

1. Найманов А.Я. О надежности систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – №7. – С.30-35.

2. Найманов А.Я. Особенности оценки надежности кольцевой водопроводной сети // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – №12. – С.11-16.

3. Мякишев В.А. Совершенствование технологии подготовки питьевой воды и внедрение СанПиНа. – Симферополь: Крым. акад. природоохран. и курорт. стр-ва, 2003. – 203 с.

4. Новохатний В.Г., Запорожец С.С., Цыб В.Я., Григоренко Н.В. Анализ надежности водопроводных труб. – Полтава: ПолтавИИСИ, 1981. – 12 с. – Рус. – Деп. во ВНИИИС, №2840 // БУ деп. рук. – 1981. – №11.

5. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: Справочник / Под. ред. В.Д.Дмитриева, Б.Г.Мишукова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Стройиздат, 1988. – 383 с.

*Отримано 07.09.2007*

УДК 628.33

В.О.ОРЛОВ, д-р техн. наук, Н.Л.МІНАЄВА

*Національний університет водного господарства і природокористування, м.Рівне*

### **ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ НА УСТАНОВЦІ БАШТОВОГО ТИПУ З ПІНОПОЛІСТИРОЛЬНИМ ФІЛЬТРОМ**

Наводиться технологічна схема металевої водонапірної башти з пінополістирольним фільтром для знезалізнення води, а також результати ефективності роботи фільтра.

Сьогодні водопостачання більшості сільських населених пунктів західної та північної частин України здійснюється шляхом забору води із підземних джерел. Часто в такій воді міститься підвищена концентрація заліза, сірководню та вільного вуглекислого газу, тобто вона не є придатною для питного, промислового та побутового водопостачання.

У зв'язку з економічною ситуацією в Україні та браком коштів на будівництво очисних споруд найкращим виходом з даної ситуації є суміщення водоочисних фільтрів та інших споруд. Тобто, сьогодні найбільш перспективними є установки баштового типу з фільтром, завантаженим плаваючою пінополістирольною засипкою. Оскільки порівняно з важкими засипками пінополістирол має ряд експлуатаційних переваг – значно легше здійснюються операції по завантаженню засипки, заміні та промивці фільтра [1, 2].

Досвід розробки та впровадження станцій знезалізнення води з 1978 р. і будівництво станцій баштового типу в Україні, Росії, Білорусі дозволив створити (залежно від призначення) ряд економічно й екологічно ефективних станцій баштового типу [3-5]. Одними з перших спроб були установки „Десна” [6] та БВУ-200 [3]. Проте більшість із запропонованих установок мають ряд недоліків, таких як складність у будівництві та експлуатації конструкції, виніс пінополістиролу, велика

металоємність.

У 2004 р. між творчим колективом кафедри водопостачання і бурової справи Національного університету водного господарства і природокористування й головою Бохоницької сільської ради було укладено договір на розробку технологічної схеми очищення води для господарсько-питних потреб з використанням установки у водонапірній башті.

В процесі роботи над поставленим завданням науковцями кафедри було запропоновано технологічну схему установки для знезалізнення води, в якій вихідна вода проходить спрощену аерацію, для видалення розчинених газів і перетворення іонів двовалентного заліза в нерозчинне тривалентне та фільтрацію.

Для видалення отриманих після аерації пластівців заліза було запроєктовано одношаровий пінополістирольний фільтр всередині водонапірної башти. З цією метою була реконструйована металева водонапірна башта Рожновського із загальним об'ємом баку  $15 \text{ м}^3$ , діаметром стовбура 1,2 і висотою 6 м. Установка була здана в експлуатацію 17.05.2005 р. [7, 8].

Діаметри трубопроводів та повітровідділювача прийнято згідно з СНиП 2.04.02-84 та ВБН 46/33-2.5-5-96 за умови оптимальної швидкості проходження в них води.

Для утримання пінополістиролу в притопленому стані встановлена утримуюча решітка. Комірки закриваються рамками, які затягнуті нержавіючою сталлю сіткою.

Розрахункова тривалість фільтроциклу – не менше 8 год. Максимальна тривалість фільтроциклу не повинна перевищувати три доби, що пов'язано з можливістю цементації засипки. Тривалість промивки становить 5 хв. Швидкість фільтрування у нормальному режимі становить 5-5,5 м/год, у форсованому режимі – 6,5-7 м/год. Інтенсивність промивки залежить від густини гранул.

В якості фільтрувальної засипки використовувалася суміш спієнового полістиролу типу ПСВ-С. Тобто одна частина полістиролу була спієнена у виробничих умовах за допомогою пари і потім просіяна на ситі з діаметром отворів 5 мм. Інша – на лабораторних умовах у киплячій воді з тривалістю спієнення 1 хв. Розрахункова товщина фільтрувальної засипки складає 1,0 м. Загальний об'єм пінополістиролу, який необхідний для роботи установки, становить  $W_{\text{пн}}=1,77 \text{ м}^3$ .

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. При цьому різниця напорів у повітровідділю-

вачі та баку башти повинна складати більше 1 м для якісної роботи установки.

Результати хімічного аналізу артезіанської води для проб взятих безпосередньо із свердловини с.Бохоники наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Результати хімічного аналізу води з свердловини с. Бохоники

Показники	Од. вимір.	Дата проведення досліджень		
		23.06.05р.	23.01.07р.	18.09.07р.
pH	од	7,15	7,5	7,35
Залізо загальне	мг/л	2,4	1,25	2,17
Залізо (III)	-«-	0,385	0,67	0,55
Залізо (II)	-«-	2,015	0,58	1,62
Лужність	мг-екв/л	7,8	7,6	8,1
Жорсткість	-«-	7,3	7,4	7,3
Кольоровість	град.	0	0	0
Завислі речовини	мг/л	відсутні	відсутні	відсутні
Присмак	бали	металевий, 2 бали	металевий, 1 бали	металевий, 2 бали

Результати хімічного аналізу води після знезалізнення в баку башти наведено в табл.2.

Таблиця 2 – Результати хімічного аналізу знезалізненої води на установці в с. Бохоники

Показники	Од. вимір.	Дата проведення досліджень		
		23.06.05р.	23.01.07р.	18.09.07р.
pH	од	7,15	7,5	7,3
Залізо загальне	мг/л	0,195	0,038	0,03
Залізо (III)	-«-	0,138	0,025	0,025
Залізо (II)	мг/л	0,057	0,013	0,005
Лужність	мг-екв/л	7,8	7,2	7,8
Жорсткість	-«-	7,3	7	6,7

Як видно з отриманих даних, концентрація заліза у вихідній воді у зимовий період менша ніж у весняно-літній. Крім того в останній час у даному населеному пункті збільшилася кількість споживачів, які пробурюють свердловини для власних потреб, що також негативно впливає на якість підземних вод.

При дослідженні процесу промивки через 1 хв брали для визначення концентрації заліза проби у промивній воді. Для прикладу наведемо результати, отримані при промивці установки після 3-добового фільтроциклу. Середня інтенсивність промивки складала близько 15 мг/л. Отримані результати наведено в табл.3.

Промивка починалася при наповненні баку на 70% і тривала до повного спорожнення башти, до початку виносу пінополістиролу. Отримані нами результати свідчать, що за час роботи фільтру затри-

мане залізо накопичувалося не тільки в нижній і середній частині фільтру, а й зверху.

Таблиця 3 – Результати дослідження процесу промивки на установці в с.Бохоники

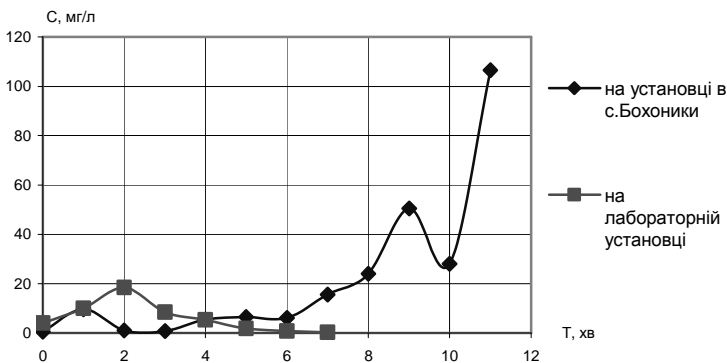
Час від початку промивки, хв	0	1	2	3	4	5	6
Концентрація заліза, мг/л	0,525	9,63	1,05	0,75	5,45	6,5	6,1
Час від початку промивки, хв	7	8	9	10	11	12	
Концентрація заліза, мг/л	15,5	24,0	50,5	28,0	106,25	156,25	

Аналогічні дослідження по вивченню процесу промивки проводилися в лабораторних умовах на установці, що моделює водонапірну башту з пінополістирольним фільтром. Наведемо результати, що були отримані після промивки установки для випадку, коли тривалість фільтроциклу складала 10 год, а швидкість фільтрування – 5 м/год. Вміст заліза у вихідній воді коливався в межах 1...3 мг/л. Середня інтенсивність промивки також складає приблизно 15 л/с·м<sup>2</sup>. Отримані результати наведено в табл.4.

Таблиця 4 – Результати дослідження процесу промивки на лабораторній установці

Час від початку промивки, хв	0	1	2	3	4	5	6	7
Концентрація заліза, мг/л	4	10	18,4	8,6	5,3	1,8	0,81	0,3

На основі отриманих даних будемо графіки залежності вмісту заліза в промивній воді від тривалості промивки для лабораторних і виробничих умов (рисунок).



Графіки залежності концентрації заліза у промивній воді від тривалості промивки на виробничій та лабораторній установках

Підсумовуючи отримані нами результати, можна з впевненістю сказати, що запропонована нами конструкція забезпечує підготовку питної води і рекомендується для впровадження в системи локального водопостачання сільських населених пунктів. Перевагами даної конструкції є запобігання виносу пінополістиролу, порівняно великий регулюючий об'єм очищеної води, простота конструкції, що дозволяє проводити оснащення існуючих водонапірних башт при будівництві та реконструкції систем водопостачання.

1. Орлов В.О., Квартенко О.М., Мартинов С.Ю., Гордієнко Ю.І. Знезалізнення підземних вод для питних цілей. – Рівне: УДУВГП, 2003. – 155 с.

2. Орлов В.О., Зошук А.М., Мартинов С.Ю. Пінополістирольні фільтри в технологічних схемах водопідготовки. – Рівне: РДТУ, 1999. – 144 с.

3. Патент по заявке №95114939 (UA) Муромцев Л.Н., Хоружий П.Д. Установа для знезалізнення води. Опубл. 20.08.1997.

4. Патент №46297 (UA) Дзюба С.В. Пристрій очищення води. Опубл. 15.01.2004.

5. Патент по заявке №96111252 (RU) Юрков Е.В., Терновцев В.Е., Бондаренко В.И., Грубий П.П. Установа для знезалізнення води. Опубл. 27.07.1998.

6. Курило А.Н. Впровадження установки “Десна” // Водне господарство України. – 1996. – №3. – С.17-20.

7. Орлов В.О., Мартинов С.Ю., Мінаєва Н.Л. Знезалізнення води на установці баштового типу // Вісник НУВГП: Зб. наук. праць. Вип.4 (28). Ч.1. – Рівне, 2005. – С.307-315.

8. Патент №10199 (UA) Орлов В.О. Мінаєва Н.Л.. Башта-колона з пристроєм для знезалізнення води. Опубл. 15.11.2005.

*Отримано 07.09.2007*

УДК 628.33

Ю.Д.КОПАНИЦЯ, В.Л.ПОЛЯКОВ, д-р техн. наук  
*Київський національний університет будівництва і архітектури*

## **ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КЕРУВАННЯ ПОТОКУ ПУЛЬПИ В ЗОНІ ПІСКОВОГО НАСАДКА НАПІРНОГО ГІДРОЦИКЛОНА ПОВІТРЯНИМ СТРУМОМ**

Наведена математична модель, розрахунки, аналіз і візуалізація процесу керування пневматичним регулятором процесу згущення пульпи в напірному гідроциклоні. Обґрунтовано оптимальні конструктивні параметри промислового піскового регулятора напірного гідроциклонна в складі водно-шламової системи збагачувальної фабрики.

Загальна тенденція технічного розвитку водно-шламових систем полягає у відмові від зовнішніх очисних споруджень і освітлення стічних вод на збагачувальній фабриці [1]. Сучасне широке впровадження гідроциклонів у системи оборотного водопостачання збагачувальних фабрик і автоматизація цих процесів зумовлюють підвищення вимог до надійності й ефективності керування цими апаратами [2, 3].