



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **82360** (13) **U**  
(51) МПК  
**B01D 15/02** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2013 02735</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>04.03.2013</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.07.2013</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.07.2013, Бюл.№ 14</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Хоботова Еліна Борисівна (UA), Грайворонська Інна Валеріївна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Хоботова Еліна Борисівна,</b> вул. Академіка Павлова, 311, кв. 148, м. Харків, 61148 (UA), <b>Грайворонська Інна Валеріївна,</b> вул. Садовий проїзд, 20, кв. 64, м. Харків, 61100 (UA)</p>
--	---

**(54) СПОСІБ СТУПІНЧАТОЇ АДСОРБЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ШЛАКОВИМ СОРБЕНТОМ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ЗАМКНЕНОСТІ ЦИКЛУ ОБОРОТНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ**

**(57) Реферат:**

Спосіб ступінчатої адсорбційної очистки стічних вод шлаковим сорбентом із забезпеченням замкненості циклу оборотного водоспоживання, який включає потрапляння металургійного шлаку з відвалу до блока підготовки шлакового сорбенту попередньо на подрібнення, потім через дозатор - в адсорбери з механічним перемішуванням пропелерними мішалками, суспензія шлаку, що залишилась, потрапляє на розділення до відстійників, причому шлак перед дозуванням хімічно активується реагентом-активатором 0,5 М розчином сірчаної кислоти, що може використовуватись багаторазово для активації порцій шлакового сорбенту, використовується каскад з трьох адсорберів, в якому очищені води перекачуються насосами, потім очищені води зливаються разом та потрапляють на дане підприємство в технологічний цикл, цикл оборотного водоспоживання замикається.

UA 82360 U



Корисна модель належить до застосування шлакових сорбентів у ступінчатій адсорбційній очистці і може бути використана при очистці стічних вод від органічних сполук на підприємствах із замкненим циклом оборотного водоспоживання.

Відомий біосорбційний фільтр для очистки стічних вод (RU 2186618. Биосорбционный фильтр для очистки сточных вод / Вайсман Я.И.; Зайцева Т.А.; Рудакова Л.В.; Глушанкова И.С.; Шишкин Я.С.; Никитенко А.С. - Заявка 2001100980/12; опубл. 10.08.2002), що утворюються на полігонах захоронення твердих побутових відходів. Біореактор складається з корпусу з розташованими шарами завантаження (кора, шлак, скоп, сорбент Н, гравій), а також дренажної системи, що відводить очищену воду. Стічні води рівномірно розподіляються по площі фільтру об'ємом 3 дм<sup>3</sup>, діаметром 10 см. Об'ємна швидкість подачі води 6 дм<sup>3</sup>/год. Недоліком даного способу є необхідність періодичної промивки фільтру та недостатній ступінь очистки стічних вод від важкоокислювальних органічних речовин, а також нерухомість шару сорбенту, що зменшує процес взаємодії "сорбат-сорбент".

Відомий спосіб очистки стічних вод від іонів важких металів (RU 2125972. Способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Зильберман М.В.; Налимова Е.Г.; Тиньгаева Е.А.) за допомогою сорбенту на основі гальваношламу. Сорбент, що містить 80 % шламу та 20 % полімеру, загрузають в колону певного діаметра. Через колонну пропускають стоки кислотнолужних рідин, що містять іони важких металів: цинку, кобальту, нікелю, міді. Ступінь очистки складає 60-80 %, а при додатковому завантаженні сорбенту близько 100 %. Недоліком даного способу є обмежена сфера використання (тільки для сорбції неорганічних сполук) та відсутність дифузійної взаємодії між сорбентом та стічною водою.

Як прототип вибрано установку для очистки стічних вод, що містять іони важких металів (Кирюшина Н.Ю. Очистка сточных вод гальванических производств от ионов Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup> электросталеплавильным шлаком / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Пенза, 2011.-22 с), приведена технологічна схема розробленого процесу. Кислотні стоки з усереднювача та електросталеплавильний шлак з бункеру через дозатор подаються до змішувача. Стічна вода з температурою 20±3,0 °С перемішується у змішувачі протягом 15 хвилин, після чого отримана суспензія подається у вертикальний відстійник, де відбувається відділення очищеної води від осаду седиментацією. Очищена стічна вода потрапляє на нейтралізацію промивних ванн, а потім у міську каналізацію, а шлам направляється в контейнери, а потім на утилізацію.

Недоліками даного способу є те, що вода після очистки направляється до міської каналізації, а не замикається в цикл оборотного водоспоживання та обмежена сфера використання (тільки важкі метали).

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки технологічної схеми ступінчатої адсорбційної очистки стічних вод від органічних сполук шлаковим сорбентом із забезпеченням замкненості циклу оборотного водоспоживання.

Задача вирішується за рахунок того, металургійний шлак з відвалу потрапляє до блоку підготовки та активації шлакового сорбенту попередньо на подрібнення, після чого шлак хімічно активується реагентом-активатором 0,5 М розчином сульфатної кислоти, що може використовуватись багаторазово для активації порцій шлакового сорбенту, потім шлаковий сорбент потрапляє через дозатор в адсорбери з механічним перемішуванням пропелерними мішалками після чого очищена вода насосами перекачується в наступний адсорбер, суспензія шлаку, що залишилась потрапляє на розділення до відстійників, відрізняється тим, що очищені води зливаються разом та потрапляють на дане підприємство в технологічний цикл, цикл оборотного водоспоживання замикається.

#### Приклад 1

Стосується розрахунку числа ступенів адсорбційної очистки стічних вод. Аналіз форми ізотерми адсорбції розчинених речовин дозволяє визначити оптимальну кількість ступенів адсорбційної очистки вод. Раціональне число ступенів адсорбційної очистки стічних вод тим менше, чим крутіше початкова гілка ізотерми адсорбції та вище значення константи адсорбційної рівноваги. Це можна показати на прикладі адсорбційної очистки стічних вод від п-нітроаніліну шлаком Побузького феронікелевою комбінату (ПФНК), ізотерма якого наведена на фіг. 1 (Ізотерма адсорбції п-нітроаніліну шлаком ПФНК).

Згідно з величинами адсорбції (а) при певних рівноважних (залишкових) концентраціях п-нітроаніліну можливо розрахувати витрати адсорбенту при різній кількості ступенів очистки та вибрати оптимальний варіант (таблиця 1). Залишкова концентрація п-нітроаніліну в очищеній воді  $C_{зал}$  за умовами використання у виробництві прийнята рівною 0,25 мг/л, вихідна концентрація  $C_0$  п-нітроаніліну дорівнює 10 мг/л. Витрата адсорбенту  $m$  визначається різницею  $C_0$  та  $C_{зал}$  концентрацій поглиненої речовини, поділеною на величину адсорбції  $a$ :

$$m = (C_0 - C_{\text{зал.}})/a.$$

Економія питомої витрати шлакового сорбенту зі збільшенням числа ступенів адсорбції зменшується. Заміна одноступінчатої схеми очистки на двоступінчасту призводить до зменшення витрати шлакового сорбенту на 46,5 %, введення третього ступеня призводить до зменшення питомої витрати адсорбенту лише на 6,5 % у порівнянні з другим ступенем. Четвертий ступінь економить сорбент на 2,7 % по зрівнянню з попередньою. Введення четвертого ступеня не економічно, так як витрати на створення нового обладнання перевищать вартість шлакового сорбенту. Відношення  $V_{\text{в}}:V_{\text{адс.}}$  має рекомендоване значення  $\geq 50$  при введенні триступеневої адсорбційної системи очистки стічних вод. У зв'язку з цим рекомендовано каскад з трьох ступенів адсорбції.

Таблиця 1

Питомі витрати шлакового сорбенту ПФНК в залежності від числа ступенів адсорбційної очистки стічної води від n-нітроаніліну

Число ступенів	1			2			3			4		
Номер ступеня	1	1	2	1	2	3	1	2	3	4		
$C_0$ , мг/л	10	10	2,4	10	2,4	0,6	10	2,4	1	0,5		
$C_{\text{зал.}}$ мг/л	0,25	2,4	0,25	2,4	0,6	0,25	2,4	1	0,5	0,25		
a, мг/г	0,085	0,21	0,085	0,21	0,105	0,085	0,21	0,125	0,09	0,085		
m, кг/м <sup>3</sup>	114,7	36,2	25,3	36,2	17,1	4,12	36,2	11,2	5,6	2,94		
$\Sigma m$ , кг/м <sup>3</sup>	114,7	61,4		57,4			55,9					
$V_{\text{в}}:V_{\text{адс.}}$	26,2	48,8		52,6			53,8					

Приклад 2

Стосується розробки технологічної схеми очистки стічних вод шлаковим сорбентом із забезпеченням замкненості водоспоживання. Схема ступінчатої адсорбційної очистки стічних вод від органічних забруднень із забезпеченням замкненості циклу оборотного водоспоживання наведена на фіг 2:

Схема ступінчастої сорбційної очистки стічних вод від органічних забруднювачів із забезпеченням замкненості циклу оборотного водоспоживання

A - блок підготовки та активації шлакового сорбенту:

- 1 - відвал металургійного шлаку;
- 2 - конусна дробарка;
- 3 - валкова дробарка;
- 4 - резервуар для активації шлаку;
- 5 - резервуар с розчином  $H_2SO_4$
- 6 - дозатор
- 7 - підприємство, в технологічному процесі якого утворюються стічні води
- Б - блок адсорбційної очистки стічних вод:
- 8, 9, 10 - каскад адсорберів з примусовим перемішуванням пропелерними мішалками
- 8 - блок розділення суспензії:
- 11, 12, 13 -відстійники

Відвальний металургійний шлак виробництва феросплавів з відвалу 1 потрапляє в блок А підготовки та активації шлакового сорбенту початково на подрібнення в конусній дробарці 2, потім послідовно - у валковій дробарці 3. Диспергований шлак піддається хімічній активації в резервуарі 4, в який з резервуару 5 потрапляє реагент-активатор 0,5 М розчин сірчаної кислоти. Реагент 0,5 М розчин  $H_2SO_4$  може використовуватись багаторазово для активації порцій шлакового сорбенту, тому передбачено його повернення до резервуару 5. Після активації шлаковий сорбент потрапляє до блоку Б адсорбційної очистки стічних вод через дозатор 6 рівними порціями до адсорберів 8-10 з механічним перемішуванням пропелерними мішалками. Із джерела утворення 7 стічні води потрапляють до блока Б, послідовно підлягають адсорбційній очистці в адсорберах 8-10, Після закінчення циклу у кожному адсорбері очищена вода насосами перекачується до наступного адсорбера. Суспензія шлаку, що залишилась потрапляє на розділення до блоку В, який складається з трьох відстійників. З адсорбера 8 суспензія потрапляє у відстійник 11; з адсорбера 9 - у відстійник 12; з адсорбера 10 - у

відстійник 13. Очищені води з блоків Б та В зливаються разом та потрапляють на вихідне підприємство в технологічний цикл. Цикл оборотного водоспоживання замкнучся.

Приклад 3

Стосується вибору адсорберів. При виборі адсорберів з мішалками враховано найбільш ефективні параметри:

- діаметр пропелерної мішалки  $d_m=0,2-0,5$  від діаметра адсорбера  $D$ ;
- шаг гвинта  $S=1-3 D$ ;
- висота рівня рідини в сосуді  $H=0,8-1,2D$ ;
- відстань між дном апарату та краєм лопаті  $h_m=0,5-1D$ .

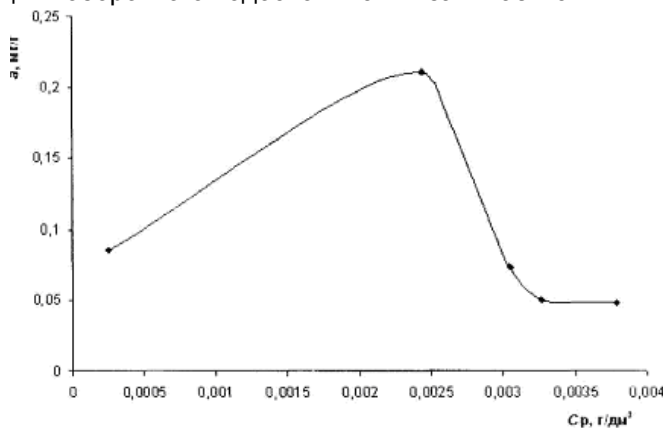
Виходячи з цього, розраховані оптимальні параметри адсорберу з примусовим перемішуванням (1 - корпус апарату; 2 - відбивна перегородка; 3 - пропелерна мішалка; 4 - вал; 5 - отвір для подачі та випуску води; 6 - отвір для спуску суспензії шлакового сорбенту), що наведено на фіг 3 (Схема адсорберу з пропелерною мішалкою). Розрахунок проведено, виходячи з об'єму стічних вод 30000  $\text{дм}^3$ , що утворюються за добу на текстильному підприємстві середньої потужності. При безперервній роботі протягом доби та часу адсорбції однієї партії стічних вод 4 години робочий об'єм адсорберу складає 5000  $\text{дм}^3$  при діаметрі  $D=1,8$  м та висоті рівня рідини  $H=1,1-1,8=2$  м. Діаметр мішалки з трьома пропелерами  $d_m=0,5-1,8=0,9$  м; відстань між дном апарату та краєм лопаті  $h_m=0,5-1,8=0,9$  м; шаг гвинта  $S=1,05-1,8=1,89$  м. Висота адсорберу з урахуванням воронки рідини, що утворюється складає  $H_{\text{адс.}} = 2,5$  м. Товщина відбивної перегородки у складає 0,1 м.

Екологічна безпека забезпечується за рахунок запобігання часткового скиду стічних вод з систем оборотного водоспоживання підприємств, тим самим відбувається перетворення оборотної системи на замкнуту та отримання очищених технічних вод, які придатні для певних технологічних процесів.

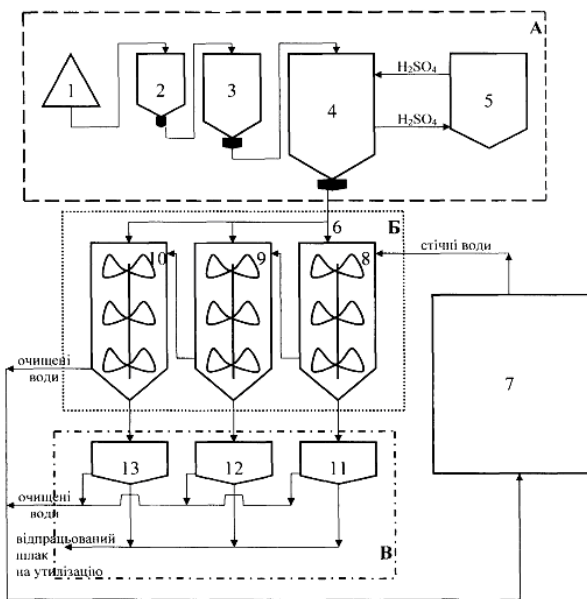
Розглянутий спосіб має наступні переваги: відсутність затрат на регенерацію сорбенту, замість цього - економічно вигідна утилізація відпрацьованого шлакового сорбенту в будівельній галузі як наповнювача бетонів, асфальтобетонів або шлакового щебеню, рішення екологічних проблем промислових регіонів за рахунок використання відвальних шлаків металургійної галузі.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

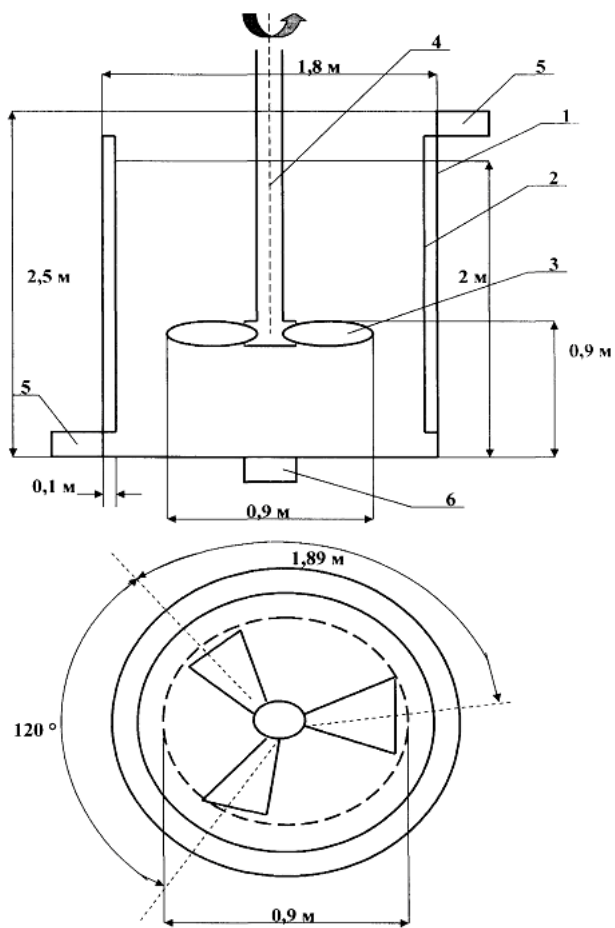
Спосіб ступінчатої адсорбційної очистки стічних вод шлаковим сорбентом із забезпеченням замкненості циклу оборотного водоспоживання, який включає потрапляння металургійного шлаку з відвалу до блока підготовки шлакового сорбенту попередньо на подрібнення, потім через дозатор - в адсорбери з механічним перемішуванням пропелерними мішалками, суспензія шлаку, що залишилась, потрапляє на розділення до відстійників, який **відрізняється** тим, що шлак перед дозуванням хімічно активується реагентом-активатором 0,5 М розчином сірчаної кислоти, що може використовуватись багаторазово для активації порцій шлакового сорбенту, використовується каскад з трьох адсорберів, в якому очищені води перекачуються насосами, потім очищені води зливаються разом та потрапляють на дане підприємство в технологічний цикл, цикл оборотного водоспоживання замикається.



Фіг. 1



Фіг.2



Фіг. 3

---

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

---

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