

Опытные данные показывают, что обработка воды активированным раствором коагулянта позволяет увеличить адсорбционную емкость гидроксида алюминия, образующегося в процессе очистки воды, благодаря чему процессы очистки воды интенсифицируются, полнее используется адсорбционная емкость коагуляционных структур, о чем свидетельствуют электронно-микроскопические исследования. Такие исследования, выполненные с помощью электронного микроскопа ЭМ-2000, показали, что образующиеся ферромагнитные аквакомплексы повышают адсорбционную емкость гидроксидов и других соединений реагентов, что способствует более интенсивному удалению ЛГС и других канцерогенных примесей. Однако в этом направлении еще требуется проведение дальнейших исследований.

1. Душкин С.С., Дегтерева Л.И., Крамаренко Л.В., Яровинская А.Л. Водоподготовка и процессы микробиологии: Уч. пособие. – К.: ИСМО, 1996. – 164 с.
2. Душкин С.С. Физические методы водоподготовки. – К.: Вища шк., 1989. – 151 с.
3. Кульский Л.А. Теоретическое обоснование технологии очистки воды. – К.: Наук. думка, 1968. – 125 с.
4. Слипченко А.В., Кульский Л.А., Мацкевич Е.С. Современное состояние методов окисления примесей воды и перспективы хлорирования // Химия и технология воды. – 1990. – Т. 12, № 4. – С. 326-349.

*Получено 17.06.2001*

УДК 628.16, 378.556 (477)

**О.В.ДУПЛЯК**, канд. техн. наук, **С.В.ВЕЛИЧКО**

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

## **ДООЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ КЕРАМІЧНИХ ФІЛЬТРІВ**

Розглядається можливість створення групового стильникового фільтра на основі модифікованого кордіериту. Розроблена конструкція фільтра із стильниковим керамічним тілом.

Протягом багатьох років при використанні природних водних ресурсів у народному господарстві України мало уваги приділяли дотриманню екологічних вимог. Це призвело до того, що основні постачальники питної води – ріки, водосховища та озера забруднюються відходами промисловості, сільськогосподарськими й побутовими стоками. У результаті має місце зниження стійкості ландшафтів річкових басейнів, їх здатності до самоочищення та відновлення і внаслідок цього – погіршення якості природних вод. Аналіз матеріалів комплексних досліджень якості питної води у джерелах міського й сільськогосподарського водопостачання, системах водопостачання найбільших промислових міст України свідчить про напружений еколого-

гідрохімічний стан питного водопостачання, що базується на поверхневих водах і водах, які відбираються шахтними колодзями з четвертичного водоносного горизонту [1, 2].

Підземні й ґрунтові води також зазнають антропогенного навантаження. Майже на всій території країни ґрунтові води характеризуються як дуже забруднені нітратами, залізом, хвороботворними бактеріями, сульфат- і хлорид-іонами в концентраціях, які в десятки й сотні разів перевищують ГДК. Вживати питну воду з 85% колодязів без попереднього очищення небезпечно для здоров'я людини. До 40% свердловин мають бактеріологічне забруднення, підвищений вміст солей, нітратів, що свідчить про їх незадовільний екологічний стан. Положення загострюється проявами радіаційного забруднення, особливо в Київській, Рівненській, Житомирській і Чернігівській областях.

Очищення, що проводиться на станціях водопідготовки великих промислових міст України, недостатнє для використання водопровідної води для питних потреб людини. Враховуючи складні економічні умови, в яких опинилася Україна, найбільш оптимальним є доочищення питної води безпосередньо у споживача за допомогою установок індивідуального чи групового призначення. Доочищення і кондиціонування водопровідної води може здійснюватися методами іонного обміну, сорбції, зворотного осмосу чи озонуванням. Порівняльний аналіз технологічних параметрів сучасних пристроїв доочищення води вказує на їх недостатню продуктивність (мембранні установки), велику енергоємність (дистиляція), обмежену селективність і недостатню місткість (іонообмінні й сорбційні установки).

В останні роки все більшу увагу привертають неорганічні сорбенти як природного, так і штучного походження. До природних неорганічних сорбентів відносяться глинисті мінерали й цеоліти, до штучних – синтетичні цеоліти, силікагелі й матеріали на основі важкорозчинних солей багатовалентних металів. Неорганічні сорбенти приваблюють своєю доступністю, невеликою вартістю і високою (порівняно з органічними іонітами) стійкістю до дії температур та окислювачів. Перевагою неорганічних матеріалів є їх висока селективність до іонів мікротамакроелементів і радіонуклідів [3-5]. У цьому відношенні перспективним є штучний неорганічний матеріал – кордієрит, що має склад  $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ . Він є типовим алюмосилікатом. Його кристалічна структура побудована із шестичленних кілець, що утворюються з тетраедрів  $(Si, Al)O_4$ . Кільця з'єднані між собою за допомогою двох спільних атомів кисню, між якими утворюється великий порожнистий канал. Ці колони кілець з'єднуються атомами алюмінію, що знаходиться у тетраедричній формі, та октаедричного магнію. Подібна структура

кордіериту аналогічна берилу [6, 8].

Із кордіериту виготовляють пористий матеріал, який має комірчасту структуру і використовується як носій. Пористий матеріал складається з 42-56%  $\text{SiO}_2$ , 30-45%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 12-16%  $\text{MgO}$  і має пористість 30-42%.

Процес виготовлення пористої структури включає такі стадії:

- суміщення тальку з частинками глинозему, некристалічного кремнезему та каоліну середнього розміру 5-100 мкм;
- суміщення отриманої суміші кордіериту з патролатумом та олеїною кислотою за допомогою мішалки при температурі 80-90 °С до отримання пластичної маси;
- здійснення формування (екструзії) отриманої суміші в матеріал сотової структури за допомогою гідравлічного пресу, що створює тиск 7-10 МПа;
- висушування при температурі 150-200 °С протягом 2,5-3 год;
- випалювання матеріалу при температурі 1285 °С.

Ця технологія дозволяє приготувати пористий матеріал у вигляді вихідної матриці, що має технологічні характеристики, представлені в таблиці.

Фізичні параметри пористої матриці на основі кордіериту

Склад кордіериту	Відкрита пористість, %	Питома поверхня, м <sup>2</sup> /г	Розмір пор, нм		
			d <sub>MAX</sub>	d <sub>MIN</sub>	d <sub>MID</sub>
2MgO 2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5SiO <sub>2</sub>	43	0,6	4,2	1,4	2,8

Ряд цих параметрів не відповідає сучасним вимогам щодо інтенсивності процесів доочищення водопровідної води. У зв'язку з цим нами удосконалена технологія виготовлення матеріалів з більш розвинутою поверхнею та заданим розподілом пор за розмірами. Ми використали підхід, що полягає у модифікуванні поверхні, яка контактує з водою при реагентному впливі. Метою модифікування є зміна природи і концентрації активних центрів та функціональних груп, які здатні направлено брати участь у процесі кондиціонування води.

Вибір модифікуючих реагентів ґрунтувався на теорії жорстких і м'яких кислот та основ (ЖМКО) [7]. При розробці методології модифікування було вивчено вплив таких факторів: концентрація реагентів, час контактування матеріалу з розчинами модифікаторів, температурний режим впливу. Модифікацію керамічних блоків вивчали в таких варіантах:

- 5%-ним розчином соляної кислоти;

- 10%-ним розчином гідроксиду калію з наступним відмиванням та випалюванням у печі при температурі 500° С протягом 1 год;
- 8%-ним розчином фосфорної кислоти з наступним висушуванням у сушильній шафі при температурі 180° С протягом 1 год.

У процесі досліджень встановлено, що при модифікації соляною кислотою збільшується питома поверхня матриці і руйнується поверхнева структура кордіериту, утворюються гідроксидні групи, що робить непридатним матеріал для доочищення води від іонів важких металів.

Обробка вихідної матриці фосфорною кислотою і гідроксидом калію меншою мірою руйнує каркас, значно збільшує поверхню кордіериту, приводить до іммобілізації на поверхні нових функціональних груп і сприяє ефективному видаленню іонів важких металів (Al, Cr, Fe, Zn, As, Sr<sub>стаб</sub>, Ba, Hg, Pb), зменшує вміст інших шкідливих домішок: іонів амонію, нітратів та нітритів. При цьому процес доочищення практично не впливає на наявність і рівень концентрацій фізіологічно корисних компонентів (загальну мінералізацію, загальну жорсткість, лужність, магній, фтор, йод тощо).

Для подальших досліджень був розроблений керамічний стільниковий фільтр, технологічна схема якого зображена на рисунку.

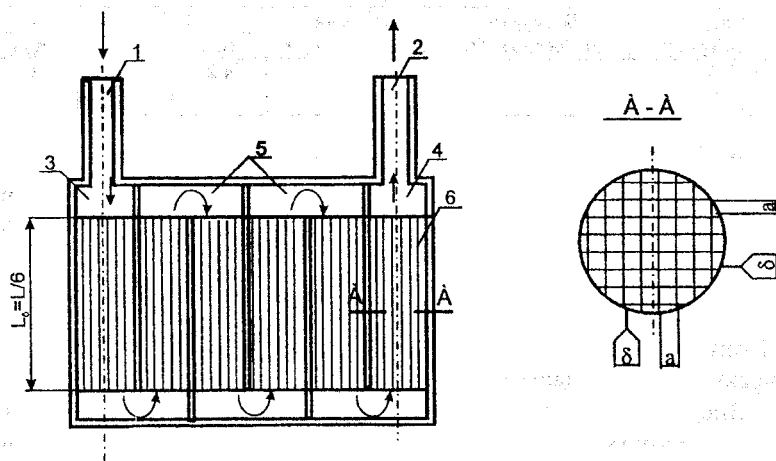


Схема технологічної фільтраційної установки:

1, 2 – труби підведення і відведення рідини; 3, 4 – вхідна й вихідна ділянки фільтраційної колони; 5 – перехідні ділянки фільтра; 6 – блоки керамічного завантаження.  
 А – схема стільникової структури керамічного блока; а – розмір отвору комірки; δ – товщина керамічної перегородки;  $L_{\phi}$  – довжина робочої секції стільникового фільтра

Конструкція фільтра являє собою керамічне тіло (рисунок, А-А), виконане з модифікованого кордіериту у вигляді стільникових структур з розміром комірок  $a \times a = 1 \times 1, (2 \times 2, 4 \times 4)$  мм. Рух рідини крізь фільтр характеризується декількома характерними ділянками, на кожній з яких виникає певний режим руху і гідравлічний опір [9].

Гідравлічні дослідження опору стільникового фільтра дозволили встановити, що місцеві втрати напору в стільникових керамічних блоках, що використовуються для фільтрів доочистки питної води, залежать тільки від конструктивних особливостей, геометричних параметрів фільтра та розмірів комірок його тіла.

Втрати напору у фільтрі із зигзагоподібним розташуванням його тіла (для шести секцій) можна розрахувати за формулою

$$\Delta H = (7,9\zeta_{mo} + \zeta_{довж}) \frac{v_1^2}{2g}, \quad (1)$$

де  $\zeta_{mo}$  – коефіцієнт місцевого опору фільтра, що розраховується за формулою

$$\zeta_{mo} \left(1 - \frac{1}{\beta}\right)^2 = 0,5 \left(1 - \frac{1}{\beta}\right); \quad (2)$$

$\zeta_{довж}$  – коефіцієнт опору за довжиною при русі рідини в комірках

$$\zeta_{довж} = \frac{56,8l}{\beta^2 A^2 Re_2}; \quad (3)$$

$v_1$  – середня швидкість у трубі, яка підводить воду до колони, м/с;  
 $g$  – прискорення вільного падіння;  $\beta$  – співвідношення площі труби, що підводить рідину до фільтраційної колони та площі колони;  
 $l = L/a$  – відносна довжина стільникової частини фільтра;  $L$  – довжина фільтруючої частини, м;  $a$  – розмір комірок, м;  $A$  – скважність фільтра;  $Re_2$  – число Рейнольдса в комірках; 7,9 – експериментальний коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості при встановленні шести секцій (див. рисунок).

1. Державні санітарні норми і правила "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання" – 23.12.96 р., № 383.

2. Гончарук В.В., Потапченко Н.Г. Современное состояние проблемы обеззараживания воды // Химия и технология воды. – 1998. – №2. – С. 190-212.

3. Замбровская Е.В., Меларашвили Н.А., Титова Н.А. Влияние различных марок ионитов на качество очищаемой воды // Химия и технология воды. – 1992. – №12. – С.907-910.

4.Мацієвська О.О. Вплив катіонів твердості на іонообмінну здатність цеолітів Сокиринського родовища. Геологічні проблеми. – К.: Манцекрит, 1998. – 10 с.

5.Патент UA № 1904 В 01Д 39/20 від 30.11.93. Фільтруючий матеріал для очищення води / Дупляк В.Д., Чеботько К.О.

6.Трачевський В.В., Величко С.В. Механізм модифікування та функціонування кордієритових композицій при водоочищенні // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.25. – К.: Техніка, 2000. – С. 143-151.

7.Величко С.В. Якість питної води у великих містах України // Водне господарство України. – 1999. – № 5-6. – С 54-56.

8.Дупляк О.В., Величко С.В. Іонообмінно-сорбційні властивості кордієриту в процесах доочищення водопровідної води // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.27. – К.: Техніка, 2001. – С. 116-121.

9.Величко С.В. Опір руху рідини в керамічних стільникових фільтрах // Меліорація і водне господарство. Вип. 88. – 2001. – С. 56-61.

Отримано 30.08.2001

УДК 504.4.06.(1/9)

А.К.КУЗИН, д-р геогр. наук, О.В.РЫБАЛОВА, Ю.С.КОВАЛЕВА,  
А.Г.ШЕСТАКОВ, А.А.СИРЕНКО, И.Г.ЖУКОВ

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г.Харьков*

## **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, СВЯЗАННЫХ С ИЗЪЯТИЕМ ЗЕМЕЛЬ ВОДНОГО ФОНДА ИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРОТА В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Екологічне стання водних об'єктів ухудшається в зв'язі з порушеннями природоохоронного законодавства при використанні земель водного фонду. Для остановки і предупредження цього необхідно решить проблему изъятия земель водного фонда из сельскохозяйственного оборота.

Харьковская область является одним из самых развитых промышленных регионов Украины, однако по удельной естественной водообеспеченности единицы площади территории и количеству поверхностного стока, приходящегося на 1 человека, она занимает соответственно 15-е и 17-е места. Высокий уровень водопотребления и большие объемы сточных вод, некачественная их очистка из-за недостаточной мощности или технически устаревших очистных сооружений, отсутствие утилизации отходов на предприятиях, неравномерность распределения водных ресурсов и водопользования по территории области при маловодности водных объектов обостряют здесь экологические проблемы.

Одной из причин загрязнения и истощения водных объектов является использование земель водного фонда с нарушением водного законодательства. Законодательством Украины (ст.95 Водного кодекса Украины – далее ВК) предусматривается охрана водных объектов от