



УДК 628.3

Б.Г. Мишуков, А.Б. Адельшин, А.С. Селюгин, Е.А. Соловьева, А.А. Адельшин

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ДЕНИТРИФИКАЦИЕЙ И ДЕФОСФАТИРОВАНИЕМ

На большинстве действующих канализационных очистных сооружений в Республике Татарстан и России необходимая степень очистки городских сточных вод нормирована по содержанию взвешенных и органических веществ (по БПК₂₀ и ХПК). Полная биологическая очистка в аэротенках или биофильтрах позволяет достичь степени изъятия загрязнений по взвешенным веществам и БПК₂₀ до 10-15 мг/л и снизить содержание азота и фосфора на 30-40% [1].

Повышенное содержание фосфора в воде водоемов ведет к эвтрофикации – процессу роста биологической растительности водоемов, который происходит вследствие превышения баланса питательных веществ. Эвтрофикация сопровождается чрезмерным развитием водорослей, особенно зеленых, сине-зеленых и диатомовых; преобладанием нежелательных видов планктона, нарушением жизнедеятельности рыб. Продукты метаболизма водорослей придают воде неприятный запах, могут вызывать кожные аллергические реакции и желудочно-кишечные заболевания у людей и животных. При своем разложении водоросли выделяют в воду полипептиды, аммиак и промежуточные продукты белкового распада. При этом содержание фенолов в воде превышает ПДК в 3-4 раза. Биомасса сине-зеленых водорослей в период максимального развития достигает 50 кг/м³ и в основном (до 75%) состоит из полисахаридов – студнеобразующих веществ, почти не поддающихся воздействию неорганических реагентов.

Наличие водорослей заставляет прибегать к дополнительным методам очистки воды, поступающей на хозяйственно-бытовые нужды.

Лимитирование содержания соединений азота и фосфора связано не только с процессами эвтрофирования водоемов. Аммиак, аммонийные соединения, нитриты и нитраты оказывают неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность рыб. Чрезмерное содержание нитратов в питьевой воде является причиной заболеваний крови у человека [2].

Удаление биогенных элементов требуется также при создании оборотных и замкнутых систем водоснабжения промышленных предприятий, использующих биологически очищенные городские сточные воды. Наличие соединений азота и фосфора вызывает биологическое обрастание трубопроводов, коллекторов и другого канализационного оборудования, а присутствие аммонийного азота, нитритов и нитратов ведет к развитию коррозионных процессов.

В Государственной Думе Российской Федерации находится на рассмотрении проект Федерального закона – специальный технический регламент «Коммунальное водоотведение» от 13.09.2005 г., который предусматривает следующее допустимое содержание загрязняющих веществ в сточных водах, отводимых от систем коммунального водоотведения в водные объекты различной категории (см. таблицу).

Таблица

№№ п/п	Наименование загрязнителя	Ед. изм.	Категория водного объекта		
			Водные объекты, для которых разработаны целевые показатели качества воды	Водные объекты, для которых не разработаны целевые показатели качества воды	Особо охраняемые водные объекты
1	Взвешенные вещества	мг/л	15	8	5
2	БПК ₅	мг·О ₂ /л	15	6	4
3	ХПК	мг/л	60	40	30
4	Азот общий	мг/л	20	15	10
5	Азот аммонийных солей	мг/л	8	2	0,8
6	Фосфаты (по Р)	мг/л	5	0,6	0,3



Все это обуславливает необходимость быстрее внедрения на действующих и проектируемых канализационных очистных сооружениях методов и сооружений глубокой очистки бытовых и производственных сточных вод от соединений азота и фосфора.

Кафедра водоснабжения и водоотведения (ВиВ) Казанского государственного архитектурно-строительного университета совместно с кафедрой водоотведения и экологии Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета ведет научно-исследовательскую работу по совершенствованию процессов очистки сточных вод населенных пунктов Республики Татарстан от азота и фосфора.

Одним из объектов данной НИР стали районные очистные сооружения (РОС) г. Набережные Челны, находящиеся на балансе ЗАО «Челныводоканал». РОС имеют проектную пропускную способность 380 тыс. м³/сут и построены по классической схеме: имеют в своем составе приемную камеру, дуговые решетки РДГ, аэрируемые песколовки, 8 радиальных первичных отстойников диаметром по 40 м, один из которых используется как илоуплотнитель; 12 секций трехкоридорных аэротенков-вытеснителей с размерами секции ВхLхН = 18х145х4 м; 8 вторичных радиальных отстойников диаметром по 40 м; хлораторную, камеру смешения и регулирующую земляную емкость объемом 1,5 млн. м³, под которой очищенная и обеззараженная вода через русловой рассеивающий выпуск сбрасывается в р. Кама. Осадок из песколовок обезвоживается в песковых бункерах и вывозится на утилизацию; сырой осадок из первичных отстойников и уплотненный избыточный активный ил сбрасывается в метантенки и перекачивается на обезвоживание на иловые поля.

Проведенное кафедрой ВиВ исследование работы районных очистных сооружений ЗАО «Челныводоканал» [3] показало необходимость реконструкции сооружений биологической очистки на РОС, особенно для интенсификации удаления соединений фосфора.

Учитывая, что несколько лет назад 5 секций аэротенков были реконструированы НПФ «Эколополимер» по технологии ступенчатой денитрификации с пневматическим перемешиванием и 2 секции аэротенков оснащены новыми аэрационными системами «АКВА-ЛАЙН» и «АКВА-ПЛАСТ», руководством ЗАО «Челныводоканал» было принято решение о технико-экономической проработке строительства опытно-промышленной линии по современной технологии биологической очистки сточных вод с денитрификацией и дефосфатированием.

Реагентное удаление фосфора из сточных вод связано с большими капитальными и

эксплуатационными затратами, поэтому предпочтение отдается биологическим методам. В настоящее время разработан ряд технологий биологической очистки с денитрификацией и дефосфатированием [4, 5], некоторые из которых успешно реализованы в России: на очистных сооружениях г. Санкт-Петербурга и Северо-Западного округа РФ. Особенно следует отметить построенные по финскому проекту Юго-Западные очистные сооружения г. Санкт-Петербурга пропускной способностью 330 тыс. м³/сут, на которых применена технология UCT (University of Cape Town), позволяющая достичь качества очищенной воды, соответствующей нормативам ХЕЛКОМ (Хельсинкской комиссии по защите от загрязнений бассейна Балтийского моря): азот аммонийный - 0,4 мг/л, азот нитратов - 6 мг/л, азот нитратов - 0,02 мг/л, фосфор фосфатов - 0,2 мг/л, фосфор общий - 1,5 мг/л.

Технологическая схема опытно-промышленной линии приведена на рис. 1.

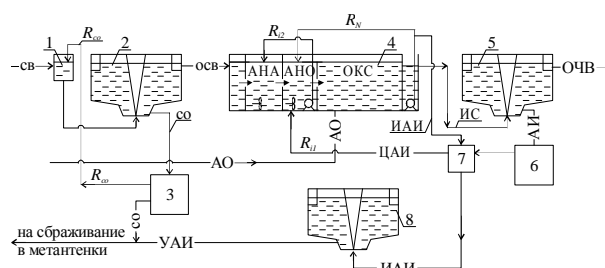


Рис. 1 - распределительная чаша; 2 - первичный радиальный отстойник; 3 - насосная станция перекачки сырого осадка; 4 - блок биологической очистки с денитрификацией и дефосфатированием; 5 - вторичный радиальный отстойник; 6 - насосная станция перекачки активного ила; 7 - камера переключения активного ила; 8 - илоуплотнитель. СВ - сточная вода; ОСВ - осветленная сточная вода; ОЧВ - очищенная вода; СО - сырой осадок первичного отстойника; ИС - иловая смесь; АИ - активный ил; ЦАИ - циркулирующий активный ил; ИАИ - избыточный активный ил; УАИ - уплотненный активный ил

Опытно-промышленная линия включает один первичный радиальный отстойник, одну секцию аэротенков, реконструируемую в блок биологической очистки, и один вторичный радиальный отстойник.

Сточная вода после аэрируемых песколовков поступает в первичный отстойник 2. Осветленная вода после отстаивания направляется по отдельному трубопроводу в биоблок 4 на биологическую очистку с денитрификацией и дефосфатированием. Предусматривается рециркуляция осадка первичных отстойников (R_{CO}) в распределительную чашу 1, чтобы обеспечить возможность слабого кислого брожения в осадочной части отстойника (увеличивается уровень стояния осадка и время его пребывания в осадочной части) для насыщения осветленных сточных вод органическими кислотами. При этом увеличивается вынос мелких частиц взвеси, снижается эффект



осветления, сточная вода насыщается органическими кислотами, что необходимо для эффективного удаления азота денитрификацией и удаления фосфора в составе избыточного активного ила.

Реконструируемый аэротенк 4 по технологии УСТ делится на анаэробную (АНА), аноксидную (АНО) и оксидную (ОКС) зоны. Пребывание в анаэробных, а затем в аэробных условиях приводит к повышенному содержанию фосфата в активном иле. При удалении избыточного ила происходит выведение фосфора из системы. Аноксидная зона является зоной денитрификации; при этом аэробная зона рассчитывается на достаточно глубокую нитрификацию. Из последней секции биоблока организуется возврат иловой смеси в начало аноксидной зоны для рециркуляции нитратов (R_N). Поскольку фосфаты и нитраты оказывают взаимное ингибирующее действие в анаэробной зоне, то возникает необходимость удаления нитратов из циркулирующего активного ила. Циркулирующий ил (R_{11}) направляется в аноксидную зону, где осуществляется частичная денитрификация, и далее при помощи рецикла R_2 перекачивается в анаэробную зону, в которой осуществляется высвобождение фосфора без ингибирующего влияния нитратов. В аноксидную зону возвращаются нитраты (R_N) из аэробной части.

Перемешивание сточной воды с активным илом и поддержание иловой смеси во взвешенном состоянии в анаэробной и аноксидной зонах осуществляется при помощи погружных пропеллерных мешалок фирмы «ITT FLYGT». Аэробная зона оснащена аэрационной системой «АКВА-ПЛАСТ» на базе дисковых аэраторов с резиновой мембраной AP-300M, выпускаемых ООО «НПП Патфил» (г. Казань).

Из биоблока иловая смесь поступает во вторичный отстойник 5. Очищенная вода обеззараживается и сбрасывается в р. Кама. Циркулирующий активный ил (R_{11}) насосной станцией 6 подается в начало аноксидной зоны. Удаление избыточного активного ила производится либо из линии рециркуляции R_N , либо через камеру переключения 7. После уплотнения избыточный ил подается на сбраживание в метантенки, а затем на обезвоживание – на иловые поля.

Как указывалось выше, опытно-промышленная линия предназначена для обработки технологии и определения индивидуальных рабочих параметров биологической очистки сточных вод г. Набережные Челны, имеющих специфический состав. Расчетные показатели эффективности очистки сточных вод по разработанной технологии соответствуют требованиям к содержанию биогенных элементов в сточной воде, отводимой от систем коммунального водоотведения в водные объекты (см. таблицу).

Объемно-планировочные и проектные решения опытно-промышленной линии и технико-экономические расчеты переданы ЗАО «Челныводоканал» для решения вопроса о строительстве опытно-промышленной линии на районных очистных сооружениях г. Набережные Челны.

Литература

1. Разумовский Э.С. Глубокая очистка сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника, 1992, №6. – С. 5-6.
2. Разумовский Э.С., Залетова Н.А. Удаление биогенных элементов из городских сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника, 1991, №6. – С. 25-32.
3. Совершенствование процессов очистки сточных вод от азота и фосфора на канализационных очистных сооружениях г. Набережные Челны (отчет): Шифр 45/6-05. Каз. гос. архит.-строит. университет; Науч. рук. А.Б. Адельшин. – Казань, 2006. – 139 с.
4. Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А. Удаление азота и фосфора на очистных сооружениях городской канализации. // Приложение к журналу «Вода и экология. Проблемы и решения». – СПб.: ЗАО «Водопроект-Гипрокоммуводоканал», 2004. – 72 с.
5. Адельшин А.Б., Мишуков Б.Г., Селюгин А.С., Соловьева Е.А., Адельшин А.А. Биотехнологии удаления азота и фосфора из городских сточных вод. // Ресурсосбережение, водо- и почвоохранные биотехнологии, основанные на использовании живых экосистем / Сборник материалов 1-ой Всероссийской научной конференции. – Казань, 2006. – С. 15-22.