

УДК 626.862.2

**РЕКОНСТРУКЦІЯ ІСНУЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ
ВОДОПОСТАЧАННЯ В РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ СПОРУДИ
ВОДОПІДГОТОВКИ**

**RECONSTRUCTION OF EXISTING WATER SUPPLY
OBJECTS IN RESOURCE SAVING WATER PREPARATIONS**

Мартинов С.Ю., к.т.н., доцент (НУВГП, м. Рівне), Мінаєва Н.Л., к.т.н., викладач (Технічний коледж НУВГП), Куницький С.О., к.т.н., с.н.с. (НУВГП, м. Рівне), Андрійчук О.В., к.т.н., доцент (ЛНТУ, м. Луцьк)

Martynov S.Yu., Ph.D., senior lecturer (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Minaeva N.L. (Technical college of National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Kunytskyi S.O., Ph.D., Senior Research Fellow (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), Andriichuk O.V., Ph.D., Associate Professor

Стаття присвячена актуальній прикладній проблемі – розробці інноваційних та технічних рішень, що дозволяють реконструювати існуючі об'єкти водопостачання у водоочисні споруди. В статті розглянуто проблему очистки підземної води для потреб питного водопостачання. Наведені результати знезалізнення залізовмісних вод на пінополістирольних фільтрах з підвищеною крупністю гранул.

The article is devoted to the actual application problem - the development of innovative and technical solutions that allow to reconstruct existing water supply facilities in water treatment plants. The article deals with the problem of underground water purification for the needs of drinking water supply. The results of non-ironization of iron-containing waters on polystyrene filters with increased grain size of granules are given.

The technological features of the process of water preparation and the facilities providing it are investigated. The processes of washing of foam polystyrene fillings under industrial conditions are studied. The

kinetics of flushing out pollutants is shown and the duration of washing is determined. The technological scheme of contact non-irrigation of water in a tower-column is given.

Ключові слова: фільтр, аерація, фільтроцикл, промивка, знезалізнення, фільтрат, вихідна вода.

Keywords: filter, aeration, filter cycle, flushing, disinfection, filtrate, exhaust water.

Вступ. Останнє століття різко загострилися екологічні проблеми, які зв'язані із погіршенням оточуючого середовища, особливо життєзабезпечуючих, таких як вода [1].

З кожним роком підвищуються вимоги до якості води як питної, так і стічної. Дедалі частіше розробляються нові та вдосконалюються існуючі технології з метою їх ресурсоощадності.

Джерелом водопостачання великої частини населених пунктів України є підземні джерела. Такі води, в порівнянні з поверхневими водами, має цілий ряд суттєвих переваг технологічного і економічного характеру. Проте в більшості випадків дана вода не відповідає вимогам [1], оскільки, особливо в західних областях, потужні водоносні горизонти, які залягають на глибинах 50...150 м мають підвищену концентрацію заліза (до 10 мг/л), сірководню та вільного вуглекислого газу, та потребує подальшої очистки [2].

Враховуючи економічну ситуацію необхідно зважати на те, що побудова комплексу очисних споруд коштує дорого, особливо для сільських населених пунктів, та враховуючи постійне підвищення цін на енергоносії, необхідно запроваджувати такі установки, де будуть суміщуватися водоочисні фільтри з іншими спорудами систем водопостачання [3]. Тобто, на даний час, найбільш перспективними є реконструкція металевих водонапірних башт, для створення установок баштового типу з фільтром, та завантаженим плаваючою пінополістирольною засипкою [4-8]. Це дасть змогу не тільки знизити вартість споруд, а й зменшити потребу в електроенергії.

Досвід розробки та впровадження станцій знезалізнення води та будівництво станцій баштового типу дозволив створити (залежно від призначення) ряд економічно та екологічно ефективних станцій баштового типу. Проте більшість із запропонованих установок

мають ряд недоліків, таких як складність у будівництві та експлуатації конструкції, виніс пінополістиролу, велика металосмність і т.д.

Водопостачання в Україні здійснюється переважно з поверхневих та підземних джерел. Поверхневі води найчастіше містять завислі речовини, характеризуються значною забарвленістю, мають специфічний запах та присмак. Такі домішки погіршують фізико-хімічні параметри води й потребують вилучення перед транспортуванням у водопровідну мережу.

Одним із напрямків водопідготовки із природних джерел є пошук нових принципів очищення води фільтруванням та вдосконалення роботи окремих вузлів та елементів споруд [6–9]. Результати досліджень висвітлені в роботах М.Д. Мінца, Г.І. Ніколадзе, О.Я. Олійника, М.Г. Журби.

Ще одним з напрямків досліджень по підвищенню ефективності очищення підземної води на зернистих фільтрах є пошук матеріалів з високою пористістю та питомою поверхнею [9, 12, 13]. Такі проблеми водопідготовки розглянуті в працях П.Д. Хоружого, В.О. Орлова, I. Bartha, P. Coj'ocariu, Fewtrell, R.O. Hallberg, Gehringer, Zalewski та інших.

Для підземних вод характерне тісне контактування з найрізноманітнішими породами, ускладнений річний обмін між водоносними горизонтами, відсутність зв'язку з атмосферою й обмежена взаємодія з поверхневими водами. Підземні води включають складний комплекс газів, іонів, часток мінерального й органічного походження. Наявність і взаємодія цих компонентів обумовлюють властивості й особливості води, відмінність підземних вод між собою як за загальною мінералізацією, так і за іонним та газовим складом.

Головною метою статті передбачається обґрунтувати інноваційні техніко-технологічні рішення щодо реконструкції існуючих об'єктів водопостачання у водоочисні.

Завдання, що ставляться в статті:

- аналіз схеми знезалізнення води в баштовій установці, де суміщено напірно-регулюючу та водознезалізнюючу споруди в системах сільськогосподарського водопостачання;

- встановлення оптимальних параметрів знезалізнення підземних вод з концентрацією заліза до 5 мг/л аерацією та фільтруванням на пінополістирольному фільтрі з перервним фільтроциклом;

- обґрунтування гранулометричного складу комбінованої пінополістирольної засипки фільтра;
- визначення параметрів промивки пінополістирольної засипки для забезпечення якісної регенерації та подальшого функціонування фільтру;
- дослідження ефективності знезалізнення води на установці баштового типу у виробничих умовах.

Методика дослідження. Науковцями Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне) під керівництвом д.т.н., професора Орлова В.О. була розроблена баштова установка, яка дозволяє не тільки якісно очищувати воду, а й створює регулюючий об'єм у водопровідній мережі [5].

З цією метою в с. Бохоники Вінницької області була реконструйована металева водонапірна башта, з об'ємом баку 15 м³ та висотою стовбуру 12 м. В середині стовбуру башти було встановлено пінополістирольний фільтр з товщиною фільтрувального шару 0,8 м, що забезпечував очистку води від заліза.

Результати досліджень. Перед початком роботи на башті були встановлені розтяжки, для забезпечення більшої стійкості конструкції. Всі роботи по демонтажу башти та встановленню елементів фільтра проводилися за допомогою крану.

До основних елементів установки баштового типу для знезалізнення води належать: водонапірна башта; трубопровід подачі вихідної, очищеної та відводу промивної води; повітровідділювач; утримуюча решітка; пінополістирольна засипка.

В якості повітровідділювача використовується сталеві труба діаметром 300 мм. Перед утримуючою решіткою іде зміна діаметру труби з 300 на 50 мм. Нижній рівень повітровідділювача знаходиться на рівні 0,3 м від низу стовбура. Для закріплення у заданому положенні, повітровідділювач був приварений до трьох металевих опор в баку башти та внизу стовбуру, а також закріплений до рами утримуючої решітки.

Природні особливості фільтрів з плаваючою засипкою такі, що над фільтровий простір забезпечує практично постійний тиск на всі точки засипки по площі. Проте таке спостерігається лише у фільтрах з малою площею поперечного перерізу.



Рис. 1. Загальний вигляд башти та її деталей:

А) водонапірна металева башта; Б) трубопровід подачі вихідної води; В) повітрявідділювач; Г) утримуюча решітка; Д) пінополістирольна засипка; Е) розміщення трубопроводів

Ускладнення в фільтрах великої площі виникають в зв'язку з функціональними обов'язками утримуючої решітки, яка повинна: утримувати засипку в притопленому стані; вільно пропускати воду в одному і другому напрямку; мати максимальну шпаруватість; утримувати засипку і не давати їй або окремим гранулам виходити в над фільтровий простір; вільно випускати бульбашки повітря із засипки.

Перший пункт може бути виконаний при умові достатньої міцності решітки, яка розраховується на сприйняття виштовхуючої сили R , кН:

$$R = R_a + R_n, \quad (1)$$

де R_a – Архімедова сила виштовхування, R_n – сила виштовхування, яка виникає за рахунок гідродинамічного напору перед засипкою.

Основним параметром управління в такій установці є рівень води в баку башти, контрольований електродними датчиками рівня чи тиск води в напірному трубопроводі, який контролюється електроконтактним манометром. Отже, робота фільтра безпосередньо пов'язана з роботою насоса і дорівнює подачі води насосним агрегатом, тобто фільтр працює в перервному режимі. Після знезалізнення на даній установці, вода повністю задовільняє вимоги ДержСанПіНу [1].

З кожним роком підвищуються вимоги до якості води, тому пропонується вдосконалити існуючі технології, зробити їх ресурсоощадними та розробити нові системи керування попередження забруднення водних об'єктів та їх екосистем.

Пропоновані підходи та положення націлені на вирішення сучасних проблем водопідготовки для питних потреб, очистки промислових стоків, захист від повеней і паводків та розроблення заходів щодо раціонального землекористування в межах річкових басейнів.

Розміри повітрявідділювача розраховуються із умови перебування води в ньому не менше 1 хвилини і швидкості руху води не більше 0,05 м/с. згідно цих вимог діаметр повітрявідділювача повинен бути не менше:

$$d_n \geq d_f \sqrt{\frac{V_{\max}}{180}} \geq 1.2 \sqrt{\frac{10}{180}} \geq 0,28 \text{ м}, \quad (2)$$

де d_n – діаметр повітрявідділювача, м;

d_f – діаметр фільтра, м;

V_{\max} – максимальна швидкість фільтрування, м/год.

Отже, приймаємо діаметр повітрявідділювача рівним 300 мм.

Довжина шляху руху води в повітрявідділювачу L_n повинна бути:

$$L_n \geq \frac{V_{\max}}{60} \left(\frac{d_f}{d_n} \right)^2 \geq \frac{10}{60} \left(\frac{1.2}{0.3} \right)^2 \geq 2,7 \text{ м} \quad (3)$$

Висновки. Запропоновані установки для водопідготовки підземних вод доцільно впроваджувати в системи локального водопостачання сільських населених пунктів. Перевагами даної конструкції є простота конструкції, що не потребує складних операцій при виготовленні та монтажі деталей, економія матеріалів, що дозволяє проводити оснащення існуючих водонапірних башт та впровадити установку у серійне виробництво, при будівництві та реконструкції систем водопостачання.

Наведене вирішення наукової задачі дозволяє покращити роботу системи водопостачання з баштами-колонами і забезпечувати населені пункти та підприємства більш якісною водою при мінімальних затратах ресурсів на її знезалізнення.

1. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10, Наказ МОЗ № 400 від 12.05.2010).

2. Якість води з джерел централізованого водопостачання в Україні [Електронний ресурс] // Асоціація бутильовані води України. – Режим доступу :<http://abwua.com/pro-vodu/yakist-vodi-z-dzherel-tsentralizovanogo-vodopostachannya-v-ukrayini>.

3. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-74:2013. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.

4. Очищення природної води на пінополістирольних фільтрах : [монографія] / В. О. Орлов, С. Ю. Мартинов, А. М. Орлова та ін.; за заг. редакцією В. О. Орлова. – Рівне : НУВГП, 2012. – 172 с.

5. Орлов В.О. Впровадження установок для знезалізнення води баштового типу в системи водопостачання сільських населених пунктів / В.О. Орлов, С.Ю. Мартинов, Н.Л. Мінаєва // Вісник НУВГП: Збірник наукових праць. - Рівне, 2007. – випуск 2 (38). – С. 257-263.

6. Gruett G. Removing Problem Iron / G. Gruett // Water Technology; 16(3), 1993. – P. 48-51.

7. Zhanga Liang. Adsorption characteristic studies of phosphorus onto laterite / Liang Zhanga // Desalination and Water Treatment. – 25 (2011). – P. 98–105.

8. Fewtrell, Bartram / Water Quality: Guidelines, standards and Health: assessment of risk and risk management for water – related infections disease – edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. – London, 2011. – pp. 424-436.