

УДК 628.1.033

Третьяков О.В., к. т. н., доцент; Андронов В.А., д. т. н., доцент

Університет цивільного захисту України

Запобігання водопостачання неякісної питної води з поверхневих джерел в сучасних умовах

Визначені основні причини погіршення якості питної води при використанні води поверхневих джерел як вихідної в системах з традиційною схемою водопідготовки. Розроблені рекомендації по усуненню цих недоліків, покращенню якості питної води без суттєвих змін в існуючих системах підготовки питної води.

Питна вода, поверхневі джерела, водопідготовка, біопланктон, біологічне споживання кисню.

Постановка проблеми. Основа життя на Землі є вода. Тому переоцінити значення питної води у житті людини дуже і дуже складно. Фактично можна впевнено казати, що якість питної води обумовлює стан здоров'я людей, які її вживають. Якість питної води залежить від складу домішок і якості вихідної води природного джерела, що використовується для приготування питної води і технології її обробки, яка застосовується на станціях водопідготовки. Питне водопостачання в Україні здійснюється за рахунок як поверхневих (70%), так і підземних джерел (30%). Більшість поверхневих вод, які використовуються для питних потреб, за гідрохімічними показниками в основному належать до II – III класу, значна їх частина взагалі належить до IV класу якості і є проблемною для використання [1].

Головним поверхневим джерелом природної води для виготовлення питної в Україні є річка Дніпро – головна водна артерія країни, що протягом 1 205 км тече по її території і має площу басейну на цій території 291,4 тис. кв. км., тобто 48,2% площини країни. Більше ніж 53% населення України вживають питну воду, що готується з дніпровської води. Спорудження дніпровського каскаду гідроелектростанцій і водосховищ стали причиною значних змін стану як самої дніпровської води, так і природи на значній території. Ці зміни мають відповідні відбитки в атмосфері, гідросфері, літосфері і біосфері в цілому. Внаслідок підняття ґрунтових вод має розвиток заболоченість і підтоплення берегових зон. Бурхливий розвиток біопланктону синє-зелених водоростей провокує цвітіння води на мілководді водосховищ, які складають понад 20% їх території. В умовах пересичення дніпровської води органічними і біогенними речовинами посилюються процеси відмирання, гниття, розкладу водоростей і тварин, що обумовлює погіршення кисневого режиму, зниження рН води у придонному шарі і, як наслідок, підвищується концентрація іону мангану у вигляді Mn^{2+} у дніпровській воді, яка подається на станції водопідготовки питної води у населених пунктах. Концентрація мангану в період липень – серпень збільшується у порівнянні з зимовим періодом у 3 – 10 разів і складає 1,9 - 7,0 мг/л [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні часи аналогічні тенденції спостерігаються і на інших водосховищах, води яких також використовуються для приготування питної води. Так аналіз стану води Карачунівського водосховища (м. Кривий Ріг), яке утворено на злитті рік Інгулець, Бічна і Боковенька і має проектний об'єм – 308,5 млн. м³, показав, що між концентрацією іону-мангану та біологічним споживанням кисню (БПК) існує досить чітка кореляція (рис.1). Тенденцію взаємозв'язку між розвитком і життєдіяльністю водоростей і концентрацією іону мангану у воді цього водоймища підтверджується також залежністю концентрації іону-мангану від кількості фітопланктону в 1 см³ вихідної води (рис.2).

Це становить дуже складну проблему для забезпечення якісної питної води, тому що вимоги державного стандарту саме по вмісту мангану Mn^{2+} у питній воді – $\leq 0,1$ мг/л [4].

Більшість існуючих станцій водопостачання питної води працюють за спрощеною технологією обробки води: механічні фільтри грубої очистки – механічні фільтри тонкої очистки (насіпні або барабанні) – обеззараження (частіше за все хлорування). Неважко побачити, що жодна з цих стадій водопідготовки непристосована до виділення мангану зі складу вихідної води. Слід також зазначити, що в літній період, коли зростає загроза різноманітних інфекційних захворювань внаслідок розвитку інфекцій у воді, виробники питної води переходять до суперхлорування із забезпеченням

концентрації залишкового хлору на самому віддаленій ділянці постачання питної води на рівні $1,0 \cdot 10,0$ мг/л [5]. Саме поєднання таких причин як погіршення якості вихідної води поверхневих джерел (збільшення вмісту мангану) і застосування хлорування як основного процесу бактерицидної обробки призводить до суттєвого погіршення якості питної води у літній період, що спостерігається навіть органолептичними методами. Змінюється колір питної води на світло-бурий, утворюється бурий осад після відстоювання, що викликає численні нарікання населення, а в деяких місцях навіть приводить до соціальних конфліктів.

Постанова задачі та її розв’язання. Головним завданням цих досліджень було – розібратися в механізмі вище наведених негараздів і виявити можливість їх усунення без суттєвих змін технології водопідготовки на існуючих станціях, які, як правило, не мають суттєвих коштів для переоснащення і переходу на новітні технології підготовки питної води, спрямовані на забезпечення виділення іонів важких металів і уникнення хлорування, як основної стадії бактерицидної обробки води.

Перш за все слід зазначити, що іон мангану Mn^{2+} відноситься до складу досить сильних відновників. Реакція $MnO_2 + 4H^+ + 2e = Mn^{2+} + 2H_2O$ характеризується значенням Red-Ox потенціалу $E^0 = 1,23$ В. Але в умовах літнього періоду, коли концентрація кисню у воді поверхневих джерел значно зменшується, природного окислювача (кисню) у воді не вистачає для того, щоб перевести добре розчинний у воді іон мангану Mn^{2+} до важко розчинної сполуки MnO_2 , яка б мала змогу бути затримана на механічних фільтрах тонкої очистки на станції водопідготовки.

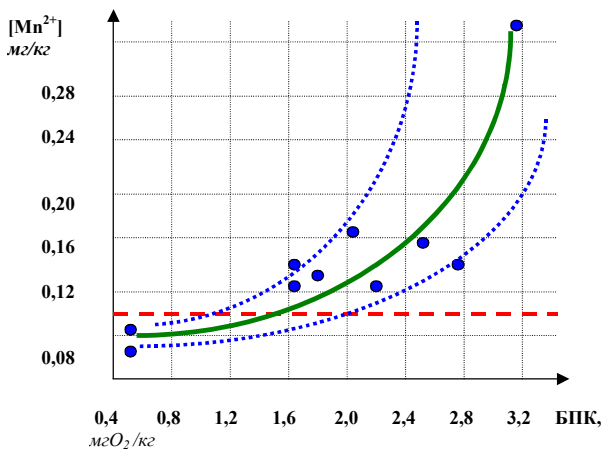


Рис. 1. Залежність концентрації іону мангану у воді Карачунівського водосховища від біологічного споживання кисню.

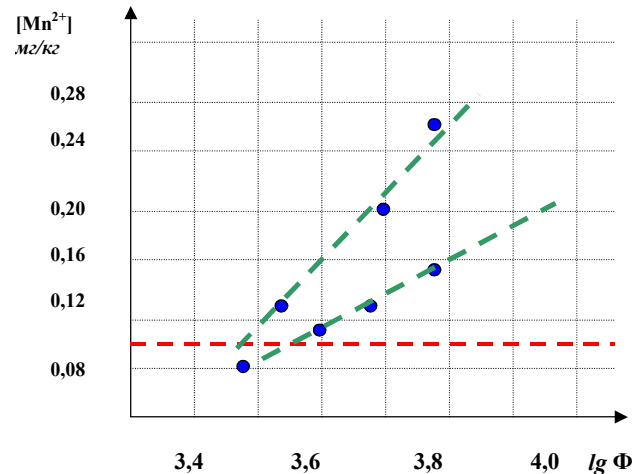
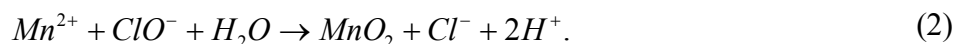
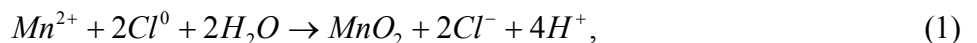


Рис. 2. Залежність концентрації іону мангану у воді Карачунівського водосховища від вмісту фітопланктону.

Таким чином, практично весь манган у вигляді іону Mn^{2+} проходить усі стадії процесу підготовки питної води і тільки на останній стадії – хлоруванні починаються його перетворення. Саме активний хлор, що застосовується на цій стадії і виконує функцію окислювача, який забезпечує перетворення іону Mn^{2+} у MnO_2 незалежно від того який саме реагент використовується рідкий хлор, або гіпохлорит:



Утворений на цій стадії двооксид мангану вже не може бути затриманий ніякими фільтрами, а прямує по системі водопостачання питної води до споживача, обумовлюючи при цьому колір питної води, наявність осаду і, відповідно, обурення населення.

Яким чином можна було б позбавитися цих проблем? Досконалий аналіз причин цих недоліків існуючої системи підготовки питної води дозволяє визначити основні шляхи їх позбавлення. Основне завдання – виведення мангану з вихідної води поверхневого джерела до стадій фільтрування у вигляді важкорозчинної сполуки бажано без застосування додаткових реагентів. Для досягнення цієї мети в системі не вистачає окислювача, який забезпечував би цей перехід. Основний природний окислювач це кисень, якого недостатньо у воді природного джерела влітку, але достатня

кількість у навколишньому повітрі. Нажаль поверхневого контакту дзеркала води водосховищ з повітрям недостатньо для забезпечення необхідної концентрації кисню для повного окислення мангану до двооксиду у воді. Тому для ефективного використання повітряного кисню у якості окислювача мангану у воді треба забезпечити підвищення його концентрації у воді влітку. Це можна забезпечити шляхом аерації повітрям вихідної води будь-яким способом. Як показали попередні дослідження найпростішим способом аерації води в умовах станцій водопідготовки можуть бути: роздрібнення потоку води у вигляді дрібних крапель над поверхнею прийомного водоймища станції за допомогою будь-яких технічних засобів. Головна умова – кількість води поверхневого джерела, що подається на стадію фільтрування, обов'язково повинна пройти стадію аерації. За цих умов до стадії фільтрації буде відбуватися окислення іону мангану



При цьому забезпечуються умови повного формування твердої фази двооксиду мангану ще до стадії тонкого фільтрування, внаслідок чого, весь двооксид осідає на механічних фільтрах тонкої очистки незалежно від їх конструкції (насипних чи барабанних). Саме ці дві стадії (попередня аерація води і фільтрація) гарантують, що манган у вигляді іону Mn^{2+} практично буде відсутній у воді на стадії хлорування і, таким чином, питна вода буде повністю позбавлена усіх негараздів, пов'язаних з присутністю мангану в ній. Крім цього, при використанні запропонованої стадії аерації вихідної води і осадженні двооксиду мангану на механічних фільтрах тонкої очистки, буде досягнуто додаткового ефекту по виведенню з води різноманітних органічних сполук (фенолів, хлорорганічних сполук тощо) і деяких важких металів за рахунок високої сорбційної ємності свіжоутвореного двооксиду мангану по відношенню до них. Таким чином, стадія тонкої механічної очистки питної води додатково стає ще стадією сорбції різноманітних сполук, що відповідно покращує якість виробленої питної води.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень визначені основні причини погіршення якості питної води при використанні води поверхневих джерел як вихідної в системах з традиційною схемою водопідготовки. Запропоновано рекомендації по усуненню цих недоліків, покращенню якості питної води без суттєвих змін у існуючих системах підготовки питної води.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2006 році. – К.: 2007. – 236 с.
2. Хвесик М.А., Файфура В.В. Актуальные проблемы охраны и воспроизводства водных ресурсов Украины // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы охраны окружающей среды от антропогенного воздействия» 18-20 мая 1994 г. г. Кременчуг, с. 85–93.
3. Верниченко А.А., Васенко А.А., Колдоба И.В. Экологический мониторинг поверхностных вод Украины // Там же с. 54–59.
4. ДСТУ 878–93. Вимоги до якості питної води.
5. Кульский Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. В 2 частях. – К.: Наукова думка, 1980. – 1206 с.