

ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАБОТУ СИСТЕМ АЭРАЦИИ В АЭРОТЕНКАХ

Журавлев Р.Г.¹, Борисов Б.Н.²

¹Журавлев Роман Григорьевич – магистрант;

²Борисов Борис Никитович – кандидат технических наук, доцент,
кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики,
Владимирский государственный университет,
г. Владимир

Аннотация: в статье рассмотрены некоторые факторы, которые непосредственно влияют на процесс работы системы аэрации на очистных сооружениях сточных вод. Приведен перечень данных факторов с описанием их воздействия на процесс аэрации. Проведено сравнение возможных вариаций реконструкций систем аэрации. Предложены варианты интенсификации процесса работы оборудования системы очистки сточных вод.

Ключевые слова: технология, сточные воды, система аэрации, аэротенк, очистка воды, очистные сооружения, биологическая очистка, интенсивность процессов, интенсификация работы.

Городские очистные сооружения канализации в большинстве своем работают по морально и технологически устаревшим схемам и технологиям очистки воды, что приводит к некачественному очищению сбрасываемых сточных вод. При этом при проектировании городских очистных сооружений закладывается избыточная конструктивная и технологическая составляющая из-за требований по экологической безопасности сооружений. Для уже существующих городских сооружений по очистке стоков актуальным становится минимизация затрат на обслуживание, поиск вариантов экономии используемых ресурсов, оптимизация работы сооружений, а также модернизация системы для более эффективного управления процессом очистки сточных вод. В этом ключе появляется необходимость рассмотрения и применения на практике самых передовых, научно-обоснованных технологий, которые с минимальными затратами позволяют добиться соответствия качества выпускаемой сточной воды.

Основными методами очистки сточных вод, применяемыми на городских очистных сооружениях до сих пор являются механические, физико-механические, химические и биологические (биохимические) способы очистки сточных вод [1]. Каждый из перечисленных методов очистки обеспечивает удаление из поступающих сточных вод определенных видов загрязнений. Самым эффективным методом очистки сточных вод большинство специалистов считают биологический метод. Он очищает поступающие сточные воды от органических загрязнений, биогенных элементов (таких как азот, фосфор) и некоторых неорганических примесей, а также является экологически безопасным методом очистки. Биологический метод очистки сточных вод основан на способности микроорганизмов потреблять органические загрязнения воды в качестве источника питания, с помощью которых микроорганизмы получают энергию для обеспечения своей жизнедеятельности. Данный комплекс микроорганизмов после прохождения процесса очистки стоков отделяется от очищенной воды и представляет собой активный ил. Наибольшее распространение из оборудования, входящего в биологическую очистку воды на данный момент получили аэротенки, представляющие собой резервуары, где процесс биологической очистки загрязняющих веществ осуществляется непосредственным контактом сточных вод с оптимальным количеством организмов активного ила. Развитие и жизнеспособность активного ила, а следовательно, и качество биологической очистки сточных вод, зависит от определенных параметров среды, среди которых можно выделить и особенно важны температура, значение pH, содержание растворенного кислорода в иловой смеси.

Основными факторами, влияющими на работу систем аэрации в аэротенках, являются:

- размер отверстий аэраторов;
- температура исходных сточных вод;
- распределительная система подачи сточных вод;
- гидродинамический режим работы системы аэрации.

Рассмотрим каждый из факторов на предмет влияния на процесс и возможности модернизации существующего оборудования систем аэрации.

Размер отверстий аэраторов. При любом из существующих способов аэрации происходит поглощение кислорода сточной водой в результате контакта сточной воды с поступающими пузырьками воздуха. При увеличении размера (т.е. диаметра) пузырьков воздуха скорость всплытия уменьшается. Это приводит к увеличению массопередачи кислорода воздуха из существующих пузырьков воздуха в воду. Но при этом одновременно происходит уменьшение поверхности контакта пузырьков с водой при постоянном расходе воздуха [4].

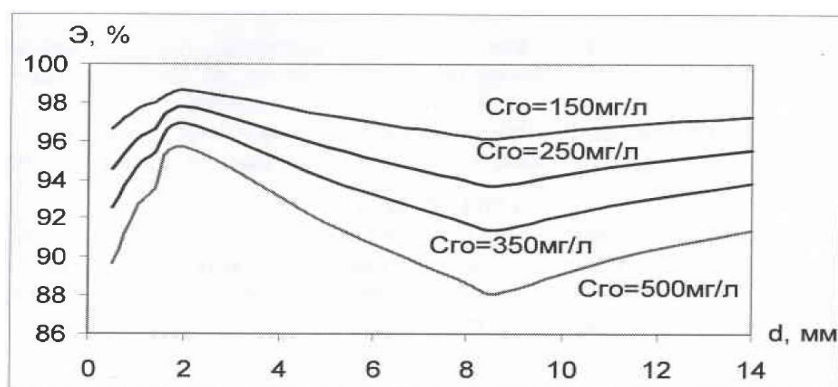


Рис. 1. Эффект очистки от диаметра пузырьков воздуха

Экспериментально доказано, что эффективность очистки сточных вод неуклонно возрастает с увеличением диаметров пузырьков воздуха. При продолжающемся увеличении диаметра пузырьков наступает самопроизвольное их дробление, которое приводит к увеличению поверхности контакта раздробившихся пузырьков со сточными водами.

С помощью эксплуатационной практики было выявлено, что размер отверстий оказывает влияние на размер пузырьков только в момент их образования. При всплывании образовавшихся пузырьков воздуха они подвергаются коалесценции и дроблению. В результате пузырьки уже через несколько секунд после всплытия достигают некоторого неизвестного размера, который не зависит от размера отверстий аэратора, а определяется закономерностями обтекания жидкости. Соответственно в данном процессе имеет место и зависимость гидродинамики потока.

Влияние температуры. Еще одним значимым фактором, который влияет на процесс биологической очистки сточных вод, является температура поступающих исходных сточных вод. Выявленная средняя температура сточных вод в России в холодное время колеблется в промежутке от 15 до 17°C. В аэротенках при обычном режиме аэрации при показаниях температуры окружающего воздуха от 10 до 20°C, температура сточной воды за время процессов очистки падает на 1-3°C. При продленном режиме аэрации в аэротенках, с существующим перекрытием из щитов, температура сточной воды падает на 4-9°C за время процесса. Данные колебания приводят к значительному замедлению или полному прекращению процессов биохимической очистки сточных вод.

На основе анализа экспериментальных данных по влиянию температуры в аэротенках на эффективность биоочистки можно сделать следующие выводы:

1. Повышение температуры в аэротенках способствует повышению эффективности биохимического окисления основных загрязняющих веществ сточных вод;

2. При повышении эффективности биоочистки сточных вод не всегда целесообразно повышать коэффициент рециркуляции активного ила вместе с концентрацией активного ила в аэротенках. Экспериментально выявлено, что при увеличении концентрации активного ила в некоторых случаях происходит снижение активности микроорганизмов активного ила из-за разницы между ингредиентами сточных вод и количеством активного ила.

Распределительная система подачи сточных вод. Возможным методом интенсификации процесса работы аэротенков является совершенствование процесса работы распределительной системы подачи сточной воды. Изменяя строение и направление потоков сточной воды в аэротенках, а также скорости подачи сточной воды, можно увеличить как время контакта сточной воды с активным илом, так и равномерность распределения воды без изменения формы и размера резервуара аэротенка, т.е. с минимальными затратами по модернизации оборудования. Это может достигаться при помощи использования насадок, монтируемых на подающий трубопровод [2]. Эффективность насадок заключается в повышении степени очистки сточных вод при колебаниях технологического режима, а также в увеличении поверхности площади контакта между кислородом воздуха, активным илом и загрязнениями сточной воды.

Гидродинамика систем аэрации. Переход от одного типа применяемых аэраторов к другому типу ведет к изменению всей схемы системы аэрации в сооружениях биологической очистки. Поэтому любые изменения, связанные с заменой системы аэрации на очистных сооружениях, необходимо подтверждать перерасчетом гидродинамических режимов работы системы с предварительным испытанием. Так, к примеру, переход от аэратора типа «перфорированная труба» к аэраторам типа «фильтросная пластина», «Полипор», «Аквалайн» применительно к действующему аэрационному сооружению приведет к изменению всего процесса биологического окисления. Это связано с тем, что происходит изменение объемов удельного расхода воздуха аэратора, изменение размера пузырьков и скорости их всплытия. Эти изменения приводят к другой гидродинамике потоков при перемешивании сточной воды с активным

илом. Изменение размера отверстий, как было выявлено выше, и в данном случае оказывает влияние на концентрацию растворенного кислорода в объеме сооружений биологической очистки. Например, при использовании системы мелкопузырчатой системы аэрации процесс растворения кислорода в жидкости проходит интенсивнее, но с уменьшением скорости потока жидкости. При использовании системы среднепузырчатой и крупнопузырчатой аэрации скорость потока жидкости увеличивается, но процесс растворения кислорода ухудшается.

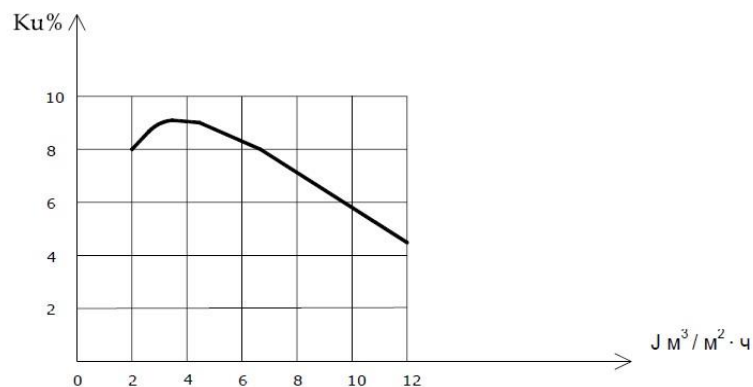


Рис. 2. График зависимости коэффициента использования кислорода от интенсивности аэрации

Как видно из рис. 2, увеличение интенсивности расхода воздуха при проходе через аэратор приводит к снижению использования кислорода сточной водой. Это возникает из-за эффекта восходящего газожидкостного потока, который увеличивает скорость, но уменьшает время контакта пузырьков с жидкостью.

При проведении экспериментальных опытов по созданию универсального и наиболее надежного способа обработки активного ила, одним из перспективных методов было предложение подавать в подающий коллектор сточных вод пузырьки воздуха вдоль оси потока в пульсирующем режиме. Результатом такой модернизации является резкое снижение процесса слипания микроорганизмов активного ила в коллекторе. Под действием пульсирующего воздушного потока происходит перемешивание смеси, что способствует перемещению ила, содержащего пузырьки воздуха в верхние слои, а частиц ила без пузырьков – в нижние слои, а затем в выпускной коллектор.

Также интенсификация процесса очистки сточных вод с увеличением скорости протекания процесса биологической очистки возможна с организацией 2х зонной схемы системы аэрации в аэротенке. В аэротенке над соответствующими участками дна располагают две зоны: зона нитрификации и зона денитрификации. В зоне нитрификации располагают пористые трубчатые аэраторы, в зоне денитрификации – перфорированные трубчатые аэраторы. Все аэраторы собраны в модули и образуют широкую полосу аэрации. При этом, происходит не только механическое поддержание активного ила во взвешенном состоянии, но и осуществляется процесс аэробной биологической очистки. Такая схема организации зон в аэротенке позволяет создать систему аэрации с высокой интенсивностью очистки сточных вод при одновременном увеличении скорости протекания процесса [3].

Список литературы

1. *Большакова Н.Ю.* Очистка от биогенных элементов на городских очистных сооружениях. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 112 с.
2. *Мишуков Б. Г., Соловьева Е. А.* Расчет и подбор аэрационного и перемешивающего оборудования для биологической очистки сточных вод: учебное пособие / СПб. гос. архит.-строит. ун-т. СПб., 2007. 40 с.
3. *Данилович Д.А.* Опыт совершенствования и оценки эффективности аэрационных систем // Водоснабжение и санитарная техника, 2015. № 1. С. 38-51.
4. *Баженов В.И., Эпов А.Н.* Энергосбережение как критерий выбора аэратора // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения, 2012. № 1. С. 2-17.