

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О мелиорации земель: Закон Республики Беларусь 23 июля 2008 г. № 423-3 принят Советом Республики 28 июня 2008 г.
2. О некоторых вопросах эксплуатации (обслуживания) и ведения государственного учета мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений: Постановление Совета Министров Республики Беларусь 10 июля 2009 г. № 920.
3. Годовой технический отчет по эксплуатации мелиоративных систем Брестской области за 2009 г. и 2006–2010 гг. / Государственное унитарное предприятие «Брестмелиоводхоз» – Брест.

УДК 628.35

Берцевич Е.А., Мисливец И.Ю.

*Научные руководители: доцент, к.т.н. Науменко Л.Е.,
ст. преподаватель Акулич Т.И.*

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УДАЛЕНИЯ АЗОТА И ФОСФОРА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ Г. БЕРЛИНА

Введение

В настоящее время проблема очистки сточных вод от биогенных элементов является актуальной задачей. В городских сточных водах концентрация соединений азота достигает 30–60 мг/дм³, фосфора общего – 15–20 мг/дм³. После сооружений традиционной биологической очистки концентрация азота снижается на 40%, фосфора на 15–30 %. Действующие очистные сооружения бытовых сточных вод не справляются с возросшей в последние годы антропогенной нагрузкой.

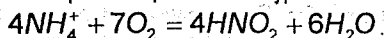
Присутствие соединений азота и фосфора в сточных водах вызывает в водоемах массовое развитие планктона, водорослей, появление привкусов и запахов воды, нарушение кислородного режима и нормальной жизнедеятельности гидробионтов, а в некоторых случаях их гибель, создает дополнительные трудности при очистке воды водоемов, используемой для хозяйственно-питьевых и производственных целей. Присутствие аммиака в водоеме оказывает сильное токсичное влияние на рыб, наличие соединений азота в питьевой воде вызывает онкологические и другие заболевания [1].

Действующим экологическим законодательством предъявляются высокие требования к очистке сточных вод от биогенных элементов.

Процессы нитрификации, денитрификации и дефосфатации при очистке городских сточных вод

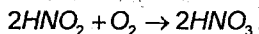
Наиболее распространенный метод глубокого удаления биогенных элементов из сточных вод базируется на традиционной биологической очистке с сочетанием аэробных и анаэробных процессов. Глубокое удаление азота достигается методом нитрификации-денитрификации, а глубокое удаление фосфора – методом биологической дефосфатации.

Нитрификация – сложный многоступенчатый процесс. Первая стадия нитрификации – окисление солей аммония в нитриты – протекает по уравнению:

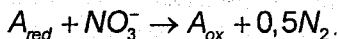


Вторая стадия нитрификации – образование нитратов – начинается только при успешном завершении первой, поскольку избыток аммиака тормозит развитие возбудителя второй стадии нитрификации. Вторая стадия заключается в окислении образовав-

шихся в первой фазе солей азотистой кислоты в соли азотной кислоты. Процесс протекает по уравнению:

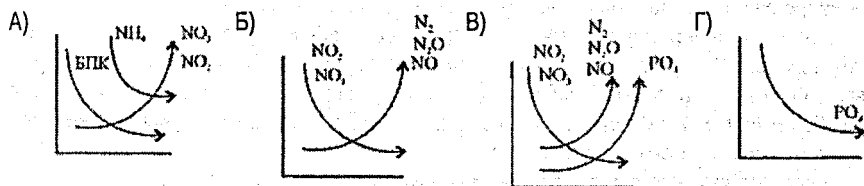


Денитрификация – процесс, при котором связанный кислород отщепляется от NO_2^- и NO_3^- под действием микроорганизмов и вторично расходуется для окисления органического вещества. Процесс сопровождается выделением в атмосферу свободного азота в форме газа:



Дефосфотация биологическим методом заключается в предподготовке бактерий в анаэробных условиях к повышенному потреблению и накоплению фосфора в последующей аэробной стадии.

При использовании технологии глубокого удаления азота и фосфора биологическим методом предполагается искусственное создание различных зон, которые по степени обеспеченности кислородом делятся на три основные: аэробная, анаоксидная, анаэробная. Изменение концентраций загрязняющих веществ в различных зонах представлены на рисунке 1.



А – первичная аэробная зона (окисление углеродсодержащей органики, нитрификация); Б – анаоксидная зона (денитрификация); В – анаэробная зона (денитрификация, подготовка к дефосфотации); Г – вторичная аэробная зона (дефосфотация)

Рисунок 1 – Зоны аэробности в аэротенках

В мировой практике существует ряд схем сочетания анаэробных и аэробных стадий, предложенных для глубокого удаления биогенных элементов из сточных вод [2].

Анаэробно-оксидный (А/О) процесс очистки сточных вод. Наиболее простая схема для одновременного удаления соединений азота и фосфора из сточных вод на высоконагружаемых сооружениях. По этой схеме возвратный ил перемешивается с поступающими сточными водами и подается в анаэробный реактор, затем сточные воды проходят аэробную очистку и поступают во вторичные отстойники.

Процесс Bardenpho. Очистка сточных вод начинается с анаоксидной стадии, в которой осуществляется денитрификация. В эту зону подаются сточные воды, используемые для денитрификации. Затем следует аэробная стадия, где происходит снижение содержания органических загрязняющих веществ в очищаемых сточных водах и нитрификация. Смесь ила из этой зоны, содержащая нитраты, подается в следующую анаоксидную зону денитрификации и одновременно в предыдущую анаоксидную зону денитрификации. Процесс заканчивается аэробной зоной, в которой осуществляется нитрификация и частичная дефосфотация.

Phoredox процесс удаления биогенных элементов. Представляет собой модификацию Bardenpho. Добавлена дополнительная анаэробная стадия с коротким периодом

пребывания сточных вод (1–3 ч), в которой обеспечивается рост и функционирование фосфорнакапливающих бактерий и стимулируется "жадное" потребление фосфора в последующей аэробной стадии.

UCT процесс. Модификация Phoredox процесса с тремя рециркулирующими потоками (а не с двумя, как в предыдущих процессах). Эффективность удаления органических загрязняющих веществ, характеризуемых показателем БПК₅, составляет в этой порядка 95%, общего азота – 80%, общего фосфора – до 70%.

Phostrip процесс. В этом процессе кроме биологического удаления азота и фосфора, используется дополнительное изъятие фосфора (до 95%) с помощью химических реагентов.

Реализация эффективной технологии очистки сточных вод от соединений азота и фосфора на станции «Шёнерлинде» г. Берлина

В рамках учебно-образовательной программы «Передовые технологии водоснабжения и водоочистных сооружений Германии» студенты и преподаватели кафедры «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» ознакомились с технологической схемой, составом сооружений и принципом работы очистных сооружений г. Берлина на примере очистной станции городских сточных вод «Шёнерлинде».

Станция «Шёнерлинде» – третья по производительности станция очистки городских сточных вод. Очистные сооружения построены по проекту Ленинградского института и введены в эксплуатацию в 1985 году. Проектная производительность станции составила 250 000 м³/сут. В 2000 году проведена модернизация очистных сооружений с внедрением технологии глубокого удаления биогенных элементов.

Эксплуатационные данные очистных сооружений в настоящее время:

- объем сточных вод – 110 000 м³/сут.;
- расход природного газа – 880 м³/сут.;
- расход электроэнергии – 22.570.417 кВт·ч;
- удельный расход электроэнергии – 0,61 кВт·ч/м³;
- выработка электроэнергии – 3.797.650 кВт·ч.

В таблице 1. приведены показатели качества сточных вод, степень очистки, предприятия Европейского Союза и требования г. Берлина, предъявляемые к очищенным сточным водам, сбрасываемым в водный объект.

Таблица 1 – Эффективность очистки сточных вод на станции «Шёнерлинде» г. Берлина

Показатель	На входе, мг/дм ³	На выходе, мг/дм ³	Степень очистки, %	Требования (Берлин), мг/дм ³	Требования, ЕС	
					мг/л	Степень очистки, %
ХПК	809,0	37,0	95,0	65,0	125,0	75,0
БПК ₅	356,0	2,3	99,0	15,0	25,0	70,0-90,0
Взв. в-ва	344,0	3,1	99,0	20,0	35,0	90,0
Р _{общ}	12,4	0,28	98,0	1,0	1,0	80,0
NH ₄ -N	62,5	0,37	99,0	5,0/10,0	—	—
N _{неорг.}	62,5	11,7	88,0	14,0/20,0	—	—
N _{общ}	82,0	11,9	86,0	—	13,0	70,0

Анализ данных таблицы 1 показал, что на очистных сооружениях достигается более высокая степень очистки, чем требования г. Берлина и Европейского Союза.

На рисунке 2 представлена технологическая схема очистки городских сточных вод на станции «Шёнерлинде» г. Берлина.

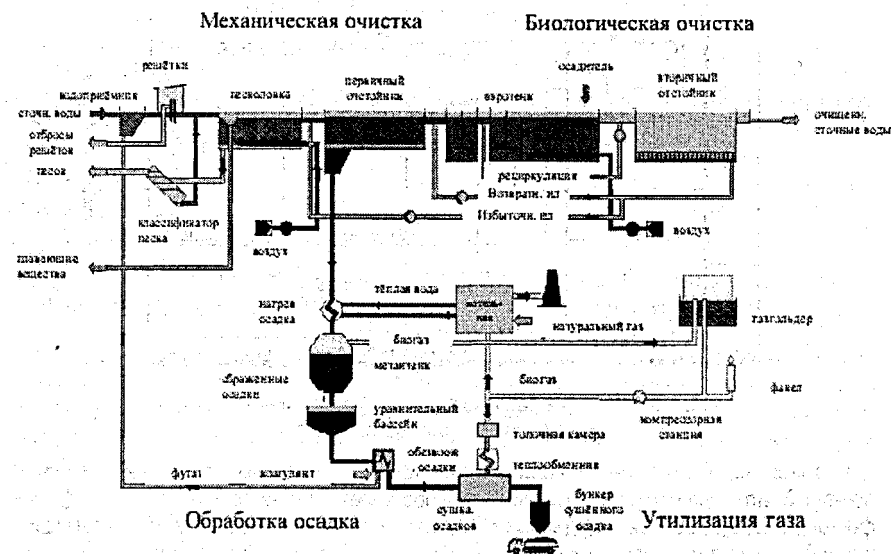


Рисунок 2 – Технологическая схема очистки городских сточных вод на станции «Шёнерлинде» г. Берлина

Сточные воды поступают в приемную камеру и далее направляются на сооружения механической очистки: решетки, горизонтальные аэрируемые песколовки и горизонтальные первичные отстойники. В песколовках задержанные загрязнения удаляются в классификатор песка, где происходит его обезвоживание.

В первичные отстойники подается избыточный активный ил, что интенсифицирует процесс осаждения взвешенных веществ и улучшает биологическую очистку в аэротенках. В аэротенках осуществляется биологическая очистка сточных вод от органических соединений и биогенных элементов совместно с химическим осаждением соединений фосфора. Осветленные сточные воды из вторичных отстойников сбрасываются в озеро.

Смесь осадка и избыточного активного ила из первичных отстойников направляется на сбраживание в метантенки. Биогаз, выделившийся в метантенках, поступает в газгольдер, а сброженный осадок подается на стадию обезвоживания, сушки и сжигания в топочной камере. На очистной станции биогаз используется для работы котлов, обеспечивающих обогрев помещений станции и нагрев осадка в метантенках.

Схема работы аэротенков с глубоким удалением азота и фосфора на станции «Шёнерлинде» г. Берлина представлена на рисунке 3.

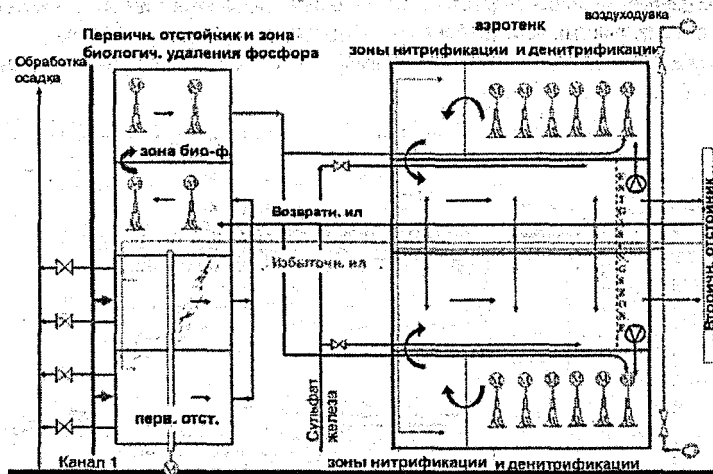


Рисунок 3 – Схема работы сооружений биологической очистки на станции «Шёнерлинде» г. Берлина

Сточная вода поступает в первичные отстойники, куда также подается избыточный активный ил. Осветленная сточная вода поступает в зону биологического удаления фосфора (дефосфотация), куда также подается возвратный активный ил. Перемешивание сточных вод и активного ила осуществляется погружными мешалками.

Далее иловая смесь поступает в зону денитрификации аэротенка, в которую для обеспечения процесса очистки из зоны нитрификации подается рециркуляционный расход нитратсодержащей смеси. Затем сточные воды с активным илом направляются в аэробную зону, где происходит процесс нитрификации. В эту же зону добавляют коагулянт сульфат железа дозой $1,5 \text{ мг/мг PO}_4^{3-}$ для осаждения фосфора. Во вторичных отстойниках происходит осаждение активного ила и соединений фосфора в виде нерастворимых соединений.

Анализ работы очистных сооружений водоотведения станции «Шёнерлинде» г. Берлина показал возможность интенсификации процесса биологической очистки городских сточных вод с эффективным удалением биогенных элементов при совместном использовании процессов нитрификации-денитрификации и химических методов удаления соединений фосфора. Внедрение такой технологии позволит сбрасывать сточные воды в водоёмы, не загрязняя их органическими веществами и биогенными элементами.

Заключение

В работе выполнен аналитический обзор существующих методов очистки сточных вод от биогенных элементов, исследованы различные технологические схемы глубокой очистки сточных вод от соединений азота и фосфора.

Обоснованы преимущества и условия применения процессов нитрификации, денитрификации совместно с химическими методами удаления соединений фосфора из городских сточных вод.

На основании исследований показано, что применение совместной очистки сточных вод биологическими и реагентными методами на базе существующих сооружений обеспечивает высокую степень очистки от соединений азота более 85% и соединений фосфора – более 95,0%.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Залетова, Н.А. Удаление азота и фосфора для городских станций аэрации / Н.А. Залетова // Водоснабжение и санитарная техника. – № 9. – 1993. – С. 3–5.
2. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками – Н.С. Жмур – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.

УДК 349.4.008.6(476)

Бирук Е.Н.

Научный руководитель: д.г.н., профессор Волчек А.А.

ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ ПИНСКОГО РАЙОНА)

Сельское хозяйство является не только ядром агропромышленного комплекса, но и одним из главных факторов деградации окружающей среды. Это связано с огромным территориальным охватом и воздействием аграрного сектора на природу посредством обработки земель, выпаса животных, применения продуктов химии и т.д.

В настоящее время рост применения искусственных средств производства скрывает за собой падение естественного плодородия. Минеральные удобрения по своей сути являются искусственным средством увеличения плодородия, и широкое их применение ведет к расходу созданных природой почвенных резервов, за счет чего и скрывается падение природного плодородия, о чем, в частности, свидетельствует уменьшение запасов гумуса в ряде пахотных почв. Резкий рост искусственного плодородия за счет увеличения применения минеральных удобрений, пестицидов, техники сначала приводит к увеличению экономического плодородия и к падению естественного плодородия, после снижения которого ниже уровня «экологического порога» происходит падение и экономического плодородия, несмотря на возможное резкое увеличение затрат на увеличение искусственного плодородия.

По мнению многих ученых, существует объективный природный предел, порог снижения естественного плодородия, называемый экологическим порогом при приближении к которому вся техническая мощь человека, созданные им высокопроизводительные искусственные средства производства становятся все менее эффективными.

Естественное плодородие присуще всем почвам, но по мере освоения человеком новых территорий площадь почв сокращается. Оно обусловлено комплексом свойств почв и зависит от климатических условий. Это плодородие проявляется как потенциальное, т.е. отражающее возможности, заключенные в почве, но в силу различных причин не проявляющееся полностью.

Под влиянием положительного воздействия человека на почву создается новое искусственное плодородие, которое может быть потенциальным и эффективным. Создаваемое искусственное плодородие зависит от совершенствования земледельческих знаний и техники. Эффективное плодородие обусловлено исторической ступенью развития человеческого общества, его производительных сил, производственных отноше-