

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КИСЛОРОДНЫМ РЕЖИМОМ В АЭРОТЕНКАХ ОЧИСТНОГО СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ КП “ДОНЕЦКГОРВОДОКАНАЛ”**

**Тамченко В.А., студ.; Ямилов В.К., ст. преп.**

*(ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)*

Эксплуатация энергоёмкого оборудования в водопроводном хозяйстве при наличии устойчивой тенденции последних лет относительно повышения тарифов на электроэнергию может нарушить существующую систему водоснабжения или сделать стоимость её услуг непомерной для населения. Поэтому работы, направленные на решение этих задач, являются актуальными

Объектом исследования является компрессорная станция очистных сооружений, предназначенных для очистки сточных вод г.Донецка. Донецкие очистные сооружения представляют собой большой комплекс, автоматизация которого в последнее время становится актуальным вопросом для коммунального предприятия «Донецкгорводоканал».

Технологический процесс очистки сточных вод довольно энергоёмок. Существенное потребление электроэнергии происходит на этапе биологической очистки воды в аэротенках, очистка воды в которых осуществляется при помощи микроорганизмов и кислорода воздуха, подаваемого мощными компрессорами.

Концентрация кислорода в аэротенках должна поддерживаться на определенном уровне, который зависит от многих факторов. Периодически, при помощи лабораторных исследований, устанавливается концентрация кислорода в аэротенке и принимается решение о повышении или понижении объема подачи воздуха от компрессорной станции. Такой принцип работы очистных сооружений имеет явные недостатки. Требуются значительные временные затраты на определения концентрации кислорода, связанные с использованием ручного труда работников и значительным расстоянием между аэротенками и лабораторным корпусом. Так же нет возможности своевременно реагировать на возмущающие факторы, которые приводят к изменению количества необходимого потребляемого сжатого воздуха, что в свою очередь приводит к излишнему потреблению электроэнергии. Принцип управления компрессорами является грубым и из-за этого осуществляется с большим запасом подаваемого сжатого воздуха. Это не является экономичным способом использования компрессоров и ведет к неоправданному перерасходу электроэнергии и не эффективной очистке вод.

Стоковые воды на территорию Донецких очистительных сооружений поступают по напорным трубопроводам от главной канализационной насосной станции. На очистительных сооружениях работают два комплекса полной биологической очистки, введенных в эксплуатацию согласно с планом расширения и реконструкции. Пройдя последовательно сооружения механической очистки: приемную камеру гашения напора, песколовки, преаератор, первичные радиальные отстойники сточные воды, освобождаются от минеральных суспензий, зависших и некоторой части коллоидных веществ.

После механической очистки, осветленные сточные воды поддаются полной биологической очистке на аэротенках и вторичных отстойниках. В аэротенках сточная жидкость в течение длительного времени снабжается воздухом вместе с активным илом, который за счет своей жизнедеятельности биологически окисляет и разрушает коллоидные и растворенные органические вещества.

Очищенные сточные воды после вторичных отстойников сбрасываются в отводящий канал и, пройдя ершевый смеситель, поступает в контактные резервуары для обеззараживания хлором. Смешивание стоков происходит в ершевом смесителе, куда подается хлорная вода по напорному трубопроводу из хлораторной. В весенне-летний период, предусмотренный отбор

(до хлорирования) освещенных стоков из канала, который отводит для перекачивания на поля орошения КСП “Тепличный”. Основная часть освещенных стоков после хлорирования, пройдя водоизмерительный лоток, отправляется по сбрасывающему коллектору в реку Кальмиус через выпуск.

Организмы активного ила являются микроаэрофилами: для нормальной жизнедеятельности им требуются малые количества растворенного кислорода. Критической концентрацией считается 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, вполне удовлетворительной для микро-аэрофилов — 0,5 мг/дм<sup>3</sup> растворенного кислорода (Хаммер, 1979). Однако активный ил не терпит залежей и при малейшем застое начинает гибнуть от собственных метаболитов. Поэтому предусмотренные нормы на содержание растворенного кислорода (не менее 1,0—2,0 мг/дм<sup>3</sup> в любой точке аэротенка) предполагают обеспечение интенсивного перемешивания иловой смеси с целью ликвидации ее залежей. 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.

Бытовые стоки — это относительно слабый питательный раствор и в нем скорость поглощения кислорода превосходит скорость поглощения питательных веществ, поэтому кислород редко лимитирован на сооружениях, очищающих такие сточные воды, в концентрированных промышленных стоках скорость поглощения бактериями питательных веществ будет превосходить скорость поглощения кислорода, который в этом случае лимитирован. Таким образом, необходимая степень аэрации должна в первую очередь учитывать нагрузки по загрязняющим веществам, а не гидравлические нагрузки.

Наибольшая потребность в кислороде характерна для начала аэротенка-вытеснителя, куда поступают сточные воды с максимальным содержанием загрязняющих веществ. Подача воздуха обеспечивает несколько процессов, происходящих с активным илом: дыхание организмов, перемешивание иловой смеси, удаление метаболитов, хемоокисление загрязняющих веществ. Плохие аэрационные условия для активного ила могут быть обусловлены следующими причинами: сокращением подаваемого воздуха, разрушением и засорением фильтрующих воздух элементов (фильтросных пластин, дырчатых труб, мелкопузырчатых диспергаторов и т.д.); залежами и микрозалежами плохо перемешиваемого ила в различных участках аэрируемой зоны и всех звеньев очистки; повышением удельных нагрузок на активный ил за счет возрастания содержания растворенных органических веществ в поступающей на очистку воде; увеличением содержания токсичных веществ в сточной воде, поступающей на очистку (токсиканты блокируют дыхательные ферменты у организмов активного ила); возрастанием кислородопоглощаемости активного ила из-за нарушения режима выгрузки осадка из вторичных отстойников; превышением оптимальной концентрации возвратного ила (недостаток кислорода при увеличении биомассы активного ила).

Улучшение аэрационных условий можно достичь налаживанием технологического режима эксплуатации (возможности ограничены) и увеличением процента использования кислорода активным илом за счет смены аэрирующих элементов. При крупнопузырчатой аэрации размер пузыря воздуха достигает 5—6 мм и использование кислорода активным илом при этом составляет 6—7%, что не создает идеального массопереноса растворенного кислорода из жидкости в клетку. При уменьшении размера пузыря воздуха до 2—2,5 мм увеличивается использование кислорода до 8—12. Применение мелкопузырчатой аэрации позволяет аэрофилам заместить микроаэрофилов в активном иле, что приводит к значительному улучшению качества очистки, улучшению седиментационных характеристик активного ила, его влагоотдающих свойств, повышению уровня метаболизма, сокращению прироста, а также возрастанию устойчивости организмов ила к воздействию токсичных веществ.

Снижение потребления электроэнергии, повышение качества очистки воды и стоков, а также снижение потерь воды в сетях водоснабжения – три основные проблемы, решаемые большинством водоканалов.

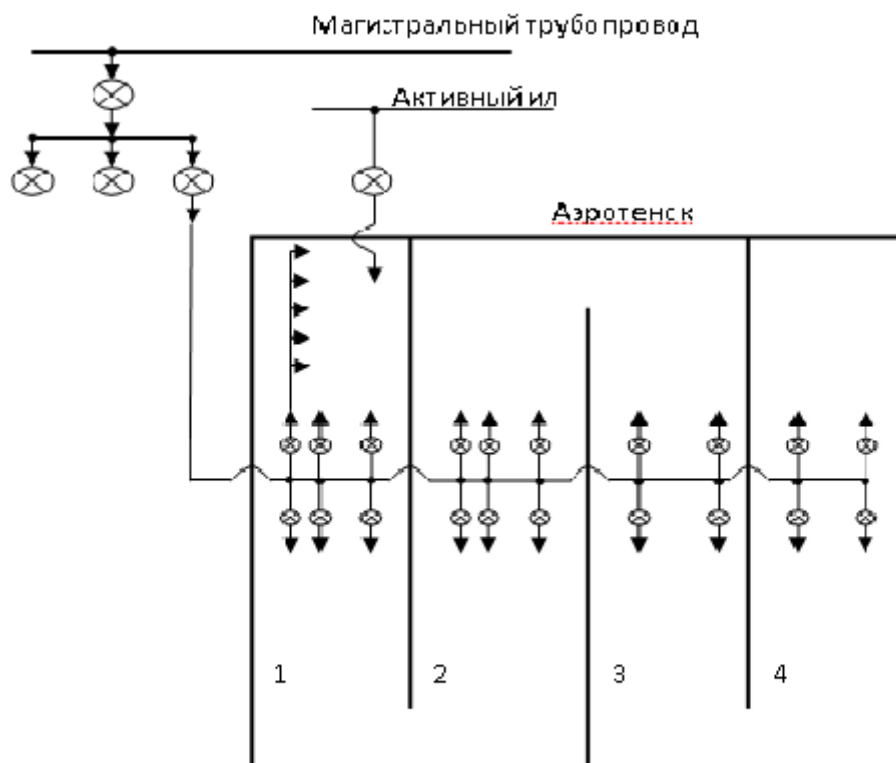


Рисунок 1 - Структурная схема подачи кислорода в аэротенки

Первой и основной затратной статьей в технологии очистки сточных вод является электроэнергия. На сегодняшний день эффективным инструментом снижения энергопотребления на объектах водоотведения считается применение воздуходувок с частотно-регулируемым приводом, при помощи которого можно снизить расход энергии за счет регулирования мощности воздуходувки в зависимости от реальной загруженности очистных сооружений. Однако при помощи одних только компрессоров с частотно-регулируемым приводом добиться снижения энергопотребления без потери качества очистки стоков невозможно, поскольку автоматизацию подачи воздуха в аэротенк следует осуществлять, поддерживая в нем оптимальную концентрацию растворенного кислорода.

Оперативный мониторинг содержания растворенного кислорода в аэротенке силами химической лаборатории водоканала, к сожалению, невозможен, так как может осуществляться 1-2 раза в сутки, в то время как концентрация кислорода зависит от многих параметров и постоянно меняется. Таким образом, для контроля подачи воздуха в аэротенк по содержанию растворенного кислорода необходимо использовать стационарные поточные датчики кислорода. При помощи этих датчиков можно не только осуществлять непрерывный мониторинг содержания растворенного кислорода в аэротенках, но и автоматизировать процесс регулирования воздуходувки с применением контроллеров.

Экономия электроэнергии при внедрении этого решения может достигать 30 %. Регулирование подачи воздуха в каждый аэротенк осуществляется автоматическими задвижками на подводящих воздуховодах по показаниям датчиков растворенного кислорода, а управление производительностью воздуходувок – по изменению давления в общем воздуховоде.

Выбор контрольно-измерительных приборов для решения указанных задач следует осуществлять с учетом специфики технологического процесса биологических очистных сооружений. При подборе датчиков растворенного кислорода необходимо учитывать, прежде

всего, уровень. Поточный датчик растворенного кислорода, установка на бортик аэротенка загрязнения сточной воды в аэротенке, для которого датчики должны обеспечивать надежные измерения при минимуме технического обслуживания.

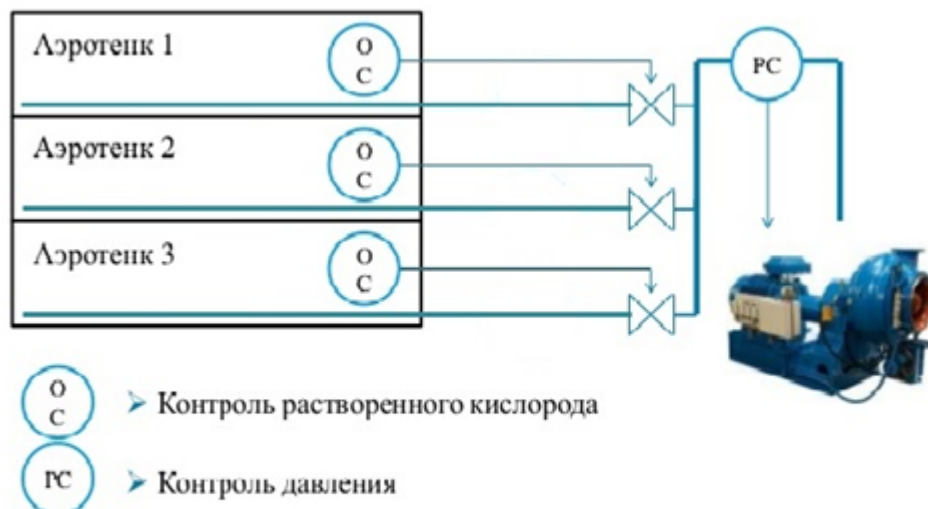


Рисунок 2 - Принципиальная схема автоматической подачи воздуха в аэротенки

Наибольшее распространение получили датчики растворенного кислорода двух типов: амперометрические и оптические. Амперометрические датчики привлекательны по цене, однако при применении в условиях водоканала у них есть серьезный недостаток – необходимость регулярного и трудоемкого обслуживания. Оптические датчики кислорода несколько дороже, они позволяют не только повысить надежность и точность измерений, но и отказаться от расходных материалов, а также свести к минимуму техническое обслуживание. Для определения растворенного кислорода в аэрационных системах компания Endress+Hauser предлагает использовать оптический датчик Oxumax COS61D совместно с вторичным преобразователем Liquiline CM44x. К одному преобразователю Liquiline CM44x может быть одновременно подключено до восьми датчиков кислорода, что позволяет снизить стоимость автоматизации нескольких точек измерения. Необходимо специально отметить русскоязычное меню прибора, а также возможность архивации данных на флэш- карту и совместимость форматов выходных сигналов системы со всеми распространенными современными системами автоматизации.

Выводы: В результате выполненного анализа определили, что необходимо регулировать кислородный режим для повышения качества очищения сточных вод, а так же оптимизировать потребление электроэнергии. Приведены основные характеристики и конструкции аэротенков. Проведен обзор существующих систем автоматического управления аэротенков.

#### Перечень ссылок

1. Способы очистки сточных вод от загрязнения - защита гидросферы [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.ecology-portal.ru/publ/12-1-0-389.html>
2. Биологическая очистка сточных вод | Методы очистки сточных вод [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://waterclean.com.ua/biologicheskaya-ochistka-stochnyih-vod.html>
3. Систематика, принципы работы и области применения датчиков [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/iso/mar09/3/text.html>