

УДК 628.16

ПІНОПОЛІСТИРОЛЬНІ ЗНЕЗАЛІЗНЮВАЛЬНІ ФІЛЬТРИ КОМІРКОВОГО ТИПУ

В. А. Петрик

студент 4 курсу, група ВВ-41, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Науковий керівник – к.т.н., доцент С. Ю. Мартинов

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

Описано конструктивні особливості, принцип роботи пінополістирольного фільтру коміркового типу та представлено результати його роботи при реконструкції станції знезалізнення вод.

Ключові слова: контактне знезалізнення, аерація, фільтрування, пінополістирол, фільтри коміркового типу.

Описаны конструктивные особенности, принцип работы пенополистирольного фильтра ячеистого типа и представлены результаты его работы при реконструкции станции обезжелезивания воды.

Ключевые слова: контактное обезжелезивание, аэрация, фильтрация, пенополистирол, фильтры ячеистого типа.

We describe the constructive features, the principle of work the polystyrene foam filters of cellular type and presents the results of its work at the reconstruction of water deferrization station.

Keywords: contact deferrization, aeration, filtration, polystyrene foam, cellular-type filters.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 90% людських хвороб спричинені вживанням неякісної води. Вживання такої води погіршує самопочуття та працездатність людини, викликає та ускладнює багато захворювань. Тому, проблема забезпечення населення доброякісною водою повинна бути одним з головних пріоритетів кожної країни [5].

Як правило, підземні води північно-західного регіону України характеризуються підвищеною концентрацією загального заліза, яка, здебільшого, не перевищує 2...3 мг/дм³. Незважаючи на велику кількість методів знезалізнення води [3; 4], найбільшого поширення та, в першу чергу, рекомендуються аераційні методи [1], що пов'язано з їх відносною дешевизною.

Для знезалізнення підземної води використовуються різні типи фільтрувальних завантажень [5]. Пінополістирольне завантаження достатньо ефективно знезалізняє воду. При цьому, ефективне промивання завантаження виконується найпростішим способом. Дослідженнями пінополістирольних фільтрів займаються багато вітчизняних та зарубіжних вчених. Останнім часом значні дослідження по знезалізненню води на пінополістирольних фільтрах проведені науковою школою, заснованою проф. Орловим В.О. [4; 5].

При невеликій концентрації гідрокарбонатного заліза, достатній лужності води та водневому показнику доцільно застосовувати контактне знезалізнення, коли підземна вода після аераційно-дегазаційної обробки зразу надходить в зернисті фільтри, де відбувається її знезалізнення.

Схема контактного знезалізнення води з безнапірними пінополістирольними фільтрами підвищеної крупності гранул досліджувалася при реконструкції станції

зnezалізнєння води в смт Гоща. Якість підземної води не відповідає вимогам до питної водопровідної води [2] за концентраціями загального заліза ($0,86 \dots 2,55 \text{ мг/дм}^3$) та запахом (3...5 балів), інколи спостерігається підвищений вміст амонію.

До реконструкції у фільтрувальній залі на майданчику станції зnezалізнєння води було встановлено: РЧВ, насоси підкачування води в мережу, вузол зnezараження води та один непрацюючий фільтр $\text{Ø}2,5 \text{ м}$, який потребував реконструкції.

При візуальному огляді фільтра було виявлено значне заростання сполуками заліза отворів у верхній плиті, часткову кольматацію щілин пластмасових ковпачків та незначне заростання щілин в нижній плиті. Фільтр промивався вхідною (неочищеною) водою, що погіршувало режим промивання та потребувало скиду перших порцій фільтрованої води в каналізацію, оскільки концентрація заліза в них наближається до концентрації заліза у вхідній воді (перший фільтрат йшов незадовільної якості впродовж півгодини, а іноді і більше).

Було запропоновано переобладнати фільтр $\text{Ø}2,5 \text{ м}$ з низхідним фільтраційним потоком на фільтр з висхідним, а аерацію води проводити перед додатково встановленим повітревідділювачем. Розглядалося декілька схем реконструкції фільтра. Кожен з варіантів передбачає заміну верхньої та нижньої розподільної систем. Оскільки надфільтрового об'єму фільтру недостатньо, для забезпечення одного промивання фільтра може передбачатися:

- трубопровід подачі питної води від напірного трубопроводу насосів другого підняття в надфільтровий простір;
- трубопровід подачі підземної води в надфільтровий простір;
- максимальне наповнення надфільтрового простору зnezалізнєною водою за рахунок поступового зменшення подачі води на фільтр.

Для зменшення об'єму води на одне промивання запропоновано розділити підрешіткову частину фільтра на чотири самостійні комірки (фільтри) з окремими промивними трубопроводами та трубопроводами аерованої води і спільним надфільтровим простором – пінополістирольні фільтри коміркового типу. Такий розподіл нижньої частини фільтра дозволив зменшити об'єм води на промивання одного фільтра в чотири рази і відмовитися від додаткової підкачки води у надфільтровий простір.

Зnezалізнєння води на пінополістирольних фільтрах коміркового типу відбувається наступним чином (рисунок).

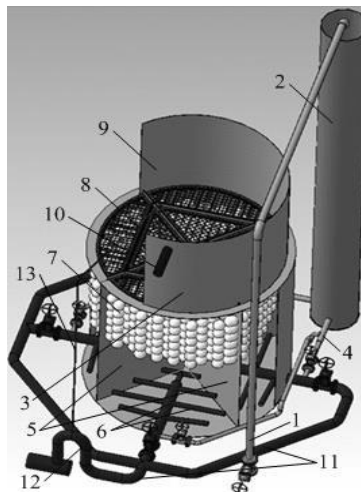


Рисунок. Схема пінополістирольного фільтра коміркового типу:

- 1 – трубопровід подавання підземної води; 2 – повітревідділювач; 3 – корпус фільтра;
 4 – трубопровід аерованої води; 5 – перегородки; 6 – нижня дренажна розподільна система;
 7 – пінополістирольне завантаження; 8 – утримуюча конструкція; 9 – надфільтровий простір;
 10 – трубопровід відведення зnezалізнєної води; 11 – промивний трубопровід;
 12 – промивний гідрозатор; 13 – трубка зриву вакууму

Підземна вода по трубопроводу 1 потрапляє в аератор, де відбувається її насичення киснем повітря та видалення розчинених газів (сірководень, вуглекислота). Далі аерована вода потрапляє в повітровідділювач 2, де відбувається видалення розчинених газів та у підфільтровий простір чотирьох фільтрів, які розділені перегородками 5. Проходячи висхідним потоком пінополістирольне завантаження 7, що утримується в притопленому стані спеціальною конструкцією 8, вода очищається від заліза та збирається в надфільтровому просторі фільтрів 9. Звідси самопливом відводиться по трубопроводу 10 споживачам. Фільтри промиваються по чергово знезалізненою водою з об'єднаного надфільтрового простору. Для запобігання виносу завантаження в кінці промивання влаштований гідрозатвор 12 з трубкою зриву вакууму 13.

Розрахункова площа фільтрування кожного фільтра становила 1,22 м². При швидкості фільтрування 7 м/год, кожен фільтр забезпечить очищення води витратою 8,5 м³/год, а всі чотири – 34,0 м³/год.

Для визначення ефективності знезалізнення води на пінополістирольному фільтрі коміркового типу були відібрані проби та визначені концентрації заліза у вхідній (підземній) воді та у фільтраті на початку та в кінці фільтрування (таблиця). Так, при концентрації заліза у вхідній воді 1,03 мг/дм³, концентрація заліза у загальному фільтраті становить 0,03...0,11 мг/дм³, що повністю задовольняє діючі норми на питну воду. Співвідношення форм заліза у фільтраті ($[\text{Fe}]^{2+}/[\text{Fe}]^{3\text{AG}}$) близьке до 45%.

Фільтри II черги промивають по чергово один раз на дві доби. Інтенсивність промивання коливається в межах 14,6...10,8 л/(с·м²), середня – 13,2 л/(с·м²). Потрібна тривалість промивання становить близько 5 хв.

Таблиця

Ефективність знезалізнення води на пінополістирольному фільтрі коміркового типу

Місце відбору проби	$[\text{Fe}]^{3\text{AG}}$, мг/дм ³	$[\text{Fe}]^{2+}$, мг/дм ³
Вхід (підземна вода)	1,03	0,99
Фільтрат (до промивання)	0,03	0,01
Фільтрат (після промивання)	0,11	0,05

Отже, для контактного знезалізнення води успішно застосовуються безнапірні пінополістирольні фільтри з висхідним фільтруванням та підвищеною крупністю гранул завантаження. Для зменшення капітальних затрат на спорудження окремих фільтрів та при реконструкції фільтрів з недостатнім запасом промивної води, доцільно застосовувати пінополістирольні фільтри коміркового типу. Такі фільтри достатньо прості в експлуатації та забезпечують ефективне знезалізнення води.

Список використаних джерел:

1. 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.
2. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДержСанПіН 2.2.4-171-10. Затверджено наказом МОЗУ 12.05.2010 № 400. Зареєстровано в МЮУ 1.07.2010 №452/17747.
3. Николадзе Г. И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г. И. Николадзе. – М. : Стройиздат, 1978. – 161 с.
4. Orlov V. Water defferrization in polystyrene foam filters with sediment layer / V. Orlov, S. Martynov, S. Kunitsky. – Saarbrucken, Deutschland : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 94 с.
5. Очищення природної води на пінополістирольних фільтрах : [монографія] / С. Ю. Мартинов, А. М. Орлова та ін. ; за заг. редакцією В. О. Орлова. – Рівне : НУВГП, 2012. – 172 с.