

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНОГО ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ НА ПІНОПОЛІСТИРОЛЬНИХ ФІЛЬТРАХ

Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Куницький С.О., Меддур М.М. (*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*)

**В статті розглянуто та обґрунтовано спосіб контактного знезалізнення підземної води, наведено результати експериментальних досліджень процесу знезалізнення води на пінополістирольних виробничих фільтрах при різних параметрах роботи.**

Останнім часом кількість питної води зменшується, а проблема з її очистки та підготовки стає дедалі складнішою і болючішою. Якість природних вод в джерелах водопостачання не завжди відповідає нормативним вимогам. Залежно від типу джерела водопостачання та забруднень, присутніх у воді, підбираються методи та споруди для водопідготовки.

Населення України використовує воду з поверхневих та підземних джерел. Здебільшого пріоритет в малих населених пунктах мають підземні джерела, оскільки ступінь забруднення їх нижчий, вартість очищення підземних вод дешевша ніж поверхневих. Підземна вода містить ряд сполук, які потрібно вилучити перед тим, як подати її споживачеві. Найчастіше вона містить сірководень, вуглекислоту, марганець, сульфіти, залізо та інші речовини, які спричинюють її забруднення. Розчинене залізо, концентрація якого перевищує  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ , спричинює захворювання крові, печінки, алергійні реакції, загальну слабкість організму. Крім того, надмірні концентрації заліза надають воді буруватого забарвлення, неприємного металічного присмаку, спричинюють заростання водопровідних труб та арматури [1]. Для їх вилучення існують реагентні та безреагентні методи, які залежать від типу і концентрації забруднень.

В більшості випадків підземні води України характеризуються високим вмістом заліза (здебільшого до  $5 \text{ мг/дм}^3$ ) та сірководню. Спосіб знезалізнення вибирається залежно від хімічного складу води (лужності, рН), необхідного ступеня знезалізнення, продуктивності станції, технологічних випробовувань. Для вод з невисокою концентрацією заліза та сірководню можна використати безреагентний метод знезалізнення шляхом спрощеної аерації. Суть методу полягає в тому, що в

аераційних пристроях вилучається сірководень, вода насичується киснем, який окислює розчинене залізо, утворюючи пластівці гідроксиду заліза. Дана технологія ґрунтується на принципі контактного знезалізнання. Вода зразу після аерації потрапляє в шар зернистої засипки. Фільтруючою засипкою фільтрів можуть бути: кварцові піски, керамзит, аглопорит, шлакова пемза, погорілі породи, вулканічні шлаки, базальтові та мармурові піски, гранодіорит, гранітний щебінь, магнетитові кварцити, цеоліт, пінополістирол [1].

В якості споруд для здійснення процесу контактного знезалізнання можуть бути пінополістирольні фільтри, що являють собою місткості, в яких спеціальна решітка в притопленому стані утримує плаваючу пінополістирольну засипку. Вихідна вода з наднормовою кількістю заліза, яке починає окислюватися киснем повітря у повітрявідділювачі, проходить крізь шар засипки, і очищеною збирається в надфільтровому просторі фільтра, звідки відводиться в спеціальні ємкості. По мірі фільтрування пластівці заліза затримуються у засипці, кальматуючи її. Затримання забруднень відбувається за рахунок налипання забруднень на зернах засипки під дією адгезійних сил.

В процесі фільтрування зростають втрати напору, які можуть досягати граничного значення, або якість фільтрату перестає відповідати нормативним вимогам [2]. Тому, періодично необхідно проводити промивку фільтрів. Тривалість роботи фільтрів між промивками встановлюється дослідним шляхом. Процес промивання фільтруючої засипки пояснюється збільшенням гідродинамічних та зменшенням адгезійних сил між забрудненнями та гранулами засипки. Промивка фільтрів здійснюється наступним чином: очищена вода рухається крізь пінополістирольну засипку, розширює та відмиває її від накопичених забруднень, шляхом тертя зерен одне об одне.

Ефективність знезалізнання на пінополістирольних фільтрах з висхідним фільтраційним потоком встановлювалася на водопровідних станціях та в баштах-колонах різних міст України, зокрема на водопровідних станціях Київської, Хмельницької, Вінницької та Рівненської областей, в баштах-колонах сільських населених пунктів Волинської, Вінницької та Рівненської областей. На всіх об'єктах якість фільтрату після очистки відповідала нормативним вимогам [2].

В серпні 2011 року була введена в експлуатацію станція знезалізнання та знезараження питної води смт Гоща Рівненської області. На даному об'єкті встановлено один повітрявідділювач та чотири пінополістирольних фільтри (рис.1) з висхідним фільтраційним

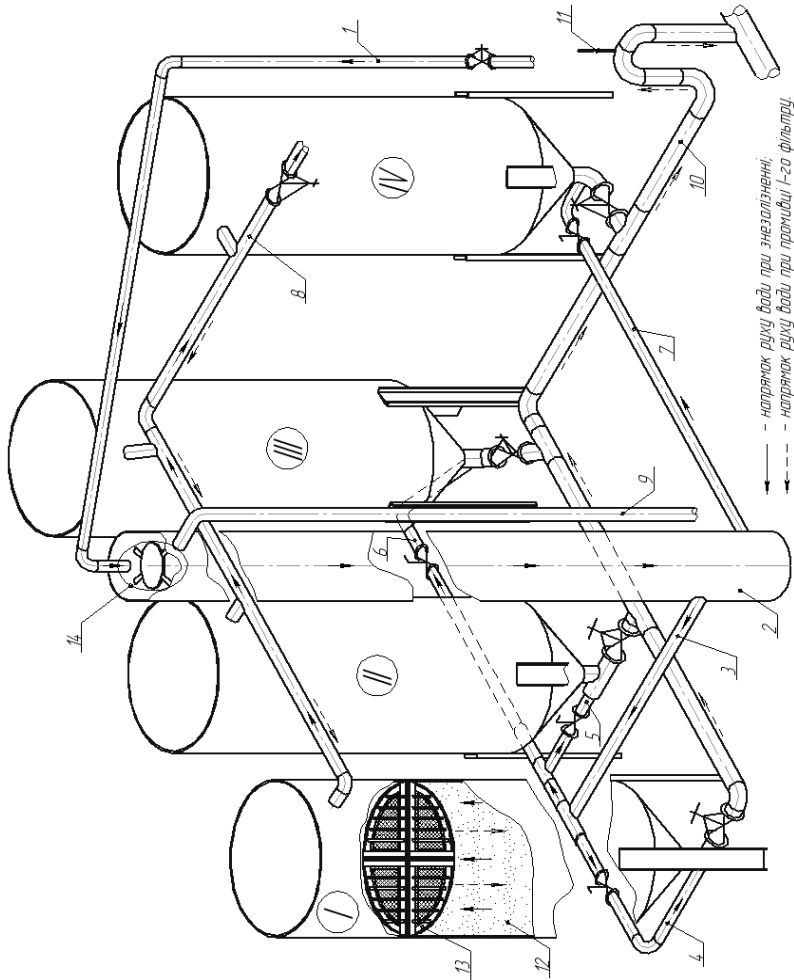


Рис. 1. Схема знезалізнення підземної води

I, II, IV – фільтри Ø1400 мм; III – фільтр Ø1200 мм; 1 – трубопровід подачі вихідної води; 2 – регулятор швидкості фільтрування; 3 – трубопровід аерованої води; 4, 5, 6, 7 – трубопроводи подачі води на знезалізнення відповідно на I, II, III, IV фільтри; 8 – трубопровід відведення знезалізненої води в РЧВ; 9 – переливний трубопровід; 10 – трубопровід відведення промивної води; 11 – трубопровід зриву вакууму; 12 – пінополістирольна засипка; 13 – утримуюча решітка; 14 – аераційний вузол

рухом води (три фільтри діаметром 1400 мм, один – 1200 мм) розрахунковою швидкістю діаметром 1400 мм, один – 1200 мм) розрахунковою швидкістю фільтрування 7 м/год., їх сумарна максимальна розрахункова добова продуктивність складає 840 м<sup>3</sup>/добу. В I, II та III фільтрах фільтруюча засипка утримується у притопленому стані спеціальною решіткою, а в IV фільтрі шар засипки утримує - полімербетон, який встановлений кафедрою водопостачання ОДАБА. Очищена вода збирається у надфільтровому просторі фільтрів і по трубопроводу, в який подається розчин гіпохлориту натрію для знезараження, відводиться в резервуари чистої води. Вода питної якості забирається з резервуарів насосами другого підняття і подається у водопровідну мережу населеного пункту. Промивка пінополістирольної засипки виконується очищеною водою з об'єднаного надфільтрового простору фільтрів шляхом відкриття засувки на промивному трубопроводі.

На станції до фільтрів підключені п'єзометри (рис.3), по різниці показках яких, фільтри виводяться на промивку.



Рис. 2 Пінополістирольні фільтри з технологічними трубопроводами



Рис. 3 Обладнання фільтрів п'єзометричними трубками

Початкові втрати напору та темп зростання втрат напору дещо вищі у IV фільтрі ніж в інших трьох фільтрах. Графіки втрат напору у засипці пінополістирольних фільтрів наведено на рис. 4.

В процесі експлуатації встановлено, якщо фільтри пропускають розрахункову добову витрату, то вміст заліза у фільтраті складає менше 0,2 мг/дм<sup>3</sup> і запах сірководню відсутній. Результати знезалізнєння води в дні різних місяців наведено в табл. 1.

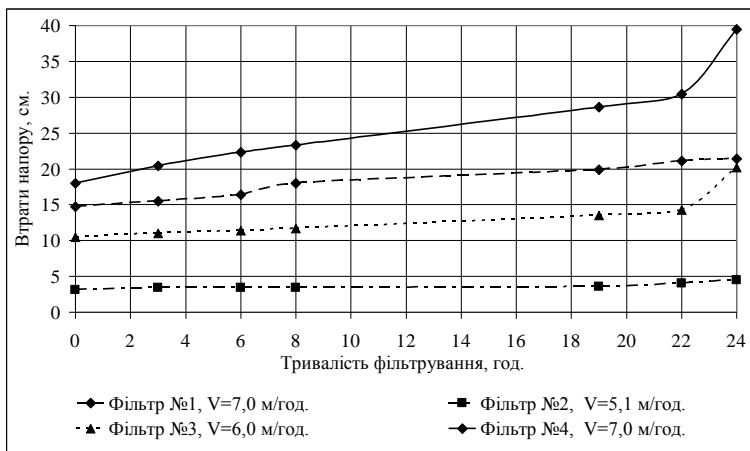


Рис. 4 Графіки зростання втрат напору d засипці пінополістирольних фільтрів при різних швидкостях фільтрування

Таблиця 1. Концентрація заліза в очищеній воді

Дата	Концентрація заліза, мг/дм <sup>3</sup>				
	Вихідна вода	I фільтр	II фільтр	III фільтр	IV фільтр
26.08.2011	1,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
13.09.2011	0,83	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
19.10.2011	2,88	0,07	0,1	0,1	0,13
30.11.2011	0,97	0,05	0,06	0,05	0,06
15.12.2011	1,37	<0,05	<0,05	0,11	<0,05
08.02.2012	1,28	0,11	0,05	0,18	0,10

Якість фільтрату змінювалася залежно від швидкості фільтрування і концентрації заліза у вихідній воді.

Згідно результатів досліджень, якщо добова витрата складала більше 900 м<sup>3</sup>/добу, то швидкості фільтрування перевищували розрахункову швидкість і якість фільтрату не завжди відповідала нормативним вимогам (табл. 2).

Таблиця 2. Концентрація заліза в очищеній воді

Дата	Концентрація заліза, мг/дм <sup>3</sup>				
	Вихідна вода	I фільтр	II фільтр	III фільтр	IV фільтр
05.02.2012	1,48	0,15	0,39	0,30	0,32

Графік добових витрат за лютий місяць 2012 року наведено на рис. 2.

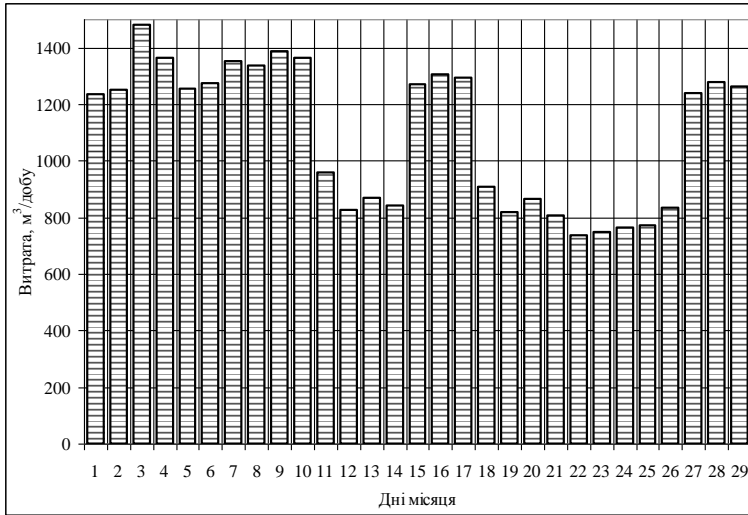


Рис. 2 Графік добових витрат за лютий місяць 2012 року

Нерівномірність водоспоживання в різні дні місяця обумовлена аваріями на мережах, більшим споживанням води у святкові дні, а в літні місяці додаткові витрати води будуть необхідні для поливу присадибних ділянок та прибудинкових територій. Постає потреба в розширенні станції, щоб споживачі були забезпечені водою необхідної якості і в необхідній кількості.

Отже, пінополістирольні фільтри з висхідним фільтраційним рухом води, робота яких ґрунтується на способі контактного знезалізнення, здійснюють очищення підземних вод від сполук заліза та сірководню до нормативних значень [2].

### Summary

In the article were described the substantiated way to contact an underground iron removal of water, the results of experimental investigations of the process of iron removal water filters, foam production under different operating parameters.

### Література

1. Орлов В.О. Знезалізнення підземних вод спрощеною аерацією та фільтруванням. - Рівне: НУВГП, 2008. – 158с. 2. ДСанПін 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною".