

computer experiment was carried out and the adequacy of the developed model with experimental data of the research was confirmed.

Key words: mathematical model, foam polystyrene filter, water treatment technology, filtering loading, pressure loss, contactless deironing of water.

УДК 504.4:628.194

Юрченко В. О.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури,
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: bjiieknuca@gmail.com)*

Волков В. М.

*КП «Харківводоканал»
(вул. Шевченко, 2, Харків, 61013, Україна; e-mail: office@hkov.kharkov.ua)*

Радіонов М. П.

*Український науково-дослідний інститут екологічних проблем,
(вул. Бакуліна, 6, Харків, 61166, Україна)*

ВПЛИВ НІТРИФІКАЦІЇ У ВОДОЙМАХ-ДЖЕРЕЛАХ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НА РОЗВИТОК ЦЬОГО ПРОЦЕСУ В СПОРУДАХ ВОДОПІДГОТОВКИ

Результати дослідження води з Краснопавлівського водосховища та з р. Сів. Дінець на вміст сполук азоту показали наявність процесу нітрифікації в цих водних об'єктах. Контроль рН води до та після водопідготовки виявив нітрифікацію в цих спорудах, активність якої була пропорційною нітрифікації у відповідних водоймах – джерелах водопостачання.

Ключові слова: природна водойма, ступінь нітрифікації, водопідготовка, азотовмісні сполуки, рН, екологічна безпека.

Аналіз проблеми. Серед основних вимог, що забезпечують безпеку питної води – концентрація неорганічних азотовмісних сполук (табл. 1) [1, 2].

Таблиця 1- Нормативні вимоги до концентрації азотовмісних сполук в питній воді

Параметр	США	ЄС	ВООЗ	Швейцарія	Україна
Амонійний азот	0,2	0,5	1,5	0,05	0,5
Нітрати	44	50	50	25	50
Нітрити	3,5	0,5	3	0,01	0,1

Концентрація неорганічних азотовмісних сполук в природних водоймах (в тому числі тих, що використовуються для питного водопостачання) загалом незначна, в непроточних водоймах (озерах): N-NO₂ 0,001-0,004, N-NH₄ - 0,024-0,136, N-NO₃ - 0,003-0,009 мг/дм³; в проточних водоймах (ріках): N-NO₂ 0,001-0,04; N-NH₄ - 0,06-4,4; N-NO₃ - 0,03-3,5 мг/дм³ [3-6].

Азот належить до макроелементів живої матерії, і активно перетворюється (в

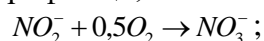
тому числі в окисно-відновних реакціях) при метаболізмі біоти. Підвищена кількість азоту в природній воді у вигляді органічних сполук або в амонійній формі свідчить про забруднення водного джерела побутовими або виробничими стічними водами. Присутність у природних водах неорганічних сполук азоту в окиснених формах свідчить про те, що у водному середовищі йдуть процеси «самоочищення» шляхом нітрифікації [7-9].

Нітрифікація – дві унікальні реакції циклу азоту у біосфері, які здійснюються хемолітоавотрофними нітрифікуючими бактеріями [10-15]. Амонійокислюючі бактерії (нітрифікатори I фази) здійснюють першу фазу нітрифікації, окислюючи амоній до нітриту:



$$\Delta G_0 = -270,7 \text{ кДж/моль} \quad (1)$$

Нітритокислюючі бактерії (нітрифікатори II фази) здійснюють другу фазу нітрифікації, окислюючи нітрити до нітратів:



$$\Delta G_0 = -77,4 \text{ кДж/моль} \quad (2)$$

Нітритокислюючі бактерії потребують для своєї активної життєдіяльності дещо вищої концентрації кисню в воді, ніж амонійокислюючі. Отже на деяких ділянках водойми швидкість II фази нітрифікації нижча, ніж I фази, що спричиняє накопичення нітритів. Підтримання низьких концентрацій нітритів у водних системах є серйозною проблемою, бо нітрит являється дуже токсичною речовиною для біоти [3, 9, 15-16].

Потрапляючи разом з водою в системи водопідготовки нітрифікуючі бактерії одержують певні преференції для активного розвитку. До таких преференцій можна віднести наявність великої кількості носіїв для іммобілізації (засипка фільтрів), сприятливі кисневі умови та постійне надходження живильних речовин (NH_4^+). Нітрифікацію в системах водопідготовки можливо виявити не тільки за допомогою мікробіологічних досліджень, а й за динамікою концентрації N-NH_4 , N-NO_2 , N-NO_3 та рН. Оскільки нітрифікація супроводжується утворенням неорганічних кислот (друга фаза – сильної неорганічної кислоти – HNO_3) то рН середовища при цьому знижується.

На деяких спорудах водопідготовки активність реакцій нітрифікації здатна кардинально знизити питні властивості води, вплинути на ефективність роботи технологічного обладнання і його експлуатаційну довговічність. При тривалому вживанні питної води й харчових продуктів, які містять значні кількості нітритів/нітратів, зростає концентрація метгемоглобіну в крові і знижується здатність крові до переносу кисню. Масовий розвиток бактерій цієї екологічної групи (головним чином амонійокислюючих) було зазначено у системах підготовки та розподілення водопровідної

води одного з штатів США. Життєдіяльність цих бактерій обумовила цілий ряд негативних явищ: вторинне забруднення води питного призначення нітритами до екологічно небезпечних концентрацій; підвищення концентрації БГКП (бактерій групи кишкової палички); зниженню ефекту пролонгованої дії хлораміну [17].

Мета роботи - оцінка рівня нітрифікованості води у водоймах – джерелах питного постачання м. Харкова, та виявлення процесів нітрифікації в системах водопідготовки.

Об'єкт дослідження – вода з Краснопавлівського водосховища та р. Сів. Дінець безпосередньо на водозаборі та вода після систем водопідготовки на цих об'єктах (КВ «Дніпро», КВ «Дінець»). У роботі використані матеріали регулярного технологічного контролю складу води (концентрації N-NH_4 , N-NO_2 , N-NO_3 та рН) з річки, водосховища та з систем водопідготовки. Всі визначення виконані відповідно до нормативних вимог України.

Результати досліджень. Ступінь нітрифікації в воді Краснопавлівського водосховища, яка визначається як частка нітрифікованого до нітратів азоту, віднесеного до загальної маси азоту амонійного, нітратів та нітритів (рис.1а), у 2016 р. склала – 0,3, тоді як в 2011 р. вона досягала 0,6. Концентрація нітритів у воді становила 0,015 мг/дм³, тобто була екологічно безпечною. Отже за розглянутий період нітрифікація води в Краснопавлівському водосховищі мала стійку тенденцію до зменшення.

Ступінь нітрифікації в р. Сів.Дінець на ділянці водозабору (рис.1 б) у 2016 р. склала – 0,6, а в 2011 р. 0,7. Причому в 2016 р. вона в 2 рази перевищувала цей показник у Краснопавлівському водосховищі. Концентрація нітритів у воді становила 0,04 мг/дм³, тобто була екологічно безпечною.

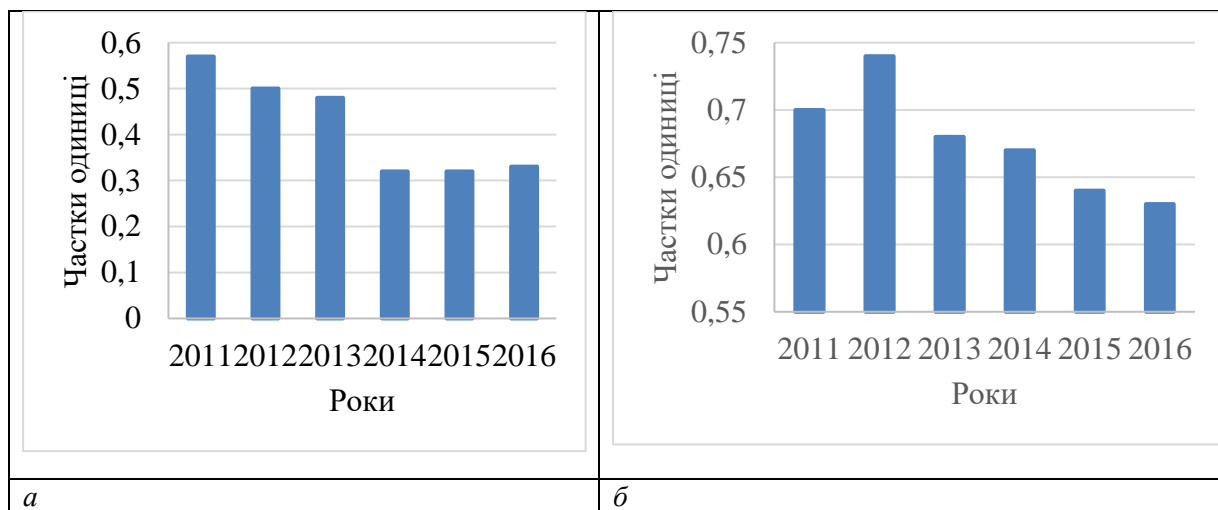


Рис. 1. Динаміка середньорічного ступеню нітрифікації (2011-2016 рр.) у воді Краснопавлівського водосховища (а) та р. Сів. Дінець (б)

Річна динаміка рН води в природних джерелах та на виході з КВ «Дніпро» та КВ «Дінець» представлена на рис. 2, 3.

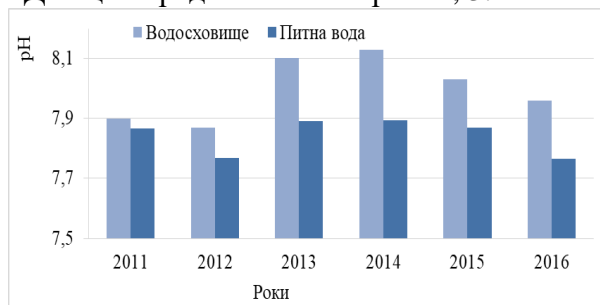


Рис. 2. рН води, поступаючої на КВ «Дніпро», та після водопідготовки

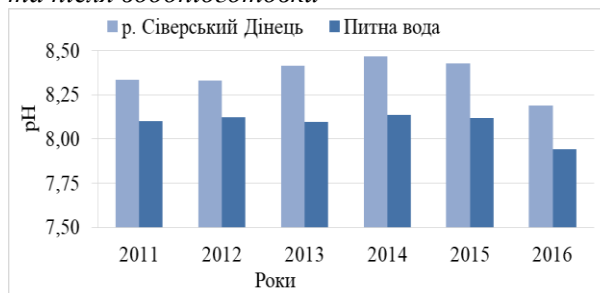


Рис. 3. рН води, поступаючої на КВ «Дінець», та після водопідготовки

Як видно, в процесі водопідготовки рН води стало знижується як на КВ «Дніпро», так і на КВ «Дінець». Це свідчить про те, що в досліджених спорудах водопідготовки відбувається процес нітрифікації. За період спостережень середнє зниження рН на КВ «Дніпро» склало 0,16, а на КВ «Дінець» 0,26. Тобто в спорудах водопідготовки на КВ «Дінець» нітрифікація дещо активніша ніж в спорудах водопідготовки на КВ «Дніпро».

Висновок. Таким чином, проведені дослідження показали, що нітрифікація, які більш активно розвивається в р. Сів. Дінець, ніж в Краснопавлівському водосховищі, переноситься з водою в споруди водопідготовки та зумовлює в них зниження рН води, причому на КВ «Дінець» більш активне, ніж на КВ «Дніпро».

ЛІТЕРАТУРА:

1. ГСанПиН 2.2.4-171-10. – Введ. 01.07.10 – К: Министерство охраны здоровья, 2010. – 25с.
2. Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза № 2000/60/ЕС от 23 октября 2000 года, устанавливающая основы для деятельности Сообщества в области водной политики.
3. Злышко А.С. Исследование загрязнения и самоочищающей способности экосистем малых водотоков урбанизированных территорий [Текст] / Злышко А.С. // Автореф. дис. канд. биол. наук. – Владимир. – 2013. – 23 с.
4. Nitrogen Cycle Bacteria in the Waters of the River Drwęcа / I. Gołaś, I. Zmysłowska, M. Harnisz, K. Korzekwa, A. Skowrońska, M. Teodorowicz, D. Górniak, M. Gros, S. Brzozowa // Polish J. of Environ. Stud. 2008. - Vol. 17, - No. 2. - P. 215-225.
5. Динамика биогенных элементов в воде озера Арахлей / Г. Ц. Цыбекмитова [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://baikalfund.ru/mediacache/45df7804-6d1d-44a0-96ee-de11da27163f.pdf> – Заглавие с экрана – (дата обращения 05.10.2017).

6. Кузнецов, С.И., Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность, Л.: Наука, 1970. - 440 с.
7. Винберг Г.Г. Биологические процессы и самоочищение на загрязненном участке реки. - Минск: БГУ им. В.И. Ленина, 1973. - 240 с.
8. Щеголькова Н.М. Динамика экологического состояния основного водотока мегаполиса [Текст] / Щеголькова Н.М. // Автореф. дис. док. биол. наук. - М. - 2006. - 48 с.
9. Кузнецов С. И., Саралов А.И., Назина Т.Н. Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах. - М: Наука, 1985. - 213 с.
10. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. - Л.: Наука, 1985. - 291 с.
11. Raimonet M., Vilmin L., Flipo N., Rocher V., Laverman A. Modelling the fate of nitrite in an urbanized river using experimentally obtained nitrifier growth parameters // Water Research, IWA Publishing, 2015. № 73. - P. 373-387.
12. Suibing Liu. Nitrification investigation and modeling in the chloraminated drinking water distribution system. A dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy - Orlando. 2004. - 248 p.
13. Ляликова Н.Н., Лебедева Е.В. Нитрифицирующие бактерии и их роль в природе / Хемосинтез: К 100-летию открытия С.Н.Виноградским. - М.: Наука. - 1989. - С. 32-47.
14. Гутина В.Н. Физиология нитрифицирующих бактерий. - М.: Изд-во АН СССР. 1963. - 156 с.
15. Горленко В.М., Дубинина Г.А., Кузнецов С.И. Экология водных микроорганизмов. - М.: Наука, 1977. - 289 с.
16. Xia X.H., Yang, Z.F., Huang G.H., Zhang X.Q., Yu H., Rong X. Nitrification in natural waters with high suspended-solid content - a study for the yellow River. //Chemosphere. 2004. - № 57. - P. 1017,.
17. McGuire M.J, Lieu N.I., Pearthree V.S Using chlorite ion to control nitrification // Journal American Water Association. 1999/ -Vol/91/ - № 10. P.52-62.

Юрченко В. А., Волков В.Н., Радионов Н. П. ВЛИЯНИЕ НИТРИФИКАЦИИ В ВОДОЕМАХ – ИСТОЧНИКАХ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЭТОГО ПРОЦЕССА В СООРУЖЕНИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ. Результаты исследований воды из Краснопавловского водохранилища и из р. Сев. Донец на содержание соединений азота показали развитие процесса нитрификации в этих водных объектах. Контроль рН воды до и после водоподготовки выявил нитрификацию на этих сооружениях, активность которой была пропорциональной нитрификации в соответствующих водоемах – источниках водоснабжения.

Ключевые слова: природный водоем, степень нитрификации, водоподготовка, азотосодержащие соединения, рН, экологическая безопасность.

Iurchenko V. O., Volkov V. M., Radionov M. P. NITRIFICATION INFLUENCE IN THE NATURAL WATER BODIES ON DEVELOPMENT OF THIS PROCESS IN POTABLE WATER PREPARING PLANTS. Investigations of the water from the Krasnopavlovka water reservoir and riv. Siverskiy Donets on content of nitrogen compounds have shown the presence of the nitrification in this water bodies. pH-control investigations before and after potable water preparing have detected the nitrification on this plants, the rate of the nitrification was in proportional to the nitrification in appropriate water bodies which are the potable water sources.

Keywords: natural water body, rate of nitrification, water preparing, nitrogen compounds, pH, environmental safety.