

## ПІНОПОЛІСТИРОЛЬНІ ФІЛЬТРИ В ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ПИТНИХ ПОТРЕБ

Орлов В.О.<sup>1</sup>, Грабовський П.А.<sup>2</sup>, Прогульний В.Й.<sup>2</sup>, Карпов І.П.<sup>2</sup><sup>1</sup> Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне,  
<sup>2</sup> Одеська державна академія будівництва та архітектури

**Забезпечення населення** питною водою високої якості є першочерговою задачею згідно діючих стандартів [2, 4, 5]. Вода із захищених підземних горизонтів в більшій мірі відповідає вимогам до питної води, але часто містить підвищену концентрацію іонів заліза та сірководню. Згідно [4, 5] метод знезалізнення та склад споруд вибирають залежно від хімічного складу води, ступеня знезалізнення, продуктивності станції, на основі технологічних випробувань, які виконуються безпосередньо у джерела водопостачання. В Україні більшість комунальних станцій знезалізнення води працюють за методами спрощеної аерації з наступним фільтрування на зернистих фільтрах. В якості засипки фільтрів можуть використовуватися природні та штучні матеріали, але одним з найбільш перспективних може бути пінополістирол [1, 3].

**Станція** знезалізнення води **м. Гоща** розташована на території населеного пункту. Вода на станцію знезалізнення подається з артезіанських свердловин, які розташовані в різних частинах населеного пункту. Усереднені показники якості води в них наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Показники якості вихідної води

№ п/п	Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
1	Запах при 20°C	бали	4 (сірководневий)
2	pH	--	7,1
3	Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	До 3,55
4	Залізо двовалентне	мг/дм <sup>3</sup>	До 3,43
5	Жорсткість загальна	ммоль/дм <sup>3</sup>	6,9
6	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	<0,1
7	Марганець	мг/дм <sup>3</sup>	0,16
8	Вільна вуглекислота	мг/дм <sup>3</sup>	59,8
9	Лужність	ммоль/дм <sup>3</sup>	6,9
10	Загальна мінералізація	мг/дм <sup>3</sup>	368

Згідно діючих норм в Україні на водопровідну питну воду [2], залізо відноситься до санітарно-хімічних показників безпечності і якості води, а його концентрація не повинна перевищувати 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Раніше за ГОСТ 2874-82\* концентрація заліза у питній воді повинна була не перевищувати 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Тобто, чинні вимоги щодо знезалізненої питної води стали жорсткішими.

**Для вирішення** проблеми затримання гідроксиду заліза на станції знезалізнення с.м.т. Гоща, виходячи з наявної площі фільтрувальної зали та матеріальних ресурсів, запроєктовано три фільтри діаметром 1,4м кожен та один фільтр діаметром 1,2м. Вода із свердловин насосами подається у повітрявідділювач діаметром 600мм. Внаслідок вільного вливу води в повітрявідділювачі відбувається її насичення киснем повітря, часткове видалення розчинених газів, ефективно окислення закисного заліза. Аерована вода з нижньої частини повітрявідділювача трубами подається в кожний фільтр у нижню частину. Фільтрування здійснюється через пінополістирольну засипку. У надфільтровому просторі збирається фільтрат і відводиться трубопроводом діаметром 100 мм до колектора збору фільтрату, який скидає воду у резервуар чистої води. Для знезараження води передбачається введення розчину гіпохлориту натрію в трубопровід фільтрату перед резервуаром. Далі вода забирається насосами і подається у водопровідну мережу споживачам. Промивка фільтрів здійснюється почергово знезалізненою водою, яка накопичена в спільному надфільтровому просторі.

**Реконструкцію станції** розпочато весною 2010 р. Спочатку на території станції виготовлені корпуси фільтрів з конічним днищем. Конічне днище влаштувалося з труб шляхом вирізання та зварювання сегментів. Оскільки товщина труби становила 10мм, то було влаштовано 20 сегментів. До кожного корпусу фільтра було приварено три опори зі сталевого швелера. Корпуси фільтрів та повітрявідділювачі за допомогою ручної лебідки були внесені в залу фільтрів та підняті у вертикальне положення, далі роботи виконувалися по влаштуванню утримуючої решітки, яка призначена для утримання пінополістирольної засипки в затопленому стані. В трьох фільтрах утримуюча решітка була виконана з куткової сталі та дрібновічкової сітки, а в одному за пропозицією Одеської академії будівництва та архітектури з полімербетону. Використання полімербетону в пінополістирольних фільтрах було запропоновано вперше. Загальний вигляд дренажу з полімербетону наведений на рис.1.

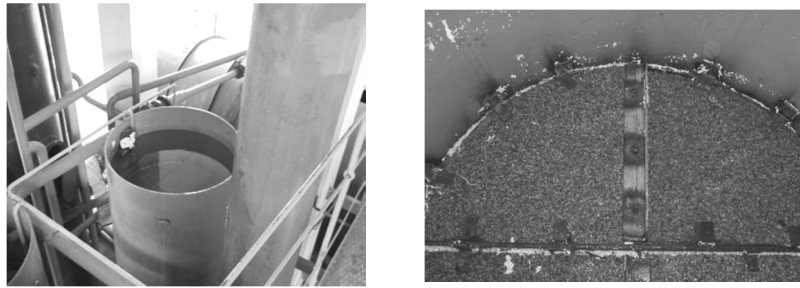


Рис.1. Загальний вигляд решітки із полімербетону

Наприкінці сімдесятих років в ОІБІ (нині ОДАБА) в якості матеріалу для дренажів швидких фільтрів Г.М. Бассом було запропоновано пористий полімербетон. Це безпіщаний бетон, що складається з заповнювача (гранітного щебеню або гравію) і зв'язуючого – епоксидної смоли з затверджувачем. Зернистість і витрата зв'язуючого підбираються так, щоб залишалися відкриті наскрізні пори, які проникні для води, але не допускають проникнення зерен завантаження. У результаті токсикологічних досліджень було отримано висновок органів охорони здоров'я, і він був включений до переліку матеріалів, дозволених у спорудах для підготовки питної води. Відмінними особливостями цього матеріалу є: стійкість до агресивного впливу води, обробленої реагентами, низький гідравлічний опір, відсутність суфозії зерен завантаження. Полімербетон через більші, ніж в інших матеріалах, розміри пор, значно менше схильний колюматції суспензії. Технологія виготовлення елементів дренажів настільки проста, що дозволяє організувати їх виробництво не тільки в заводських умовах, а й на очисній станції. Розроблено декілька конструкцій дренажів на основі пористого полімербетону [10]. Як показав досвід експлуатації (160 фільтрів загальною площею більше 11 тис. м<sup>2</sup> продуктивністю близько 2 млн. м<sup>3</sup>/добу., 54 напірних механічних, іонообмінних і сорбційних фільтрів), полімербетонні дренажі забезпечують надійну роботу фільтрувальних споруд протягом багатьох років - перші фільтри експлуатуються з 1975р.. Проте досвід експлуатації полімербетонних дренажів у фільтрах незалізнення відсутній. Тому одним із завдань цієї роботи була перевірка цієї можливості.

**Фільтр з полімербетоном та пінополістиролом** постійно працює на станції незалізнення з 30 серпня 2011р. з різними швидкостями фільтрування та різною якістю вихідної води. Результати роботи наведені в табл.2. Втрати напору за дві доби фільтрування не перевищують 50см. Збільшення тривалості фільтрування до чотирьох діб призводить до погіршення якості фільтрату (концентрація заліза підскакувало до 0,23 мг/ дм<sup>3</sup>). Виходу пінополістиролу в надфільтровий простір не спостерігається в процесі фільтрування і в процесі промивки.

Таблиця 2. Дані по якості вихідної і фільтрованої води через фільтр з полімербетоном

Найменування показника	Значення	Найменування показника	Значення
Fe <sub>вх</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	2,88..1,02		
Fe <sub>філь</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,13	V, м/год.	5,8
Fe <sub>філь</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,03	V, м/год.	3,8

Результати вимірювання втрат напору в полімербетоні при фільтруванні та промивці наведені відповідно в табл. 3 та рис.2 і табл.4 та рис.3. Тобто втрати напору не перевищують при фільтруванні 1,1см, а при промивці 7,3см і зовсім незначно перевищують ці показники в дрібновічкової сітці утримуючої решітки трьох інших фільтрів.

Таблиця 3. Результати гідравлічних вимірювань втрат напору при фільтруванні

Покази п"єзометрів, см		Втрати напору, см	Витрата, м <sup>3</sup> /год	Витрата, дм <sup>3</sup> /с	Площа фільтрування, м <sup>2</sup>	Швидкість фільтрування, м/год
H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>					
65	66,1	1,1	8	2,22	1,56	5,12
63,5	64,3	0,8	7	1,94	1,56	4,48
61,4	62	0,6	6	1,67	1,56	3,84
59,7	60	0,3	5	1,39	1,56	3,2

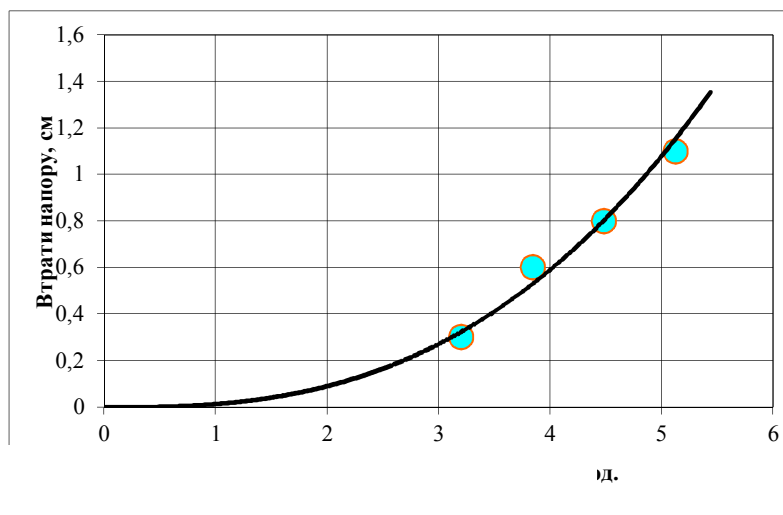


Рис.2. Втрати напору в полімербетоні в залежності від швидкості фільтрування

Таблиця 4. Результати гідравлічних вимірювань втрат напору при промивці

Втрати напору, см	Промивна витрата, м <sup>3</sup> /год.	Промивна витрата, дм <sup>3</sup> /с	Інтенсивність промивки, дм <sup>3</sup> /с/м <sup>2</sup>	Промивна швидкість, м/год.
1	36	10	6,41	23,06
4	71	19,72	12,63	45,48
4,4	83	23,06	14,77	53,17
5,6	93	25,83	16,55	59,58
7,3	98	27,22	17,44	62,78

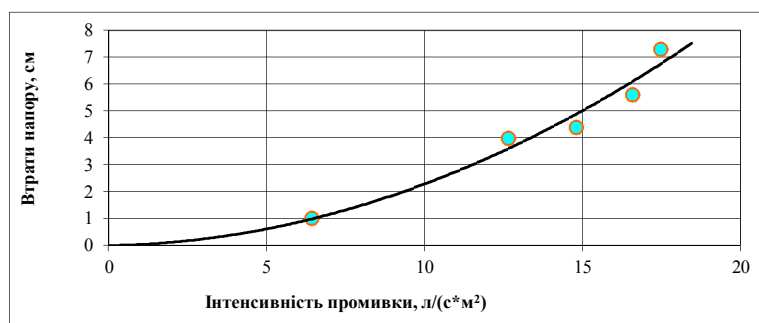


Рис.3. Втрати напору в полімербетоні

## ***Висновок***

Попередні результати експлуатації пінополістірольних фільтрів з пористим полімербетонним дренажем показали їх перспективність. Остаточні рекомендації можна буде дати після накопичення досвіду експлуатації.

## **SUMMARY**

**Preliminary results of reconstruction of the iron removal water plant to improve its performance, quality and reliability of the treated water through the filter device polystyrene with upward water flow and drainage of a porous polymer.**

1. Орлов В.О. Знезалізнення підземних вод спрощеною аерацією та фільтруванням. Монографія. – Рівне: НУВГП, 2008. – 158 с.
2. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-400-10). Затверджено наказом МОЗУ від 12.05.2010 р. №400.
3. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
4. СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985, - 135 с.
5. ВБН 46/33-2.5-5-96. Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. – К., 1996. – 152 с.
6. Грабовский П.А., Ларкина Г.М. Полимербетонный дренаж и интенсификация работы скорых фильтров//Сб. “Современные технологии и оборудование для обработки воды на водоочистных станциях” – Госстрой России, НИИКВОВ – М.:1997, с.64-67.