
БУДІВНИЦТВО, ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА КОМУНІКАЦІЇ

УДК 628.316.6.094.3

І. М. Іванова, д.т.н., професор,
О. О. Шевченко, здобувач**ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НІТРИ-ДЕНІТРИФІКАЦІЇ ДЛЯ
ЕФЕКТИВНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД**

У статті розглянуто можливість ретехнологізації діючих очисних споруд з метою максимального видалення біогенних елементів. Представлені технології нітри-денітрифікації та дефосфатизації.

Ключові слова: нітри-денітрифікація, біогенні елементи, аеробні процеси, анаеробні процеси, фосфоракумулюючі організми.

І. Н. Іванова, д.т.н., професор,
О. А. Шевченко, соискатель**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НИТРИ-ДЕНИТРИФИКАЦИИ ДЛЯ
ЭФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

В статье рассмотрена возможность ретехнологизации действующих очистных сооружений с целью максимального удаления биогенных элементов. Представлены технологии нитри-денитрификации та дефосфатизации.

Ключевые слова: нитри-денитрификация, биогенные элементы, аэробные процессы, анаэробные процессы, фосфораккумулирующие организмы.

I. M. Ivanova, doctor of technical sciences, professor,
O. O. Shevchenko, applicant for a candidate of sciences**THE USE OF NITRO-DENITRIFICATION TECHNOLOGY
FOR EFFECTIVE SEWAGE TREATMENT**

The article deals with the possibility of the retechnologisation of current treatment facilities in order to maximize removal of biogenic elements. The authors present nitro-denitrification and dephosphatisation technologies.

Keywords: nitrification, denitrification, biogenic elements, aerobic processes, anaerobic processes, organisms, phosphorus accumulating organisms.

Актуальність теми дослідження. Охорона водних ресурсів від забруднення є однією з актуальних проблем збереження довкілля. Особливе занепокоєння викликає надлишковий вміст у водних об'єктах біогенних елементів, які потрапляють разом з недостатньо очищеними водами комунальних підприємств, спричиняють активний приріст біомаси і, як наслідок, – евтрофікацію водойм. Розробка нових вискоєфективних технологічних схем очистки води на існуючих очисних спорудах, а також удосконалення існуючих схем очистки стоків є одним із способів вирішення проблеми скиду недостатньо очищених стічних вод у водні об'єкти. Застосування технології нітри-денітрифікації в поєднанні з дефосфатизацією вимагає вдосконалення біологічної очистки стоків за допомогою створення умов чергування аеробного та анаеробного процесів очистки [1].

БУДІВНИЦТВО, ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА КОМУНІКАЦІЇ

Постановка проблеми. Практично всі діючі очисні споруди на території України не забезпечують необхідний ступінь очистки стічних вод від сполук азоту і фосфору. Ретехнологізація очисних споруд на стадії біологічної очистки є одним із можливих способів ефективного видалення біогенних елементів.

Аналіз досліджень і публікацій. Останнім часом особливе занепокоєння викликає проблема забруднення довкілля азотом і фосфором. Потрапляння у водойми фосфору та азотовмісних речовин впливає на ріст і розвиток синьо-зелених водоростей, бактерій, що призводить до евтрофікації водойм. Відбувається неконтрольований приріст біомаси, що призводить до різкої зміни трофічного стану водойм, як наслідок, процесів гниття, каламутності. При розкладанні водоростей у великих кількостях виділяється метан, аміак, сірководень. Біомаса фітопланктону під час «цвітіння» збільшується до $2,5 \div 10,0 \text{ г/см}^3$, тоді як в оліготрофних водоймах вона в нормі складає $0,1 \div 0,4 \text{ мг/дм}^3$ [2]. Надлишковий вміст азотовмісних речовин призводить до зниження рівня кисню у водних об'єктах, а також погіршує ефективність перебігу біологічних процесів у водоймах та на станціях очистки води.

Значна кількість фосфатів та нітратів надходить у водойми в результаті недостатньої очистки стічних вод. На очисних спорудах, побудованих 30-40 років тому, протягом десятиліть враховувались лише два показники ефективності очистки стоків: БСК_{пов} і взважені речовини, але не передбачалась очистка стічних вод від біогенних елементів [3].

Постановка завдання. У роботі ставиться завдання провести аналіз практичного досвіду роботи біологічної очистки стічних вод на базі Чернігівських комунальних очисних споруд та виявити можливі способи реконструкції споруд біологічної очистки з метою ефективною очистки стоків від біогенних елементів.

Виклад основного матеріалу. Аналітична частина даної наукової роботи полягала у визначенні основних джерел забруднення та розробленні рекомендацій щодо зменшення розвитку негативних процесів і вдосконаленні роботи комунальних очисних споруд м. Чернігів з використанням практичного досвіду КОС за період 2006-2009 роки та тематичних публікацій.

Гранично допустима концентрація, яка регламентована вимогами до складу і властивостей стічних вод, які скидаються до системи каналізації міста за фосфором, становить $3,0 \text{ мг/дм}^3$. Фактично, стічна вода, яка надходить на очистку, має концентрацію фосфору в середньому за 2009 рік – $26,0 \text{ мг/дм}^3$, за азотом амонійним – $43,4 \text{ мг/л}$. У порівнянні з 2006 роком концентрація фосфатів у стоках збільшилась приблизно на 40 % і становила $15,7 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 1), азоту амонійного – на 16 % і становила $34,9 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 2).

На основі рис. 1 та рис. 2 можна зробити висновок, що з кожним роком концентрація біогенних елементів у стічних водах збільшується через збільшення використання миючих синтетичних засобів, які містять фосфор, найбільша концентрація розчинних фосфатів надходить саме з побутовими водами – 96 %.

Вміст сполук азоту в міських стічних водах становить близько 20-50 мг/л, в основному у вигляді аміака або виробничого амонія, а також органічних речовин, які легко перетворюються в амоній [1].

БУДІВНИЦТВО, ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА КОМУНІКАЦІЇ

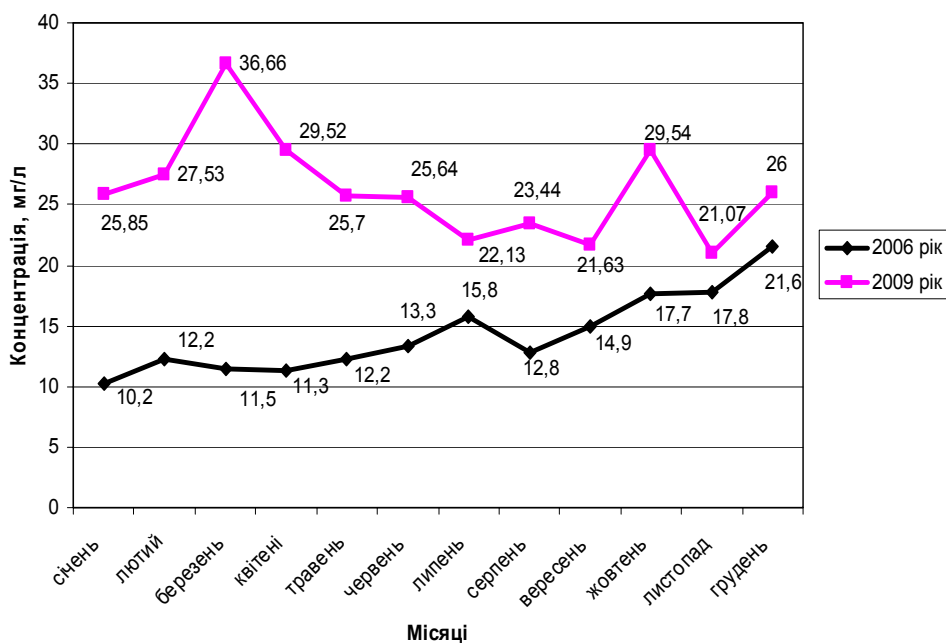


Рис. 1. Зміна концентрації фосфатів на вході КОС м. Чернігова за роками

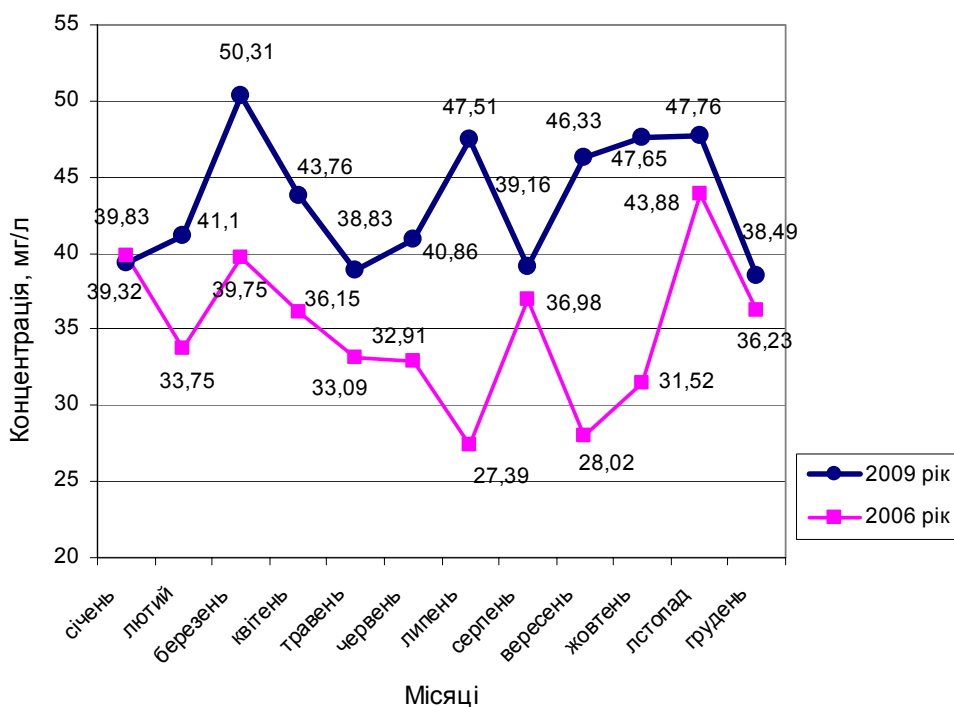


Рис. 2. Зміна концентрації азоту амонійного на вході КОС м. Чернігова у 2006 і 2009 рр.

БУДІВНИЦТВО, ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА КОМУНІКАЦІЇ

За даними гідрохімічного контролю річки Білоус в створі 4 км нижче скиду з очисних споруд КП "Чернігівводоканал", який здійснювався державним управлінням охорони природного середовища в Чернігівській області, встановлено перевищення вмісту фосфатів у воді у 22,7 ГДК, азоту амонійного – 5,08 ГДК. [4].

Оскільки будівництво нових очисних споруд потребує значних фінансових витрат і часу, то необхідно розглянути способи ретехнологізації діючих очисних споруд на стадії біологічної очистки з метою ефективного видалення біогенів до норм ГДК.

Біологічне видалення фосфору можна поєднати з процесом нітриденітрифікації в реакторі з активним мулом. Для функціонування процесу біологічного видалення фосфору і аеробного окислення органічних речовин мікроорганізми повинні знаходитись по чергово в аеробних та анаеробних умовах [1]. Обов'язковою умовою біологічного видалення фосфору є наявність легкорозчинних органічних речовин. 1 кг розчинного фосфору можна видалити при використанні 20 кг ХСК (хімічного споживання кисню) легкорозчинної речовини. При потраплянні нітрату в анаеробний реактор деяка кількість легкорозчинних органічних речовин буде витрачена на денітрифікацію. Витрата складає приблизно 4-6 кг ХСК/кг $NO_3^- - N$ [1].

Біологічне окислення амонію (нітрифікація) потребує значної кількості кисню. У міських стічних водах його вміст становить лише 40 % від необхідного. Для видалення азоту із стоків шляхом денітрифікації необхідна обов'язкова нітрифікація. У процесі біологічної денітрифікації нітрат перетворюється на вільний азот, попередньо окиснений до нітрата, який потім відновлюється до газоподібного азоту [1].

Один із способів застосування технології нітри-денітрифікації полягає в створенні ступінчатої схеми очистки стоків, без внутрішньої рециркуляції [3]. Згідно з цією схемою стічні води подаються в два або більше реакторів, кожний з яких має зону перемішування і зону аерації. Зворотній мул подається в зону перемішування першого реактора. Туди ж подається частина стічної рідини. Далі суміш мулу і стічної рідини надходить у зону аерації першого реактора. У зону перемішування другого реактора подається мулова суміш з зони аерації першого реактора і друга частина стічної рідини. З цієї зони мулова суміш подається в зону аерації другого реактора. Залежно від усталеного режиму зони перемішування можуть бути безкисневими або анаеробними. Від ефективності підтримання режиму перемішування залежить ефективність видалення азоту і фосфору.

Перемішування активного мулу і стічної рідини можна здійснювати механічними мішалками або повітрям. Пневматичне перемішування призводить до додаткового розчинення кисню і зниження ефективності денітрифікації та селекції бактерій, що акумулюють фосфор.

Реалізація ступінчатої схеми нітри-денітрифікації залежить як від конструкції самого аеротенка, так і від технологічних параметрів.

Технологія ступінчатої денітрифікації працює наступним чином: стічні води та активний мул подаються в початок аеротенка, де організована зона денітрифікації (анаеробна). У цій зоні відбувається відновлення денітрифікуючими бактеріями нітратів і нітритів, які прийшли зі стічними водами і активним мулом, до молекулярного азоту. Цей процес відновлення нітратів і нітритів протікає при нестачі кисню і наявності органічних речовин, які не містять азоту, що приходить зі стічними водами. На окислення цих органічних речовин і витрачається кисень нітратів і нітритів. При цьому азот виділяється в атмосферу у вільному вигляді.

БУДІВНИЦТВО, ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА КОМУНІКАЦІЇ

Пройшовши зону денітрифікації, мулова суміш потрапляє в зону нітрифікації (аеробну), де відбувається перетворення нітрифікуючими бактеріями амонійних солей у нітриту та нітрата, які засвоюються бактеріями. Далі мулова суміш, насичена нітритами і нітратами, знову потрапляє в зону денітрифікації. Сюди ж подається ще частина стічних вод, що дозволяє денітрифікуючим бактеріям відновити нітриту та нітрата до молекулярного азоту. Після цього мулова суміш знову потрапляє в аеробну зону, де відбувається окислення залишкових органічних домішок і сполук азоту.

При проходженні муловою сумішшю кисневих та безкисневих зон відбувається використання фосфору для приросту біомаси активного мулу і накопичення фосфору в біомасі ФАО (фосфоракумулюючих організмів) при чергуванні аеробних та анаеробних умов.

Ця система є особливо привабливою для реконструкції трьохкоридорних аеротенків. Система ступінчатої денітрифікації дозволяє використовувати вже побудовані резервуари аерації. На Чернігівських КОС запроєктовані саме трикоридорні аеротенки-змішувачі, де перший коридор виділено під регенерацію активного мулу. Реконструкцію можна проводити поступово, по одному аеротенку, без відключення всіх споруд [3].

Висновки.

1. Забруднення водних ресурсів азотовмісними сполуками і фосфатами, викликане переважно господарсько-побутовими стоками, є одним із небезпечних показників на рівні з хімічним забрудненням.

2. Аналіз літературних даних та практичного досвіду виявляє необхідність реконструкції очисних споруд на стадії біологічної очистки (аеротенк-вторинний відстійник) зі встановленням режимів чергування зон аерації і зон безкисневого перемішування стоків.

Література

1. Хенцэ М. Очистка сточных вод / М. Хенцэ. – М.: Мир, 2009. – 480 с.
2. Жмур Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М.: Луч, 1997. – 118 с.
3. Щетинин А.И. Опыт реконструкции очистных сооружений с применением технологии нитри-денитрификации / А. И. Щетинин, Ю.М. Мешенгиссер, М.А. Есин, Б.Ю. Малбиев, А.А. Реготун // Водопостачання і водовідведення. - 2011. – № 3. – С. 41-49.
4. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2009 рік. – Чернігів, 2010. – 270 с.

Надійшла 18.11.2011 р.