

обработке образуется осадок полимера – плотный и легко фильтрующийся. Его влажность составляет 70%, а отжимом ее можно довести до 30%. Качество очищенной воды позволяет использовать ее в оборотном цикле.

Таким образом, исследование эффективности электроимпульсной очистки сточных вод показало, что данный метод может быть использован для обработки промышленных сточных вод различного состава, что позволит использовать очищенную сточную воду в оборотных системах предприятий.

1.Шубин В.Н., Брусенцева С.А., Никонорова Г.К. Радиационно-полимеризационная очистка производственных стоков. – М.: Атомиздат, 1979. – 136 с.

2.Глупак А.Н. Электроимпульсный метод обезвреживания хромсодержащих сточных вод в системах оборотного водоснабжения (применительно к предприятиям машиностроительного комплекса): Дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.04. – Харьков, 2000. – 172с.

3.Левченко В.Ф., Глупак А.Н. Исследование процесса электроимпульсной очистки сточных вод. – Харьков, 1999. – 50 с. (Препр. / НАН Украины. Ин-т пробл. машиностроения им. А.Н.Подгорного).

4.Глупак А.Н. Электроимпульсная технология очистки воды // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.9. – К.: Техніка, 1997. – С.68-70.

5.Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.

6.Глупак А.Н. Изменение структуры воды в процессе электроимпульсной очистки // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.14. – К.: Техніка, 1998. – С.80-82.

7.Антонченко В.Я., Давыдов А.С., Ильин В.В. Основы физики воды. – К.: Наук. думка, 1991. – 672 с.

8. Глупак А.Н., Дубинова Н.В. Технология очистки воды активированными коагулянтами // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.45. – К.: Техніка, 2002. – С.105-107.

Получено 18.04.2005

УДК 628.16.067.1

О.Ф.АКСЬОНОВА, О.О.ЛЮБАВИНА, В.Г.МИХАЙЛЕНКО, кандидаты техн. наук, Д.О.ТОРЯНИК, канд. физ.-матем. наук
Харківський державний університет харчівництва та торгівлі

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ДЕФТОРУВАННЯ ПІДЗЕМНОЇ ВОДИ ШЛЯХОМ ФІЛЬТРУВАННЯ КРИЗЬ ЗЕРНИСТЕ ЗАВАНТАЖЕННЯ

Розглядається проблема дефторування високофтористих артезіанських вод. Запропоновано безреагентний метод дефторування. Проведено вибір зернистого завантаження та оптимізацію параметрів процесу дефторування підземної води шляхом фільтрування кризь нього.

Забезпечення населення України якісною питною водою є склад-

ною соціальною, економічною, екологічною та господарською проблемою. Всі підприємства харчової галузі у своїх технологічних схемах так чи інакше використовують воду – як сировину, як реагент, для миття сировини та обладнання, транспортування теплоносіїв тощо. Водопостачання підприємств здійснюється з різних джерел, але перевага надається артезіанській воді. Основними факторами, що потребують коригування під час підготовки підземних вод, є загальний солеміст, жорсткість, лужність, вміст заліза та підвищені концентрації фторид-іонів.

Вилучення фторид-іонів з води є досить складною задачею. За вимогами ГОСТ 2874 “Вода питна”, концентрація фторид-іонів у питній воді повинна становити 0,5-1,5 мг/дм³.

Для дефторування води використовуються різні методи, які автори поділяють на дві групи: метод сорбції фтору осадом алюміній- або магній- гідроксиду, а також кальцій фосфату (реагентне дефторування); метод фільтрування води крізь фторселективні матеріали (фільтраційний метод) [1].

Застосування реагентного дефторування спричиняє значний вплив насамперед на склад води через необхідне використання надлишкових концентрацій хімічних реагентів.

У країнах Європи велика увага приділяється методам кондиціонування води. Процеси, що використовуються під час обробки, не повинні змінювати суттєвих фізико-хімічних показників та погіршувати хімічну, радіаційну і мікробіологічну безпеку [2]. Одним з шляхів досягнення цих вимог є використання технологій безреагентного кондиціонування води. Останнім часом з’явилася інформація щодо активного проведення експериментів по модифікації різних видів зернистих завантажень з метою безреагентного дефторування води. У роботі [3] розроблено та досліджено можливості використання подрібненої модифікованої цеолітвмісної породи у технології очистки природних вод від фторидів. Розроблено композиційні матеріали на основі модифікованих цеолітвмісних порід Республіки Мордва з підвищеною сорбційною активністю щодо фторидів та стійкістю у водних розчинах фтору. Автори роботи [4] пропонують використання для дефторування гранульований корозійно-стійкий сплав системи алюміній-магній, вкритий пористим шаром оксидів магнію та купрум (КДМ). Зростання лужності (рН > 9,5) на поверхні та у межовому шарі гранул сприяє, на думку авторів, утворенню малорозчинного осаду в результаті реакції окислення та гідролізу іонів металу. Вважалося, що свіжеутворений магнійгідроксид за таких умов повинен сорбувати фториди досить швид-

ко.

Завданнями нашого дослідження були вибір зернистого завантаження та оптимізація параметрів процесу дефторування підземної води шляхом фільтрування крізь це завантаження.

В Україні та за її межами проводяться дослідження, які мають на меті замінити традиційні зернисті фільтруючі матеріали новими, які б мали технологічні та техніко-економічні переваги. Дуже перспективним фільтруючим матеріалом є кримський гірський гранодіоритний пісок. Цей матеріал має високу міцність, велику питому площу поверхні та високу пористість [5].

Сутність експериментів полягала у наступному: зернисте завантаження обробляли розчином коагулянту, потім крізь модифіковане завантаження пропускали воду, яка потребувала кондиціонування щодо вмісту фторидів. Експерименти з дефторування проводилися у динамічному режимі фільтрування певного об'єму високофтористої води крізь скляну колонку із зернистим завантаженням. Діаметр колонки дорівнював 5,3 см, висота завантаження – 10 см. Колонку із зернистим завантаженням заповнювали розчином коагулянту з високою концентрацією (у перерахунку на катіони алюмінію). Через 30 хв. контакту розчин зливали і починали пропускати воду. У кожних 100 см³ води вимірювали вміст фторид-іонів. Вміст фтору вимірювався за допомогою фторселективного електроду.

Для дефторування використовували високофтористу воду підземного джерела підприємства ООО “Компанія СЕСА”. Основні показники води наведені у табл.1.

Таблиця 1 – Основні показники води ВАТ “Компанія СЕСА”

Показник	Одиниця виміру	Результат
pH		8,2
Лужність	моль/дм ³	4,1
Жорсткість	ммоль/дм ³	6,3
Фториди	мг/дм ³	2,8
Солеміст	мг/дм ³	700

Експерименти проводилися відповідно заздалегідь складеного плану. При цьому одночасно змінювалися фактори, які були признано найбільш впливовими – концентрація розчину коагулянту ($C_{\text{КОАГ}}$), pH води та час контакту води з модифікованим зернистим завантаженням (t). Проведення таких експериментів дозволило встановити силу впливу кожного окремого фактору на ефективність процесу. План експериментів та результати дефторування підземної води фільтруванням крізь зернисте завантаження наведено в табл.2.

Таблиця 2 – План експериментів

Номер досліді	Доза коагулянту у пере-рахунку на катіон алюмінію $S_{КОАГ}$ (мг/дм ³)	pH	Час контакту t (хв.)	Залишкова концентрація фторид-іону у воді (змішана проба) C_F (мг/дм ³)
1	300	8,2	2,3	1,68
2	300	4,5	0,9	0,75
3	300	8,2	2,3	2,67
4	300	4,5	0,9	0,81
5	60	8,2	2,3	1,9
6	60	4,5	0,9	0,95
7	60	8,2	2,3	2,8
8	60	4,5	0,9	0,95

Першим кроком на шляху оптимізації параметрів процесу дефторування підземної води шляхом фільтрування крізь зернисте завантаження було створення математичної моделі процесу. Для цього використовувався метод повного багатofакторного експерименту (ПФЕ-2³). На основі результатів попередніх досліджень було обрано основні фактори, що впливають на процес дефторування: концентрація розчину коагулянту, яким обробляється завантаження (X_1), час контакту води із завантаженням (X_2), та pH води, яка піддається дефторуванню (X_3). Значення показників цих факторів, що беруться у якості центральної точки експерименту, а також відповідні інтервали варіювання приводяться у табл.3.

Таблиця 3 – Умови проведення повного факторного експерименту (ПФЕ-2³)

Рівень фактору	Фактори варіювання			Кодове позначення
	концентрація розчину коагулянту, мг/дм ³	час контакту води із завантаженням, хв.	pH води	
	X_1	X_2	X_3	
Нульовий рівень	18	1,6	6,35	0
Інтервал варіювання	12	0,7	1,85	λ_i
Нижній рівень	6	0,9	4,5	-
Верхній рівень	30	2,3	8,2	+

Як вихідний параметр процесу дефторування використовували залишкову концентрацію фторид-іону у воді, що пройшла крізь фільтр.

У результаті реалізації матриці ПФЕ-2³ і математичної обробки даних за допомогою стандартного програмного пакету MATHCAD були отримані регресивні залежності вихідних параметрів процесу від факторів, які нас цікавлять. Ці залежності враховують ефекти їх взає-

моді.

$$Y = 1,564 - 0,086X_1 - 0,244X_2 + 0,699X_3 - 0,019X_1 \cdot X_2 - 1,25 \cdot 10^{-3} X_1 X_3 - 0,229X_2 X_3 - 3,75 \cdot 10^{-3} X_1 X_2 X_3.$$

Аналіз залежності ефективності процесу дефторування від факторів варіювання показує, що у даній області факторного простору найбільший вплив на залишкову концентрацію фторид-іону у воді, що пройшла крізь фільтр чинить рН води.

Отримане рівняння регресії було використано для оптимізації процесу дефторування, яка проводилася методом крутого сходження.

Метою оптимізації було зниження концентрації фторид-іону у природній воді до значення 0,5-1,5 мг/дм³, що відповідає ГОСТ 2874-82 „Вода питна”. План оптимізації та результати проведення експерименту приведені у табл.4.

Таблица 4 – Оптимізація процесу дефторування за значенням залишкової концентрації фторид-іону у воді, що пройшла крізь фільтр

№ дослідю	Значення факторів			Вихід процесу, $Y_{\text{ср}}$, мг/дм ³
	концентрація розчину коагулянту (X_1), мг/дм ³	час контакту води із завантаженням (X_2), хв.	рН води (X_3)	
1	18	1,6	6,35	1,89
2	22,8	1,65	5,43	0,95
3	27,75	1,67	4,50	0,85
4	32,75	1,68	3,58	0,67

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що оптимальними умовами дефторування підземних вод з метою зниження вмісту фтору є:

концентрація розчину коагулянту, мг/дм³ – 22,8;
 час контакту води із завантаженням, хв. – 1,65;
 рН води – 5,43.

Ці дані покладено в основу методики дефторування підземної води шляхом фільтрування крізь зернисте завантаження.

- 1.Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 680 с.
- 2.Зуев Е.Т., Фомин Г.С. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности. – М.: Протектор, 2003. – 320 с.
- 3.Епифанова Н.А. Разработка сорбентов для очистки воды от фтора на основе модифицированного цеолитного композита: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук, Пензенская государственная архитектурная академия. – Пенза, 2003. – 18 с.

4. Дебелый П.П., Новоженев С.В. Безреагентное дефторирование подземных вод с помощью фильтрующей среды КДМ // Сантехника. – 2003. – №3. – С.16-18.

5. Борисов Б.М. Технология осветления и дезодорации природных вод. – Симферополь: Вперед, 2002. – 132 с.

Отримано 27.04.2005

УДК 556.52 : 504.4.06

А.В.ГРИЦЕНКО, д-р географ. наук, О.В.РИБАЛОВА, канд. техн. наук,
Л.Ю.ІЛЬЧЕНКО

Український науково-дослідний інститут екологічних проблем, м.Харків

ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО РИЗИКУ ЗДОРОВ'Ю НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ПРИ НЕСПРИЯТЛИВОМУ ВПЛИВІ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

З метою комплексної оцінки якісного стану навколишнього середовища запропоновано визначення показника потенційного ризику здоров'ю населення. Показано, що оцінка потенційного ризику здоров'ю населення є найбільш перспективним методом діагностики екологічного стану довкілля. Представлено результати оцінки потенційного ризику здоров'ю населення залежно від якісного стану атмосферного повітря та поверхневих вод окремо для всіх областей України за даними Держгідромету в 2003 р. Рангування областей України за величиною потенційного ризику здоров'ю населення залежно від якісного стану атмосферного повітря та поверхневих вод дають змогу вирішити питання щодо пріоритетності впровадження природоохоронних заходів.

На сучасному етапі соціально-економічний розвиток суспільства знаходиться в безпосередньому взаємозв'язку з якістю навколишнього природного середовища, тому екологічна політика нашої держави спрямована на формування збалансованої системи раціонального природокористування з адекватною структурною перебудовою промислового потенціалу з метою мінімізації антропогенного навантаження і забезпечення соціальної захищеності людини.

Недостатній облік екологічного фактора, виділення засобів на природоохоронну діяльність за залишковим принципом, відомчий підхід та інші недоліки і прорахунки у попередні роки обумовили небезпечне загострення екологічних проблем. Несприятлива екологічна ситуація стала причиною багатьох хронічних захворювань, а також природжених пороків розвитку. Падіння народжуваності і збільшення смертності за останні роки призвело до різкого погіршення демографічної ситуації України.

Забезпечення стабільного суспільного розвитку викликає необхідність розробки інструментарію для виміру екологічної безпеки з метою визначення припустимого антропогенного навантаження, що не повинно порушувати рівноваги природного середовища із забезпеченням відтворення основних її компонентів, а також не повинна викли-