

Эпоян С.М., д-р техн. наук, Фомин С.С.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

Фомина И.Г.

Украинская научно-исследовательская организация экологических проблем (УкрНИОЭП)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИНТЕНСИФИКАЦИИ УДАЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА НА СООРУЖЕНИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОЗАВОДОВ

На предприятиях молочной промышленности в процессе переработки молока и мойки технологического оборудования, трубопроводов, тары и производственных помещений, образуются высококонцентрированные сточные воды, содержащие нерастворимые хлопья белковых веществ, частицы жира, растворимый молочный сахар, растворы белковых веществ, моющих и дезинфицирующих средств [1-3]. Высококонцентрированные сточные воды молокозаводов преимущественно загрязнены взвешенными веществами, органическими веществами, жирами, также в значительных концентрациях содержатся СПАВы, соединения фосфора и азота. Подробный состав сточных вод молокозаводов за последнее время представлен в работах [1-3]. Анализируя представленные данные можно сделать вывод, что преимущественно азот в сточных водах молокозаводов содержится в форме аммонийного азота с концентрациями от 50 до 150 мг/дм³, а в некоторых случаях и выше.

Практически все технологические схемы очистки сточных вод от биогенных элементов рекомендуется начинать с удаления азота [4], причем исключительно методом нитри-денитрификации. Большинство локальных очистных сооружений отрасли не предусматривают технологию нитри-денитрификации, и снимают незначительную часть азота перед сбросом сточных вод в систему водоотведения за счет чего резко увеличивают нагрузку на городские очистные сооружения. В результате таких действий городские сооружения канализации не всегда способны обеспечить нормы ПДС по содержанию соединений азота перед сбросом сточных вод в водный объект.

Поступление соединений азота и фосфора в водные объекты способствует процессам эвтрофикации водных объектов, что особенно важно, если водный объект используется в качестве источника питьевого водоснабжения [5]. Так отмершие водоросли и продукты метаболизма живых, значительно ухудшают органолептические свойства воды (появляется запах, ухудшается вкус, прозрачность, увеличивается концентрация взвешенных веществ) все это приводит к увеличению затрат обработки воды на станциях водоподготовки, которые расположены ниже по течению. Таким образом, удаление соединений азота на локальных очистных сооружениях молокозаводов является очень актуальной проблемой в Украине.

Целью данной работы было лабораторное исследование процессов удаления соединений азота из сточных вод молокозавода на биологических очистных сооружениях.

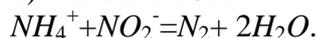
Одним из возможных решений данной проблемы является создание локальных сооружений очистки возвратных потоков от соединений азота с использованием альтернативной биотехнологии. Открытый в последние годы [6,7] автотрофный процесс ANAMMOX (английское сокращение от ANaerobicAM-MoniumOXidation, более адекватно переводимое на русский язык как аноксидное окисление аммония), основанный на способности автотрофных бактерий окислять аммонийный азот, используя нитриты в качестве акцептора электронов, является перспективным направлением решения этой проблемы. Процесс проводится в две стадии: частичной нитрификации,

для получения нитрита, и собственно реакция ANAMMOX: окисление аммония нитритом, проводимая бактериями порядка Planctomycetales. В процессе ANAMMOX происходит окисление аммонийного азота нитритом, используемым в качестве акцептора электронов. Молярное соотношение аммоний:нитрит составляет 1:1,32 [6,7]. Следовательно, ANAMMOX не является самостоятельным процессом, а протекает только в комбинации с частичной нитрификацией, которая обеспечивает достаточное количество нитрита. Процесс проводится в две стадии: частичной нитрификации, для получения нитрита, и собственно реакция ANAMMOX, окисление аммония нитритом:

1) частичная нитрификация:



2) ANAMMOX:



Таким образом, процесс ANAMMOX обладает двумя важными преимуществами перед процессом традиционной нитри-денитрификации:

-при проведении автотрофного процесса аноксидного окисления аммония источником углерода является CO_2 , присутствующий в сливных водах,

-проведение процесса ANAMMOX, через окисление аммония до нитрита, а не до нитрата позволяет существенно экономить электроэнергию и площадь под размещение очистных сооружений, что особенно важно в случаях установки локальных установок на территории промышленного предприятия.

Учитывая отечественный и зарубежный опыт в очистке сточных вод молокозаводов, в лаборатории городских и производственных сточных вод Украинского научно-исследовательского института экологических проблем была разработана модельная установка, комбинирующая в себе процессы усреднения, преаэрации и биологической очистки (рис. 1). Использование этих процессов в одном сооружении позволит существенно уменьшить объем комплекса локальных очистных сооружений, тем самым сократить пло-

щадь для их размещения, что важно, когда молокозавод расположен в условиях плотной городской застройки.

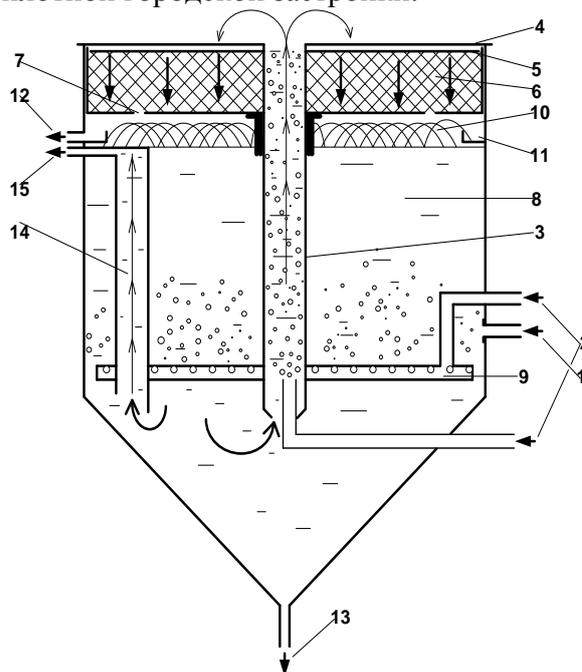


Рис. 1 - Схема экспериментальной установки по очистке сточных вод молокозаводов:

- 1 - трубопровод подачи сточной воды;
- 2 - трубопроводы подачи сжатого воздуха;
- 3 - эрлифт;
- 4 - крепление системы эрлифта;
- 5 - диск распределения сточных вод;
- 6 - слой вспененного пенополиуретана;
- 7 - отверстия отвода сточных вод;
- 8 - зона флотационно-биологической очистки;
- 9 - аэрационная система;
- 10 - флотопена;
- 11 - лоток отводящий флотопену;
- 12 - трубопровод отвода флотопены;
- 13 - трубопровод отвода осадка сточных вод;
- 14 - зона отстаивания сточных вод;
- 15 - трубопровод очищенных сточных вод.

Как видно из рис. 1, сооружение имеет цилиндрическую форму с конусообразным днищем при угле наклона 45° , что позволяет тяжелым механическим включениям скользить по стенкам конуса концентрироваться на дне конуса и выводиться из сооружения. Сточная вода, поступающая в сооружение через трубопровод (2), сразу усредняется по объему сооружения за счет перемешивания сжатым воздухом, поступающим через аэрационную систему (9). Далее, сточная вода эр-

лифтом (3) подається в верхню частину споруди і через розподільну систему (5) поступає в зону біологічної очистки (6), яка інтенсифікована за рахунок іммобілізації мікроорганізмів активного іла на матеріаленосителі. В якості матеріаленосителя застосовується вспенений пенополіуретан (ППУ) на основі простих поліефірів окиси пропілена. Вспенений пенополіуретан має ряд переваг перед іншими матеріалами носителями, а саме: стійкий до агресивного впливу мікроорганізмів активного іла, стійкий до механічного впливу, має пористу структуру, що сприяє хорошому прикріпленню мікроорганізмів. Використання іммобілізації дозволяє розвинути в споруді більш високі значення илового індексу, при цьому підвищується ефективність очистки, зокрема по органічним речовинам і біогенним елементам. Пройдя зону біологічної очистки, стічна вода через відвідні отвори нижнього диска потрапляє знову в зону флоатуючої очистки. Витрата стічної води, перекачуваної ерліфтом, значно більше об'єму стічної води, що поступає в споруду, за рахунок цього стічна вода проходить декілька циклів біологічної обробки, що підвищує ефективність очистки від органічних речовин, які піддаються біохімічному окисленню. Через аераційну систему (9) в споруду поступають дрібні бульбашки стиснутого повітря, що створює умови, близькі до роботи флоататора, легкі нерозчинні домішки вспливають наверх і збираються в збірний лоток (11) і відводяться з споруди по трубопроводу (12).

Також була розроблена установка з конструктивними елементами, яка дублює першу з виключенням використання шару матеріаленосителя, щоб активний іл знаходився в споруді в свободноплаваючому стані. Обидві установки були заповнені иловою сумішшю, вибраною з діючих очистних споруд г. Харківка з кон-

центрацією іла $3,5 \text{ г/дм}^3$. Установки працювали паралельно, при однакових навантаженнях на протязі 3-х тижнів на реальних стічних водах молокозавода. Вимірювання групи азоту контролювалися по истеченню 7 днів перебування активного іла в установках, що дозволило біомасі адаптуватися до характеру стічних вод.

Нижче наведені графіки рис. 2 трансформації сполучень азоту в установках в залежності від часу перебування стічних вод в спорудах. № 1 – установка з свободноплаваючим активним илом, № 2 – установка з прикріпленим біоценозом на матеріаленосителі.

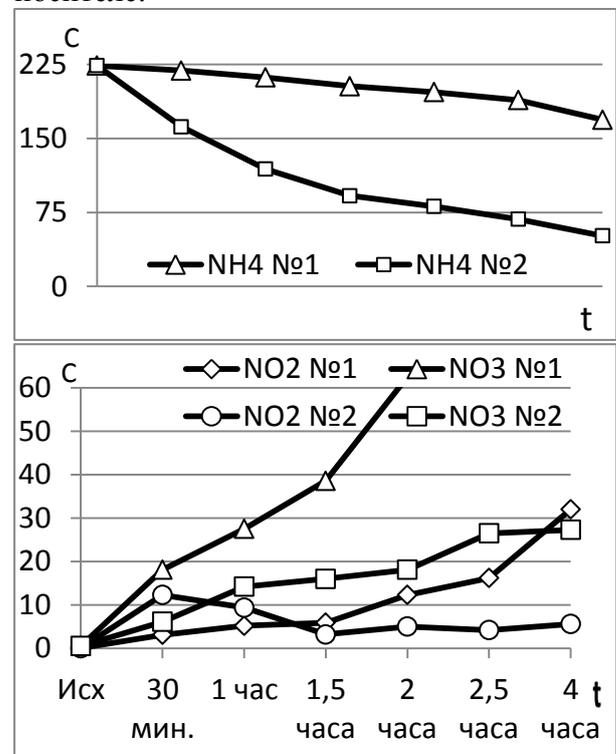


Рис. 2 – Трансформація сполучень азоту в лабораторних установках очистки стічних вод молокозаводів

Из представленных графиков видно, что процессы окисления аммонийного азота более интенсивно протекают в установке с иммобилизованным биоценозом. Учитывая то, что обе установки работали при одинаковых условиях справедливо предположить, что эффективное снижение аммонийного азота в установке № 2 – действие процесса ANAMMOX, благодаря чему эффективно снижается

концентрація аммонійного азота. Освоєння азота аммонія без протекання процесів нитрифікації в свою чергу зменшує концентрації нітритів і нітратів в сточних водах.

Таким образом, розроблена експериментальна установка біологічної очистки сточних вод молокозавода забезпечує ефективне зниження концентрації азота в одному спорудженні. Благодаря цьому значительно зменшуються земельні площі під розміщення локальних очистних споруджень і удешевляється технологія очистки сточних вод на підприємстві.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Трунов П.В., Луний С.В., Благодарная Г.И., Шевченко А.А. *Технология обработки высококонцентрированных сточных вод молокоперерабатывающих предприятий // Науковий вісник будівництва.* –ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – № 60. – С. 226-229
2. Горбань Н., Школьник Е., 1995. *Использование иммобилизованных микроорганизмов для повышения эффективности*
3. *очистки сточных вод: Химия и технология воды.* – Киев. - №4. – С. 444-448.
3. Эпоян С.М., Лукашенко С.В. *Применение эластичного пенополиуретана для очистки жиродержащих сточных вод мясомолочной промышленности // Науковий вісник будівництва.*- Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1999.- Вип. 6.- С. 148-151.
4. Залетова Н.А. *Очистка городских сточных вод от биогенных веществ: Автореф. дис. д-р техн. наук.* - М., 1999. – спец. - 05.23.04. – 20с.
5. Эпоян С.М., Горбань Н.С., Фомин С.С. *Анализ существующих методов очистки сточных вод // Науковий вісник будівництва.*- Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – Вип. 57. – С. 393 – 398.
6. Малдер, А., ван де Грааф, А.А., Робертсон, Л.А. и Куенен, Дж.Ж. (1995). *Анаэробное окисление аммония, обнаруженное в денитрифицирующем реакторе с кипящим слоем. FEMSMicrobiologyEcology, 16,177-184.*
7. Малдер, А. (2003). *Поиск технологий устойчивого удаления азота. Wat. Sci. Technol., 48(1), 67-75.*

УДК 628.35

Горносталь С.А., Петухова О.А.

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

В даний час важливою науково-технічною проблемою є захист водою від потрапляння в них органічних та мінеральних забруднень. Джерелом таких забруднень є комунальні та промислові стічні води, що утворюються в результаті технологічних процесів виробництва, переробки продукції та у процесі життєдіяльності людей [1]. Вивчення особливостей процесу біологічного очищення стічних вод в системі «аеротенк – вторинний відстійник», впливу різних факторів на якість очищення стічних вод, наукове обґрунтування та розробка методів підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод є завданням актуальним та своєчасним [2-4]. Для опи-

сання процесів, що відбуваються при біологічному очищенні стічних вод, використовується математичне моделювання [5-6]. Однак запропоновані раніше моделі не повністю враховують конструктивні особливості існуючих споруд і потребують подальшого розвитку та удосконалення.

Метою даного дослідження є перевірка адекватності запропонованої авторами моделі процесу біологічного очищення [7-8] процесам, що відбуваються в системі споруд «аеротенк – вторинний відстійник», шляхом порівняння результатів експериментальних вимірювань та теоретичних розрахунків.

Для досягнення поставленої мети було проведено експериментальне дослі-