

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТОКІВ ВІД СПОЛУК НІТРОГЕНУ

© Савчук Л.В., 2012

Наведено результати експериментальних досліджень процесів усунення з побутових стоків сполук Нітрогену біологічними методами. Встановлено, що для досягнення вмісту азоту в очищених стоках у кількостях, допустимих для скидання в довкілля, біологічне очищення слід проводити в анаеробно-аноксидно-аеробних умовах.

Ключові слова: стічні води, сполуки Нітрогену, біологічне очищення, аеробні процеси, аноксидні процеси, анаеробні процеси.

The results of experimental researches of removal from domestic wastewater nitrogen compounds biological methods. Found that to achieve nitrogen in treated wastewater in amounts acceptable for discharge into the environment, biological treatment should be carried out in anaerobic-aerobic-anoksydno conditions.

Keywords: wastewater, nitrogen compounds, biological treatment, aerobic processes anoksydni processes, anaerobic processes.

Вступ

Україна належить до держав з низькою природною забезпеченістю водними ресурсами, якість яких з кожним роком погіршується. Природні водойми, особливо поверхневі, перетворилися на концентровані розчини, які містять в колоїдному і розчиненому вигляді органічні сполуки, важкі метали, пестициди, стимулятори росту, барвники, отрутохімікати, вибухові речовини і таке інше. Така ситуація зумовлена скиданням неочищених та недостатньо очищених стічних вод у довкілля і відсутністю водоохоронних зон та прибережних захисних смуг водних об'єктів. Значну частку в цих скидах становлять комунальні стоки через фізичне та моральне зношення очисних споруд і відсутність коштів на їх будівництво, ремонт та реконструкцію. Внаслідок тривалої експлуатації без необхідного поточного ремонту робота очисних споруд погіршилася, негативно вплинувши на показники якості очищення і, відповідно, склад очищених вод. Крім того, за останні 20–30 років змінився якісний і кількісний склад стоків, що негативно позначилося на якості їх очищення, і відповідно, залишковому вмісті забрудників у очищеній воді. У природних водоймах значно збільшився вміст сполук Нітрогену та Фосфору (біогенних елементів), які погіршують якість природних вод: розвиваються синьо-зелені водорості, зменшується, практично до повної відсутності, кількість розчиненого кисню, ускладнюються і дорожчають технології підготовки води господарсько-побутового призначення, заростає берегова зона рік, тобто погіршуються умови рекреації. Сьогодні у більшості водойм спостерігається антропогенне евтрофування. Тому недопущення вмісту великої кількості біогенних сполук в очищених стічних водах є важливою проблемою сьогодення.

Постановка проблеми

Розвиток виробництва мінеральних добрив, миючих засобів і їх широке використання, відсутність локальних очисних споруд на птахофабриках, тваринницьких комплексах, переробних підприємствах харчової промисловості спричинили скидання у довкілля погано або загалом не очищених стоків з високим вмістом сполук Нітрогену і Фосфору. Сполуки Фосфору у вигляді поліфосфатів надходять до води переважно з мийними засобами, тому їх виловлюють, розробляючи мийні засоби нового покоління без вмісту цих сполук, а нітрати – з мінеральними добривами, відходами

переробних підприємств та життєдіяльності людини. У технологічних «класичних» схемах очищення, які передбачають аеробні процеси і за якими працюють комунальні очисні споруди України, від сполук Нітрогену позбавитися неможливо. У всьому світі ці сполуки вилучають біологічними процесами, незважаючи на відомі фізико-хімічні методи (електрохімічний, зворотного осмосу, сорбційні, іонообмінні, віддуванням), які є складними, дорогими, вимагають глибокого попереднього очищення і тому не знайшли широкого практичного використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Біологічні методи, які використовують у світі для усунення сполук Нітрогену, містять анаеробні, аноксидні і аеробні процеси. На черговість розміщення зон вищеназаних процесів впливає якісний і кількісний склад стічних вод і умови очищення. В Україні відсутній досвід використання технології «нітрифікації-денітрифікації» на реальних очисних спорудах та методики розрахунку цих процесів і споруд.

Тому **метою** наших досліджень було встановлення оптимальних умов проведення біологічних процесів очищення побутових стоків від сполук Нітрогену.

Експериментальні дослідження

Всі дослідження проводили в лабораторії Львівських комунальних очисних споруд (ЛМКОС) на лабораторній установці, яка складалася з трьох-чотирьох циліндричних пластикових прозорих ємностей місткістю 2 дм³, які компонували залежно від умов, в яких проводили дослідження. Крім того, в лабораторних умовах досліджували вплив іммобілізованої насадки типу «вія» на процеси очищення побутових стоків. Для цього пластикові ємності заповнювали цією насадкою. Для створення аеробних умов повітря подавали лабораторним компресором SONIC 9908 через фільтрові пластини, для підтримування анаеробних і факультативних мікроорганізмів в závisлому стані перемішували субстрат і мікрофлору лопатними мішалками, або крупнобульбашковою аерацією повітрям. Перед початком досліджень у стічних водах за загальновідомими методиками визначали: рН, окисно-відновний потенціал (ОВП), завислі речовини (ЗР), хімічне споживання кисню (ХСК), біологічне споживання кисню за п'ять днів (БСК₅), розчинений кисень, форми Нітрогену (амонійний, нітритний, нітратний). Ці ж показники визначали під час виконання кожного експерименту. Усереднений склад побутових стічних вод, характерний для ЛМКОС, наведено у табл. 1. Перевіряли отримані в лабораторних умовах результати, на блочній дослідно-промисловій установці загальним об'ємом 2 м³, яка містила анаеробно-аноксидно-аераційну зону і вторинний відстійник. Реактор встановлювали після первинного відстійника і він працював безперервно на реальних стоках протягом 3 місяців.

Таблиця 1

Якісні показники складу побутових стічних вод Львівських міських комунальних споруд

№ з/п	Показники	ГДК	Концентрація		
			мінімальна	максимальна	середня
1.	рН	6,5 – 9,0	6,78	7,42	7,23
2.	ОВП	-	18	- 86	- 78
3.	ЗР, мг/дм ³	≤ 15	88	273	120
4.	ХСК, мг О ₂ /дм ³	≤ 80	75	188	123
5.	БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	≤ 15	18,3	86,0	48,0
6.	NH ₄ ⁺ , мг /дм ³	≤ 0,2	35	94	48
7.	NO ₂ ⁻ , мг /дм ³	≤ 3,3	0,06	1,92	0,42
8.	NO ₃ ⁻ , мг /дм ³	≤ 45	0,33	11,00	5,5
9	Розчинений кисень, мг/дм ³	-	1,22	1,46	1,22

Практично всі очисні комунальні споруди України працюють в аеробних умовах. Але із зміною складу стоків аерацію проводять довше – використовують так звану продовжену аерацію. Зазвичай процес аерації триває понад три години. Склад стоків, як видно з наведених у табл. 1 даних, дуже різниться, і тому категорично стверджувати про якусь певну, визначену тривалість

очищення не доводиться. Тому для перевірки якості очищення стічних води біологічним методом з аерацією досліджували вплив тривалості аерації на загальний ступінь очищення і вилучення із стоків сполук Нітрогену. Про загальний ступінь очищення судили за зміною такого показника, як ХСК, а вплив тривалості очищення на зміну сполук Нітрогену перевіряли за вмістом амонійного, нітритного і нітратного Нітрогену. Тривалість дослідження – 12 годин, відбирали проби по годинно, результати досліджень наведено в табл. 2.

Як видно з наведених результатів, максимального очищення досягають протягом перших чотирьох годин ведення процесу. Ступінь вилучення забрудників (за ХСК) становить 59–60 %, подальше очищення призводить тільки до зменшення цього показника, тому відсутня потреба в збільшенні тривалості ведення процесу очищення понад 4 години. Щодо вилучення амонійного нітрогену, то протягом чотирьох годин ступінь вилучення досягав максимального значення (90–92 %), а потім різко зменшувався. Це пояснюється вивільненням Нітрогену з органічних розчинених речовин, які знаходяться і в стоках, і в зависі, з подальшим його і Нітрогену амонійним окисненням. Використання іммобілізованої насадки значно покращує показники процесу очищення, крім того, спостерігається загальне зменшення кількості сполук нітрогену в очищених стоках. Це свідчить про проходження одночасно з нітрифікацією процесу денітрифікації. Але і в разі проведення біологічного очищення з продовженою аерацією, і в разі використання іммобілізованої насадки очищення стоків від органічних забрудників і сполук Нітрогену є недостатнім. І якщо за невисоких значень забруднень (ХСК = 88...160 мг О₂/дм³) біологічним аеробним очищенням можна буде досягти гранично допустимих концентрацій, то навіть незначне зростання забруднення призведе до їх перевищення.

Таблиця 2

Результати дослідження впливу тривалості аерації на показники якості очищених стоків

№ з/п	Показники	ГДК	Тривалість досліджень, год.											
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
1.	Ступінь вилучення забруднень (за ХСК),%	-	35 - 39	41 - 43	52 - 54	59 - 60	56 - 59	55 - 57	54 - 56	53 - 55	51 - 53	53 - 54	53 - 55	52 - 54
2	Ступінь вилучення NH ₄ ⁺ ,%	-	71 - 73	80 - 82	91 - 93	90 - 92	52 - 54	53 - 55	44 - 46	42 - 44	40 - 42	44 - 46	42 - 44	40 - 44
3.	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	≤ 3,3	1,08	1,32	1,56	1,33	1,42	1,32	1,36	1,50	1,48	1,52	1,30	1,12
4.	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	≤ 45	11,0	13,0	10,0	11,0	11,0	11,0	10,0	11,0	10,0	8,0	9,0	8,0
В реакторах з іммобілізованою насадкою типу «вія»														
5.	Ступінь вилучення забруднень (за ХСК),%	-	43 - 45	47 - 49	54 - 56	62 - 65	66 - 69	73 - 75	72-75	73 - 75	72 - 75	73 - 75	73 - 75	72 - 74
6.	Ступінь вилучення NH ₄ ⁺ ,%	-	75 - 78	77 - 80	81 - 83	80 - 82	81 - 84	82 - 84	80 - 83	80 - 82	79 - 81	79 - 82	79 - 83	80 - 83
7.	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	≤ 3,3	0,48	0,57	0,58	0,68	0,82	0,88	0,91	0,99	1,02	1,06	1,23	1,08
8.	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	≤ 45	12,0	14,0	10,0	9,5	8,0	7,0	6,5	5,0	4,5	5,0	4,0	4,0

Отже, проведені дослідження показали, що аеробне біологічне очищення побутових стоків є недостатнім і не дає змоги досягати гранично допустимих значень сполук Нітрогену в очищеній воді. Тому подальші дослідження проводили з використання анаеробно-аноксидно-аеробних процесів.

У лабораторних умовах дослідили процес очищення побутових стоків на лабораторній установці, яка містила: анаеробний, аноксидний та аеробний реактори і вторинний відстійник. Загальний час проведення досліджень тривав від 12 до 25 годин. Для удосконалення процесу очищення, а саме для вилучення сполук Нітрогену, досліджували вплив рециркуляції надлишкового намулу в анаеробний (режим 1) і аноксидний (режим 2) реактори. Результати досліджень наведено в табл. 3.

**Результати досліджень процесів очищення побутових стоків
в анаеробно-аноксидно-аеробних умовах**

Показники	Початкові стоки	Анаеробні умови	Аноксидні умови	Аеробні умови	Очищені стоки
Режим 1					
XСК, мг/дм ³	187,2	189,2	149,2	52,8	24,0
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	83,0	119,0	108,0	2,80	0,50
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,58	0,50	0,40	0,45	0,35
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	2,00	1,50	1,67	66,0	57,00
Режим 2					
XСК, мг/дм ³	182,4	148,8	172,8	50,2	48,5
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	78	113,0	125,0	0,60	0,20
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,25	0,25	0,30	0,57	0,42
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	1,20	1,20	1,60	126,0	38,0
дослідно-промислова перевірка					
XСК, мг/дм ³	188,0	154,5	178,3	89,6	72,1
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	82,4	105,6	103,4	3,50	0,65
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,45	0,42	0,38	0,35	0,35
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	1,80	1,68	2,10	115,8	48,0

Як видно з результатів досліджень, за використання сукупності анаеробних, аноксидних та аеробних процесів в біологічному очищенні побутових стоків досягали значно кращих показників, ніж тільки аеробним очищенням. Повернення надлишкового намулу в анаеробну зону не дозволяє повністю усунути сполуки Нітрогену і досягти гранично допустимої його концентрації в очищених стоках. Водночас рециркуляція намулу в аноксидну зону дає змогу у відновних умовах використати Оксиген нітритів і нітратів для окиснення простих органічних сполук до вуглецю (IV) оксиду і вилучити отримані газоподібні сполуки Нітрогену (N₂O, NO) і Азот в атмосферу. Перевірка результатів лабораторних досліджень на дослідно-промисловій установці повністю підтвердила отримані результати.

Висновки

Показано, що якісного, повного очищення побутових стоків неможливо досягти під час біологічного аеробного очищення, навіть з використанням іммобілізованої насадки типу «вія». Для усунення сполук нітрогену до гранично допустимих концентрацій процеси очищення слід проводити в анаеробно-аноксидно-аеробних умовах з рециркуляцією намулу в аноксидну зону.