

УДК 628.313 : 543.34

В.А.ЮРЧЕНКО, д-р техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

И.В.КОРИНЬКО, д-р техн. наук

КП КХ «Харьвовкоммуночиствод»

НОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ПРИЕМЕ СТОЧНЫХ ВОД В ГОРОДСКУЮ КАНАЛИЗАЦИЮ

Для оценки нагрузки по азоту на биологические очистные сооружения контролировали концентрации неорганических азотсодержащих соединений и азота органического в сточных водах некоторых производств, в городских сточных водах, поступающих на очистные сооружения, и в динамике очистки в аэротенках.

Для оцінки навантаження за азотом на біологічні очисні споруди контролювали концентрації неорганічних азотвмісних сполук і азоту органічного в стічних водах деяких виробництв, у міських стічних водах, що надходять на очисні споруди, і в динаміці очищення в аеротенках.

For an estimation of nitrogen loading on biological treatment constructions the control of nonorganic nitrogen containing compounds and nitrogen organic concentration in sewage of some manufactures, in the city sewage acting on waste water treatment, and in treatment dynamics in aerotanks was made.

Ключевые слова: азотсодержащие соединения, нормирование, общий азот, нитрификация, денитрификация

Соединения азота поступают на очистные сооружения преимущественно в виде аммонийного азота, азота нитратов, азота нитритов и азота, связанного в органических соединениях. Экологическая опасность неорганических соединений азота чрезвычайно отличается: наиболее токсичными являются нитриты, наиболее безопасными нитраты, среднее положение занимает аммоний, что отражают ПДК для сброса этих азотсодержащих соединений в природные водоемы. Концентрация различных форм азота в сточных водах (СВ) непостоянна [1-3]. Уже в процессе их транспортирования концентрация азота органического несколько уменьшается в результате минерализации до азота аммонийного, концентрация которого в результат этого процесса несколько повышается, концентрация нитритов и нитратов снижается при восстановлении до газообразного азота, который выделяется из СВ (чем протяженнее канализационная сеть, тем глубже протекают эти процессы).

В процессе простой биологической очистки происходит минерализация органических азотсодержащих соединений с образованием азота аммонийного, концентрации $N-NH_4$ и $N_{орг}$ уменьшаются в про-

цессах ассимиляции активным илом. При глубокой биологической очистке с нитрификацией азот аммонийный окисляется до нитритов, а затем нитратов, концентрация $N-NH_4$ снижается, концентрация $N-NO_3$ ($N-NO_2$) повышается. При биологической очистке с нитрификацией и денитрификацией концентрация образованных при нитрификации нитратов кардинально снижается в результате микробиологического восстановления (денитрификации) до экологически безопасного соединения – газообразного азота.

Для достижения глубокого удаления азотсодержащих загрязнений из СВ и предотвращения эвтрофикации природных водоемов при эксплуатации канализационных очистных станций необходимо управлять трансформациями соединений азота, которая невозможна без контроля содержания ключевых азотсодержащих соединений и их соотношений в обрабатываемой сточной воде.

Цель настоящей работы – сравнение показателей содержания соединений азота, контролируемых в Украине и в зарубежных странах, фракционирование азотсодержащих загрязнений в сточных водах, поступающих и обрабатываемых на биологических очистных сооружениях г.Харькова.

Методы исследований:

- определение концентрации азота аммонийного, нитритов и нитратов по стандартным методикам в соответствии с требованиями нормативных документов Украины;
- определение азота по Кьельдалю в соответствии с рекомендациями специальной литературы (мокрое сжигание пробы с концентрированной серной кислотой на песчаной бане, отгонка с водяным паром и определение азота аммонийного с реактивом Несслера).

В настоящее время нормативными документами по качеству поверхностных и СВ в Украине контролируется три формы азота: аммонийный, нитритов и нитратов. В странах ЕЭС контролируют и четвертую форму азота – либо азот органический, либо азот общий (сумма $N-NH_4$, $N-NO_2$, $N-NO_3$ и $N_{орг.}$), либо азот Кьельдаля (сумма $N-NH_4$ и $N_{орг.}$) (табл.1). Контроль этого показателя предусмотрен в Проекте Федерального закона «О коммунальном водоотведении» Российской Федерации, а в настоящее время в странах СНГ ведется только в г.Санкт-Петербурге.

Объект исследований – СВ промышленных предприятий, городские сточные воды, поступающие на очистные сооружения, сточные воды из различных коридоров аэротенков.

Таблица 1 – Нормирование концентрации азотсодержащих соединений в водных средах

Водная среда	Концентрация N, мг/дм ³			
	общий	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
Сточные воды при сбросе в водоем (Украина)	не нормируется	1,8	0,1	9,5
Сточные воды при сбросе в водоем (страны ЕС, США, Канада)	15	1,8	0,1	8,5

В результате исследования СВ различных предприятий установлено, что азот органический и азот аммонийный в стоках металлообрабатывающего предприятия присутствуют в небольших концентрациях, не превышающих ПДС для канализационной сети г.Харькова (18 мг/дм³) (табл.2). В СВ молокоперерабатывающего предприятия концентрация аммонийного азота выше приблизительно в 5 раз, а азота органического – в 10 раз. Если учесть, что при биологической очистке основная масса азота органического минерализуется до азота аммонийного, то результирующая нагрузка на очистные сооружения по азоту аммонийному многократно превышает допустимую. Концентрация окисленных форм азота – нитритов и нитратов – в СВ этих предприятий низкая.

Таблица 2 – Концентрация различных форм азота в промышленных СВ

Сточные воды предприятий	Концентрация N, мг/дм ³			
	органический	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
Металлообрабатывающих	9,0-12,0	2,3-9,8	0-0,14	0-0,5
Молочных	56,0-121,0	10,6-22,0	0-0,28	0-0,4

За период проведения исследований (2008-2009 гг.) содержание N-N₄ на входе в городские очистные сооружения составляло 11,5-31,3, N-NO₃ – 0-0,4, N-NO₂ – 0,04-0,2, азота органического – 11,2-56,5 мг/дм³. Низкое содержание окисленных форм азота повышает экологическую опасность газообразных выбросов из канализационных сетей, способствует коррозии бетонных конструкций в сетях водоотведения и повышает риск нитчатого «вспухания» активного ила на биологических очистных сооружениях. Необходимы мероприятия, в том числе и соответствующие нормы для сброса промышленных сточных вод в городскую канализацию, которые бы способствовали повышению концентрации этих соединений в транспортируемых сточных водах. Доля органического азота (табл.3) в городских СВ, поступающих на биологическую очистку, составляла примерно 48%. В очищенных СВ его доля снижалась.

Как видно из приведенных данных, в процессе биологической очистки нитрификация захватывала как N-NH₄⁺, содержащийся в СВ,

так и $N-NH_4^+$, образовавшийся в результате минерализации $N_{орг}$. Остаточная концентрация $N_{орг}$ довольно высокая, что можно объяснить как резистентностью азотсодержащихся органических соединений к биологическому окислению, так и частичной минерализацией активного ила. Денитрификация в обследованных сооружениях практически не происходила.

Таблица 3 – Соотношение различных форм азота в поступающих и очищенных сточных водах (среднемесячные показатели)

Сточные воды	Концентрация N, мг/дм ³				Доля $N_{орг}$ в $N_{общ}$, %
	органический	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	
Поступающие на очистные сооружения	25,0	26,3	0,1	0,4	48,3
Очищенные	7,5	1,9	1,0	10,5	35,9
Норматив для очищенной воды	-	1,8	0,76	6,9	-

В целом по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В Украине концентрация $N_{орг}$ ($N_{общ.}$) в СВ до настоящего времени не контролируется. В СВ, поступающих на обследованные очистные сооружения, концентрация $N_{орг}$ составляла около 44% от общего N. Наиболее высокое содержание $N_{орг}$ установлено в СВ молочных предприятий.
2. Общая нагрузка на биологические очистные сооружения по азоту (сумме азота аммонийного и азота органического) в 3-6 раз превышает предельно допустимую для данных сооружений, рассчитанную по азоту аммонийному. Поэтому остаточная концентрация азота органического (в отдельных пробах и азота аммонийного) в очищенных СВ достаточно высокая.
3. При модернизации обследованных биологических очистных сооружений для обеспечения глубокого удаления соединений азота необходимо нормировать поступление азота органического на сооружения.
4. Для повышения эксплуатационной надежности и экологической безопасности водоотведения, снижения рисков развития нитчатого «вспухания» на биологических очистных сооружениях необходимо повышение концентрации нитритов/нитратов в сточных водах, транспортируемых канализационными сетями.

1.Очистка сточных вод: Пер. с англ. / Под ред. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. – М.: Мир, 2004. – 480 с.

2.Ягов Г.В. Контроль содержания соединений азота при очистке сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – №7. – С.1-6.

3.Юрченко В.А. Развитие научно-технологических основ эксплуатации сооружений канализации в условиях биохимического окисления неорганических соединений: Дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.04 / УГНИИ „УкрВОДГЕО”. – Харьков, 2007. – 426 с.

Получено 03.02.2010

УДК 621.1.192 : 62.192

А.Я.НАЙМАНОВ, д-р техн. наук, Ю.В.ГОСТЕВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

ВОЗМОЖНЫЕ НОРМЫ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Предлагаются величины нормативов надежности различных элементов систем водоснабжения и водоотведения.

Пропонуються величини нормативів надійності різних елементів систем водопостачання і водовідведення.

To offer the sizes the specifications of reliability various elements of the systems water supply and water removal.

Ключевые слова: надежность, нормы надежности, водоснабжение, водоотведение, водозаборы, насосные станции, водоводы, сети.

В настоящее время идет процесс пересмотра существующих нормативов строительства, разрабатываются новые строительные нормы с учетом в них элементов надежности сооружений и оборудования. В частности, изданы новые российская и украинская нормы проектирования тепловых сетей [1, 2], украинский ДБН по общим принципам обеспечения надежности в строительстве [3]. В них приведены нормативные величины вероятности безотказной работы и коэффициентов готовности элементов систем и сооружений.

Объекты водопровода и канализации отнесены к классу ответственности СС2, в то же время объекты жизнеобеспечения больших районов городской застройки и промышленных территорий рекомендовано относить к более высокому классу ответственности СС3 [3]. Для них категория ответственности элементов может быть принята Б и характерна вторая группа граничных состояний. В приложении В, таблица В.1 приведены целесообразные расчетные значения вероятности возникновения отказов, которые для класса СС2, категории Б и второй группы граничных состояний составляют $1 \cdot 10^{-4}$ ($P_i^{\text{ex}} = 1 \cdot 10^{-4}$) при стабильной расчетной ситуации. Тогда вероятность безотказной работы $P = 1 - P_i^{\text{ex}} = 0,9999$.

Эту величину можно принять в качестве вероятности безотказной работы элементов систем водоотведения и водоснабжения. Вся же