

УДК 628.157

В.А.ЮРЧЕНКО, д-р техн. наук

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

А.В.СМИРНОВ, М.А.ЕСИН

*Научно-производственная фирма «Экополимер», г.Харьков*

## **ОПЫТ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

Энергоэффективные мероприятия на очистных сооружениях канализации можно разделить на технические, технологические и оптимизационные решения. Рассматривается комплекс мероприятий повышения энергоэффективности работы очистных сооружений канализации: внедрение нового оборудования, прогрессивных технологических решений и систем автоматизированного контроля и управления процессом очистки сточных вод. Общая возможная экономия электроэнергии при внедрении такого комплекса мероприятий может достигать 40 %.

Енергоефективні заходи на очисних спорудах каналізації можна розподілити на технічні, технологічні та оптимізаційні рішення. Розглядається комплекс заходів підвищення енергоефективності роботи очисних споруд каналізації: впровадження нового устаткування, прогресивних технологічних рішень і систем автоматизованого контролю та управління процесом очистки стічних вод. Загальна можлива економія електроенергії при впровадженні такого комплексу заходів може сягати 40 %.

Energy-saving activities at wastewater treatment plants can be divided into technical, technological, and optimization solutions. It is considered a set of energy-saving activities at wastewater treatment plants: the implementation of new equipment, advanced technology and automated systems of the wastewater treatment process control. Total energy savings possible to be achieved by the implementation of such complex of activities can reach a rate up to 40%.

*Ключевые слова:* сточные воды, энергопотребление, энергоэффективность.

В настоящее время на очистных сооружениях канализации (ОСК) плата за потребление электроэнергии является основной статьей затрат при эксплуатации. Повышение энергоэффективности при очистке сточных вод – ключевой момент снижения эксплуатационных затрат.

Анализ литературных данных и опыта эксплуатации очистных сооружений позволяет определить основные категории энергозатрат и эффективность мероприятий по сокращению потребления электроэнергии [1]. Как видно на рис. 1, основным потребителем электроэнергии на очистных сооружениях является аэрация (воздуходувные агрегаты) и насосное оборудование.

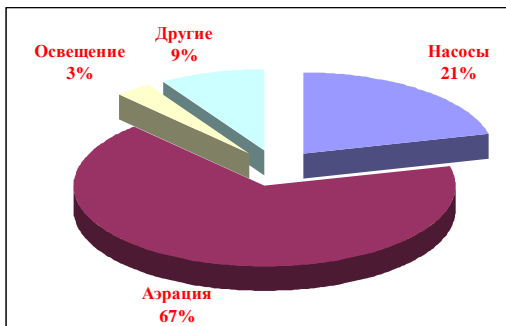


Рис. 1 – Распределение потребления электроэнергии на очистных сооружениях канализации

Целью настоящей работы является выявление путей снижения энергопотребления на очистных сооружениях канализации и комплексная реализация их на действующих объектах.

Современные нормы потребления электроэнергии предъявляют требования к энергоэффективности работы оборудования и путей оптимизации энергетической схемы работы очистных сооружений [1]. Так, например, при установке нового воздуходувного оборудования можно сэкономить до 20 % электроэнергии; при внедрении технологии нитриденитрификации и установки современных аэрационных систем – до 30 %; замена насосных агрегатов на современные может повысить энергоэффективность на 10 %; внедрение комплексной системы автоматического управления – до 15 %. Естественно, комплекс перечисленных энергосберегающих мероприятий не может дать эффект, равный сумме эффектов от каждого из них, но в целом его можно оценить как 40%, а в некоторых благоприятных случаях и 50%.

Весь комплекс мероприятий, направленных на оптимизацию энергопотребления, можно разделить на 3 основных группы решений:

1. *Технические решения*: замена насосного и воздуходувного оборудования, замена аэрационной системы с установкой аэраторов с высокими массообменными характеристиками.

2. *Технологический этап*: реализация эффективных энергосохраняющих технологий очистки сточных вод.

3. *Оптимизационный этап*: оснащение сооружений приборами контроля, учета и мониторинга состояния процесса очистки сточных вод, а также централизация сигналов с оборудования в диспетчерский пункт для принятия решений и выбора оптимального режима работы.

Среди наиболее распространенных и доступных мероприятий технического этапа выделяют замену системы аэрации [3, 4]. С точки зре-

ния эффективности насыщения кислородом сточных вод и возможности регулировки подачи воздуха наиболее перспективными диспергирующими элементами аэраторов в последнее время считаются перфорированные эластичные мембраны.

Установка новых воздуходувных агрегатов с регулируемой производительностью, которые позволяют максимально экономить электроэнергию, является наиболее дорогостоящим этапом реконструкции. Элементы технического этапа энергоэффективных решений путем замены воздуходувного оборудования могут позволить снизить потребление электроэнергии на 20-25%, а в некоторых случаях до 30 %.

Мероприятия по снижению энергопотребления предполагают модернизацию технологической схемы обработки сточных вод. Среди предлагаемых в отрасли технологических решений для очистки сточных вод (мембранные реакторы, иммобилизованная микрофлора, ANAM-MOX- и SHARON-процесс и т.д.), внедрение схем нитриденитрификации и биологического удаления фосфора является наиболее доступным и широко применяемым [5-7].

При подборе схем нитри-денитрификации и биологического удаления фосфора следует использовать средства математического моделирования для конкретизации набора сооружений и организации технологии, а также прогноза достигаемого качества очистки сточных вод. Компьютерная имитация процессов биологической очистки сточных вод в аэротенках является мощным современным средством, необходимым при прогнозировании проектных и эксплуатационных параметров [8, 9].

За последние 10 лет по проектам компании «Экополимер» были выполнены работы по строительству и реконструкции более 20 объектов с внедрением технологии удаления биогенных элементов, среди которых: г. Бузулук, г. Шостка, г. Набережные Челны, г. Черноголовка, г. Щелково, г. Нижний Новгород, г. Челябинск, г. Адлер, г. Новочебоксарск, г. Вологда, г. Омск.

На сегодняшний день автоматизация процесса очистки сточных вод, как элемент оптимизационных решений, является одной из обязательных условий работы современных очистных сооружений канализации.

Под автоматической системой управления технологическими процессами (АСУ ТП) обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных операций технологического процесса на сооружениях в целом или каком-то его участке.

Современный ассортимент и уровень КИПиА позволяет вывести АСУ ТП очистных сооружений на новый уровень: обустройство мониторинга и регистрации качества сточных вод, необходимое для оценки

работы (расход, уровень, концентрации соединений азота и фосфора, доза и индекс ила, концентрация растворенного кислорода и органических соединений), построение автономных блоков работы (контроль уровня растворенного кислорода, динамический нитратный рецикл, автоматическая ферментация сырого осадка и т.д.), верхний уровень логического контроля и прогнозирования работы ОСК на основе математических моделей работы активного ила (рис. 2).

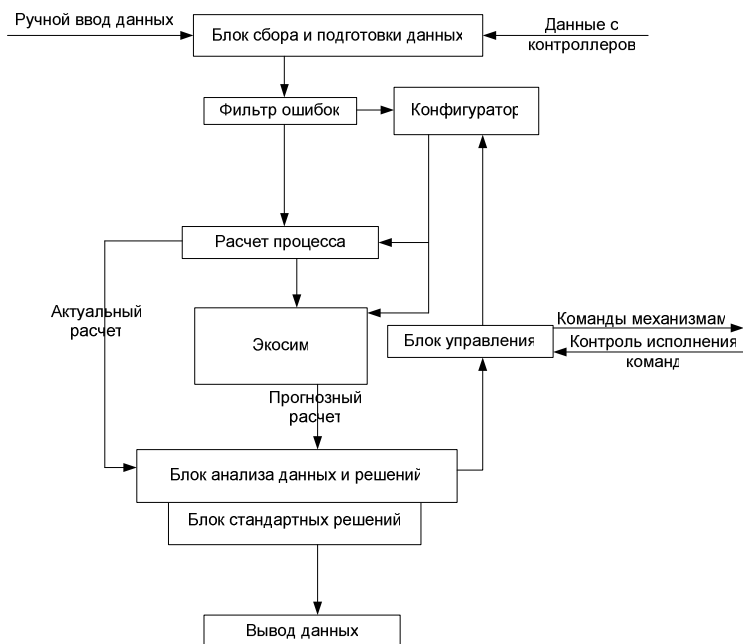


Рис. 2 – Блок схема взаимодействий верхнего уровня

К наиболее показательным примерам реализации компанией «Экополимер» энергоэффективных решений на очистных сооружениях канализации за последние годы можно отнести проект реконструкции ОСК г. Вологда и проект строительства очистных сооружений канализации г. Адлера.

Проект реконструкции ОСК г. Вологда реализуется за счет средств Европейского банка реконструкции и развития, конкурс на генподряд которого выиграла компания «Экополимер» [10] в конкуренции с ведущими европейскими компаниями.

При реализации проекта решаются следующие задачи:

- повышение эффективности работы очистных сооружений канализации и качества очистки стоков;
- использование процессов нитри-денитрификации в технологической схеме биологической очистки для снижения содержания соединения азота;
- модернизация воздуходувного оборудования;
- снижение (в перспективе) затрат на утилизацию обезвоженного осадка;
- повышение уровня автоматизации с одновременным сокращением времени технического обслуживания, осуществляемого эксплуатационным персоналом.

В рамках этого проекта выполнена ретехнологизация сооружений биологической очистки и модернизация воздуходувной станции. Для реализации технологии нитри-денитрификации существующие первичные отстойники переоборудованы под зоны перемешивания и включены в состав сооружений биологической очистки (рис. 3).

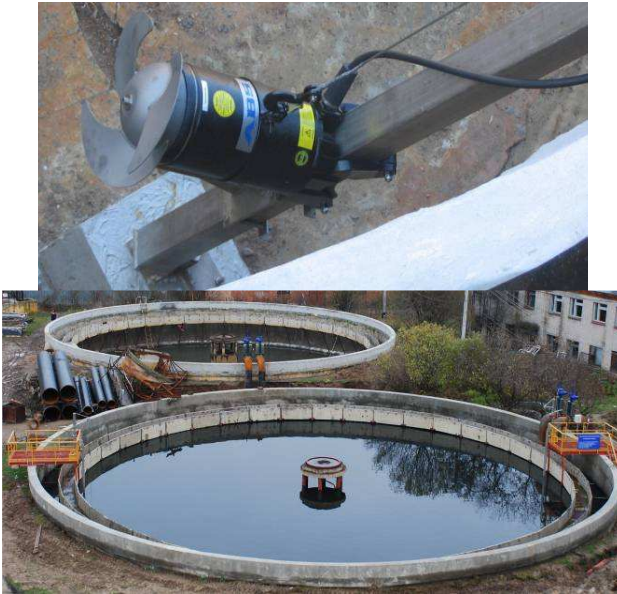


Рис. 3 – Анаэробный резервуар с мешалками (бывший первичный отстойник)

Это позволило повысить надежность работы сооружений биологической очистки (аэротенков) с обеспечением нормативного качества очистки сточных вод (рис. 4).



Рис. 4 – Аэротенки до (слева) и после (справа) реконструкции

В воздуходувной станции установлены современные воздуходувки с диапазоном регулирования 40-100 %. Регулирование производительности воздуходувок осуществляется по сигналам датчиков растворенного кислорода, установленных в аэротенках. Также сооружения оснащены датчиками концентрации аммонийного азота, а также анализаторами концентрации нитратов, по показаниям которых осуществляется управление внутренним нитратным рециклом иловой смеси.

Проект строительства очистных сооружений в г. Адлере реализован в рамках программы подготовки к Зимним Олимпийским играм 2014 г. В данном проекте компания «Экополимер» выступила в качестве разработчика технологии (технологическая часть проекта), поставщика части оборудования с осуществлением его монтажа и пуско-наладки (рис. 5).

ОСК Адлерского района производительностью 100 000 м<sup>3</sup>/сут построены с реализацией современных технологических решений, а также с применением современного энергоэффективного оборудования (рис.6). По оснащенности эти сооружения можно отнести к самым современным очистным сооружениям в РФ. Сооружения оснащены средствами КИПиА, реализованы средства автоматизации и управления основными технологическими процессами. Реализованные на этих сооружениях мероприятия (высокоэффективные системы аэрации, регулируемые воздуходувки, регулируемые рециклы иловой смеси, оснащение приборами КИПиА и т.д.) позволят осуществлять процесс очистки сточных вод с максимальной энергоэффективностью и поддержанием стабильно высокого качества очистки сточных вод.



Рис. 5 – Крытые сооружения аэротенков в г. Адлер



Рис. 6 – Воздуходувные агрегаты на ОСК г. Адлер

Таким образом, на очистных сооружениях г. Адлера реализован весь комплекс мероприятий (технический, технологический и оптимизационный этапы), направленных на оптимизацию энергопотребления с достижением нормативных требований по качеству очищенных сточных вод.

Современные нормы потребления электроэнергии требуют от ответственных сооружений очистки сточных вод комплексного технического перевооружения, пересмотра существующей технологии работы, а также внедрения современных систем контроля и управления. Опыт компании «Экополимер» показывает, что выполнение всего комплекса энергоэффективных решений позволяет снизить энергопотребление на очистных сооружениях на 40 %.

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 pp.

2. Lawrence J. Pakenas, P.E. Wastewater treatment and sludge management. Energy reference guide. New York state, Energy research and development authority. (2012) – 111 pp.

3. Мешенгиссер Ю. М., Щетинин А. И. Влияние эффективных систем аэрации на качество очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. №12, ч. 2. – С. 7-9.

4. Щетинин А.И., Вавилов О.Ю., Есин А.М., Булгаков В.В., Блюмин Г.А. Влияние реконструкции систем аэрации на качество очистки сточных вод // Водоснабжение и сан. техника. 2000. №12, ч.2. – С. 9-10.

5. Мешенгиссер Ю.М., Щетинин А.И., Галич Р.А., Михайлов В.К. Удаление азота и фосфора при ступенчатой денитрификации и пневматическом перемешивании // Водоснабжение и сан. техника. – 2005. №8. – С. 42-47.

6. Щетинин А.И. Особенности реконструкции городских очистных сооружений канализации в настоящий период // Вода и экология: проблемы и решения. – 2002. №2. – С. 22-28.

7. Щетинин А.И. Сопоставительная оценка известных конфигураций аэротенков для удаления азота и фосфора // Сб. докладов «ЭТЭВК-2003», Ялта, 2003. – С. 332-336.

8. Щетинин А. И., Реготун А. А. Определение возможного качества очистки сточных вод активным илом при помощи программы «ЭкоСим» // Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. №12, ч 2. – С. 18-19.

9. Щетинин А.И., Есин М.А., Реготун А.А., Малбиев Б.Ю. Моделирование биохимических процессов очистки сточных вод как основа ретехнологизации сооружений // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. – № 11. – С. 60-69.

10. Мешенгиссер Ю.М., Зброх С.Ю., Вавилов О.Ю. Опыт реализации контрактов, финансируемых международными организациями // Водоснабжение и сан. техника. – 2011. №12. – С. 43-50.

*Получено 22.01.2013*