

## ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЧИЩЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Приходченко Б.В., [Bob\\_21@list.ru](mailto:Bob_21@list.ru); Тарасюк В.П., [Vita\\_post@mail.ru](mailto:Vita_post@mail.ru)

Научный руководитель – Тарасюк В.П.

*Донецкий Национальный Технический Университет, Украина, г. Донецк*

**Введение.** В условиях постоянного развития производственных мощностей и экономики, когда человечество вовлекает в свои производственные и хозяйственные нужды более половины запасов пресных вод, проблема сохранения качества воды становится чрезвычайно актуальной. Известно, что главным источником загрязнения водной среды являются сточные воды. Основная их масса в Донецкой области, равно как и на всей территории Украины (около 80% от общего объема очищенной воды) очищается на биологических очистных сооружениях, которые являются мощным защитным экраном.

В настоящее время более 70% станций очистки сточных вод (ОСВ) в нашей стране работают неэффективно по причине морального и физического износа оборудования, недостаточного уровня автоматизации и недостаточной квалификации персонала, вследствие недостатка данных для принятия решений. Это вызвано тем, что ряд значений параметров трудно определяемы из-за отсутствия соответствующих измерительных средств.

Повышение эффективности управления ОСВ может быть достигнуто за счет автоматизации управления на этапах наблюдения, сбора, обработки и анализа информации средствами пакетов математического анализа данных, внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП).

### Основная часть.

Аэротенк представляет собой прямоугольный резервуар, разделенный продольными перегородками на отдельные коридоры, по которым иловая смесь протекает от входа в аэротенк к выходу из него при постоянном перемешивании и обогащении кислородом воздуха. Схема реализации процесса биологической очистки сточных вод в аэротенке промежуточного типа представлена на рис. 1. Основные параметры процесса биологической очистки должны быть взаимосвязаны между собой, а именно: объем аэротенков, количество и окисляемость загрязняющих веществ в сточных водах, время контакта сточных вод с активным илом. Окисление органических загрязняющих веществ в аэротенках происходит за счет жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, образующих хлопьевидные скопления – активный ил. Часть органических веществ, непрерывно поступающих со сточными водами, окисляется, а другая обеспечивает прирост бактериальной массы активного ила.

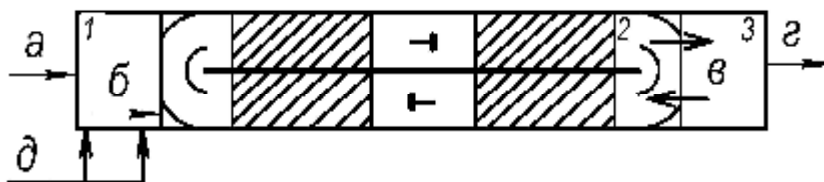


Рис.1. Схема реализации процесса биологической очистки сточных вод в аэротенке: 1 - первичный отстойник; 2 - биореактор; 3 - вторичный отстойник; а – поступающая сточная вода; б - осветленная сточная вода; в - возвратный ил; г – очищенная сточная вода; д - реагент ( $\text{FeCl}_3$ ); заштрихованная часть - зона переменной аэрации.

Наиболее важными факторами, влияющими на развитие и жизнеспособность активного ила, а также на качество биологической очистки, являются: степень загрязнения поступающих для очистки сточных вод (характеризуется показателем  $\text{БПК}_{\text{полн}}$ ), их температура, наличие питательных веществ, содержание растворенного кислорода в иловой смеси, значение  $pH$ , присутствие токсинов [1]. Влияние этих факторов на процесс биологической очистки

является доминирующим. Удовлетворительная работа аэротенков в значительной степени определяется также технологическим режимом эксплуатации, где основное значение имеют:

- оптимальное соотношение между концентрацией загрязняющих веществ, присутствующих в сточных водах, и рабочей дозой активного ила по массе (при уменьшении дозы ила возникает эффект повышения нагрузки и снижения качества очистки, при увеличении дозы затрудняется эффективное разделение ила и очищенной воды во вторичных отстойниках);

- необходимое время контакта загрязненных сточных вод с активным илом;
- достаточная аэробность системы [2].

Итак, выделим основные недостатки используемых сейчас систем для проведения биологического этапа очистки сточных вод в аэротенках:

- такой ключевой параметр как БПК<sub>полн</sub> на входе не имеет возможности оперативного измерения, а измеряется с помощью отбора проб в лаборатории. Если измерять этот показатель оперативно, то это существенно поможет своевременно принимать верные управляющие решения, тем самым держа под контролем ход технологического процесса. В данный момент существуют несколько приборов-анализаторов, позволяющих решить эту проблему с диапазоном измерений БПК<sub>полн</sub> от 0 до 200 мг/дм<sup>3</sup>;
- недостаточная загруженность или перегруженность по содержанию загрязняющих веществ поступающих на очистку стоков. Данная проблема будет решена с помощью нейронной сети, используемой в системе (на основе истории и текущих показателей загрязняющих веществ в стоках нейронная сеть будет выдавать соответствующие управляющие сигналы для проведения технологического процесса на оптимальном уровне);
- отсутствие возможности автоматической оперативной реакции на изменение объема поступающих на очистку вод. Данная проблема будет решена с помощью нейронной сети, используемой в системе (на основе истории и текущих показателей объема поступающих на очистку стоков (с датчика расхода воды) нейронная сеть будет выдавать соответствующие управляющие сигналы для проведения технологического процесса на оптимальном уровне);
- в ходе практической работы абсолютно не контролируется такой важный показатель как расход воздуха на 1 кг снятой при очищении органики. Решение проблемы в оборудовании насосов датчиками расхода воздуха;
- нет постоянного контроля над ежедневным приростом активного ила, что очень важно для оптимальной работы на биологическом этапе. Эта задача будет решена путем обработки математическим аппаратом системы первичных входных параметров процесса;
- используются среднепузырчатые аэраторы, использование кислорода активным илом в которых составляет 8-12 %, тогда как переход на мелкопузырчатые аэраторы позволил бы повысить этот показатель до 16-18%, это позволит снизить затраты на электроэнергию;
- используется пристенная форма монтажа аэраторов, которая в связи с возникновением турбулентных циркулирующих вертикальных потоков приводит к повышению скорости подъема пузырька воздуха до 0,9-1,0 м/с. Если расположить аэраторы равномерно по всему днищу аэротенка, то этот показатель возможно снизить до 0,3 м/с, а, следовательно, воздух в контакте с иловой смесью будет находиться гораздо большее время.

Итак, два последних недостатка являются чисто механическими и для их устранения необходимо заменить аэраторы на мелкопузырчатые и изменить их форму монтажа. Остальные же недостатки можно устранить только путем создания комплексной интеллектуальной компьютерной системы очищения сточных вод. Ниже более детально остановимся на таком важном ее компоненте, как искусственная нейронная сеть.

Для поддержания заданного эксплуатационного режима компьютерная система управления технологическим процессом очистки сточных вод должна иметь в своем составе достаточно сложный механизм принятия решения, что делается возможным только с использованием стратегического подхода к преодолению локальных неопределенностей в задаче управления, который всегда классифицировался в качестве основного критерия уровня интеллектуального развития человека. Следовательно, единственным способом достичь высокой степени автоматизации объекта является использования стратегического подхода к управлению объектом.

Искусственная нейронная сеть является наиболее эффективным методом решения там, где традиционные вычисления трудоемки или физически неадекватны. В нашем случае нейронная сеть будет использована для того, чтобы на базе анализа определенных параметров технологического процесса (температура сточных вод, количество и окисляемость загрязняющих веществ в них, количество и состояние активного ила) прогнозировать значение оптимального уровня концентрации кислорода в сточных водах (регулируется нагрузкой аэраторов) и оптимальное время аэрации (регулируется заслонкой во вторичный отстойник). Такую сеть можно отнести к классу гибридных, так как формально по структуре она идентична многослойной нейронной сети с обучением, например, по алгоритму обратного распространения ошибки, но скрытые слои в ней будут соответствовать этапам функционирования нечеткой системы [3].

Данная нейронная сеть должна содержать следующие слои:

- 1-й слой нейронов выполняет функцию введения нечеткости на основе заданных функций принадлежности входов;
- 2-й слой отображает совокупность нечетких правил;
- 3-й слой выполняет функцию приведения к четкости.

Каждый из описанных выше слоев характеризуется набором параметров (параметры функций принадлежности, нечеткие решающие правила, активационных функции, веса связей), настройка которых производится, так же, как и в обычных нейронных сетях.

**Выводы.** Нейронная сеть с использованием элементов нечеткой логики, как система управления технологическим процессом биологической очистки сточных вод способна на базе анализа следующих параметров технологического процесса (температура сточных вод, количество и окисляемость загрязняющих веществ в них, количество и состояние активного ила) формировать управляющие сигналы для исполнительных механизмов (аэраторы, заслонки, и в случае необходимости нагревателя). Корректность её работы будет зависеть от компетентности специалистов и разработчиков, привлекаемых для формирования функций принадлежности и правил работы системы.

Использование предложенного подхода существенно повышает степень автоматизации технологического процесса и обеспечивает качественное, максимально обоснованное и своевременное формирование управляющих сигналов. Создание компьютерной информационно-измерительной системы очистки сточных вод позволит также минимизировать нагрузку и затраты на обслуживающий персонал, оптимизировать затраты на электроэнергию и продлить срок жизни активного ила.

Библиографические ссылки

1. С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун. Водоотведение и очистка сточных вод – М.: Стройиздат 1996. С.588-594.

2. М.П. Лапицкая. Очистка сточных вод (примеры расчетов) – Минск: Высшая школа, 1983. С. 132-145.

3. В. С. Медведев , В.Г. Потемкин. Нейронные сети Matlab 6 – М.: Диалог МИФИ 2002.– 490 С.