

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

УДК 628.16

Орлов В. О., д.т.н., професор, Мартинов С. Ю., к.т.н., доцент, Куницький С. О., аспірант кафедри водопостачання і бурової справи, Меддур М. М., аспірант кафедри водопостачання і бурової справи (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

РЕКОНСТРУКЦІЯ ВОДООЧИСНОГО КОМПЛЕКСУ СМТ ГОЩА

Наведені недоліки в роботі виробничого пінополістирольного фільтра при різних режимах фільтрування. Запропоновано спосіб реконструкції станції знезалізнення шляхом влаштування пінополістирольних фільтрів з висхідним рухом води.

Ключові слова: реконструкція, знезалізнення води, пінополістирол.

Приведенные недостатки в работе производственного пенополистирольного фильтра в различных режимах фильтрования. Предложен способ реконструкции станции обезжелезивания путем устраивания пенополистирольных фильтров с восходящим движением воды.

Ключевые слова: реконструкция, обезжелезивание воды, пенополистирол.

Resulted failings of work industrial the expanded polystyrene filter in various modes of a filtration are resulted. It is offered a way of the reconstruction of de-ironing station due to arranging of expanded polystyrene filters with ascending motion of water.

Key words: reconstruction, de-ironing of water, polystyrene.

Вода – продукт, який як і більшість товарів та послуг повинен відповідати нормативам якості. Споживачі повинні бути забезпечені водою в достатній кількості і якості. Підземні води містять значно менше забруднень, ніж поверхневі, тому їх використання має пріоритет. Відповідно і вартість водопідготовки – нижча. Господарська діяльність людини погіршує якість води основних джерел централізованого водопостачання. Тому захист джерел водопо-

стачання та покращення якості води – найважливіші народногосподарські завдання сьогодення.

Середньодобове споживання води на 1 міського жителя України становить до 320 літрів на добу, а у великих містах Європи – 100-200 л. Крім того, під час транспортування втрачається приблизно 2 км³, що дорівнює річному стоку Південного Бугу [1].

Централізованим водопостачанням в Україні забезпечено населення всіх міст і 86,4% селищ міського типу. Близько 30% населення України споживає підземну воду, причому сільське населення – 90% [2].

Води багатьох підземних водоносних горизонтів України мають підвищений вміст заліза, який коливається від 0,5 до 30 мг/л і більше, але найчастіше буває до 5 мг/л. Використання води для питних потреб з великою концентрацією заліза сприяє алергійним реакціям, хворобам крові, захворюванню печінки. Значне і тривале споживання людиною води, що містить підвищену концентрацію заліза, призводить до руйнування печінки. Надмірні концентрації заліза надають воді буроватого забарвлення, неприсмного металічного присмаку, викликає заростання водопровідних труб та арматури [2].

Метод знезалізнення обирають залежно від хімічного складу води, ступеня знезалізнення, продуктивності станції, технологічних випробувань. Найчастіше для знезалізнення води використовують безреагентний метод, оскільки він простіший та дешевший. Процес полягає в тому, що в аераційному пристрої воду насичують киснем, при цьому частково видаляється вугільна кислота, частково окислюється залізо. Потім воду відстоюють у резервуарах і фільтрують, у результаті чого видаляються утворені пластівці гідроксиду заліза.

Тип фільтруючої засипки фільтрів та її параметри суттєво впливають на ефективність знезалізнення води. В якості засипки фільтрів можуть використовуватися зернисті матеріали [1]. Засипки, густина яких менша густини води, прийнято називати «плаваючі», до таких засипок відносять пінополістирол, використання якого дозволяє отримати ряд переваг порівняно з іншими засипками [2, 3].

Фільтрування води на пінополістирольних фільтрів може здійснюватися в різних режимах: висхідним, низхідним, двопоточне фільтрування тощо, що впливає на конструктивні особливості та технологічні показники фільтрів. Ефективність знезалізнення на пінополістирольних фільтрах з висхідним фільтраційним потоком встановлювалася на водопровідних станціях міст Рівне, Шепетівка та Слав'янськ, ряді станцій Київської області [2].

Дослідження, проведені у виробничих умовах знезалізнення води на пінополістирольному фільтрі в різних режимах фільтрування (Гошанський водоочисний комплекс) показали потребу в реконструкції діючого водоочисного комплексу. Згідно [4] вода за показниками якості не відповідає діючим нормативним вимогам [5, 6]. Тому було укладено договір 3-107 «Вдоскона-

лення роботи станції знезалізнення Гощанського району в смт Гоща» на замовлення „Рівнеоблводоканал”, згідно якого потрібно запроектувати станцію знезалізнення на продуктивність: добову $1700 \text{ м}^3/\text{доб.}$, годинну $72,5 \text{ м}^3/\text{год}$, секундну $20,14 \text{ л/с}$. Вихідна вода має концентрацію заліза до 5 мг/л .

Знезалізнення води за запропонованою технологічною схемою здійснюється наступним чином. Підземна вода трубопроводом 1 потрапляє в аератор 2, де відбувається насичення води киснем повітря для окислення дво-валентного заліза в тривалентне, видалення вільної вуглекислоти та сірководню.

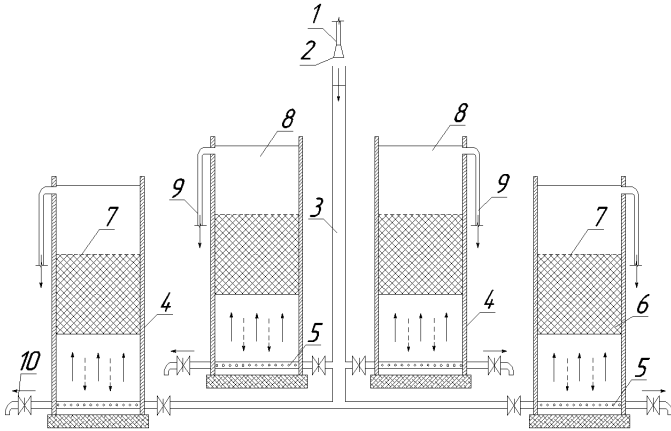


Рис. 1. Схема знезалізнення підземної води аерацією та фільтруванням на пінополістирольних фільтрах:

1 – трубопровід подачі вихідної води; 2 – аератор; 3 – регулятор швидкості фільтрування; 4 – корпус фільтра; 5 – розподільна дренажна система; 6 – плаваюча пінополістирольна засипка; 7 – утримуюча решітка; 8 – надфільтровий простір; 9 – трубопровід відведення знезалізненої води споживачу; 10 – промивний трубопровід

Регулятор швидкості фільтрування 3 призначений для видалення бульбашок повітря із води та забезпечення постійної швидкості фільтрування упродовж всього фільтроциклу. Із нижньої частини регулятора швидкості фільтрування вода потрапляє в нижню частину фільтра і проходить знизу вгору через плаваючу засипку. Затримання гідроокисі заліза відбувається в товщі плаваючої пінополістирольної засипки, знезалізнена вода збирається в надфільтровому просторі та трубопроводом 9 відводиться споживачу. По мірі накопичення забруднень в фільтрувальному шарі, рівень води в регуляторі швидкості фільтрування збільшується, і при досягненні граничних втрат напору фільтр виводиться на промивку шляхом відкриття промивної засувки на трубопроводі 10. Чиста вода із надфільтрового простору проходить крізь засипку, розширює та відмиває її, промивна вода через трубопровід 10 скида-

ється в каналізацію. При цьому промивається тільки один фільтр, а решта продовжують працювати в режимі фільтрування, подаючи через перепускні вікна 11 в надфільтровий простір промиваємого фільтра додаткові витрати чистої води. По мірі промивки рівень води в надфільтровому просторі понижується, і коли досягне певного рівня (встановлюється в процесі налагоджувальних робіт), промивка припиняється шляхом закриття засувки на трубопроводі 10. Фільтр знову починає працювати в режимі фільтрування.

Знезаражування води передбачається гіпохлоритом натрію, що забирається насосом-дозатором і подається в збірну ліжку (збирає воду від всіх трубопроводів 9 фільтрованої води).

Продуктивність діючої очисної станції складала 1200 м³/добу. Фільтрування забезпечувалося одним пінополістирольним фільтром діаметром 2500 мм. Артезіанська вода подавалася у верхню частину фільтра та аерувалася шляхом вільного виливу води з висоти 0,5 м на відбійний щит. Далі потрапляла в надфільтровий простір, проходила шар засипки та відводилася в колектор збору фільтрату. Фільтрування можна здійснювати в трьох режимах: 1) низхідне фільтрування із збором води через нижню розподільну систему; 2) низхідне фільтрування із збором води через ковпачкову дренажну систему; 3) двопоточне фільтрування із збором води через ковпачкову дренажну систему.

Всі досліджені режими фільтрування не забезпечують необхідної швидкості фільтрування при отриманні фільтрату питної якості, присутній запах сірководню, в режимі 2 і 3 – дрібні зерна засипки проскакують через щілини в ковпачках та потрапляють у водопровідну мережу. Це призвело до зменшення висоти шару засипки та зміни її гранулометричного складу. Крім того, фільтр промивається артезіанською водою, що вимагає скиду першого фільтрату (від засипки до дна фільтра), збільшення тривалості промивки та гіршої ефективності промивки в порівнянні з промивкою незалізненою водою. Все це негативно впливає на техніко-економічні показники роботи фільтра [4].

Зростання кількості населення та ступеню благоустрою будинків, збільшення обсягів виробництва, а також задовільна якість фільтрату (за кольором і присмаком) та незадовільна робота станції (недотримання розрахункових параметрів роботи, недостатня пропускна здатність, винесення пінополістиролу з фільтра в каналізацію, а також ряд інших причин) змушують здійснювати реконструкцію діючої станції знезалізнення.

Згідно проекту передбачається встановлення додатково трьох фільтрів діаметром 1400 мм і одгого діаметром 1200 мм. Для окислення заліза необхідно встановити два повітрявідділювачі діаметром 630 мм. Виходячи з нерівномірності водорозбору (у вихідні та передсвяткові дні відчувається нестача води), додатково потрібно встановити резервуар чистої води об'ємом 170 м³.

Засипка пінополістирольних фільтрів має наступні параметри:

- мінімальний діаметр зерен 2 мм;
- максимальний діаметр зерен 5 мм;

- еквівалентний діаметр зерен 2,8 мм.
- Схема влаштування фільтрів приведена на рис. 2.

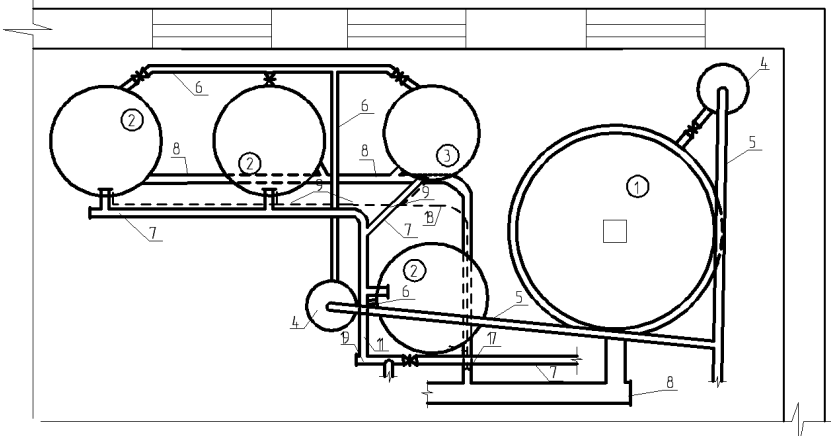


Рис. 2. Схема влаштування фільтрів:

1 – пінополістирольний фільтр діаметром 2500 мм; 2 – пінополістирольний фільтр діаметром 1400 мм; 3 – пінополістирольний фільтр діаметром 1200 мм; 4 – повітрявідділювач діаметром 630 мм; 5 – трубопровід подачі води зі свердловини; 6 – трубопровід подачі аерованої води від повітрявідділювача на пінополістирольні фільтри; 7 – трубопровід збору фільтрату від фільтрів та подачі в РЧВ; 8 – трубопровід відведення промивних вод від фільтрів; 9 – трубопровід від фільтра до сифона; 10 – сифон для зливу вакууму

Запроектована схема знезалізнення води працює наступним чином: вода із свердловин насосами подається на станцію знезалізнення трубопроводом 5, де поділяється на два потоки і надходить на повітрявідділювачі 4, вільно вилітається, окислюючись киснем повітря з висоти 0,3 м на дископодібний елемент, розбрискуючись насичується киснем повітря і частина двохвалентного заліза окислюється у тривалентне, і по трубопроводу 6 подається на кожен фільтр у нижню частину.



Рис. 3. Пінополістирольний фільтр $d=1400$ мм

Фільтрування здійснюється висхідним потоком знизу вгору через пінополістирольну засипку з еквівалентним діаметром 2,8 мм, швидкістю фільтрування до 7 м/год і висотою засипки 100 см. По мірі фільтрування у надфільтровому просторі збирається фільтрат і відводиться трубопроводом 7 до колектора збору фільтрату 8, який подає воду у два резервуари чистої води,

об'ємом 40 та 170 м³, де вода контактує з хлором, забирається насосами і подається у мережу споживачам.

Запропоновано промивати фільтри 1 раз на дві доби. Промивка проводиться очищеною водою з надфільтрового простору фільтра за наступною схемою: закривається засувка на трубопроводі подачі вихідної води, закривається засувка на фільтропроводі до РЧВ і відкривається на трубопроводі відведення промивної води 8. Під вільним напором води надфільтрового простору впродовж 3...4 хвилин (інтенсивність промивки складає 12...18 л/с·м) вода проходить крізь утримуючу решітку та фільтруючу засипку, розширюючи її та відмиваючи від гідроокисів заліза, тим часом від решти фільтрів вода по трубопроводу відводу фільтрату 7 надходить у надфільтровий простір фільтра, що промивається. Пристроєм, що унеможливило винос пінополістиролу у каналізацію служить сифон 10 (розташований 20 см над утримуючою решіткою), який при досягненні мінімального рівня води у фільтрі зриває вакуум і промивка зупиняється, засувка закривається і фільтр впродовж 10 хвилин заповнюється повністю очищеною водою і знову переводиться у режим фільтрування. Промивна вода трубопроводом відводу промивної води 8 потрапляє у відстійник об'ємом 40 м³, відстоявшись певний час верхні більш чисті порції води надходять у господарсько-побутову каналізацію.

Станція впродовж доби працює нерівномірно, залежно від потреб споживачів. Графік водорозбору смт Гоща (рис. 4) залежить від пори року (максимальний влітку, мінімальний – взимку), днів тижня (субота, неділя – найбільший, серeda, четвер – найменший), годин доби. Також на водорозбір впливають і аварії на водопровідних мережах.

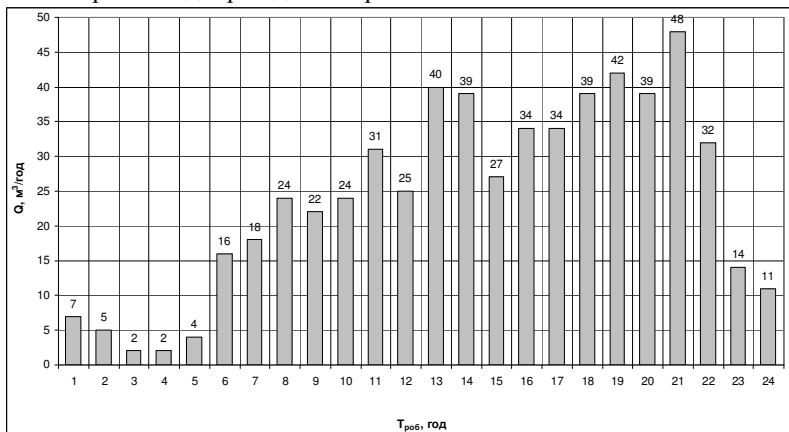


Рис. 4. Графік залежності витрат води смт Гоща від годин доби станції (субота 17.09.2011)

На основі досліджень приведемо графік зростання втрат напору в процесі фільтрування впродовж трьох діб (рис. 5):

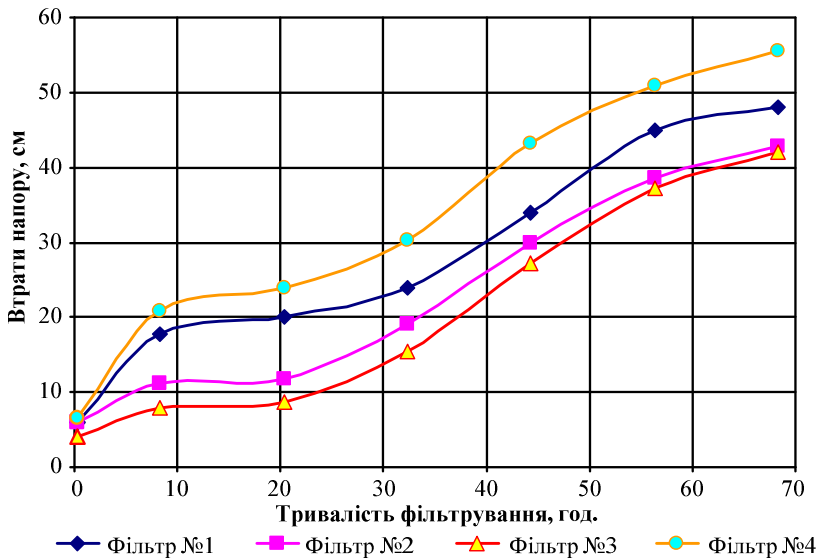


Рис. 5. Графік зростання втрат напору залежно від тривалості фільтрування

Проаналізувавши наведені графіки, слід відмітити, що втрати напору зростають впродовж фільтроциклу нерівномірно, причому нерівномірність водорозбору має вплив на величину втрат напору.

Якість фільтрату наприкінці фільтроциклів відповідає вимогам до питної води.

Отже, дана технологія дозволить забезпечити нормативну якість фільтрату при розрахунковій продуктивності фільтрів та вирішити проблеми з експлуатації водоочисного обладнання станції знезалізнення смт Гоща.

1. Тугай А. М., Орлов В. О. Водопостачання: підручник. – К. : Знання, 2009. – 735 с.
2. Орлов В. О. Знезалізнення підземних вод спрощеною аерацією та фільтруванням. Монографія. – Рівне: НУВГП, 2008. – 158 с.
3. Орлов В. О., Зошук А. М., Мартинов С. Ю. Пінополістирольні фільтри в технологічних схемах водопідготовки. – Рівне: РДТУ, 1999 – 144 с.
4. Орлов В. О., Мартинов С. Ю., Куницький С. О. Дослідження режимів фільтрування знезалізняючого пінополістирольного фільтра // Вісник НУВГП. – 2010. – Вип. 4(52).
5. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М. : Стойиздат, 1985. – 135 с.
6. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

Рецензент: д.т.н., професор Филипчук В.Л. (НУВГП)