубл. 27.04.2005), що включає безперервну обробку неорганічними електролітами з використанням антиагломеруючої добавки - адсорбенту, очистку від ПАР та наступне розділення рідкої та твердої фаз. Як адсорбент використовують тонкомелений відхід водопідготовки та водоочистки катіоніт КУ-2, який вводять безпосередньо в латексні стічні води в кількості 0,5-1,5 кг/кг полімеру по сухому залишку. Стічна вода, що містить некоагульований латекс, збирається в приймальну ємкість, далі за допомогою насоса спрямовується до змішувача для суміщення з адсорбентом. Після змішування суспензії направляється в коагулятор - ємкість з перемішувачем пристроєм. Одночасно в коагулятор за допомогою дозуючих пристроїв подається неорганічний електроліт, який визиває сумісну коагуляцію латексних стічних вод та адсорбенту з наступним утворенням крихти наповненого каучуку, яку відділяють від водної фази. Очищена від полімеру та ПАР вода може бути використана для технічних цілей. Недоліком даного способу є низька економічна ефективність, додатковий розхід неорганічних електролітів-коагулянтів, високі витрати катіоніту КУ-2 (до 1,5 кг/кг).

20 Відомо спосіб очистки стічних вод від поверхнево-активних речовин (СССР 947065. Спосіб очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ /Ласков Ю.М., Алексеев Е.В., Булатов С.Н., Марголин В.Г., Баканов К.Т. - Заявка 3230084/23-26; опубл. 30.07.82, бюл. № 28) екстракцією хлороформом при рН 2-3 при співвідношенні хлороформу та стічної води від 1:10 до 1:20. Суть даного способу полягає у вилученні розчиненого у стічній воді ПАР хлороформом, який практично не змішується з водою. Компонент ПАР переходить із однієї фази в іншу завдяки переважній розчинності в хлороформі, ніж у воді. Очистка стічних вод може проводитись у екстракторах будь-якого типу. Найбільш оптимальним є проведення процесу при рН 2-3, при інших значеннях рН утворюється стійка емульсія. Недоліком даного способу є необхідність підтримання кислого середовища стічних вод, використання токсичного хлороформу. Спосіб є затратним, так як потребує додаткового розходу кислоти і дорогого екстрагенту - хлороформу. Спосіб передбачає додаткової стадії - регенерації відпрацьованого екстрагенту.

35 Як прототип вибрано спосіб очистки стічних вод, що містять ПАР та неорганічні солі (RU 2271335. Спосіб очистки сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества и неорганические соли /Корчагин В.И., Скляднєв Е.В., Бражников Е.Б. - Заявка 2004117684/15; опубл. 10.03.2006, бюл. № 7), що включає їх розділення та обробку зворотнім осмосом з отриманням концентрованого розчину неорганічних солей, а також утилізацію отриманих продуктів. Розділення з концентруванням ПАР здійснюють адсорбентом при рН 2-4 з наступною екстрактивною регенерацією адсорбенту, в якості адсорбенту використовують відходи водопідготовки та газоводоочистки - відпрацьовані катіоніти КУ-2 і КУ-1. Стічна вода, що містить ПАР та неорганічну сіль, подається в одно- або багатоступінчастий адсорбер прямо- або протитечею, а потім направляється на установку зворотного осмосу, де відбувається відділення неорганічної солі. Сорбовані ПАР на адсорбенті вилучаються за допомогою екстрагенту. Очищена від ПАР стічна вода придатна для повторного використання.

45 Недоліками даного способу є багатоступенєвість і трудність здійснення, додаткові витрати хімічних реактивів на підкислення стічної води до рН 2-4 і на екстрактивну регенерацію адсорбенту. Спосіб потребує включення послідовної стадії - вилучення ПАР з відпрацьованого екстрагенту або визначення напрямку його утилізації.

50 В основу винаходу поставлено задачу розробки протиточно-ступінчастої адсорбційної очистки стічних вод від ПАР в області високих концентрацій, яка забезпечує замкнутість циклу водоспоживання, підвищує економічну та екологічну ефективність сорбційного методу очистки стічних вод.

Задача вирішується за рахунок того, що відбувається протиточне переміщення стічних вод та адсорбенту - продукту вторинного використання в каскаді адсорберів, відрізняється тим, що здійснюється очистка стічних вод від ПАР в області високих концентрацій за допомогою шлакового адсорбенту - відходу металургійного виробництва у каскаді з трьох адсорберів з відстійниками, на виході з яких очищена вода потрапляє у замкнутий технологічний цикл водоспоживання, а відпрацьований адсорбент - утилізується у дорожній галузі.

60 Приклад 1. Стосується розрахунку кількості ступенів очистки стічних вод від ПАР при використанні шлакового адсорбенту. Як адсорбент використано металургійний шлак

Побужського феронікелевого комбінату (ПФНК). Розрахунок наведено на прикладі аніоноактивної ПАР (АПАР) - додецилсульфонату натрію, але можливе використання катіоноактивних ПАР (КПАР). На ізотермі адсорбції (Фіг. 1) вказані концентрації: вихідна ( $C_0$ ), кінцева ( $C_k$ ) та проміжкові для ступенів каскаду ( $C_1, C_2, C_3$ ), а також відповідні цим концентраціям величини адсорбції ( $a$ ) сорбенту ( $a_1, a_2, a_3$ ). Розрахункові значення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Концентрації додецилсульфонату натрію та маса АПАР, поглиненого адсорбентом на кожному ступені адсорбційного каскаду

№ ступені очистки	$C_{АПАР}, \text{г/дм}^3$	$a, \text{мг/г}$
3 (кінцева)	0,1569	0,862
2	0,2103	3,25
1	0,3585	4,73
0 (вихідна)	0,45	-

Приклад 2. Стосується розрахунку маси шлакового адсорбенту для ступенів протиточно-ступінчастої очистки стічних вод. Виходячи з рівняння для розрахунку вхідних концентрацій сорбату на кожному ступені каскаду підібрані концентрації додецилсульфонату натрію (табл. 1), згідно з якими маса адсорбенту ( $m$ ) однакова для всіх ступенів каскаду ( $62 \text{ кг/м}^3$ ):

$$C_2 = ma_3 + C_3, \text{ звідси } m = \frac{C_2 - C_3}{a_3} = \frac{0,2103 - 0,1569}{0,862} = 0,0619 = 61,9 \text{ г/дм}^3;$$

$$C_1 = ma_2 + C_3, \text{ звідси } m = \frac{C_1 - C_3}{a_2} = \frac{0,3585 - 0,1569}{3,25} = 0,062 = 62 \text{ г/дм}^3;$$

$$C_0 = ma_1 + C_3, \text{ звідси } m = \frac{C_0 - C_3}{a_1} = \frac{0,45 - 0,1569}{4,73} = 0,0619 = 61,9 \text{ г/дм}^3;$$

Згідно з масою адсорбенту, що використовується ( $62 \text{ кг/м}^3$ ) розраховано співвідношення  $V_B : V_{адс.} = 48,4$ , близьке до економічно доцільного  $V_B : V_{адс.} \geq 50$ . Час контакту шлаку з розчином, що очищається  $t = 2 - 3$  години. Звідси потік рідини  $W$  через адсорбер-змішувач об'ємом  $Q = 5 \text{ м}^3$  дорівнює:

$$W = \frac{Q}{t} = 1,7 - 2,5 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приклад 3. Стосується обґрунтування доцільності використання протиточно-ступінчастої очистки стічних вод від ПАР на відміну перехресно-ступінчастої схеми очистки. Розхід шлакового адсорбенту у протиточно-ступінчатій схемі дорівнює  $62 \text{ кг/м}^3$ . Витрати шлакового сорбенту у перехресно-ступінчатій схемі очистки значно більші (табл. 2).

Таблиця 2

Питомі витрати шлакового адсорбенту (металургійний шлак ПФНК) в залежності від числа ступенів перехресно-ступінчастої адсорбційної очистки стічної води від АПАР

Число ступенів	2		3			4			
	1	2	1	2	3	1	2	3	4
Номер ступеня									
$C_0, \text{мг/дм}^3$	450	360	450	360	210	450	360	300	210
$C_k, \text{мг/дм}^3$	360	157	360	210	157	360	300	210	157
$a, \text{мг/г}$	4,73	0,86	4,73	3,55	0,86	4,73	4,3	3,55	0,86
$m, \text{кг/м}^3$	19,03	236,05	19,03	42,25	61,63	19,03	13,95	25,35	61,63
$\sum m, \text{кг/м}^3$	255,08		122,91			119,96			
$V_B : V_{адс.}$	11,8		24,4			25			

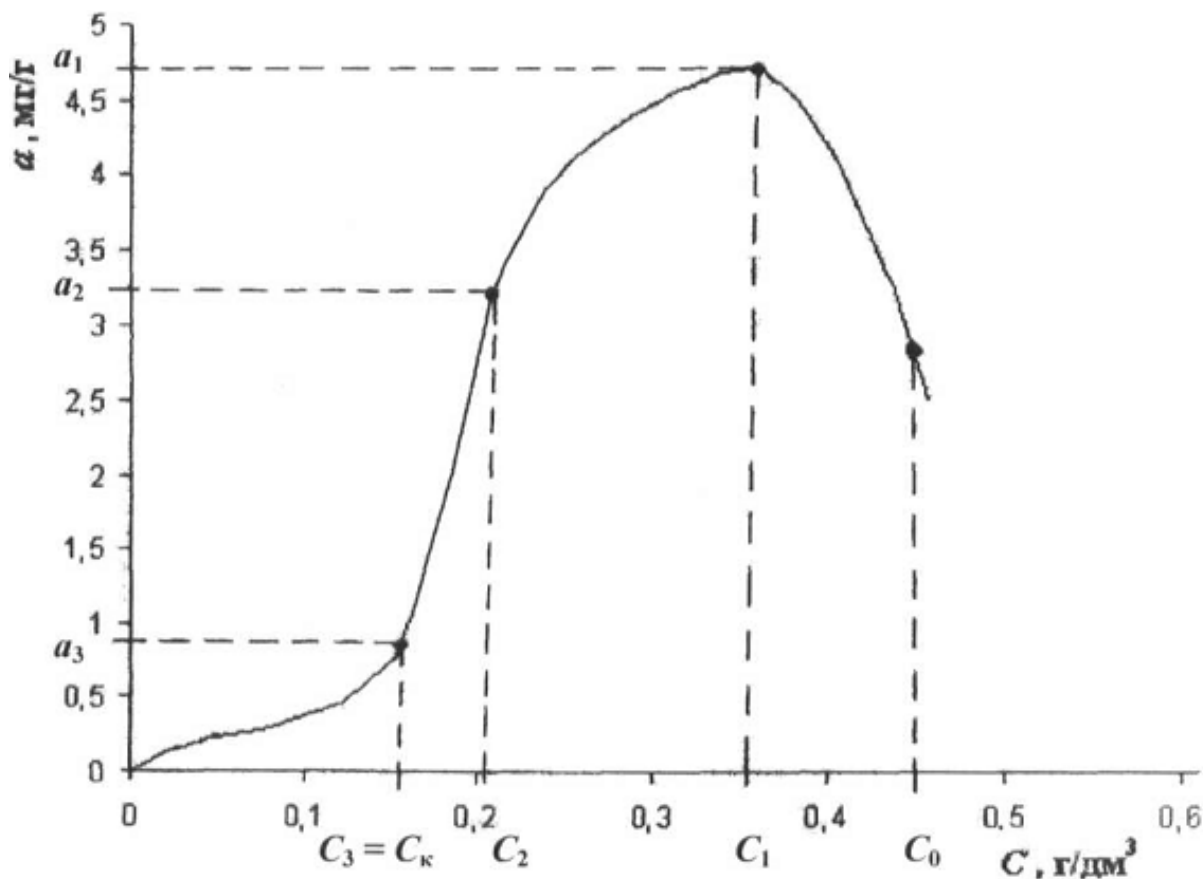
Приклад 4. Стосується розробки технологічної схеми протиточно-ступінчастої адсорбційної очистки стічних вод від АПАР шлаковим адсорбентом. Переміщення вод, що очищаються та зустрічний рух шлакового адсорбенту в каскаді з трьох адсорберів (1-3) з відстійниками наведено на Фіг. 2. Очищена вода від ПАР до концентрації ( $C_0, C_1, C_2, C_3, C_k$ ) відповідно вихідній для певної ступіні каскаду, потрапляє в наступний адсорбер, де змішується з дозою шлакового адсорбенту  $t$ . Шлак, відділений від очищеної води в певному адсорбері, переноситься в модуль попереднього ступеня, де змішується з водою, що має більш високу концентрацію ПАР. Таким чином, в протиточно-ступінчастій технології очистки доза адсорбенту вичерпує свою ємність ( $a_1, a_2, a_3$ ), повністю насичується ПАР. Свіжа порція шлаку поступає тільки в кінцевий адсорбер (3). В кожному змішувачі вода перемішується з адсорбентом протягом часу, достатнього для встановлення рівноваги.

Екологічна безпека способу забезпечується за рахунок замкнутості циклу водоспоживання при запобіганні частковому скиду стічних вод та отриманні очищених технічних вод, які придатні для певних технологічних процесів, та за рахунок використання як сорбентів відвальних металургійних шлаків, що зменшує накопичення відвалів шлаків та антропогенне навантаження на оточуюче середовище.

Розглянутий спосіб має наступні переваги: підвищення економічної ефективності за рахунок використання дешевих сорбентів, можливість очистки стічних вод від ПАР на рівні високих вихідних концентрацій, зменшення витрат сорбенту у порівнянні з перехресно-ступінчастою схемою очистки при однаковій кількості ступенів.

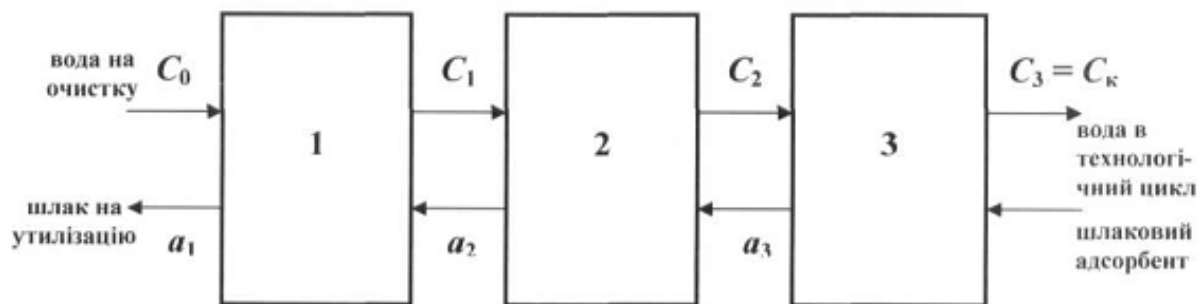
#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб протиточно-ступінчастої адсорбційної очистки стічних вод від поверхнево-активних речовин (ПАР), який здійснюють в каскаді адсорберів переміщенням протиточно стічних вод та адсорбенту - продукту вторинного використання, який **відрізняється** тим, що очистку стічних вод від ПАР здійснюють в області їх високих концентрацій в каскаді з трьох адсорберів з відстійниками, на виході з яких очищену воду направляють у замкнутий технологічний цикл водоспоживання, як адсорбент використовують шлакові відходи металургійного виробництва, а відпрацьований адсорбент утилізують у дорожній галузі.



Фіг. 1

Ізотерма адсорбції додецилсульфонату натрію з вказанням робочих точок, координати яких використовуються для проведення протиточно-ступінчатої адсорбційної очистки вод



Фіг. 2

Схема протиточно-ступінчатої адсорбційної очистки стічних вод від ПАР: (1-3) - адсорбери з відстійниками адсорбційного каскаду; C - концентрації ПАР; a - ємкість адсорбенту на кожній ступіні очистки

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601