

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ДОНЕЦКЕ И ОБЛАСТИ

Б.В. Приходченко, В.П. Тарасюк
Донецкий национальный технический университет

У статті розглянуті особливості водовідведення та очищення стічних вод, урбанізованих територій з оцінкою водогосподарської ситуації м. Донецька і проведено пошук засобів її поліпшення. Запропоновано використовувати нейронну мережу з використанням елементів нечіткої логіки, як основу комп'ютерної системи управління технологічним процесом біологічного очищення стічних вод.

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).

Постановка проблемы. Донецк, являясь одним из самых крупных промышленных городов Украины, расположенным в устье р. Кальмиус, представляет собой своеобразную ловушку для загрязняющих веществ, поступающих от многочисленных крупных промышленных предприятий расположенных по течению вышеупомянутой реки. Городские сточные воды, прошедшие очистку на Донецких

сооружениях канализации, вносят дополнительную нагрузку в экологическое состояние региона вследствие частых превышений предельно допустимых концентраций регистрируемых ингредиентов. В сложившейся ситуации возможности оптимизации экологического состояния водных экосистем урбанизированных территорий связывают с применением современных биотехнологий очистки сточных вод.

В настоящий момент власти города всерьез обратили свое внимание на эту проблему, подтверждением чему служит находящийся на финальной стадии проект постройки нового большого городского коллектора. Однако данный коллектор после своего полноценного запуска сможет лишь защитить Кальмиус от массового попадания в него сточных вод. А разрабатывать и реализовывать проекты, направленные на улучшение качества очистки сточных вод лишь только предстоит.

Основная часть. Управление технологическими процессами очистки сточных вод приходится осуществлять в условиях информационной неопределенности связанной со сложностью протекания биохимического процесса очистки сточных вод [1]. При данных обстоятельствах применение традиционных методов управления не является достаточно эффективным. В основу построения системы управления процессом очистки сточных вод положен глубинный анализ самого технологического процесса очистки сточных вод, а точнее его биологического этапа.

В работе [2] отмечено, что для поддержания заданного эксплуатационного режима информационно-измерительная система 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 технологическим процессом.

Поэтому для управления указанными процессами предлагается использовать методы интеллектуального и нечеткого управления, доказавшие на практике свою высокую эффективность при наличии весьма ограниченной или неопределенной информации об управляемых процессах. Нечеткое моделирование оказывается особенно полезным, когда в описании систем управления присутствует неопределенность, которая затрудняет или даже исключает применение точных количественных методов и подходов [3-4].

Для преодоления неопределенностей, максимально точного прогнозирования параметров и выработки управляющих воздействий в данном технологическом процессе предлагается использовать комбинированный подход, объединяющий в себе результаты работы кон-

трольно-измерительных приборов (кислородомеры, уровнемеры, мутномеры), теорию искусственных нейронных сетей и элементы нечеткой логики.

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.

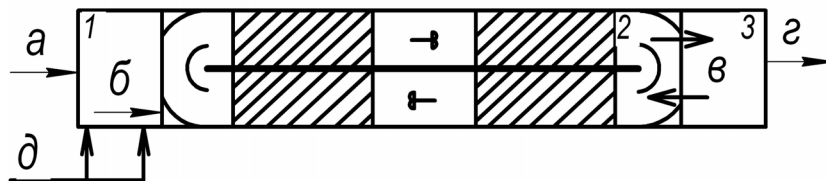


Рис.1. Схема реализации процесса биологической очистки сточных вод в аэротенке

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 ($FeCl_3$); затрихованная часть - зона переменной аэрации.

Большая насыщенность сточных вод активным илом и непрерывное поступление кислорода обеспечивают интенсивное биохимическое окисление органических веществ, поэтому аэротенки являются одним из наиболее совершенных сооружений для биохимической очистки. В зависимости от требуемой степени снижения содержания органических загрязняющих веществ аэротенки проектируются на полную биологическую очистку (содержание в очищенных водах БПК₅ – 20-25 мг/дм³; NO₃ не менее 5,0-6,0 мг/дм³) и частичную (БПК₅ > 25 мг/дм³) очистку.

Наиболее важными факторами, влияющими на развитие и жизнеспособность активного ила, а также на качество биологической очистки, являются: температура, наличие питательных веществ, содержание растворенного кислорода в иловой смеси, значение pH , присутствие токсинов. 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.

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.

Искусственная нейронная сеть является наиболее эффективным методом решения там, где традиционные вычисления трудоемки или физически неадекватны. В предлагаемой компьютерной системе 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 [6].

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 [7].

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 нагреватели). 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.

Библиографический список

1. Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Нгуен Суан Нгуен. Анализ и синтез систем водообеспечения химических производств – М.: Химия, 2002.–496 с.
2. В.В.Солдатов Управление проектами автоматизации предприятий / В.В. Солдатов, Д.А. Левиков, Д. С. Пашенко. Приборы и Системы. Управление, контроль, диагностика.– М.:Научтехлитиздат,2008, №4.-С.1-3.
3. А.Н. Авернин, И.З. Батыршин. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта - М.: Мир, 1986. – 212 с.
4. С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун. Водоотведение и очистка сточных вод – М.: Стройиздат 1996,с.588-594.
5. М.П. Лапицкая. Очистка сточных вод (примеры расчетов) – Минск: Высшая школа, 1983, с. 132-145.
6. В. С. Медведев, В.Г. Потемкин. Нейронные сети Matlab 6 – М.: Диалог МИФИ 2002.– 490 с.
7. Саймон Хайкин. Нейронные сети полный курс – Вильямс 2008. – 1104 с.