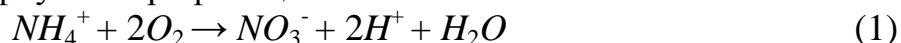


## Современные биотехнологии очистки воды от минеральных соединений азота

*М.В.Бескровная, Донецкий национальный университет*

Практически все – бытовые, промышленные, сельскохозяйственные – сточные воды (СВ) имеют в своем составе органические и/или неорганические азотсодержащие соединения. Самым дешевым, экологически безупречным, а поэтому наиболее часто применяемым методом очистки сточных вод является биологический. Традиционные технологические схемы удаления минеральных форм азота из сточных вод требуют участия двух микробиологических процессов – аэробную автотрофную нитрификацию



и анаэробную гетеротрофную денитрификацию:



Как следует из приведенных уравнений, эти два процесса характеризуются противоположными требованиями к присутствию растворенного кислорода. Влияние этого параметра на эффективность удаления азота из бытовых сточных вод было исследовано на действующей установке непрерывного действия по очистке бытовых сточных вод пгт. Новый Свет (Донецкая обл.). Показано, что в интервале  $[O_2]$  1.0-7.5 мг/л зависимость степени очистки от соединений азота носит экстремальный характер с максимумом в области концентраций кислорода 3-4 мг/л, при которых эффективность удаления азота достигает 85%.

Одновременное протекание двух различных по своей биохимической природе процессов объясняется участием ANAMMOX бактерий (ANaerobic AMMonium OXidation), причем необходимые для развития их сообщества анаэробные условия создаются в глубинных слоях флокул активного ила. Энергетическую основу жизнедеятельности таких бактерий составляет химическое превращение:



Таким образом, аммоний может быть окислен, выступая донором электронов в реакции денитрификации, причем свободная энергия такой реакции эквивалентна энергии процесса нитрификации.

Впервые нидерландскими учеными бактерии ANAMMOX были обнаружены в сооружениях биологической очистки сточных вод. Из биомассы активного ила очистных сооружений нами также был выделен данный вид бактерий.

В сравнении с классическими технологиями применение современных биотехнологий дает возможность снизить потребление кислорода от 25% до 60%, уменьшить или даже ликвидировать необходимость в добавлении органического углерода, уменьшить количество илов, значительно снизить выбросы парниковых газов, уменьшить капиталовложения в строительство реакторов и повысить эффективность удаления аммония до ~90%.

Нами был разработан и запатентован эффективный способ очистки воды от аммонийного азота с участием нитритации и ANAMMOX-процесса.

Для запуска биореактора брали искусственную сточную воду, состав которой следующий (ммоль/л):  $(NH_4)_2SO_2$  (1,5),  $NaHCO_3$  (0,5),  $KH_2PO_4$  (0,4). Для бо-

лее эффективного осуществления процесса очистки мы предварительно размещали полимерные волокнистые насадки типа "ВИЯ" в очистные сооружения для иммобилизации бактерий. Предложенная технология позволяет достичь очень высокой эффективности очистки СВ от минеральных соединений азота: за 35 часов эксперимента в лабораторном ANAMMOX-реакторе концентрация  $\text{NH}_4^+$  с 3 ммоль/л упала до нуля, образовавшихся нитратов на выходе из ANAMMOX-реактора осталось около ~5%, а нитриты вообще не были зарегистрированы. В дальнейшем в биореактор добавляли сточные воды из различных очистных сооружений. Ионы аммония и нитрита на выходе не наблюдались.

Таким образом, доказана важная роль открытых недавно бактерий ANAMMOX (реликтовых хемолитоавтотрофов) в процессах микробной очистки воды от минеральных соединений азота, а также предложен способ биологической очистки вод от  $\text{NH}_4^+$  с их участием. Впервые явление одновременной нитри-денитрификации (ОНД) объяснено возможностью существования в глубинных слоях флокул активного ила ANAMMOX-бактерий.