

УДК 648.543

В.А.КОВАЛЬЧУК, д-р техн. наук

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

БІОЛОГІЧНА НІТРИФІКАЦІЯ-ДЕНІТРИФІКАЦІЯ У СТІЧНИХ ВОДАХ ІЗ ВИСОКИМИ КОНЦЕНТРАЦІЯМИ АМОНІЙНОГО АЗОТУ

Розглянуто можливість застосування біологічної нітрифікації-денітрифікації для видалення амонійного азоту із гнойових стоків свинарських комплексів.

Рассмотрена возможность использования биологической нитрификации-денитрификации для удаления аммонийного азота из навозных стоков свиноводческих комплексов.

The possibility of biological nitrification-denitrification using for ammonia removal from pig manure wastewater considered .

Ключові слова: гнойові стоки свинарських комплексів, амонійний азот, біологічна нітрифікація-денітрифікація.

Міські стічні води характеризуються порівняно невисокими концентраціями амонійного азоту, які зазвичай знаходяться у межах 15-60 мг/дм³. Видалення амонійного азоту із міських стічних вод здійснюють шляхом біологічної нітрифікації-денітрифікації. При цьому найчастіше використовують схему Людчака-Етінгера із попередньою денітрифікацією у спеціально влаштованій аноксидній зоні, чотириступеневий процес BARDENPHO, процес АЛЬФА тощо [1].

Концентрації амонійного азоту у висококонцентрованих стічних водах м'ясопереробних підприємств досягають 30-180 мг/дм³. Виробничі дослідження процесу біологічного видалення амонійного азоту із цієї категорії стічних вод здійснювали в аеротенках-відстійниках підвищеної гідравлічної висоти (6-10 м) із поверхневою струминною аерацією конструкції НУВГП [4]. Особливість конструкції аеротенків-відстійників дозволяє підтримувати у них підвищені дози активного мулу і тим самим збільшити окислювальну потужність, а, головне, створити у нижній частині аноксидну зону, що створює можливість для видалення амонійного азоту шляхом симультанної нітрифікації-денітрифікації.

Оцінку ефективності симультанного видалення амонійного азоту і його порівняння з іншими схемами біологічної нітрифікації-денітрифікації здійснювали на основі визначення «окислювальної потужності за азотом амонійних солей» – кількості азоту амонійних солей (N) у грамах, видаленої шляхом нітрифікації-денітрифікації протягом доби у розрахунку на 1 м³ об'єму аеротенка. Її встановлювали на основі матеріального балансу сполук азоту (у формі амонію, нітритів і нітратів) до та після біологічної очистки. Через невисоку концентрацію завислих речо-

вин у стічних водах, що надходять на біологічну очистку, амоніфікацію органічного азоту не враховували. Вилучення амонійного азоту шляхом асиміляції активним мулом визначали за знятою БПК_{повн}, вміст азоту у беззольній речовині мулу приймали рівним 5% [5].

Для чотирьох м'ясопереробних підприємств, на яких досліджувався процес симультанної нітрифікації-денітрифікації, встановлено, що із зростанням об'ємного навантаження за ХПК від 0,52 до 2,61 кг/(м³·добу) збільшується окислювальна потужність аеротенків за азотом амонійних солей (від 5,1 до 90,8 г N/(м³·добу)). Шляхом симультанної нітрифікації-денітрифікації із стічних вод видалялося від 22 до 71 % азоту амонійних солей, а середні для підприємств залишкові концентрації амонійного азоту становили при цьому 1-14,2 мг/дм³.

Однак, для багатьох категорій промислових стічних вод концентрація амонійного азоту у десятки і навіть сотні разів перевищує його вміст у міських стічних водах. Це, зокрема, стічні води підприємств м'ясопереробної промисловості, тваринницьких комплексів, гідролізо-дріжджових та біохімічних заводів, деяких інших підприємств (таблиця).

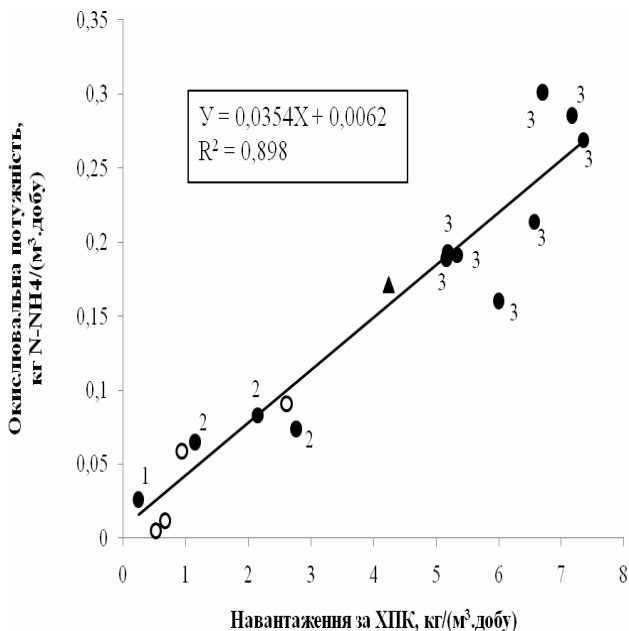
Вміст амонійного азоту, характерний для деяких категорій стічних вод

Назва виробництва або технологічного процесу	Концентрація амонійного азоту, г N/ дм ³	Література
Анаеробне зброджування осадів	0,6-0,8	[1]
Коксування вугілля	0,45-4,1	[2]
Нафтопереробка	0,02-0,9	[2]
Газифікація вугілля	1-2,5	[2]
Виробництво добрив	0,2-1	[2]
Виробництво синтетичного волокна	0,8	[2]
Свиноферми	2,3	[2]
Ферми ВРХ	0,5-2,3	[2]
Переробка тваринних відходів	0,8	[2]
Перегонка вина	0,1-0,4	[2]
Виробництво вибухових речовин	1,5	[2]
Виробництво скла	0,3-0,65	[2]
Фармацевтичне виробництво	0,48	[2]
Гідролізо-дріжджові заводи	0,9-1,7	[3]

В останні роки в Україні спостерігається стрімке будівництво свинарських комплексів, гнойові стоки яких містять значні кількості амонійного азоту. Екологічно найбільш прийнятним методом утилізації гнойових стоків є їх внесення у ґрунт при навантаженнях за азотом (N), що не перевищують 200 кг/(га·рік) [6]. Однак, через відсутність необхідних площ земельних угідь для утилізації гнойових стоків, доцільно оцінити можливість видалення амонійного азоту із них методом біологічної

нітрифікації-денітрифікації.

На рисунку наведено складену за літературними даними залежність між навантаженням за ХПК і окислювальною потужністю аеротенків за азотом амонійних солей (N), яка описує процес видалення амонійного азоту із гнойових стоків декількох підприємств із вирощування свинини [8-10]. Для порівняння, на цьому ж рисунку наведено власні результати, отримані при очистці стічних вод м'ясопереробних підприємств, а також при очистці гнойових стоків ферми із вирощування ВРХ.



Залежність між навантаженням за ХПК і окислювальною потужністю аеротенків за азотом амонійних солей (N), отримана для процесу симультанного видалення амонійного азоту із стічних вод м'ясопереробних підприємств (○) [4], процесу видалення амонійного азоту із гнойових стоків ферми із вирощування ВРХ (▲) методом переривчастої аерації [7] та гнойових стоків декількох підприємств із вирощування свинини (●) при видаленні амонійного азоту методами: - нітрифікації-денітрифікації в SBR (точка 1) [8]; - роздільної нітрифікації-денітрифікації (точки 2) [9]; - симультанної нітрифікації-денітрифікації (точки 3) [10]

Як видно з рисунка, не дивлячись на застосування різних методів нітрифікації-денітрифікації, із збільшенням навантаження за ХПК лінійно зростає окислювальна потужність аеротенків за азотом амонійних солей (N) ($R^2 = 0,898$). При збільшенні навантаження з 0,24 до 7,35 кг

ХПК/(м³.добу) окислювальна потужністю аеротенків за азотом амонійних солей зростає з 0,016 до 0,268 кг N/(м³.добу) або більш ніж у 16 разів. Дані, отримані при видаленні амонійного азоту із стічних вод м'ясопереробних підприємств шляхом симультанної нітрифікації-денітрифікації, а також результати видалення амонійного азоту із гнойових стоків ферми із вирощування ВРХ методом переривчастої аерації, добре кореспондуються з даними, отриманими на гнойових стічних водах підприємств із вирощування свинини.

Як відомо [11, 12], при перевищенні певних концентрацій аміак та нітриту є інгібіторами процесу нітрифікації. При денітрифікації, підвищені концентрації нітриту можуть інгібувати власне процес денітрифікації, однак при менших концентраціях нітриту їх окислення інгібується власне нітратами. Наведені на рисунку результати отримані при початкових концентраціях азоту амонійних солей (N), відповідно, 621 мг/дм³ (точка 1), 1160-1581 мг/дм³ (точки 2) і 2300-3400 мг/дм³ (точки 3). Таким чином, можна стверджувати, що застосування методів нітрифікації-денітрифікації в SBR, роздільної і симультанної нітрифікації-денітрифікації дозволяє ефективно видаляти амонійний азот із гнойових стоків підприємств із вирощування свинини без помітного інгібування перелічених процесів. Власне такий само висновок зроблений і у роботі [13] при дослідженні процесів нітрифікації-денітрифікації у стічних водах від свиноферми із концентрацією азоту амонійних солей (N) 1560 мг/дм³ і на модельних стічних водах із концентрацією азоту амонійних солей (N) 500-3000 мг/дм³.

Наведені вище результати підтверджують можливість видалення амонійного азоту шляхом біологічної нітрифікації-денітрифікації із висококонцентрованих гнойових стоків свинарських комплексів. Для цього може бути застосована технологічна схема, яка передбачає розділення гнойових стоків на фракції у шнекових сепараторах, флотаційну очистку рідкої фракції із наступним видаленням амонійного азоту методом симультанної нітрифікації-денітрифікації в аеротенках-відстійниках підвищеної гідравлічної висоти конструкції НУВГП. За такою технологічною схемою нині розпочато проектування очисних споруд для одного із сучасних свинарських комплексів. Будівництво очисних споруд і їх введення в експлуатацію планується здійснити у 2013 році.

Підсумовуючи сказане вище, можна зробити висновки:

1. На основі аналізу літературних даних встановлена лінійна залежність між навантаженням за ХПК і окислювальною потужністю аеротенків за азотом амонійних солей (N) при біологічній нітрифікації-денітрифікації гнойових стоків свинарських комплексів ($R^2 = 0,898$).

2. При початкових концентраціях азоту амонійних солей (N) у межах 621-3400 мг/дм³ не спостерігається будь-яке помітне інгібування процесів нітрифікації-денітрифікації в SBR, роздільної і симультанної нітрифікації-денітрифікації.

3. Запропонована технологічна схема очистки гнойових стоків свилярських комплексів передбачає розділення гнойових стоків на фракції у шнекових сепараторах, флотаційну очистку рідкої фракції із наступним видаленням амонійного азоту методом симультанної нітрифікації-денітрифікації в аеротенках-відстійниках підвищеної гідравлічної висоти конструкції НУВГП.

1.Ковальчук В.А. Очистка стічних вод / В.А. Ковальчук. – Рівне: Рівненська друкарня, 2002. – 622 с.

2.Moussa V.S. Nitrification in Saline Industrial Wastewater: Dissertation for The Degree Doctor of Philosophy / V.S. Moussa / Delft University of Technology, Delft, Netherland, 2004. – 176 p.

3.Громозова Е.Н. Перспективы использования дрожжевых грибов в обработке последрожжевой бражки / Е.Н.Громозова, В.С.Подгорский, О.П.Синев, В.А.Ковальчук // Химия и технология воды. – 1990. – № 8. – С.342-347.

4.Ковальчук В.А. Процеси нітрифікації-денітрифікації в аеротенках-відстійниках підвищеної гідравлічної висоти / В.А. Ковальчук // Науковий вісник будівництва. Вип.63. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – С.393-400.

5.Яковлев С.В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С.В. Яковлев, Т.А. Карюхина. – М.: Стройиздат, 1980. – 200 с.

6.ВНТП-АПК-09.06. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. Відомчі норми технологічного проектування. Видання офіційне. Міністерство аграрної політики України. – К., 2006. – 100 с.

7.DeBusk Jo A. Conservation of Nitrogen via Nitrification and Chemical Phosphorus Removal for Liquid Dairy Manure: Thesis submitted for the degree of Master of Science In Biological Systems Engineering Virginia Polytechnic Institute and State University November 27, 2007 Blacksburg, VA. – 165 p.

8.Bortone G. Integrated anaerobic/aerobic biological treatment for intensive swine production / G. Bortone // Bioresource Technology. – 2009. – Vol. 100. – P.5424–5430.

9.Frederick D.G. Application of Anoxic/Aerobic (A/A) Biological Treatment to Swine Wastewater: A Thesis Submitted for the degree of Master of Science in Biological and Agricultural Engineering / D.G. Frederick // University of Southwestern Louisiana, 2002. – 48 p.

10.Svoboda I.F. Nitrogen Removal from Pig Slurry by Nitrification and Denitrification / I.F. Svoboda // In Proceedings of the 7th International Symposium on Agricultural and Food Processing Wastes, June 1995, Chicago, USA. – 10 p.

11.Greatorex J.M. Continuous Aerobic Processing of Piggery Effluent - a New Approach TO Quantifying the Fate of the Nitrogen Component: A thesis submitted for the degree of Ph.D / J.M. Greatorex // University of Birmingham, England, 1995. – 174 p.

12.Breisha G.Z. Bio-removal of nitrogen from wastewaters - A review / G. Z. Breisha // Nature and Science. – 2010. – № 8(12). – P.210-228.

13.Mahne I. Nitrification-Denitrification in Nitrogen High-Strength Liquid Wastes / I. Mahne, A. Princic, F. Megusar // Water Research. – 1996. – Vol. 30. – No. 9. – P.2107-2111.

Отримано 24.07.2012