

Секция V
ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ПРИРОДООХРАННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ
РЕШЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 628.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Б.Н. Борисов

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых, Российская Федерация
e-mail: boris_borisov_v_v@mail.ru

Для повышения эффективности работы очистных сооружений сточных вод необходимо в классические технологические схемы включать дополнительные стадии очистки. Представлена наиболее перспективная схема биологической очистки с удалением биогенных элементов в аэротенках. Проведена сравнительная оценка работы аэротенков до и после реконструкции.

Ключевые слова: аэротенк, активный ил, биогенных элементы азот и фосфор.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE PROCESS BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

B. Borisov

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich
and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Russian Federation
e-mail: boris_borisov_v_v@mail.ru

To increase the efficiency of wastewater treatment plants, it is necessary to include additional purification stages in the classical technological schemes. The most promising scheme of biological purification with the removal of biogenic elements in aerotanks is presented. A comparative assessment of the work of aerotanks before and after reconstruction was carried out.

Keywords: aerotank, activated sludge, biogenic elements nitrogen and phosphorus.

Особое место среди современных экологических проблем в мире и в России занимает проблема загрязнения природных и подземных вод. Основной причиной ухудшения экологического состояния водных объектов является сброс в водоемы недостаточно очищенных сточных вод, содержащих высокие концентрации загрязняющих веществ.

Очистка воды может происходить с применением двух типов микроорганизмов аэробных и анаэробных. Аэробным микроорганизмам необходимо присутствие кислорода. Анаэробные бактерии могут работать в замкнутой системе без доступа кислорода. На большинстве городских очистных сооружений сточных вод очистка происходит в аэробных условиях.

Стадии аэробной очистки сточных вод:

Первичная обработка, в результате которой удаляются твердые частицы и взвешенные вещества; (в решетках, песколовках и отстойниках).

Разложение растворенного органического вещества за счет деятельности аэробных микроорганизмов (активного ила в аэротенках).

Активный ил представляет собой сложный биоценоз организмов, в основном бактерий, в котором клетки находятся в среде растворимых или слаборастворимых внеклеточных полимерных образований. С физико-химических позиций активный ил – структурированная коллоидная система, состоящая из органического и неорганического вещества, обладающая высокой сорбционной способностью. Биохимическое и физико-химическое взаимодействие между илом и загрязняющими веществами позволяет извлекать из воды органические загрязнения. В результате органические вещества переходят в диоксид углерода (CO_2) и воду (H_2O) [1].

Доочистка воды, например, химическое осаждение ионов или катионов, обеззараживание воды за счет хлорирования, озонирование или ультрафиолета.

Переработка активного ила, в результате которой уменьшается его объем, количество патогенов, запах, а в анаэробных условиях образуется метан.

На рисунке 1 представлена типовая схема очистки сточных вод.

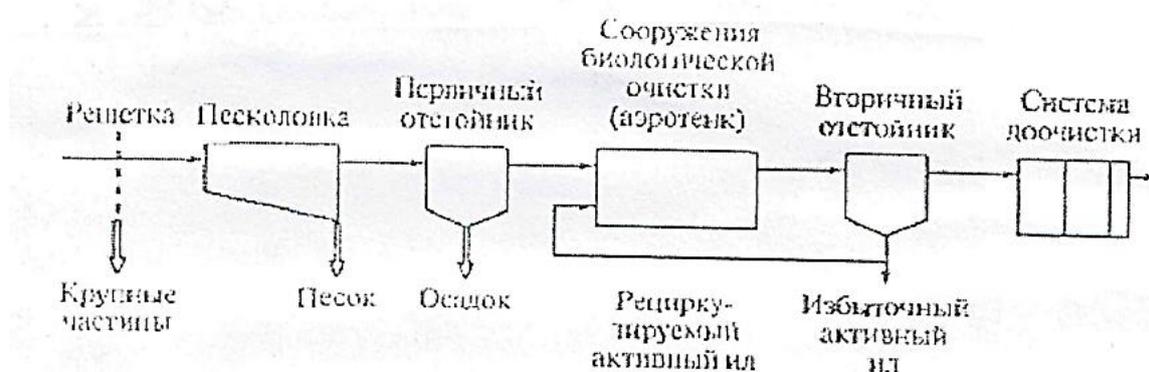


Рисунок 1. – Типичная схема биологической очистки сточных вод с аэротенками

Первые три позиции: решетка, песколовка и первичные отстойники являются механической очисткой.

Основные процессы очищения проходят в аэротенках и это является биологической очисткой соответствующая 2-ой стадии аэробной очистки сточных вод.

Биологическая очистка сточных вод – это процесс перевода коллоидных и растворенных органических веществ в минеральные соединения за счет жизнедеятельности аэробных микроорганизмов в диоксид углерода (CO_2) и воду (H_2O).

Вторичные отстойники являются составной частью сооружений биологической очистки, располагаются в технологической схеме непосредственно после аэротенка и служат для отделения активного ила от биологически очищенной воды, выходящей из аэротенка. В процессе биологической очистки органические вещества переходят в активный ил, обуславливая прирост исходной биомассы. Чтобы не допустить повышения дозы ила против оптимальных значений в аэротенк возвращается то количество ила, которое поддерживает его расчетную дозу в нем. Остальной ил в виде избыточного, т. е. не требующегося для целей биологической очистки, удаляется из системы аэротенк – илоотделитель на обработку и ликвидацию.

Схема реализации биологического процесса очистки сточной воды в проточном режиме в аэротенках с возвратом ила из вторичных отстойников и выведением избыточного ила на обработку получила название классической аэрации.

Однако, несмотря на широкое распространение данной схемы очистки, существуют недостатки, заключающиеся в невысокой эффективности протекания процесса, а также высокой чувствительности микроорганизмов и необходимости создания благоприятных условий для окисления органических загрязнений.

В классических аэротенках используется только аэробная зона, которая не позволяет обеспечить требуемую очистку сточных вод до необходимых значений ПДК (предельно допустимых концентраций) по содержанию биогенных веществ, а именно азота (N) и фосфора (P).

Сброс в реки и водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, в которых содержится большое количество биогенных веществ приводит к эвтрофикации рек и водоемов. Одним из симптомов эвтрофикации является интенсивный рост сине-зеленых водорослей, которые при особых условиях размножаются и дают большую биомассу и способствуют цветению воды. К тому же они агрессивно потребляют кислород, вытесняя другие живые организмы. Воздействие неочищенных стоков приводит к тому, что реки или водоем не успевают самоочищаться.

Для удаления биогенных элементов из сточных вод могут применяться различные методы: биологические, физико-химические, химические и обратного осмоса.

Применение физико-химических и химических методов в настоящее время ограничено. Эти методы имеют ряд недостатков: высокая стоимость реагентов, применяемых для очистки, вторичные загрязнения, образующиеся после применения коагулянта.

Метод обратного осмоса требует применения полупроницаемых мембран, в частности целлюлозоацетатных, позволяющих достигать эффекта очистки до 98,5%. Но процесс, основанный на свободном пропуске молекул растворителя при фильтровании сквозь мембрану и задержке молекул или ионов растворенных веществ, требует тщательной предварительной очистки, умягчения воды и очень энергозатратный.

К настоящему времени за рубежом и в России разработан целый ряд технологий решений биологической очистки от азота и фосфора. Основным методом биологического изъятия биогенных веществ является метод с поочередной анаэробной и аэробной обработкой смеси сточной жидкости и активного ила.

В основе технологии очистки сточных вод лежит известный процесс Кейптаунского Университета (УСТ-процесс), основанный на предварительной денитрификации потока иловой смеси, направляемой в анаэробную зону аэротенка [2]. В этой технологии использован «карусельный» принцип организации рецикла денитрификации.

Несмотря на то, что существует множество вариаций технических решений, разрабатываемых для оптимизации процессов удаления азота и фосфора все они включают следующие участки в аэротенках:

Анаэробная зона, свободная от растворенного кислорода и нитратов;

Аноксидная (бескислородная зона, содержащая нитраты);

Аэробная зона, насыщенная растворенным кислородом до необходимого уровня.

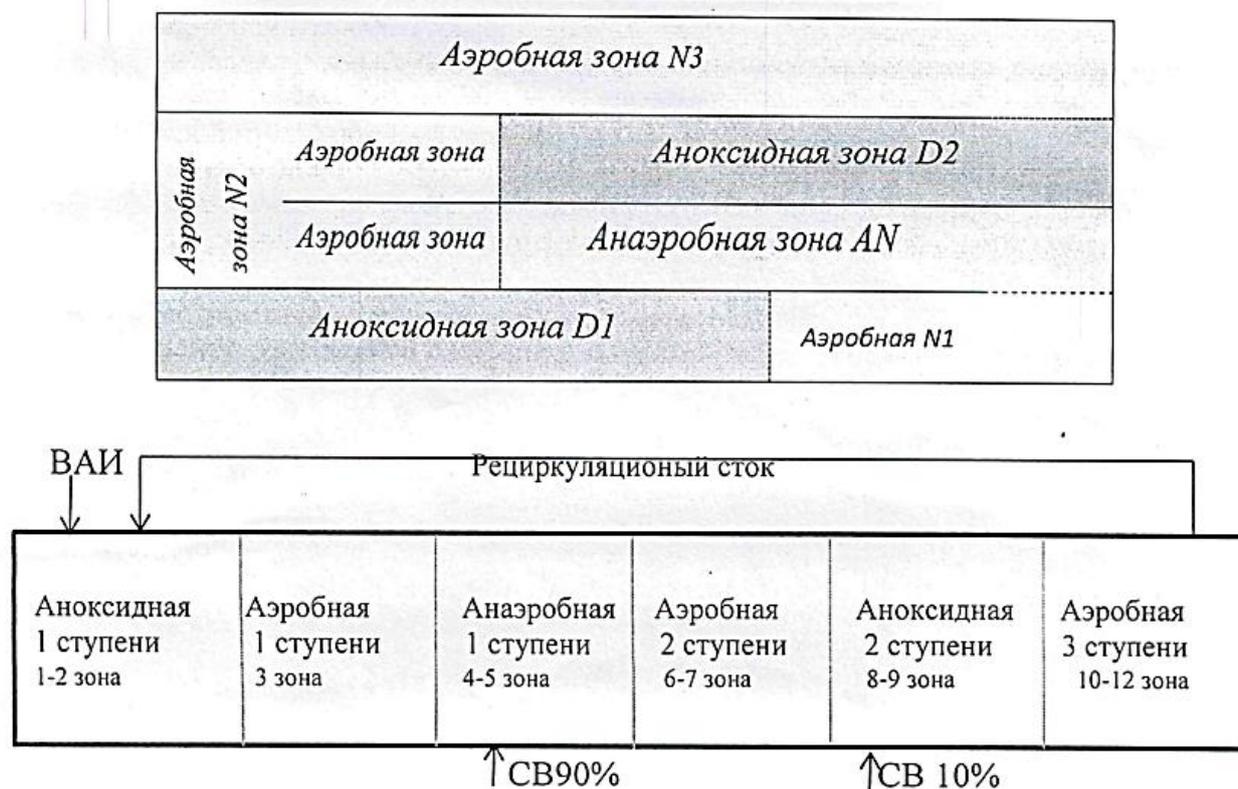
После первичных отстойников сточная вода, как правило поступает в анаэробную зону, где условия способствуют респирации (дыханию) фосфат-аккумулирующих организмов (ФАО). В анаэробных условиях ФАО поглощают органические соединения, расходуя для этого внутриклеточные полифосфаты, которые разлагаются до обычных ортофосфатов и переходят в воду.

Следующая зона – обычно аноксидная, в начало которой по рециклу поступают нитраты, генерируемые в последующей аэробной зоне. В данной бескислородной зоне отдельные микроорганизмы преобразуют нитрат в нитрит и, в итоге, в газообразный азот, который высвобождается в атмосферу за счет перемешивания в аэрационном бассейне.

В системе биологического удаления азота и фосфора аэробная зона служит двум целям: Преобразованию аммония в нитрат и поглощению ранее высвобожденных фосфатов в клеточный материал ФАО. Нитрат возвращается в аноксидную зону, где он превращается в газообразный азот, а фосфаты удаляются вместе с утилизируемым по обычной схеме активным илом из вторичных отстойников [3].

В соответствии с программой повышения качества очистки сточных вод в МУП «Владимирводоканал» с 2019–2023 г. на очистных сооружениях сточных вод была проведена масштабная реконструкция на двух из трех аэротенках с целью снижения содержания биогенных веществ. В технологическая схема реконструированных аэротенков показанной на рисунке 2 используется описанный ранее известный УСТ-процесс.

В аэротенках 2 и 3 была заменена трубчатая система аэрации «Экотон» на современную на базе мембранных дисковых аэраторов «АКВА-ТОР» и используются зоны аэробные и анаэробные.



ВАО – возвратный активный ил; СВ – сточные воды

Рисунок 2. – Технологическая схема реконструированных аэротенков

В таблице 1 представлены сравнительные результаты параметров очищенных сточных вод на выходе с очистных сооружений.

Таблица № 1. – Параметры очищенных сточных вод на выходе с очистных сооружений г. Владимира

Наименование показателя, мг/л	Норматив	Не реконструированный аэротенк № 1	После реконструкции аэротенк № 2	После реконструкции аэротенк № 3
Ионы аммония	0,5	1,69	0,70	0,71
Нитрат-ионы	40	45,5	13,9	12,2
Нитрит-ионы	0,08	0,74	0,018	0,072
Фосфор-фосфатов	0,2	0,0088	0,09	0,027
Растворенный кислород	3-8	1,39	7,5	4,13

Анализируя результаты таблицы 1 можно отметить значительное снижение соединений азота в реконструированных аэротенках по сравнению с аэротенком № 1, а также увеличивается концентрация растворенного кислорода от 3 до 5 раз.

Технологическая схема очистки сточных вод с модернизированной системой аэрации и чередуя аэробные и анаэробные зоны в аэротенках улучшает качество очистки сточных вод перед сбросом в водоем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов, М.Н., Дорофеев, А.Г., Асеева, В.Г. Микробиологический контроль активного ила биореакторов очистки сточных вод от биогенных элементов. – М.: НАУКА, 2012. – 80 с.
2. Данилович, Д.А. Результаты работы крупномасштабных сооружений биологической очистки от соединений азота и фосфора / М.Н. Козлов, О.В. Мойжес, К.В. Шотина, Б.А. Ершов // Сб. статей и публикаций Московского водоканала. Вып.1. – М.: «Мосводоканал», 2008. – 464 с.
3. Дабковский, Б. Применение датчиков окислительно-восстановительного потенциала в системах биологической очистки / Б.Дабковский, М. Платонов // ВОДА MAGAZINE. – № 10. – 2010.