

УДК 628.35

М.Ю. Избаш, С.В. Лунин, Е.А. Янчак,

ООО «Институт строительства» Инженерной академии Украины

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АЭРАЦИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Рассматриваются основные недостатки работы аэрационного оборудования на существующих очистных сооружениях. Предложены современное оборудование и мероприятия по модернизации систем аэрации для достижения экономического эффекта и повышения эффективности очистки на стадии биологической обработки сточных вод. Приведены качественные показатели очистки сточных вод, полученные при моделировании в лицензионной версии программного комплекса BioWin.

Ключевые слова: биологическая очистка, концентрация кислорода, аэрационные элементы, нитри-, денитрификация и дефосфатация, аэрационная система.

Постановка проблемы

Чистая вода — это самый необходимый для жизни элемент. Загрязнение ее коммунальными службами и промышленными предприятиями угрожает экологии нашей планеты и здоровью всех живых существ.

Известно, что для очистки сточных вод применяются: механические, физико-химические, химические и биологические (биохимические) методы.

Биологический метод является, на наш взгляд, одним самым эффективным, наименее затратным, наиболее безвредным и обеспечивающим, таким образом, экологическую безопасность сбрасываемых стоков. В результате процессов биологической очистки, сточная вода может быть очищена от многих органических и некоторых неорганических примесей [1, 2].

Биологическая очистка основана на способности отдельных видов микроорганизмов, потреблять для своей жизнедеятельности органические соединения в присутствии кислорода. Наиболее важными факторами, влияющими на развитие и жизнеспособность активного ила, а также качество биологической очистки, являются: содержание растворенного кислорода в иловой смеси, температура, наличие питательных веществ, значение рН, присутствие токсинов [3].

Активный ил не терпит залежей и при малейшем застое он начинает гибнуть. Поэтому предусмотренные нормы на содержание растворенного кислорода (не менее 1,0-2,0 мг/дм³ в любой точке аэротенка) предполагают обеспечение интенсивного перемешивания иловой смеси с целью ликвидации залежей ила. При концентрации растворенного кислорода, превышающей

максимально необходимую, критическую величину, степень активности микроорганизмов не увеличивается и очистка не улучшается. Поэтому для каждого очистного сооружения устанавливается своя «критическая концентрация» кислорода, причем степень его поглощения определяется, главным образом, характером и концентрацией загрязнений [1, 4].

Большое значение для эффективности очистки сточных вод имеет конструкция аэрационных элементов, которые предназначены для подачи и распределения воздуха в аэротенке, а также поддержания активного ила во взвешенном состоянии.

Анализ последних исследований и публикаций

В данной работе, нами были проанализированы исследования и публикации, среди них, диссертация Юрия Михайловича Мешенгиссера «Теоретическое обоснование и разработка новых полимерных аэраторов для биологической очистки сточных вод», в которой рассмотрены недостатки существующей работы биологических очистных сооружений и разработана конструкция трубчатых аэраторов.

В монографии «Очистка сточных вод от биогенных элементов», Долиной Л.Ф. описано преимущество использования современных аэрационных систем на ступени биологической очистки [5, 6].

Цель статьи

Цель статьи — улучшение биологической очистки сточных вод, путем внедрения новых технологий и замены устаревшей аэрационной системы аэрации.

В ходе проведения анализа, нами было установлено, что одним из основных недостатков работы многих очистных сооружений является наличие устаревшей системы аэрации. Керамические, дырчатые трубы и фильтросные каналы, через которые осуществляется подача и распределение воздуха за длительное время эксплуатации закольматировались, потеряли свою прочность и выходят из строя при различных технологических и ремонтных операциях. Также наблюдается обрастание пор биопленкой, в результате чего подача кислорода через отверстия в трубах ухудшается или практически полностью прекращается, что и является причиной снижения концентрации растворенного кислорода.

Исследования и научные результаты

Рассмотрим для примера технологические решения по реконструкции ОСК г. Ильичевск с проектной производительностью 25 тыс.м³/сутки, где с целью повышения эффективности их работы, мы предлагаем мероприятия по замене морально и физически изношенного оборудования на новое энергоэффективное, внедрении инновационных технологических решений, которые позволят модернизировать существующую технологию очистки.

Необходимость внедрения новых технологий и оборудования вызваны увеличением расхода сточных вод за счет развития города, строительства новых районов и, следовательно, увеличения нагрузки на очистные сооружения. По причине износа оборудования и несоответствия технологий к все ужесточающимся требованиям по очистке сточных вод очистные сооружения не справятся со своей задачей.

Проанализировав данные по очищенным стокам, мы можем сказать, что и на сегодняшний день на очистных сооружениях канализации КП «Ильичевскводоканал» не достигаются установленные нормативы на сброс по соединениям азота и фосфора.

Поэтому, для предотвращения загрязнения водных объектов, на участке биологической очистки нами предусматривается реконструкция, которая заключается во внедрении процессов нитриденитрификации и дефосфотации, что позволит достичь требуемых значений ПДК по азоту и фосфору. В бескислородных зонах предполагается установка перемешивающего оборудования производства фирмы Grundfos, а в аэробных – трубчатых мелкопузырчатых аэраторов производства ЗАО НПФ «ЭкоТОН», что позволит улучшить насыщение обрабатываемых сточных вод кислородом, тем самым улучшая качество очистки,

и значительно сократить расход сжатого воздуха [3, 5, 7].

Замена устаревшей аэрационной системы на новую, производства ЗАО НПФ «ЭкоТОН», позволит равномерно распределять воздух, подаваемый от воздуходувки, и формировать в толще воды мелкие пузырьки воздуха, которые насыщают воду кислородом и обеспечивают интенсивное перемешивание, что не только улучшает эффективность очистки, но и снижает эксплуатационные затраты. Данные аэраторы, в отличие от дырчатых труб, устойчивы к гидравлическим ударам, практически не подвержены инкрустированию, коррозии и биологическому обрастанию [8, 9].

Конструктивно трубчатый аэратор представляет собой две вложенные друг в друга трубы с воздушным зазором между ними. По внутренней перфорированной трубе, изготовленной из полиэтилена (ПНД) или поливинилхлорида (ПВХ), подается воздух, который проникает в межтрубное пространство через отверстия. Количество отверстий рассчитано по специальной методике и является оптимальным для достаточного и равномерного распределения поступающего воздуха. Наружная труба изготавливается из полиэтилена высокого давления (ПВД) и имеет пористую структуру, обеспечивающую равномерную мелкопузырчатую аэрацию. Полностью разборная конструкция обеспечивает легкий монтаж и позволяет заменять отдельные элементы при эксплуатации. Присоединение аэраторов (плети аэраторов) к воздухоподводящему стояку выполняется с помощью приварного стального патрубка.

Диаметр пузырьков, формирующихся наружным диспергирующим слоем аэраторов, 2 – 3 мм (по СНиПу мелкопузырчатая аэрация 1 – 4 мм). Это обуславливает высокие массообменные характеристики, и достаточное перемешивание иловой смеси. Благодаря воздушному зазору между трубками, происходит равномерное распределение воздуха по длине плети, что обеспечивает значительное снижение потери напора в аэраторе. Наличие в межтрубном пространстве аэраторов ЗАО НПФ «ЭкоТОН» кольцевых вставок обеспечивает не только равномерную разгрузку аэрационной плети, но и максимальную рабочую поверхность наружного пористо-волоконного слоя, что увеличивает количество пузырьков воздуха.

Аэраторы крепятся к бетонным пригрузам, препятствующим их всплытию. Фиксация аэратора на проектной отметке, производится с помощью крепежного элемента путем приварки его к бетонным пригрузам.

Конструкция крепежных элементов позволяет аэрационной плети свободно перемещаться при температурных расширениях.

Для присоединения плетей аэраторов к воздухоподающим стоякам предусмотрены муфты. Один конец муфты приваривается к отводу стояка, а на другой – навинчивается начальный аэратор.

Подача воздуха, на сегодняшний день, в существующую аэрационную систему, осуществляется одной воздуходувкой марки ТВ 80-1,6, производительностью 6000 м³/час и мощностью 160 кВт. Однако расчеты показывают, что для достижения нормативов по аммонийному азоту, при сохранении существующего положения, необходимо 11036 м³/час, т.е. в два раза большее количество воздуходувок с общей мощностью 320 кВт. При замене существующей аэрационной системы на новую, производства ЗАО НПФ «ЭкоТОН», уменьшится удельный расход воздуха на очистку 1 м³ сточных вод до 8200 м³/час. Также замена существующего воздуходувного оборудования на два рабочих воздуходувных агрегата производства фирмы ЭКВИК, с общей потребляемой мощностью 180 кВт, позволит сократить затраты на электроэнергию в два раза по сравнению с существующим положением. Кроме того в предлагаемых нами воздуходувных агрегатах возможно регулирование расхода подачи воздуха, что влечет за собой надежную работу и экономию электроэнергии. [6, 9, 10]

В воздуходувках фирмы ЭКВИК используются современные экономичные электродвигатели, применение которых позволяет значительно снизить затраты на энергопотребление, а конструкция рабочего органа позволяет достичь минимальных уровней шума и вибраций. Воздуходувные агрегаты комплектуются шкафом автоматического управления работой электродвигателя. Система автоматики предназначена для контроля и поддержания заданных параметров работы агрегата. Величина необходимого давления задается оператором, и поддерживается автоматически по аналоговому сигналу, снимаемому с датчика давления.

Для большего экономического эффекта рекомендуется осуществить замену системы перекачивания возвратного активного ила, т.е. предлагается установить погружные канализационные насосы производства фирмы GRUNDFOS. Насосы оснащены частотными преобразователями, которые позволяют регулировать объемы иловой смеси возвращаемой в аэротенк. Это позволит изменять массу перекачиваемого возвратного активного ила в зависимости от концентрации поступающих органических загрязнений, в результате сократятся

затраты электроэнергии на перекачивание ила и затраты на подачу сжатого воздуха в аэротенк [3, 7].

Концентрации очищенных сточных вод, прошедших биологическую стадию очистки, приведены в табл. 1. Для разработки технических решений, мы использовали лицензионную версию программного комплекса BioWin по моделированию процессов биологической очистки сточных вод. Данная программа разработана канадской фирмой EnviroSim и за последние несколько лет была успешно применена для моделирования и выбора оптимальной технологической схемы нитриденитрификации и дефосфатации более чем в 50 крупных городах (с населением 500 тыс. человек и более) стран Европы, Азии и Америки.

Таблица 1

Качественные показатели сточных вод после биологической очистки

Параметры, мг/л	Перед аэротенками	После ВО	ПДК
Взвешенные в-ва	220,0	10,0	10,0
БПК _{полн}	297,5	7,2	8,5
Азот аммонийный	47,0	1,5	2,0
Азот нитритный	0,7	0,1	0,15
Азот нитратный	19,6	8,7	9,1
Фосфор (по Р)	16,2	6,9	7,17

Выводы

Подытоживая все выше сказанное, мы можем утверждать, что за счет повышения уровня автоматизации технологического процесса и сокращения обслуживающего персонала, получаемая экономия будет составлять 1 642 800 грн/год. Годовая экономия на замене воздуходувных агрегатов будет равна 247 563,07 грн/год. Также следует учесть, что при внедрении процессов глубокого удаления биогенных веществ, значительно улучшатся показатели очищенной воды, что повлечет за собой освобождение от штрафных санкций за сброс неочищенных сточных вод в водоемы.

Автор: ІЗБАШ Михайло Юрійович
директор «ІБАУ», академік ІАУ, докт. техн. наук,
професор, ООО «Інститут будівництва» Інженерної
академії України, Харків

E-mail: isiau.pst@gmail.com

Автор: ЛУНІН Сергій Васильович
технічний директор, канд. техн. наук, ООО «Інститут
будівництва» Інженерної академії України», Харків

E-mail: serlunin@mail.ru

Автор: ЯНЧАК Олена Олександрівна
магістр з ВВ, інженер – технолог
ООО «Інститут будівництва» Інженерної академії
України», Харків

E-mail: elenayanchak@mail.ru

Література

1. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод / В.А. Ковальчук. – Рівне: Рівненська друкарня, 2002 – 268 - 276 с.
2. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод // Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев // Москва: Издательство строительных вузов - М.: АСВ, 2006 – с. 227 - 239.
3. Мишутков Б.Г. Удаление азота и фосфора на очистных сооружениях городской канализации // Б.Г. Мишутков, Е.А. Соловьева // - Приложение к журналу «Вода и экология. Проблемы и решения», Санкт-Петербург, 2004. – 28 - 32 с.
4. Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод / А.Г. Гудков - Вологда: Вологодский государственный технический университет, 2002 – с.4 - 8.
5. Долина Л.Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов / Л.Ф. Долина – Днепрпетровск: Континент, 2011 – с. 108 - 109.
6. Мешенгиссер Ю.М. Теоретическое обоснование и разработка новых полимерных аэраторов для биологической очистки сточных вод: автореф. дис. на получение научной степени доктора технических наук: 05.23.04 / Мешенгиссер Юрий Михайлович; Харк. гос. тех. ун-т строит-ва и арх. – Х., 2001 – 5 с.
7. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур – М.: АКВАРОС, 2003 – 315 с.
8. «Дегремон» Технический справочник по обработке воды / «Дегремон» Г.Н. Герасимов - Санкт-Петербург: Новый журнал, 2007 – с. 887 - 895.
9. Гаврина Е.В. Разработка и исследование высокоэффективных конструкций аэраторов пневматического типа для биологической очистки сточных вод: автореф. дис. на соискание учетной степени кандидата технических наук: 05.23.04 / Гаврина Елена Владимировна; Пензенская гос. арх. - строит. акад. – Пенза, 2000 – с. 5 - 10.
10. Воронов Ю.В. Реконструкция и интенсификация работы канализационных очистных сооружений / Ю.В. Воронов, В.П. Соломеев, А.Л. Ивчатов и [др.]. М.: Стройиздат, 2003 – 91 с.

**ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АЕРАЦІЇ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ І ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ
СТІЧНИХ ВОД**

М.Ю. Ізбаш, С.В. Лунін, О.О. Янчак

Розглядаються основні недоліки роботи аераційного обладнання на існуючих очисних спорудах. Запропоновано сучасне обладнання та заходи з модернізації систем аерації для досягнення економічного ефекту і підвищення ефективності очищення на стадії біологічної обробки стічних вод. Наведено якісні показники очищення стічних вод, які були отримані при моделюванні в ліцензійній версії програмного комплексу BioWin.

Ключові слова: біологічне очищення, концентрація кисню, аераційні елементи, нітри-, денітрифікація і дефосфотація, аераційна система.

**INTRODUCTION OF INNOVATIVE AERATION SYSTEM TO REDUCE OPERATIONAL COSTS AND
IMPROVE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT**

M. Izbash, S. Lunin, O. Yanchak

This article is devoted the main disadvantages of work aeration equipment at the existing treatment plants. We have made an analysis of recent research and publications and we have proposed the modern equipment and modernization of aeration systems to achieve an economic effect and improve the efficiency of cleaning in the stage biological treatment of wastewater. Here is presented the quality indicators of wastewater treatment that have been obtained by modeling in the licensed version of the software complex BioWin. This program is created by the Canadian firm EnviroSim and over the past few years has been successfully used for modeling and selecting the optimal flowsheet denitrification, nitrification and phosphorus removal more than 50 large cities (with a population of 500 thousand people or more) countries in Europe, Asia and America.

Keywords: biological treatment, oxygen concentration, aeration elements, nitrification, denitrification and phosphorus removal, aeration system.