



Состояние и перспективы

Направления развития очистных сооружений г. Кинешмы (ОСК-1)

Для многих регионов России, в том числе и для Ивановской области, актуальной задачей является продолжение реализации рассчитанной на 2011-2017 гг. ФЦП «Чистая вода». В связи с этим наиболее остро встают вопросы реконструкции устаревших очистных сооружений (ОС) для более качественной очистки сточной воды [1,2]. Одним из главных этапов очистки воды является обработка ее активным илом.

В г. Кинешме Ивановской области на основании разработанного ТЭО очистка стоков города должна осуществляться на трех комплексах очистных сооружений - по одному на каждый их трех районов города: Северо-Западного (ОСК-1), Центрального (ОСК-2) и Юго-Восточного (ОСК-3).

Пуск ОСК-1 был осуществлен в 1975 году. Из-за увеличения объемов сточных вод в 2001 году началась их реконструкция, но строительные работы так и не были доведены до конца, и ОСК-1 не были введены в эксплуатацию. Соответственно сооружения ветшали и приходили в негодность. Отсутствие очистных сооружений на протяжении многих лет являлось одной из наиболее острых проблем города, которая сдерживала его развитие.

В 2013 году администрацией города Кинешма был объявлен конкурс на реконструкцию ОСК-1 на условиях государственно-частного партнерства, основной задачей которого являлось привлечение частных инвестиций, реконструкция и последующая эксплуатация с обеспечением очистки сточных вод. По результатам конкурса с его победителем - ООО «РегионИнфраСистема-Иваново» - было подписано концессионное соглашение сроком на 15 лет.

Недвижимое имущество очистных сооружений ОСК-1 включает комплекс биологических очистных сооружений (БОС) общей площадью застройки 9186 м² (рис. 1). В рамках инвестиционной программы предусмотрены работы по реконструкции существующих сооружений, которые включают прокладку внутриплощадочных и наружных коммуникаций, закупку и установку оборудования взамен физически изношенного и малоэффективного. Основной задачей реконструкции является улучшение экологической обстановки в регионе за счет создания эффективной системы очистки воды. Ожидается ряд положительных эффектов от реализации данной инвестиционной программы: ОСК-1 обеспечат нормативный уро-

В городе Кинешма Ивановской области после реконструкции введены в эксплуатации очистные сооружения канализации, обслуживающие Северо-Западный район (ОСК-1). В результате модернизации аэрационной системы, внедрения ряда дополнительных сооружений, добавления биопрепарата в помощь к активному илу качество очистки сточных вод существенно улучшилось. В связи с тем, что на ОСК-1 вместе с хозяйственно-бытовыми сточными водами поступают промышленные стоки, сейчас разрабатываются мероприятия по устранению возможного попадания потенциально токсичных веществ в количествах, губительных для микроорганизмов. В ближайшее время планируется внедрить систему мониторинга количества и качества загрязняющих веществ в сточных водах.

вень очистки сточных вод и существенно снизит наносимый ранее экологический ущерб бассейну р. Волга.

Имущество ОСК-1 г. Кинешмы стало объектом концессионного соглашения, необходимого для организации водоотведения и очистки городских сточных вод на территории Северо-Западной части муниципального образования «Городской округ Кинешма», которое подлежит достройке и реконструкции (модернизации). Ввод в эксплуатацию в 2015 году ОСК-1 проектной мощностью 20 тыс. м³/сут. позволил муниципалитету выдавать разрешения на строительство и ввод в эксплуатацию новых жилых домов и предприятий.

Принцип работы комплекса очистных сооружений ОСК-1

Согласно рабочей документации «Модернизация очистных сооружений канализации 1 (ОСК-1) г. Кинешма Ивановской области» городские сточные воды поступают по существующему самотечному коллектору в здание решеток. Решетки работают в автоматическом режиме от уровня воды в канале перед решетками. Задержанные отбросы собираются в контейнер и вывозятся на городскую свалку.

После решеток стоки самотеком поступают в песколовку с круговым движением. Задержанный песок из песколовки предусматривается удалять при помощи аэрлифта. Удаляемый песок подается на песковые площадки откуда вывозится автотранспортом.

После здания решеток расположены регулировочные емкости, которые служат для регулирования расхода сточных вод - сглаживания точной неравномерности потока. Избыточный расход, который поступает в регулировочные емкости, удаляется из них в часы максимального притока сточных вод по самотечному трубопроводу в песколовки. Регули-

рование часового расхода сточных вод позволяет снизить гидравлическую нагрузку на отстойную зону аэротенков-отстойников, что улучшает эффективность отстаивания.

После песколовки сточные воды поступают в усреднитель-денитрификатор, а затем в камеру смешения циркуляционной насосной станции, где они смешиваются с циркулирующей иловой смесью, а затем поступают в здание блока емкостей. В здании расположены биофильтры, аэротенки-отстойники, где с помощью активного кислорода осуществляется очистка сточных вод. Очищенные воды самотеком поступают в контактные резервуары, где они обеззараживаются посредством УФ-установок. Обеззараженные сточные воды сбрасываются в р. Казоха по самотечному выпуску.

Избыточный активный ил, образующийся в процессе очистки, периодически сбрасывается в резервуар избыточного ила, откуда постепенно подается на установку механического обезвоживания осадка с ленточными фильтр-прессами, расположенную в здании производственного корпуса, где в избыточный ил дозируется раствор катионного флокулянта для интенсификации процесса обезвоживания. Иловая вода от фильтр-прессов сооружений обработки осадка направляется самотеком на насосную станцию ила, откуда насосом перекачивается в самотечный трубопровод перед песколовками.

Контроль качества поступающих и очищенных сточных вод производится лабораторией, расположенной в производственном корпусе.

Мониторинг качества поступающих сточных вод

Сразу после начала тестовой эксплуатации было выявлено, что сточные воды по факту поступают намного более загрязненные (в два-три раза), чем это было указано в за-



■ **Рис. 1.** Очистные сооружения ОСК-1



дании на проектирование. В стоках присутствуют в запредельных количествах трудноразлагаемые органические соединения, имеются загрязнения токсичного характера.

Несмотря на снижение часового расхода сточной воды по сравнению с проектом, увеличилась нагрузка на ОС по загрязняющим веществам, в том числе по таким потенциально токсичным как нефтепродукты, СПАВ и тяжелые металлы (медь, цинк). Концентрация последних в некоторые месяцы превышало проектные данные в три и более раз, что может быть критичным для активного ила, особенно при совместном присутствии с такими токсикантами как СПАВ, нефтепродукты и фенол. Поэтому потенциально токсичные вещества, в т.ч. тяжелые металлы, которые, как известно, активным илом не разрушаются, не должны попадать на сооружения биологической очистки в концентрациях, превышающих проектные нормы.

Фактическое соотношение между значениями ХПК и БПК(полн.), которое является одной из основополагающих характеристик стоков, также не соответствует проектным данным. Согласно санитарным требованиям в сточных водах, пригодных к биологической очистке, соотношение ХПК / БПК(полн.) не должно превышать более чем в 1,5 раза, и по проекту для ОС г. Кинешмы это соотношение составляет 1,52. Однако по факту это соотношение превышено до 1,8-2,4. Это означает, что на очистку поступают смешанные воды (хозяйственно-бытовые и промышленные), достаточно сильно отличающиеся по составу, т.е. существенный вклад вносят промышленные стоки, что не было предусмотрено проектом (по проекту ОС предназначены для приема и очистки хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу сточных вод).

Модернизация системы подачи и диспергирования воздуха в аэротенках

Для приема сильно нагруженных сточных вод основное внимание было уделено системе аэрации. С этой целью произведена модернизация системы подачи и диспергирования воздуха в аэротенках БОС. Для аэрации водоиловой смеси установлены трубчатые аэрационные системы «ПОЛИПОР» производства компании «ЭТЕК ЛТД» (рис.2) вместо керамических. Пневматические аэраторы «ПОЛИПОР» предназначены для аэрации хозяйственно-бытовых, промышленных, ливневых, сточных вод на очистных сооружениях различной мощности, а также компактных установках, станциях биологической очистки, и состоят из полимерного перфорированного трубчатого каркаса. На поверхность каркаса нанесены два слоя полимерного покры-

тия, причем первый слой (крупнопористый) предназначен для равномерного распределения воздуха по длине модуля, а второй слой (мелкопористый) - для диспергирования воздуха. Такое сочетание слоев обеспечивает мелкопузырчатое диспергирование воздуха в жидкости.

Установленные аэраторы имеют следующие характеристики:

1. Наружный диаметр, мм - 80 ± 3
2. Внутренний диаметр, мм - 56 ± 3
3. Длина, мм - 1000 ± 5
4. Вес одного аэратора длиной 1 м, кг - $1,36 \pm 10\%$
5. Потери напора в аэраторе при расходе воздуха от 15 до 50 м³/ч, мм.вод.ст - 80...200
6. Оптимальная пропускная способность, м³/(ч,м) - 5-15
7. Размер образующихся пузырьков, мм - 2,0-2,5

В каждом аэротенке установлено по 8 трубчатых аэраторов.

Биоценоз активного ила

После завершения обработки процесса очистки сточных вод в периодическом-тестовом режиме к концу сентября 2015 года ОСК-1 приступили к поэтапной эксплуатации трех из четырех линий очистных сооружений в проектном режиме.

Известно, что активный ил - это взвешенная в воде живая биомасса, осуществляющая процесс очистки сточных вод в аэробных условиях. Биоценоз ила представляет собой сочетание микроорганизмов, относящихся к шести таксономическим группам. Биоценоз очень чувствителен, особенно к токсичным стокам и так называемым несанкционированным залповым сбросам, гибнет он быстро, а восстанавливается очень медленно. Биоценозы биокислителей формируются под влия-

■ **Рис. 2.** Трубчатые аэрационные системы «ПОЛИПОР»



■ **Рис. 3.** Ершовая загрузка



янием экологических факторов, к которым в первую очередь относятся химический состав и концентрация примесей обрабатываемой сточной воды, концентрация растворённого кислорода, температура, pH и представлены микроорганизмами разных систематических групп - бактериями, простейшими, грибами, водорослями, а также некоторыми многоклеточными животными, такими, как коловратки, черви, личинки насекомых, водные клещи. При снижении качества очистки в активном иле закономерно уменьшается число видов простейших и их численность. Практически во всех илах можно встретить более 100 различных видов микрофауны в большом или меньшем количестве [3-5].

Поэтому одной из ключевых проблем пускового периода ОСК-1 была приживаемость активного ила. Приходилось вводить донорский ил с соседних очистных сооружений и добавлять высококонцентрированный микробный препарат Vacti-Bio 9800 с концентрацией микроорганизмов 3.509 КОЕ/1 г, что в результате приве-

ло к положительному результату. Применение бактериального препарата Vacti-Bio 9800 рекомендовано для водоочистных сооружений при высоких значениях ХПК (2000 и более), в том числе в пусковой период.

Не последнюю роль сыграло использование ершовой загрузки, выполненной в виде нитей из гидрофильного минерального волокна, на котором находятся так называемые «прикрепленные» микроорганизмы. Задержание мелко диспергированных частиц и финишное удаление биогенных элементов также происходит на ершовых фильтрах доочистки (рис. 3).

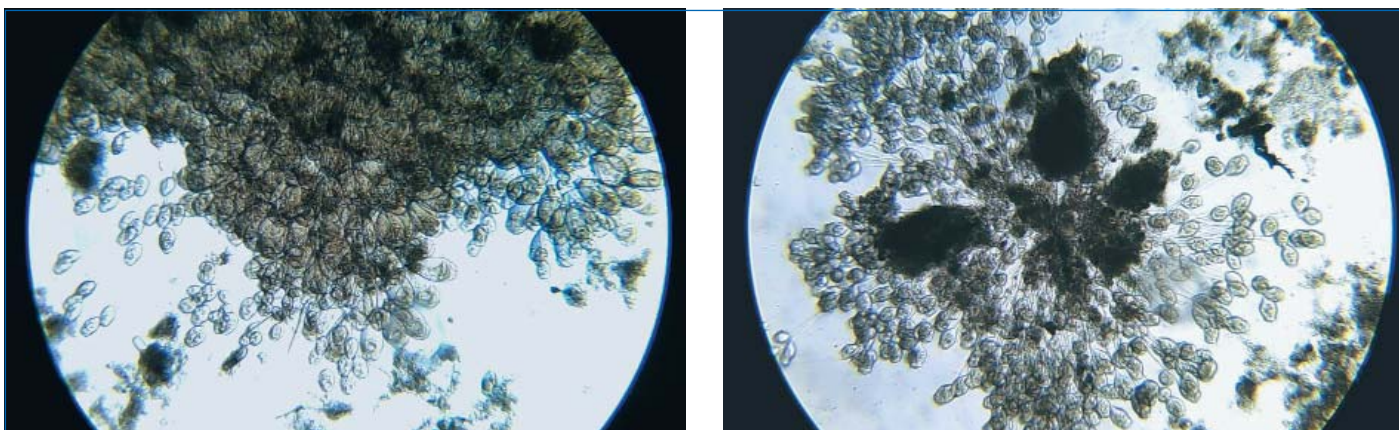
В процессе регулярных микроскопических исследований иловой массы отмечено высокое видовое разнообразие выращенного активного ила. Из простейших зафиксированы разнообразные инфузории особенно из класса Peritricha, жгутиковые простейшие встречаются редко. Присутствие коловраток, постоянных компонентов экосистем аэротенков, и малощетинковых червей указывает на высокое качество ила. Ряд индика-

торных микроорганизмов свидетельствует о стабильной работе активного ила и глубоком окислении органических веществ. Визуализируются личинки насекомых, водные клещи, пыльцевые зерна растений. Мутационных процессов не наблюдается. Визуализация иловой массы показала процесс быстрой регенерации микроорганизмов-фильтраторов. Продолжается процесс приращения биомассы активного ила (рис. 4).

Однако за период эксплуатации в ряде аэротенков отмечались случаи вспухания активного ила, вероятно, в результате попадания токсичных веществ с исходной водой, а также кислородного голодания (особенно в период проведения реконструкционных работ). К такому выводу пришли в результате визуализации в биомассе отдельных особей класса солнечники (Heliozoa), в частности, Actinophrys sol, которые развиваются при токсичной нагрузке, и круглых червей (Nematoda), которые развиваются при заиливании и недостатке кислорода. После откачивания погибшего ила для наращивания новой иловой массы применяли биопрепарат Vacti-Bio 9800, предлагаемый ООО «ВодаСтокСервис», и временно снижали скорость протока сточной воды. Спустя время ил приживался и стабилизировался, пенообразование умеренное.

На сегодняшний день очистные сооружения принимают до 8 тыс. м³/сут. сточных вод. По данным мониторинга масса активного ила составляет не более ~0.03 кг на кг снятой БПК, что обеспечивает вынос массы ила в пределах норм ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения. Ил имеет компактные, хорошо оседающие хлопья. Надильная жидкость светлая, цвет ила в норме. После прохождения биологической очистки вода прозрачна и имеет слабый торфяной запах.

■ **Рис. 4.** Биоценоз активного ила в аэротенках N1 и 2 (микроскопирование при увеличении 40х)





Дальнейшие шаги по улучшению работы ОС

В связи с тем, что вместе с хозяйственно-бытовыми сточными водами на ОСК-1 поступают промышленные стоки предприятий города, началась работа на местах по разработке мероприятий, направленных на устранение возможного попадания в них потенциально токсичных веществ в количествах, губительных для микроорганизмов.

С ОСК-1 очищенная вода сбрасывается в р. Казоха. Финишное обеззараживание воды осуществляется посредством УФ-обработки, однако она не обеспечивает пролонгированного эффекта, в связи с чем рассматривается вопрос применения других способов обеззараживания, в частности, смеси оксидантов, получаемых с помощью установок «Аквахлор» ООО «Делфин Аква».

В самых ближайших планах - внедрение системы мониторинга количества и качества загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на ОСК-1 - SCADA. Это позволит в режиме реального времени видеть степень загрязнения поступающих стоков и оперативно принимать неотложные меры для обеспечения качественной их очистки.

Заключение

На сегодняшний день по инициативе инвестора создана рабочая группа из ведущих специалистов и ученых отрасли для улучшения существующей методики очистки. На территории очистных сооружений под руководством к.б.н. Медведевой И.В. создан уголок микробиолога для регулярного мониторинга видового состава активного ила. С учетом того, что качество очистки стоков сильно зависит от состава воды, поступающей на ОС, проводится работа со всеми категориями абонентов, с представителями действующих предприятий и общественных организаций г. Кинешма. Ведется информационно-разъяснительная работа с населением.

Первые результаты работы уже ощутимы. После модернизации аэрационной системы, внедрения ряда дополнительных сооружений на ОСК-1, добавления биопрепарата в помощь к активному илу качество очистки сточных вод существенно улучшилось, удалось сохранить жизнедеятельность микроорганизмов в условиях высоких нагрузок на очистные сооружения.

Однако предстоит еще большая работа. И положительный результат возможен только при совместной ра-

боте инвестора и администрации области и города по решению различных возникающих проблем, часто неожиданных (своевременное финансирование, юридическая поддержка инвестора, законотворческая работа и многое другое).

Литература

1. Иванов Н.// Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2014/5. с.38.
2. Лубенко И. //Вода Magazine. 2013.N3(67). Март. с. 8.
3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М., АКВАРОС, 2003.
4. G.B. Meynell. Theory and practice in experimental bacteriology. Cambridge.: at the University Press, 1965.
5. Егорова Т.А. Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клумова, Е.А. Живухина. - М.: Академия, 2005.

Харламова Татьяна Андреевна

доктор технических наук, консультант.

Ивлиев Николай Юрьевич

технический директор

ООО «Инфра Проект Девелопмент

Русланд» (генеральный

проектировщик и консультант).

Исакова Эльвира Львовна

главный технолог, начальник лаборатории

ООО «РегионИнфраСистема-Иваново»

(эксплуатант очистных

сооружений канализации)