

Энегроатомиздат, 1983.- 312 с.

2. Балтренас П.Б. Обеспыливание воздуха на предприятиях стройматериалов. М.: Стройиздат, 1990. - 184с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВО-ПРОМИСЛОВИХ СТОКІВ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT

О.В. Третьяков, Т.О. Шевченко, В.Л. Безсонний

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Анотація. Проаналізовано основні методи очистки стічних вод від сполук азоту та фосфору. Обґрунтовано застосування біологічних методів очищення, показано, що ефективність видалення фосфатів обумовлена дозою реагенту та його видом, а ефективність видалення азоту – концентрацією органічних речовин у вихідній стічній воді.

Ключові слова: сполуки фосфору, сполуки азоту, біологічна очистка

Аннотация. Проанализированы основные методы очистки сточных вод от соединений азота и фосфора. Обосновано применение биологических методов очистки, показано, что эффективность удаления фосфатов обусловлена дозой реагента и его видом, а эффективность удаления азота – концентрацией органических веществ в сточной воде.

Ключевые слова: соединения фосфора, соединения азота, биологическая очистка

Annotation. Analyzed the main methods of wastewater treatment by nitrogen and phosphorus compounds. The application of biological methods of cleaning. It is shown that promises more effective removal of phosphates caused dose reagent and its views. The efficiency of removal of nitrogen due to the concentration of organic substances in the waste water.

Keywords: phosphorus compounds, nitrogen compounds, bioremediation.

Вступ. Питне водопостачання країни майже на 80 % забезпечується за рахунок поверхневих вод. Якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідемічного благополуччя населення. Забезпечення населення України питною водою є для багатьох регіонів країни однією з пріоритетних проблем, розв'язання якої необхідно для збереження здоров'я, поліпшення умов діяльності і підвищення рівня життя населення. Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 роки (далі – Програма), що затверджена Законом України від 03.03.2005 р., № 2455-IV [1], спрямована на реалізацію державної політики щодо забезпечення населення якісною питною водою відповідно до Закону України "Про питну воду та питне водопостачання".

Актуальність. Сучасний незадовільний стан водних об'єктів показує, що проблеми у сфері охорони вод від забруднення та виснаження не тільки не знайшли

вирішення, а й значно загострилися, особливо в останні роки. Проведеними дослідженнями якості води поверхневих водойм, які є джерелами питного водопостачання – Червонооскільське водосховище, р. Оскіл та р. Сіверський Донець, був виявлений ряд показників, які мають концентрації у водах, що перевищують граничнодопустимі концентрації: концентрації сполук азоту та фосфору (табл.).

Таблиця

Вміст сполук азоту та фосфору у воді поверхневих водойм регіону

Поверхнєве джерело	Точка відбору проби води	Показник якості води	Концентрація у джерелі, мг/дм ³	ГДК відповідно класу якості, мг/дм ³
Червонооскільське водосховище	Поверхневий горизонт	азот амонійний	0,11	0,3
		азот нітратний	2,10	> 1
		азот нітритний	0,14	> 0,05
		фосфор фосфатний	0,1	0,2
Червонооскільське водосховище	Придонний горизонт	азот амонійний	0,02	0,1
		азот нітратний	0,37	0,5
		азот нітритний	0,03	0,05
		фосфор фосфатний	0,23	> 0,2
Річка Оскіл	Поверхневий горизонт	азот амонійний	0,03	0,1
		азот нітратний	0,01	0,2
		азот нітритний	0,001	0,002
		фосфор фосфатний	0,14	0,2
Річка Оскіл	Нижній б'єф	азот амонійний	0,01	0,1
		азот нітратний	0,05	0,2
		азот нітритний	0,001	0,002
		фосфор фосфатний	0,15	0,2
Річка Сіверський Донець (вище м. Ізюму)	Поверхневий горизонт	азот амонійний	0,06	0,1
		азот нітратний	1,39	> 1
		азот нітритний	0,12	> 0,05
		фосфор фосфатний	0,62	> 0,2
Річка Сіверський Донець (нижче м. Ізюму)	Поверхневий горизонт	азот амонійний	0,15	0,3
		азот нітратний	1,07	> 1
		азот нітритний	0,13	> 0,05
		фосфор фосфатний	0,64	> 0,2

Основною з причин такого стану поверхневих водойм, які є джерелами питного водопостачання декількох населених пунктів трьох регіонів, є скидання недостатньо очищених господарсько-побутових стічних вод м. Ізюму. Такі висновки були зроблені після вивчення результатів аналізів очищених стічних вод, що скидаються з очисних споруд системи водовідведення м. Ізюму за 2008-2014 роки.

З проведеного аналізу витікає, що нітрифікація проходить практично до кінця: амонійний азот переходить у нітрити, а потім у нітрати. Загальний вміст амонійного азоту у каналізаційних скидах збільшується з року в рік.

Тому нагальною є проблема видалення сполук азоту та фосфору зі стічних вод Ізюмського комунального виробничого водопровідно-каналізаційного підприємства шляхом реконструкції очисних споруд та удосконалення існуючої технології біологічного очищення стічних вод.

Технологія очищення стічних вод. Регламентування вмісту біогенних елементів тільки за останній час набуло широкого розголосу через різке погіршення стану водних об'єктів, їх евтрофікації. У разі надходження поживних речовин (біогенних елементів) разом зі стічними водами швидкість протікання процесів фотосинтезу різко збільшується, призводячи до бурного розвитку водоростей та вищої водної рослинності [2].

Підвищення рівня трофності супроводжується зміною складу фітопланктону – починають переважати синьо-зелені водорості (90-95 % від загальної чисельності), прибережні мілководні зони заростають вищою водною рослинністю. Буйний розвиток водоростей перешкоджає роботі водозабірних споруд та рибному промислові, зменшує гідравлічні параметри потоку (швидкості берегових течій), цвітіння водойм також призводить до зниження органолептичних показників води.

Найгіршими наслідками евтрофікації є погіршення якісних показників питної води та масовий замор риби [3].

Традиційна біологічна очистка дозволяє видалити основну масу органічно забруднюючих речовин, але не спроможна забезпечити достатню, за вимогами теперішнього часу, глибину видалення сполук азоту та фосфору, а також органічних речовин (БСК, ХСК). У процесі очистки відбувається трансформація та часткове (20-40%) видалення амонійного азоту та фосфору. При цьому в ході очистки протікають процеси амоніфікації та наступної нітрифікації азоту, а також гідроліз сполук фосфору.

Сьогодні більше уваги приділяються зменшенню надходження фосфору через те, що вважається, що здійснення контролю над процесом евтрофікації водойм залежить, в основному, від зниження концентрації саме фосфору. Однак, не менш важливо те, що видаляти зі стічних вод сполуки азоту набагато важче [4].

Сполуки фосфору зі стічних вод видаляються такими методами: фізико-хімічний, адсорбційний, електро-коагуляційно-флотаційний, біологічний.

Найпоширенішим на теперішній час являється біологічний метод видалення сполук фосфору через те, що вказані вище методи мають ряд істотних недоліків з точки зору експлуатації споруд та економічної доцільності застосування того чи іншого методу.

Було встановлено [5], що розчинені фосфати, акумулюються деякими видами бактерій зі стічних вод у аеробних умовах, вони накопичуються в клітинах бактерій у вигляді поліфосфатів та використовуються в якості джерела енергії для підтримки обміну речовин у період несприятливих умов, наприклад, короткочасної відсутності розчиненого кисню. Цю здатність бактерій і використовують для видалення фосфатів без або за мінімального застосування реагентів. Здатністю в аеробному стані накопичувати значну кількість фосфатів, а в анаеробному – виділяти їх володіють бактерії родів *Acinetobacter*, *Acetobacter*, *Nocardia* та деякі інші. Застосування анаеробно-аеробної технології дозволяє підвищити ступінь видалення фосфатів до 80-90 %.

Основним методом біологічного видалення фосфору є метод з анаеробною обробкою циркулюючого активного мулу (рис. 1), застосування такої технології дозволяє видаляти фосфати з ефективністю $\approx 90\%$ [4].

В даній системі видалення фосфору відбувається з надлишковим мулом та муловою водою, що утворюється в споруді для анаеробної обробки мулу.

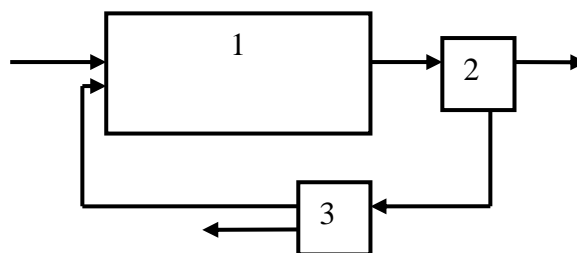


Рисунок 1 – Метод біологічного видалення фосфору:

1 – аеротенк; 2 – відстійник; 3 – споруда для анаеробної обробки

У разі використання схеми, запропонованої на рис. 2, почерговій аеробній та анаеробній обробці підлягає суміш стічної рідини та активного мулу, а фосфор з системи виводиться з надлишковим мулом.

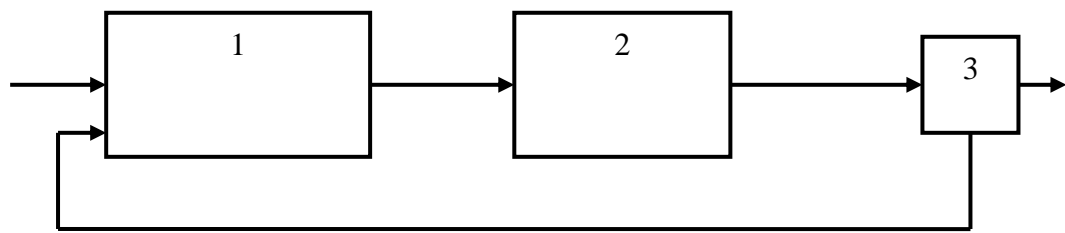


Рисунок 2 – Метод біологічного видалення фосфору A/O (Anaerobic-Oxic):

1 – анаеробна зона; 2 – аеробна зона; 3 – вторинний відстійник

В технології Phoredox (рис. 3) активний мул зі вторинного відстійника направляється в анаеробну зону, а мулова суміш з аеробної зони, так же як і у попередній схемі, повертається в першу аноксидну зону.

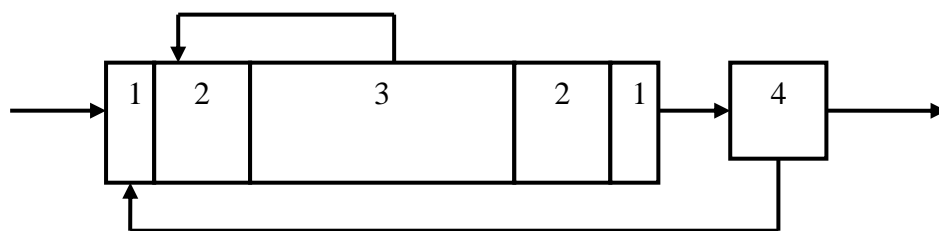


Рисунок 3 – Метод біологічного видалення фосфору Phoredox:

1 – анаеробна зона; 2 – аноксидна зона; 3 – аеробна зона; 4 – вторинний відстійник

Для підвищення ефективності очистки стічних вод від грубо дисперсних та колоїдних забруднень використовують мінеральні коагулянти. В останні роки застосовують також синтетичні флокулянти самостійно або разом з коагулянтами (солями алюмінію та заліза) і вапном [6].

Дослідження схем біохімічної очистки міських стічних вод з введенням реагенту показали, що ефективність видалення фосфатів обумовлена дозою реагенту та його видом (рис. 4).

Так, у разі введення $25 \text{ мг/дм}^3 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ після вторинних відстійників досягається видалення загального фосфору на 75-80 % з остаточним вмістом завислих речовин $10\text{-}15 \text{ мг/дм}^3$.

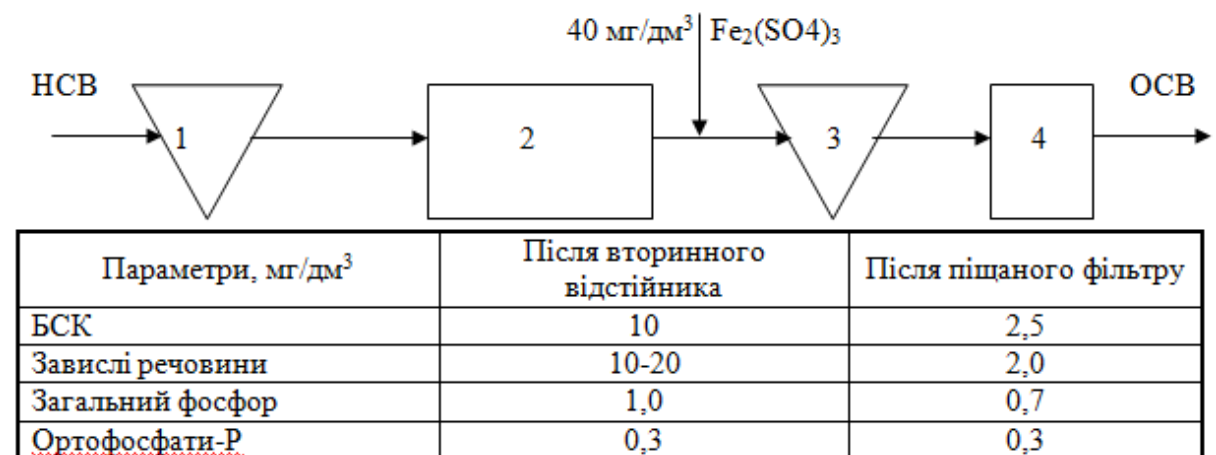
Більш високі концентрації завислих речовин в очищеній воді ($30\text{-}36 \text{ мг/дм}^3$) зумовлюють зниження ефективності видалення сполук фосфору до 55-60 % з тією ж

дозою реагенту. Фільтрування стічної води через піщані фільтри після вторинних відстійників призводить до підвищення ефективності видалення загального фосфору в цілому до 90 %.

Варіант 1



Варіант 2



Варіант 3



Рисунок 4 – Реагентне видалення сполук фосфору

1 – первинний відстійник; 2 – аеротенк; 3 – вторинний відстійник; 4 – піщаний фільтр; НСВ – неочищені стічні води; ОСВ – очищені стічні води.

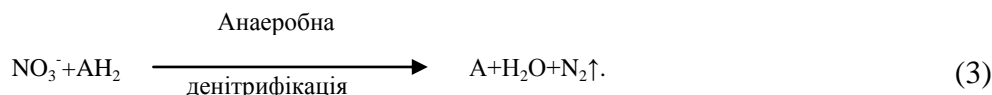
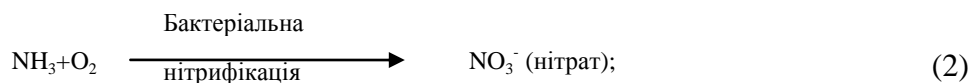
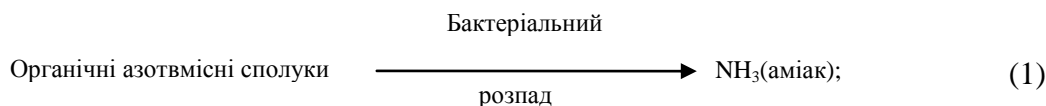
Якість очистки стічних вод за загальним фосфором, окрім дози реагенту та його виду, залежить від вмісту завислих речовин в очищених стічних водах.

Серед методів очистки стічних вод від сполук азоту відомі наступні: фізико-хімічні, електрохімічні, метод іонного обміну, біологічні [7, 8].

Все ці методи мають своє розповсюдження в різних галузях промисловості, але мають ряд недоліків, і тому не завжди можуть бути застосовані на практиці очистки стічних вод від біогенних елементів.

У разі розпаду азотовмісних органічних речовин у розчин виділяється аміак у відповідності зі схемою (1). В аеробних умовах бактерії активного мулу окислюють аміак в нітрит і далі в нітрат, як показує схема реакції (2). Бактерії - нітрифікатори являються автотрофними, використовуючи для синтезу енергію, яка виділяється під час окислення аміаку, і вуглець вуглекислого газу.

Бактеріальна денітрифікація за схемою (3) відбувається в анаеробних умовах, коли органічні речовини окислюються, а нітрат використовується в якості акцептора водню з виділенням при цьому газоподібного азоту:



Під час біологічної нітрифікації – денітрифікації відбувається окислення аміаку в нітрат та відновлення останнього у газоподібний азот. Важливі параметри кінетики бактеріальної нітрифікації – температура, рН і концентрація розчиненого кисню.

Швидкість протікання реакції помітно знижується у разі знижених температур; мінімально допустимою являється температура 8°C. Оптимальне значення рН складає приблизно 8,4, а вміст розчиненого кисню має перевищувати 1,0 мг/л.

На ступінь видалення азоту впливають чимало факторів, основними з яких являються концентрація органічних речовин у вихідній стічній воді. Для більш повного видалення азоту зі стічної рідини необхідно використовувати додатково живильний субстрат на стадії денітрифікації, в якості якого можуть бути застосовані різні органічні речовини (оцтова кислота, ацетон, глюкоза, метанол, етанол та ін.) або стічні води багатьох виробництв.

Нітрифікація-денітрифікація за двохступеневою схемою, якій передують біологічна очистка, забезпечує з розрахунковими витратами стічних вод зниження неорганічного азоту на 90% і загального азоту на 80-95%.

Переваги біологічного видалення азоту полягають у тому, що у результаті процесу нітрифікації може бути досягнутий необхідний ступінь видалення аміаку (якщо виникає необхідність, потім проводять денітрифікацію). Крім того, таку систему можна пристосувати у якості доповнення до існуючої системи біологічної очистки.

Висновок. Аналіз існуючих біологічних методів видалення біогенних елементів з господарсько-побутових стічних вод дозволяє зробити висновок, що вони не завжди можуть бути застосовані у технологічному процесі очистки стічних вод. Це зумовлено тим, що ефективність очистки залежить від багатьох факторів, таких як температура, рН, доза мулу, наявність легко окислюваної органіки та інш., які не завжди враховані під час експлуатації очисних споруд.

Усе вище наведене свідчить про те, що очисні споруди системи водовідведення м. Ізюму потребують нагальної реконструкції та вдосконалення існуючої технології очистки стічних вод, що можливо шляхом розробки та впровадження відповідного проекту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 роки.// Відомості Верховної Ради України, 2005, № 15, с. 243-255.
2. Шевченко Т.А. Удаление азота и фосфора из хозяйственно-бытовых сточных вод // Т.А. Шевченко, А.Н. Коваленко / «Водопостачання та водовідведення»: Виробничо-практичний журнал – № 5, 2008. – Київ: ТОВ «Гнозіс», 2008. – С. 41-43.
3. Коваленко А.Н. Анализ методов очистки сточных вод от биогенных элементов // А.Н. Коваленко, Г.И. Благодарная, Т.А. Шевченко / Коммунальное хозяйство городов: Науч. – техн. сб. – Вып. 74. – К.: Техника, 2007. – С. 185-190.
4. Саблій Л.А. Глибоке біологічне очищення стічних вод // Л.А. Саблій, С.В. Кононцев / Збірник наукових праць «Вісник РДТУ», Випуск 3 (16), Рівне. – 2002. – 365 С.
5. Matsche N. Die biologische phosphorentfernung mit dem belebungskerfahren am beispiel von klarahlagen im eihzugsgebiet des neusiedler sees / N. Matsche, G. Usrael, C. Ludwig // Osterreichische Wasserwirtschaft. – 1982. – 34. – № 9–10. – С. 219–227.
6. Шевченко Т.А. Основные факторы, влияющие на выбор типа реагента при удалении соединений фосфора из бытовых сточных вод // Т.А. Шевченко / «Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво»: Міжвідомчий науково-технічний збірник, Вип. № 34, 2009. – Рівне: НУВГП, 2009. – С. 303-308
7. Дегтерева Л.И. Кинематика процессов аммонификации, нитрификации, денитрификации // Л.И. Дегтерева, Т.А. Шевченко / «Коммунальное хозяйство городов»: Научно-технический сборник. Вып. 93 – К.: «Техника», 2010. – С. 156 – 161
8. Душкин С.С. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография / С.С. Душкин, А.Н. Коваленко, М.В. Дегтярь, Т.А. Шевченко. – Х.: ХНАГХ, 2011. – 146 с.