



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 75854

(13) C2

(51) МПК (2006)  
C02F 1/52МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ ОЧИСТКИ ВОДИ

1

2

(21) а200507477

(22) 27.07.2005

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.

(72) Малиш Галина Миколаївна, Лук'янова Віталіна Віталіївна, Тельбіз Герман Михайлович, Бондаренко Світлана Володимирівна, Тарасевич Юрій Іванович

(73) ІНСТИТУТ КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЇ ВОДИ ІМ. А.В.ДУМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., інш. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Підручник. - К.: Лібра, 2000, с.115-139  
Фрог Б. Н., Левченко А.П. Водоподготовка. Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МГУ, 2003, с.91-95

UA 5459 C1, 28.12.1994

UA 62630 A, 15.12.2003

SU 1433909 A1, 30.10.1988

RU 2064444 C1, 27.07.1996

RU 2218310 C1, 10.12.2003

US 4783265 A, 08.11.1988

(57) Спосіб очистки води, що включає обробку останньої коагулянтном та алюмосилікатом, який відрізняється тим, що як алюмосилікат використовують каолінит, модифікований поліоксикаціоном алюмінію  $[Al_{13}O_4(OH)_{28}(H_2O)_8]^{3+}$  у кількості 1,5-2,1 мас. % від маси каолініту, і обробку води здійснюють послідовним введенням модифікованого каолініту та коагулянта.

Винахід відноситься до області обробки води, зокрема, до області реагентної очистки води й може бути використаний для очистки висококоліорових природних вод.

Відомий спосіб очистки річкових вод з додаванням у воду, яку коагулюють, піску як каламутника (фракція 10-100мкм і доза 1-2г/м), що прискорює відстоювання суспензії та поліпшує ступінь очистки води від органічних речовин [Condert E. La decantation a floks lentes de mikrosable. Sedimentation using light sand floes «Frib CEBEDAU», 1980, 33, №443, p.427-440 (франц.)] [1].

Недоліком способу [1] є інертність добавки, що вводиться, яка служить тільки для механічного осадження утворених пластівців, і не спричиняє істотного фізико-хімічного впливу на процес утворення пластівців.

Відомий спосіб обробки води в муніципальних та промислових водних системах [А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М. Т. Брик, П. І. Гвоздяк, Т. В. Князькова / Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. -К.: Лібра, 2000.- 552с., С.136-138] [2]. Спосіб полягає у введенні у воду, що очищається, коагулянту сульфату алюмінію дозою 50-80мг/дм<sup>3</sup>. Під

час процесу коагуляції відбувається утворення агрегатів розміром 0,003-0,007м, які осідають під дією сили гравітації.

При обробці висококоліорових вод необхідно підлужувати воду після введення коагулянту, використовуючи при цьому гідроксид і карбонат натрію. Це негативно позначається на подальших процесах фільтрації води. Як впливає з технічної сутності способу [2] його реалізація не забезпечує ефективне очищення висококоліорових вод.

Найбільш близьким до винаходу за технічною сутністю та ефектом, що досягається, є спосіб очистки води [Фрог Б. Н., Левченко А. П. / Водоподготовка: учебное пособие для вузов. М.: Изд-вомГУ, 2003, 680с., С. 92-93] [3]. Сутність способу [3] полягає у введенні у воду, яку обробляють, додатково до розчину дозуемого коагулянту, каламутника у вигляді суспензії або колоїдної речовини, наприклад, тонкого глинистого каламутника - бентоніту з розміром часток менш 3мкм у кількості 10мг/дм<sup>3</sup>. Це скорочує час утворення пластівців на 30-50% і зменшує необхідну дозу коагулянту.

Для оцінки ефективності відомого способу [3] були проведені дослідження з очищення дніпровської води з вихідними показниками: каламутністю - 5,1мг/дм<sup>3</sup> і кольоровістю - 70град.

(13) C2

(11) 75854

(19) UA

Коагулювання проводили на лабораторному флокуляторі із циліндрами ємністю 1дм<sup>3</sup>. В воду, що очищається, вводили сірчаноокислий алюміній (доза коагулянту  $D_k=70\text{мг/дм}^3$ ), потім 1мл 1%-ної дисперсії бентонітової глини, що відповідає дозі каламутника 10мг/дм<sup>3</sup>. Після цього воду перемішували зі швидкістю 60об/хв протягом 15хв., а потім відстоювали 40хв. Для аналізу сифоном відбирали 0,30-0,35дм<sup>3</sup> проясненої води з верхніх шарів циліндрів і оцінювали її якість за показниками: кольоровість, каламутність, залишковий алюміній. Дані представлені в таблиці, приклад 13.

За представленими даними, ефект очищення води відомим способом [3] є недостатньо високим:

- кольоровість складала 24 град (відповідно до ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. [4] кольоровість не повинна перевищувати 20 град.);
- каламутність - 1,3мг/дм<sup>3</sup> (згідно [4] каламутність не повинна перевищувати 0,5мг/дм<sup>3</sup>);
- залишковий алюміній - 0,24мг/дм<sup>3</sup> (згідно [4] залишковий алюміній не повинен перевищувати 0,2мг/дм<sup>3</sup>).

Таким чином, відоме технічне рішення [3] не забезпечує глибокого очищення природної води від завислих та органічних домішок, що обумовлюють кольоровість, крім того, призводить до вторинного забруднення сполуками алюмінію, що є токсичними для споживачів питної води.

В основу винаходу поставлене завдання вдосконалити спосіб очистки води шляхом введення каламутника з комплексом фізико-хімічних властивостей, які забезпечують ефективне вилучення із природної води органічних речовин, котрі обумовлюють кольоровість (гумінових і фульвокислот), завислих речовин, а також зниження вторинного забруднення води алюмінієм.

Для вирішення поставленого завдання запропоновано спосіб очистки води, що включає обробку останньої коагулянтном, алюмосилікатом, у якому, відповідно до винаходу, як алюмосилікат використовують каолінит, модифікований поліоксикатіонами алюмінію  $[\text{Al}_{13}\text{O}_4(\text{OH})_{28}(\text{H}_2\text{O})_8]^{3+}$  у кількості 1,5-2,1% мас. від маси каолініту, і обробку води здійснюють послідовним введенням модифікованого каолініту і коагулянту.

Нами вперше запропоновано каламутник - каолінит, модифікований поліоксикатіонами алюмінію. Встановлено, що при його введенні в очищувану воду безпосередньо перед введенням коагулянту з'являються додаткові центри коагуляції дисперсних домішок, а також утворюються сорбційні центри для видалення гумусових речовин за рахунок катіонів алюмінію, що перебувають на поверхні модифікованого каолініту. Зазначений процес забезпечує максимальне осідання пластівчастих продуктів гідролізу із сорбованими на них різними забрудненнями і більш повну участь сполук алюмінію в самому процесі гідролізу, що призводить до глибокої очистки води від гумусових і завислих речовин при одночасному зниженні залишкових концентрацій алюмінію.

Таким чином, сукупність істотних ознак способу очистки води, який заявляється, є необхідною й достатньою для досягнення забезпечуваного винаходом технічного результату - підвищення ступеня

очистки від органічних і завислих речовин і зниження вторинного забруднення води алюмінієм.

Спосіб реалізується таким чином. Очищенню підлягала вода р. Дніпро з наступними показниками:

- кольоровість 65-75град;
- каламутність 4,8-5,3мг/дм.

Попередньо готовили алюмосилікат, модифікований поліоксикатіонами алюмінію. Для цього брали каолінит (Глухівського родовища,  $S_{\text{пит}}=70\text{м}^2/\text{г}$ ) фракції менш 0,25мм у вигляді 10%-ної водної дисперсії. У суспензію додавали розрахункову кількість 1М розчину  $\text{AlCl}_3$  (ГОСТ 3759-75) та 1М розчин  $\text{NaOH}$  (ТУ 6-09-2540-72) до створення рН середовища 3,8-4,2. Реагенти додавали при інтенсивному перемішуванні і систему витримували при кімнатній температурі протягом 4-5 діб, відокремлювали тверду фазу від рідкої, промивали водою й висушували при  $t=30-50^\circ\text{C}$ . Висушений продукт подрібнювали до фракції  $\leq 0,25\text{мм}$ .

Згідно даних атомно-абсорбційного аналізу (прилад С-15-М1, Росія) кількість щеплених поліоксикатіонів алюмінію на поверхні каолініту складала 1,5-2,1% мас. від маси каолініту.

В очищувану природну воду при постійному перемішуванні вводили модифікований каолінит у кількості 5-10мг/дм<sup>3</sup> у вигляді порошку, а потім коагулянт - сірчаноокислий алюміній дозою 60-65мг/дм<sup>3</sup>, рахуючи за  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Після обробки води протягом 15-20хв. зазначеними реагентами воду відстоювали (30-60хв.) до її повного освітлення.

Кольоровість та каламутність у вихідній та очищеній воді визначали згідно [ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.] [5] на приладі ФЭК-56М.

Залишковий алюміній визначали згідно [ГОСТ 18165-89. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации алюминия.] [6] на приладі ФЭК-56М.

Приклад виконання за винаходом.

Очищенню підлягала вода реального поверхневого джерела р. Дніпро, що характеризується такими показниками: кольоровість - 70 град; каламутність - 5,1мг/дм<sup>3</sup>.

Для очищення використовували каолінит, модифікований поліоксикатіонами алюмінію в кількості 1,8% мас. від маси каолініту (за технологією описаною вище).

В 1дм<sup>3</sup> очищуваної води при постійному перемішуванні вводили 10мг модифікованого каолініту, а потім сірчаноокислий алюміній у кількості 60мг/дм<sup>3</sup> (дозу коагулянту рахували за  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Перемішування здійснювали зі швидкістю 60об/хв протягом 15хв. При цьому процес утворення пластівців закінчувався. Оброблену воду відстоювали протягом 30хв. У проясненій пробі визначали каламутність, кольоровість та залишковий алюміній. Очищена вода мала наступні показники: каламутність 0,48мг/дм<sup>3</sup>, кольоровість 13 град, що відповідало ступеню очищення 91% і 81%; концентрація залишкового алюмінію 0,17мг/дм<sup>3</sup> (див. табл., пр. 3). Отримана вода по показниках кольоровості, каламутності й вмісту залишкового алюмінію відповідає вимогам [4].

Аналогічно описаним вище технології способу

й прикладу виконання за винаходом були виконані досліді по очищенню води з використанням каолініту, модифікованого поліоксидатіонами алюмінію, у кількостях, які знаходилися як у діапазоні, що заявляється, так і при позамежних значеннях, а також з використанням різної послідовності введення каолініту модифікованого й коагулянту. Результати дослідів представлені в таблиці (прикладі 1-13).

Встановлено, що при обробці води каолінітом, модифікованим поліоксидатіонами алюмінію в кількості 1,5-2,1% мас. від маси каолініту, при збереженні послідовності введення реагентів, яка заявляється, створюються оптимальні умови очищення води від завислих і розчинених органічних речовин при зниженні концентрації залишкового алюмінію (таблиця, пр. 1-9).

Експериментально встановлено, що для досягнення високого ступеня очистки води оптимальна доза модифікованого каолініту, який використовувався з коагулянт (сірчаноокислим алюмінієм), становить 5-10 мг/дм<sup>3</sup>.

Використання в процесі очистки води каолініту, модифікованого поліоксидатіонами алюмінію в кількості вище, ніж заявлено, наприклад 2,3% мас., нерационально тому, що ступінь очистки не збільшується, при цьому кількість залишкового алюмінію перевищує вимоги ГОСТ [4] (див. табл., приклад 10).

При позамежному зниженні кількості поліокси-

катіонів на поверхні каолініту, наприклад, 1,3% мас., не досягається високий результат очищення по каламутності - 0,91 мг/дм<sup>3</sup>, що майже у два рази перевищує вимоги ГОСТ [4] (див. табл., приклад 11).

Важливим моментом у здійсненні способу є послідовність введення реагентів в очищувану воду, яка заявляється: модифікований каолініт, коагулянт. Якщо послідовність введення протилежна (коагулянт, модифікований каолініт), ефективність очищення води недостатньо велика (каламутність очищеної води досягає лише 0,94 мг/дм<sup>3</sup>) тому що, на нашу думку, не забезпечується необхідний час для появи додаткових центрів коагуляції й сорбції дисперсних домішок. Крім того, істотно збільшується концентрація залишкового алюмінію в очищеній воді (див. табл., приклад 12).

Переваги пропонованого способу очищення води в порівнянні з відомим [3] підтверджуються даними, наведеними в таблиці.

Запропонований спосіб дозволяє збільшити ступінь очищення висококольорових природних вод по показнику кольоровості з 66% до 74-86%, тобто на 8-20%, і по каламутності з 75% до 86-92%, тобто на 11-17%, при забезпеченні вмісту залишкового алюмінію на рівні 0,12-0,19 мг/дм, що нижче вимог [4].

Запропонований спосіб можливо застосувати на реальних станціях водопідготовки.

Таблиця

№ п/п	Обробка води		Показники якості обробленої води				
	Кількість модифікованого каолініту, мг/дм <sup>3</sup>	Кількість поліоксидатіонів алюмінію на поверхні каолініту, % мас.	Кольоровість		Каламутність		Залишковий алюміній, мг/дм <sup>3</sup>
			градус	ступінь очистки, %	мг/дм <sup>3</sup>	ступінь очистки, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
За винаходом							
1.	7,5	1,8	10	86	0,43	92	0,12
2.	5,0	1,8	12	83	0,45	92	0,14
3.	10,0	1,8	13	81	0,48	91	0,17
4.	7,5	1,5	18	74	0,49	90	0,16
5.	7,5	2,1	17	76	0,65	87	0,18
6.	5,0	2,1	17	76	0,64	87	0,18
7.	10,0	1,5	18	74	0,59	88	0,18
8.	5,0	1,5	18	74	0,54	89	0,14
9.	10,0	2,1	16	77	0,73	86	0,19
Позамежні значення							
10.	5,0	2,3	18	74	0,61	88	0,23
11.	10,0	1,3	19	72	0,91	82	0,19
12*.	5,0	2,1	19	76	0,94	82	0,31
За способом [3]							
13**	10		24	66	1,3	75	0,24

\* послідовне введення реагентів: коагулянт, модифікований каолініт;

\*\* каламутник - бентоніт.

