

Энергосбережение при биологической очистке сточных вод

Г.И.Благодарная, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Харьков, ул. Революции, 12

За последние годы в Украине при ежегодном росте цен на энергоносители и значительном повышении экологических требований к загрязнениям атмосферы, почвы, водоемов, а также возрастающем риске отключений и аварий в энергосистемах возрастает интерес отечественных специалистов к выбору рациональных технологий при очистке сточных вод. Практически на всех очистных сооружениях сточных вод очень остро стоит вопрос рационального использования электроэнергии. В первую очередь это связано с увеличением цены на электроэнергию, что вынуждает в схему очистки сточной воды внедрять экономичные системы.

В настоящее время основную функцию в процессах очистки сточных вод от органических и биогенных загрязнений выполняют искусственные биологические сооружения – аэротенки, оборудованные разнообразными системами аэрации. Внесение кислорода в сооружения биологической очистки для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов активного ила является неотъемлемой частью технологического процесса очистки сточных вод. Согласно экспертным оценкам от 60 до 80% эксплуатационных затрат очистных сооружений обусловлены расходами электроэнергии на аэрацию активного ила в аэротенках. Основная доля электроэнергии используется на воздухоподогреватели, которые необходимы для подачи воздуха в аэрационную систему аэротенка. Именно поэтому необходимо уделить должное внимание оптимизации эксплуатационных затрат.

Экономичное и в то же время достаточное обеспечение кислородом протекающих на станциях биологической очистки сточных вод требует точных знаний методов определения размеров аэрационных систем, оптимального распределения аэрационных элементов в аэротенках и подбора оборудования, а также систем управления при постоянно изменяющихся условиях эксплуатации аэротенка.

Благодаря системе аэрации осуществляется снабжение кислородом микроорганизмов активного ила, обеспечивается поддержание ила во взвешенном состоянии и равномерное распределение сточных вод и кислорода во всем объеме аэротенка. Согласно наиболее простой классификации системы аэрации разделяют на пневматическую, механическую и комбинированную (пневмомеханическую или гидropневматическую). В практике биологической очистки сточных вод наибольшее распространение получила пневматическая система аэрации. Все существующие типы пневматических аэраторов принято подразделять на три вида в зависимости от крупности пузырьков распределяемого ими воздуха: для аэрирования мелкими, средними и крупными пузырьками воздуха.

Мелкопузырчатые диффузоры, как правило, более энергоэкономичны, чем крупнопузырчатые, так как более мелкие пузырьки обеспечивают перенос

большого количества кислорода. Замена крупнопузырчатых диффузоров или перемешивающих устройств мелкопузырчатыми системами позволяет снизить энергозатраты на аэрацию сточных вод как минимум на 25%. Однако, мелкопузырчатые диффузоры могут требовать более тщательного технического обслуживания по сравнению с крупнопузырчатыми диффузорами с целью поддержания их чистоты и обеспечения работы с оптимальной эффективностью. Выбор аэрационного устройства для конкретной станции водоочистки определяется типом и составом сточных вод.

Наиболее перспективным направлением в совершенствовании аэрационной системы сточных вод является создание мембранных элементов, которые практически не подвержены биообрастанию, что в процессе эксплуатации ведет к значительной экономии электроэнергии, т.к. это наиболее эффективный способ перенесения кислорода в сточные воды, гибкий с точки зрения управления подачей кислорода за счет регулирования скорости вращения воздуходувки.

Способов регулирования производительности компрессорных установок много, выбрать оптимальный способ необходимо на основании всех существующих факторов, в первую очередь – экономической целесообразности и периода окупаемости выбранного метода. Сегодня уже есть возможность установить современные воздуходувки, поддающиеся регулированию производительности при высоком уровне КПД, что дает возможность снизить энергопотребление на 45%.

На режим работы воздуходувок, подающих воздух в аэротенки биологических очистных сооружений, оказывают влияние: степень загрязненности сточных вод, ее температура и количество стоков, поступающих на очистные сооружения. Диапазон изменения подачи воздуха этих установок лежит в пределах 25-100% максимальной подачи воздуха.

Особую сложность для эксплуатации представляет периодическое отключение электроэнергии и, как следствие, прекращение аэрации. Через поры и каналы аэраторов внутрь поступает иловая смесь, которая кольматирует их, повышает сопротивление и снижает объем подаваемого воздуха. Данную смесь при повторном включении воздуходувного оборудования следует выпускать, что приводит к повышению потребления электроэнергии, гидравлическим ударам и, как следствие, - к разрушению отдельных аэраторов. Через разрушенные аэраторы будет выходить основной расход воздуха, влияя на равномерность аэрации, создавая застойные зоны, снижая качество очистки воды и т.п. Для восстановления поврежденных аэраторов чаще всего необходимо опорожнение аэротенков, что в итоге требует существенных экономических и временных затрат.

На стадии проектирования может быть заложена экономия электроэнергии, если сравнивать с крупнопузырчатой аэрацией, механическими аэраторами, многоступенчатыми турбокомпрессорами и управлением системой в ручном режиме. Выбор наиболее подходящих диффузоров для аэрации позволяет экономить до 15–20% электроэнергии. Выбор самой эффективной комплектации турбокомпрессора, который будет обеспечивать требуемый

расход воздуха, может сохранить до 15–25% электроэнергии. Необходимо стремиться к минимизации потерь в воздушном коллекторе и аэротенке; это обеспечивается проектированием воздухопровода, установкой задвижек, сенсоров и контрольно-измерительных приборов.

На основании проведенного анализа установлено, что мембранный аэратор является основой управляемых процессов аэрации, поскольку обладает способностью противостоять переменным нагрузкам (суточным, сезонным). Мембранные аэрационные системы, в отличие от полимерных, керамических или фильтросных в значительно меньшей степени кольматируются при регулярном изменении нагрузки по воздуху от 2 до 4 раз.

На сегодняшний день современные воздуходувки являются экономичными за счет возможности регулирования количества воздуха, подаваемого в аэротенки в автоматическом режиме, который понижает трудовые ресурсы и оптимизирует процесс.

На основании проведенного анализа, было установлено, что при подборе воздуходувных машин следует обратить внимание на методы регулирования их работы, регулирование производительности нагнетателей путем применения поворотных направляющих лопастей, на наличие системы контрольно-измерительных приборов и автоматизации работы системы аэрации и необходимости применения воздухопроводов из нержавеющей стали.

Решить вопрос снижения расхода электроэнергии можно путем замены старых воздуходувных установок, выработавший свой ресурс, на современные регулируемые воздуходувки. Совершенствование аэрационных устройств дает более существенный и стабильный эффект в экономии электроэнергии. Однако рассматривать оптимизацию аэрационной системы сточных вод необходимо одновременно с улучшением работы и аэраторов, и воздуходувок.