

ТЕНДЕНЦИИ И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

канд. техн. наук Жуков И.В.,
док-р техн. наук, проф. Первухин Д.А.

Санкт-Петербургский государственный горный университет
Факультет приборостроения, информационных и электронных систем
Кафедра системного анализа и управления инновациями

Аннотация

Современный этап развития сооружений очистки сточных вод характеризуется широким внедрением новых технологий и оборудования. При этом технология, применяемое оборудование и современная система проектирования представляют собой взаимосвязанный комплекс. Главной задачей комплекса является проектирование и модернизация сооружений биологической очистки сточных вод эффективных, как на различных стадиях очистки, так и взаимодополняющих элементов в зависимости от требований предъявляемых к качеству сбрасываемых вод.

Ключевые слова

Вода, очистка, биогенные вещества, реагенты.

Abstract

The current stage of development of wastewater treatment plants is characterized by broad adoption of new technologies and equipment. The technology, used equipment and a modern design system are interrelated complex. The main purpose of the complex is the projecting and upgrading of biological sewage treatment constructions, effecting, both at different stages of purification, as well as complementary elements, depending on the requirements for the quality of discharged water.

Keywords

Water, purification, biogene substances, reagents.

В комплексе защиты окружающей среды от загрязнения очистка сточных вод является одной из основных направлений. Проблема ухудшения качества

воды забираемой для различных нужд населения заключается в эвтрофикация поверхностных источников. Основным фактором, определяющим интенсивность эвтрофикации, является поступление в водоемы со сточными водами значительного количества биогенных элементов – азота и фосфора. Большинство действующих в России сооружений очистки городских стоков основано на применении традиционной биотехнологии, дающей низкий съём фосфатов (до 20–30%) и не обеспечивающей эффективного удаления нитратов, образующихся в ходе нитрификации. При этом содержание фосфора в сточных водах поступающих с городские очистные сооружения постоянно растет, что объясняется интенсивным использованием моющих средств на основе соединений фосфора.

На данный момент в этой области наметились новые тенденции и решения, направленные на повышения качества очистки. С 2009 года для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод на очистных сооружениях Киришского завода применяют метод глубокого удаления биогенных элементов. При использовании данной технологии искусственно создаются зоны, которые по степени обеспеченности кислородом подразделяются на три основные: аэробная, аноксидная и анаэробная, каждая из которых характеризуется специфическими условиями для реализации определенных микробиологических процессов.

Технология глубокого удаления биогенных элементов в процессе биологической очистки на очистных сооружениях завода была реализована путем переоборудования существующих аэротенков в аэротенки нитрификаторы-денитрификаторы с рециркуляцией иловой смеси без строительства дополнительных сооружений.

На рис. 1 представлена принципиальная схема аэротенка нитрификатора-денитрификатора, когда возврат иловой смеси из аэробной зоны в аноксидную осуществляется под гидростатическим давлением по самотечному каналу, подача иловой смеси из конца аноксидной зоны в начало аэробной производится эрлифтами или погружными насосами [1, 2].

Исходная сточная вода и возвратный ил из вторичных отстойников подаются в зону дефосфотации (анаэробную), где происходит гидролиз высокомолекулярных органических загрязнений и аммонификация азотсодержащих органических соединений в отсутствие какого-либо кислорода. Кроме того, клетки активного ила освобождаются от соединений фосфора – это стимулирует способность биомассы организмов поглощать фосфаты в последующих кислородных зонах.

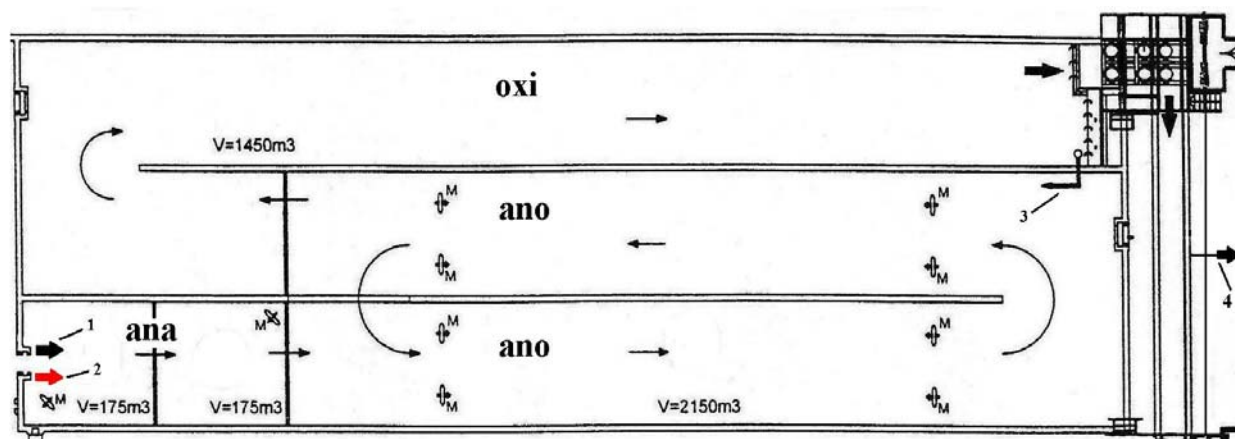


Рис. 1. Принципиальная схема аэротенка нитрификации-денитрификации с зоной дефосфотации

oxi – аэробная зона; **ano** – аноксидная зона; **ana** – анаэробная зона;

1 – поступающие сточные воды; 2 – рецикл активного ила из вторичных отстойников; 3 – рецикл иловой смеси аэробной зоны; 4 – очищенные сточные воды, направляющиеся во вторичный отстойник

Далее иловая смесь поступает в аноксидную зону аэротенка, где также происходит изъятие и деструкция органических загрязнений, аммонификация азотсодержащих органических загрязнений факультативными микроорганизмами активного ила в присутствии связанного кислорода (кислорода нитритов и нитратов, образующихся на последующей стадии очистки) с одновременной денитрификацией.

После чего иловая смесь направляется в аэробную зону аэротенка, где происходит окончательное окисление органических веществ и нитрификация азота аммонийного с образованием нитритов и нитратов. Кроме того, активный

ил, стимулированный ранее в зоне дефосфотации, в среде насыщаемой свободным кислородом начинает интенсивно поглощать соединения фосфора.

Процессы, протекающие в этой зоне, обуславливают необходимость интенсивной аэрации очищаемых сточных вод. Часть иловой смеси из аэробной зоны поступает во вторичные отстойники, а другая – вновь возвращается в аноксидную зону аэротенка для денитрификации окисленных форм азота.

В схему глубокого удаления биогенных элементов в процессе биологической очистки также включена установка вакуумирования, предназначенная для дегазации активного ила. Установка состоит из резервуара для аэрации смеси отходов с активным илом, соединенным с вторичным отстойником, подающим и выпускным коллекторами через камеру удаления газа. Камера связана с вакуумным насосом.

Таблица 1. Содержание биогенных элементов в очищенных хозяйственно-бытовых сточных водах перед сбросом в р. Черную, 2010 г.

Загрязняющие вещества мг/дм ³ , Отбор проб	Общий азот	Азот аммонийный	Азот нитритов	Азот нитратов	Общий фосфор	Фосфор фосфатов
январь	12,39	0,52	0,02	11,1	3,15	2,93
февраль	11,58	0,37	0,02	9,1	3,12	3,0
март	12,24	0,35	0,01	11,1	2,85	2,71
апрель	10,31	0,24	0,04	10,2	2,53	2,37
май	7,441	1,04	0,05	4,29	2,79	2,58
июнь	5,77	0,36	0,02	4,0	2,78	2,58
июль	4,263	0,41	0,03	2,4	2,39	2,8
август	4,23	0,28	0,01	2,94	2,41	2,23
сентябрь	5,08	0,64	0,08	3,03	2,19	2,09
октябрь	6,24	0,52	0,03	4,5	2,36	2,33
ноябрь	7,138	0,52	0,02	5,6	2,36	2,21
декабрь	7,34	0,43	0,01	4,97	2,41	2,29
Ср. год.	7,835	0,47	0,036	6,1	2,61	2,51
ПДК	10,0	0,39	0,02	9,0	0,5	0,2

Осветленная во вторичных отстойниках сточная вода направляется на установку ультрафиолетового обеззараживания, после чего доочищается в есте-

ственных условиях на буферных прудах и сбрасывается в реку Черную. Содержание биогенных элементов в очищенных стоках (табл. 1).

Основной целью введения на очистных сооружениях завода технологии глубокого удаления биогенных элементов было снижение содержания азота нитратного. Как видно, из табл. 2 метод позволил повысить эффективность очистки примерно на 30%, и полученные концентрации соединений азота на сбросе не превышают, установленных значений ПДК для водоемов рыбохозяйственного водопользования, или превышают их не значительно табл. 2. Но удаление соединений фосфора улучшилось всего на 10%, что не позволило достичь требуемых нормативных значений. Такая ситуация возможна, если были недостаточно выдержаны условия анаэробной стадии. Для эффективной реализации процесса дефосфотации в схеме нитрификатора-денитрификатора необходимо учитывать ряд особенностей процесса – наличие восстановителей и отсутствие кислорода в сточных водах.

Таблица 2. Эффективность удаления загрязняющих веществ из сточных вод очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод г. Кириши до и после реконструкции

Типы очистки	Эффективность удаления %	
	Общий азот	Общий фосфор
Традиционная биологическая (за 2008 г.)	46,4	16,2
Глубокое удаление биогенных элементов в процессе биологической очистки (с января 2010 г.)	68,14 (max до 76-80%)	26,7

Этого можно достичь несколькими способами. Прежде всего, строго выдержать условия анаэробной зоны в аэротенке нитрификаторе/денитрификаторе. Для этого необходимо, чтобы на данной стадии присутствовало достаточное количество легкоокисляемой органики. Организмы активного ила используют легкоокисляемую органику, как энергетический резерв, расходуемый на потребление субстрата в анаэробных условиях. Эти бактерии в анаэробных условиях потребляют простые легкоокисляемые органические субстраты, например летучие жирные кислоты и запасают их внутри клетки. При попа-

дании бактерий в аэробную стадию накопленный субстрат начинает потребляться как источник углерода на питание и прирост биомассы бактерий, что сопровождается выделением углекислого газа и воды, а так же повышенным потреблением из сточных вод фосфатов.

Анаэробную зону обеспечить органикой можно несколькими способами: подачей в анаэробный реактор готовых химических соединений, например летучих жирных кислот (ЛЖК) – уксусная кислота; подачей осветленных сточных вод, содержащих продукты ацидофикации сырого остатка – сбраживание органических веществ до ЛЖК в I-ом отстойнике [3]. Также можно использовать плоскостной загрузки – в качестве загрузки используется плоский, гофрированный листовый, засыпной и армированный материал (в виде пластмасс, колец, обрезков труб, шариков, металлических сеток, стружек и др.) материал для эффективного прикрепления микроорганизмов и образования, устойчивых биопленок. Армированный загрузочный материал создает условия для процессов биологической коррозии. Плоская загрузка интенсифицирует процесс кислотного сбраживания в аэротенке в условиях пониженной интенсивности аэрации, а также повышает скорость и стабильность процесса очистки.

Так же фосфаты можно снизить, в результате применения: технологии симультанного осаждения – применение реагентов для осаждения фосфатов в воде в виде нерастворимых металфосфатов (фосфат железа, фосфат алюминия). Основным недостатком метода является повышение кислотности сточных вод и вторичное загрязнение вод солями металлов. Следовательно это метод требует больших затрат на реагенты, нейтрализацию кислоты, доочистку от металлов.

При удалении фосфора по технологии биологической дефосфотации, а так же при химическом осаждении фосфатов с вводом реагентов (коагулянта) в систему биологической очистки, содержание связанного фосфора в активном иле, выносимом с очищенными водами, составляет 4 – 5%.

Эффективным решением задачи снижения выноса взвешенных веществ является реконструкция вторичных отстойников – установка в отстойниках

фильтров. Фильтры с плавающей зернистой загрузкой размещаются в проточной зоне отстойника. Осветленная в отстойнике вода фильтруется снизу вверх в режиме медленного безнапорного фильтрования. Периодическая промывка загрузки производится ее сжиженными эрлифтными потокам, создаваемые подачей воздуха. В процессе промывки основная часть взвешенного вещества выносятся из тела фильтра в проточную зону отстойника и оседает на его дно.

Перспективным способом интенсификации является обработка активного ила ультразвуком – это обработка 2 – 10 об % иловой суспензии ультразвуковыми волнами, в течении 0,5 – 1 мин. при интенсивности 6 Вт/см². Обработка УЗ позволяет повысить ферментативную активность микроорганизмов, что приводит к снижению концентрации биогенных элементов [4]. Но использование ультразвука для интенсификации процесса биологической очистки новый метод и еще не достаточно изучена его эффективность при очистке хозяйственно-бытовых сточных вод. На данный момент, определена целесообразность применения этой технологии при биологической очистке промышленных сточных вод.

Совместное применение перечисленных методов с процессом биологической очистки может позволить увеличить эффективность удаления фосфора, а также азота.

Литература

1. Баженов, В.И. Проектирование современных комплексов биологической очистки сточных вод /В.И. Баженов, А.А. Денисов //Экология и промышленность России. – М.: 2009. Февраль.
2. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками /Н.С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с. – ISBN 5-901652-05-3.
3. Пронина, Е.В. Влияние ультразвука низкой частоты на дегидрогеназную активность ила /Е.В. Пронина [др.] //Химическая промышленность, – 2006, – №1, – С. 37 – 43.
4. Родионов, А.И. Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосферы от промышленных выбросов /А.И. Родионов [др.]. – М.: Химия, 1985. – 352 с.

Рецензент проф. Павлов И.В.