

науч.-практ. конф., Брест, 28 марта 2024 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А.А. Волчек [и др.]. – Брест: БрГТУ, 2024. – С. 162-170.

УДК 628.356

## **Мероприятия по оптимизации энергопотребления при биологической очистке сточных вод**

Кузьмич Д.А., Ильеня Е.С.

Научный руководитель Акулич Т.И., старший преподаватель  
Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь

*В работе представлены приборы контроля, учета и мониторинга состояния процесса очистки сточных вод, позволяющие автоматизировать эксплуатационные данные сооружений и оборудования биологической очистки*

Согласно аналитическому обзору и опыту эксплуатации очистных сооружений, основное потребление электроэнергии для процесса окисления органических загрязняющих веществ связано с аэрацией сточной воды в аэротенках и составляет 67–80 % от общего потребления электроэнергии [1]. Подача воздуха в аэротенки, являясь самым энергозатратным процессом, в то же время является одним из главных при биологической очистке. Для процесса биологической очистки сточных вод наибольшее распространение получила пневматическая система аэрации, при которой воздух, нагнетаемый турбовоздуходувками, по системе воздухопроводов подводится к аэрационной системе и посредством аэраторов равномерно насыщает иловую смесь.

В настоящее время наиболее распространенными мероприятиями по снижению энергопотребления являются замена аэрационной системы и замена воздухопроводного оборудования. При замене аэрационной системы предпочтение отдается мелкопузырчатым мембранным аэраторам, которые обладают высокими массообменными характеристиками, а аэрационные системы на базе данных аэраторов обладают наилучшей способностью к управлению [2]. Установка одноступенчатых центробежных управляемых редукторных воздухонагнетателей позволит снизить энергопотребление за счет регулирования мощности воздуходувки в зависимости от реальной загруженности очистных сооружений [3, 4].

Однако для оптимизации энергопотребления при работе управляемых воздуходувок в комплексе с современной аэрационной системой необходимо оснастить сооружения биологической очистки приборами

контроля, учета и мониторинга состояния процесса очистки сточных вод. Это позволит осуществлять непрерывный мониторинг технологических параметров и автоматизировать процесс подачи воздуха.

Регулирование подачи воздуха в аэротенк осуществляется воздушными клапанами по сигналу от датчика растворенного кислорода. Одновременно это приводит к изменению давления на выходе блока воздуходувок. Сигнал от датчика давления поступает на блок управления производительностью воздуходувок. Таким образом, для реализации автоматической системы управления аэрацией сточных вод необходимо на каждом аэротенке установить расходомеры воздуха, дисковые поворотные межфланцевые затворы с электроприводом и датчики растворенного кислорода.

Выбор данных контрольно-измерительных приборов следует осуществлять с учетом специфики технологического процесса на сооружениях биологической очистки сточных вод. При реконструкции аэротенков №1, 2 Брестских очистных канализационных сооружений в них была внедрена технология совместного удаления органических загрязнений и биогенных элементов по Йоханнесбургскому процессу (JNB). На каждом из аэротенков №1, 2 установлены приборы: расходомер-счетчик тепловой t-mass Proline t-mass B150 HARD в количестве 1 штука, затворы с электроприводом на воздуховодах – 6 штук, а также датчики растворенного кислорода Oхумах COS61D – 3 штуки.

Расходомеры-счетчики тепловые t-mass Proline-t-mass B150 HARD подходят для крупных труб или вентиляционных коробов прямоугольного сечения. Это расходомеры термально-массового принципа действия, определяющие расход по эффекту охлаждения нагреваемого электрода набегающим потоком газа. Данные расходомеры практически не создают в системе аэрации дополнительных потерь, установку и демонтаж этих приборов в погружном исполнении можно осуществлять без остановки технологического процесса.

Затвор с электроприводом и блок управления АС электропривод АУМА SA – это устройство, передающий крутящий момент трубопроводной арматуры в расчете не менее, чем на один полный оборот и, таким образом, позволяет автоматизировать функции запорной арматуры жидкостных и газовых трубопроводов. Функции диагностики блока управления АУМА АС 1.02 заключаются в протоколировании событий с указанием времени, моментной характеристики, постоянной записи температуры и уровня вибрации на приводе, а также подсчете количества пусков и времени работы электродвигателя.

Концентрация растворенного кислорода в аэротенках измеряется с помощью датчика растворенного кислорода Oхумах COS61D. На очистных сооружениях опорные значения по кислороду приняты: для зон

нитрификации опорный параметр – 2,5 мг/л, допустимый интервал отклонения относительно опорного параметра –  $\pm 0,3$  мг/л. Датчик растворенного кислорода Охутах COS61D – это высокопроизводительный цифровой оптический датчик кислорода, обеспечивающий быстрые и точные измерения. К достоинствам его эксплуатации относятся также низкие трудозатраты на техобслуживание, высокая доступность и простота в управлении.

Таким образом, оптимизации энергопотребления при биологической очистке сточных вод можно добиться только путем реализации комплекса мероприятий, таких как замена воздуходувок и аэрационной системы, а также внедрение современных высокоточных контрольно-измерительных приборов, обеспечивающих автоматизацию технологических процессов подачи воздуха. Улучшение качества аэрации позволит повысить эффективность очистки, снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию системы очистки сточных вод в целом.

### Литература

1. Lawrence J. Pakenas P.E. Energy efficiency in municipal wastewater treatment plants. Technology assessment. New York state, Energy research and development authority. (2012) – 24 p.

2. Кузьмич, Д. А. Обзор современных пневматических аэраторов / Д. А. Кузьмич, Е. С. Ильеня // Инженерно-экологические аспекты и перспективы развития систем водоснабжения водоотведения: сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 28 марта 2024 г. / Брест. гос. техн. ун-т; редкол.: А. А. Волчек [и др.]; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик, С. В. Андреюк. – Брест: БрГТУ, 2024. – С. 61–64.

3. Акулич Т.И. Основные мероприятия по энергосбережению на канализационных очистных сооружениях // Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: материалы научного семинара. Брест: УО «БрГТУ», 2018. – С. 21–24.

4. Ильеня, Е. С. Основные варианты реконструкции технологических схем очистки сточных вод с аэротенками / Е. С. Ильеня, С. И. Буюк // Устойчивое развитие: региональные аспекты: сб. тезисов докладов XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых в рамках Года мира и созидания, Брест, 27–28 апреля 2023 г. / Брест. гос. техн. ун-т; редкол.: А. А. Волчек [и др.]; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик. – Брест: БрГТУ, 2023. – С. 74.