

Знезалізнення підземних вод на баштах колонах з пінополістирольним фільтром

В.О.Орлов, М.М.Трохимчук, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

На даний час водопостачання більшості невеликих населених пунктів України, а також певних локальних об'єктів здійснюється із забором води з підземних джерел. Підземна вода, зазвичай, характеризується підвищеним вмістом іонів заліза, комплексних сполук дво- або тривалентного заліза (бікарбонати, сульфати, хлориди), тонкодисперсної зависі гідроксиду заліза. У більшості випадків вміст заліза в підземних водах коливається в діапазоні 1,5–5 мг/л. Крім заліза дана вода може містити значні концентрації сірководню та вільного вуглекислого газу.

У зв'язку з економічною кризою в Україні та браком коштів на будівництво сучасних очисних споруд, найкращим виходом із даної ситуації є суміщення водоочисних фільтрів та інших споруд, комплекси яких забезпечували б очистку води до питної якості. В даних умовах, найбільш перспективними є башти-колони з фільтром, завантаженим фільтруючою засипкою: важкою (цеоліт, кварцовий пісок) або плаваючою (пінополістирол). Фільтрування може бути як із висхідним, так і низхідним рухом води.

При переобладнанні існуючих водопровідних башт в башти-колони зазвичай виникають наступні проблеми: складність конструкції (деякі із запропонованих установок баштового типу є металоємними, обладнані допоміжними пристроями: блоки тонкошарових відстійників, додаткові дренажні системи, біореактори, гідродинамічні кавітатори та інше; неможливість забезпечення необхідного регульовального об'єму води в баці башти (в окремих випадках регульовальний об'єм взагалі відсутній – це стосується установок в яких фільтрування відбувається зверху вниз і в баці башти знаходиться неочищена вода); великі витрати промивної води та відсутність способів її утилізації, або повторного використання (дуже часто промивна вода без попередньої очистки скидається безпосередньо в водне джерело, промислову каналізацію або на прилеглі території. Дана проблема призводить до забруднення водойм, погіршення екологічного стану навколишнього середовища на прилеглих територіях або до виникнення підпорів і порогів у каналізаційній мережі, що може призвести до руйнування каналізаційних лотків).

Одними із перших водонапірних башт обладнаних пристроями для знезалізнення води були: башта в с. Бохоники Вінницької області і башта локальної системи водопостачання санаторію „Наш дім” с. Нові Обиходи Вінницької області.

Впровадження даних установок має наступні переваги: 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. Не зважаючи на всі ці переваги, залишається проблема із забезпеченням необхідного регульовального об'єму води в баці (в даних установках аераційний блок розміщений в середині баку башти, що спричиняє зниження максимального рівня води в баці, що в свою чергу впливає на зменшення регульовального об'єму води в баці башти) та великі витрати промивної води.

В селищі Плужне для видалення із води сполук заліза і розчинних газів було запропоновано реконструювати існуючу водонапірну башту з розміщенням в ній пінополістирольного фільтру. Технологічні параметри запропонованої установки: розрахункова тривалість фільтроциклу – не менше 21 год.; максимальна тривалість фільтроциклу не повинна перевищувати 3 доби, що пов'язано із можливістю цементування засипки; швидкість фільтрування у нормальному режимі становить 3,8 м/год; витрата води, що подається на очистку складає 6,8 м³/год; тривалість промивки при інтенсивності 13 л/(с·м²) складає 7 хв.

Ефективність роботи башти колони селища Плужне наведена в табл. 1, де вказані основні характеристики якості води до і після очистки.

Таблиця 1 - Показники якості води у вихідній воді і фільтраті

Показник	Одиниці виміру	Результати лабораторних вимірювань					
		Вих. вода	Філ.	Вих. вода	Філ.	Вих. вода	Філ.
		жовтень 2008		06.05.09–08.05.09		12.05.09–15.05.09	
<i>pH</i>	--	7,7	7,85	7,2	7,38	7,1	7,24
Жорсткість	мг-екв/дм ³	8,2	8,0	6,1 – 6,5	5,8 – 6,2	7,1 – 7,4	6,9 – 7,2
<i>Fe^{заг}</i>	мг/дм ³	1,64	0,09	1,5 – 2,63	0,09 – 0,22	1,38 – 2,75	0,06 – 0,125
Загальна лужність	мг-екв/дм ³	7,4	6,6	6,7 – 7,2	6,2 – 6,7	6,7 – 7,4	6,5 – 7,1
<i>H₂S</i>	мг/дм ³	0,92	від.	0,28	від.	0,34	від.
<i>CO₂</i>	мг/дм ³	від.	від.	від.	від.	від.	від.

Башта колона, що впроваджена в селищі Плужне Хмельницької області обладнана аераційним блоком, що включає аератор вакуумно-ежекційного типу, а також двома промивними трубопроводами для забезпечення промивки з різними інтенсивностями. Після проведення досліджень аератора з регулюванням витрати повітря було встановлено, що при зменшенні кількості повітря, що подається аератором зменшується концентрація розчиненого кисню у проаерованій воді. Крім того спостерігається підвищення ефекту знезалізнення при підвищенні ступеню аерації вихідної води.

Для регенерації фільтрувальної засипки використовувалась промивка з різними інтенсивностями. Після відкриття промивного трубопроводу вода починає опускатися донизу башти колони розширюючи фільтрувальну засипку і вимиваючи з неї затримані забруднення. Коли основна маса забруднень вимивається з засипки, промивний трубопровід закривається. Так як вимиті забруд-

нення мають щільність значно більшу ніж щільність води, вони під дією сили тяжіння починають осідати на дно стовбура башти колони. Наступний цикл промивки проводиться при забезпеченні значно меншої її інтенсивності, це необхідно для зменшення відносного розширення засипки та досягнення кращого ефекту очищення пінополістирольної засипки, так як промивка проводиться в об'ємі менш брудомісткої води.

В зв'язку з тим, що основна маса забруднень вимивається з засипки після перших циклів промивки, наступні цикли необхідні для виносу вимитих забруднень за межі фільтра та забезпечення кращого розташування засипки під утримуючою решіткою. Такий спосіб промивки веде до зменшення корисної тривалості промивки. Проводилась повна водяна промивка з сталою інтенсивністю ($7,5 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$) і промивка з різними інтенсивностями ($5,2\text{--}7,5 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$) пінополістирольного фільтра башти колони селища Плужне.

Використання установок баштового типу з пінополістирольним фільтром забезпечує значний ефект видалення із води сполук заліза ($E=94,5\%$), а також розчиненого сірководню ($E=100\%$); дана установка дозволяє збільшити регульовальний об'єм води в баці башти шляхом розміщення аераційного блоку над баком башти; конструкція аератора дозволяє регулювати інтенсивність аерації для забезпечення оптимальних параметрів окислення двовалентної форми заліза; промивка з різними інтенсивностями дозволяє в середньому зекономити 50% промивної води.

Промивна вода, що накопичується в промивному резервуарі може використовуватись з метою поливу присадибних ділянок, зелених насаджень, газонів і квітників.