

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

**Хоружий В.П., Сорокина Н.В., Фесик Л.А., Масюткин Е.В.**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Одесса*

Водоснабжение, транспортировка и очистка сточных вод являются весьма энергоемкими процессами. В современных условиях стоимость потребляемой предприятиями водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) электрической и тепловой энергии, а также топлива составляет значительную часть себестоимости продукции.

Общая электрическая мощность, потребляемая ВКХ города с умеренно выраженным рельефом для расхода 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут воды, составляет в среднем около 4000 кВт, в том числе на водоподготовку и подачу питьевой воды требуется средняя мощность 2300 кВт, на перекачку сточных вод – 600 кВт и очистку сточных вод – до 1900 кВт.

Снижение энергозатрат в настоящее время является приоритетной задачей. При планировании внедрения энергосберегающих мероприятий экономия энергии необходимо оценивать с учетом экономической эффективности в целом.

Наиболее значительное количество электроэнергии в ВКХ расходуется на подачу питьевой воды потребителям, перекачку сточной воды и очистку сточных вод.

Себестоимость воды тем больше, чем большие расходы на ее добычу, подготовку и транспортировку. Уменьшение этих расходов повышает экономические показатели системы водоснабжения.

Величина каждой составляющей технологических потерь воды может быть разной в зависимости от конкретных местных условий. Экономической комиссией ООН определено, что суммарные технологические потери воды относительно объема реализации воды допускаются в пределах 22-35% в зависимости от технологической схемы.

Основными мероприятиями относительно сокращения технологических потерь воды и других ресурсов в этой цепи от источника водоснабжения к потребителям являются:

- применение водозаборно-очистных сооружений с целью предварительной очистки воды непосредственно в водном источнике и пре-

дотворщение транспортировки загрязнений из крупных взвешенных веществ на водоочистную станцию;

- применение новых эффективных и экономических технологических схем водоподготовки для интенсификации процессов очистки воды при уменьшении капитальных и эксплуатационных расходов (использование аэрации, биосорбции, новых фильтровальных материалов);

- усовершенствование схем промывки водоочистных сооружений (уменьшение интенсивности и длительности промывки) и повторного использования промывных вод;

- усиление и реконструкция водоводов и водопроводных сетей, стабилизация напоров в них и поддержания их круглосуточно на минимально необходимом уровне для уменьшения потерь воды из водораспределительных сетей;

- оптимизация совместной работы водопроводных сооружений для минимизации удельных расходов электроэнергии;

- экономическое стимулирование рационального и экономного использования водных ресурсов.

Традиционные технологии водоподготовки потребляют относительно немного энергии, причем их совершенствование в большинстве случаев приводит к увеличению энергозатрат за счет перехода на технологии озонирования и мембранной фильтрации. Возможности генерации энергии в этой сфере весьма ограничены и во многом сводятся к созданию мини-ГЭС на водохранилищах поверхностных водоисточников, а также локальных систем отопления промышленных зданий с использованием тепловых насосов.

Значительно большие возможности для энергосбережения в технологическом процессе и энергогенерации обеспечивают ком-мунальные очистные сооружения.

Наиболее распространенная классическая технологическая схема очистных сооружений с первичными отстойниками, аэротенками и вторичными отстойниками является исключительно энергозатратной. Сооружения производительностью 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут сточной воды, содержащей 200 мг/л взвешенных веществ и 180 мг/л БПК<sub>5</sub>, потребляют на производственные нужды около 700 кВт электрической мощности. При более полном технологическом процессе, обеспечивающем соблюдение современных нормативных требований, среднесуточная потребляемая электрическая мощность возрастает до 1500—1900 кВт, в том числе: при глубоком окислении аммонийного азота (при его исходной концентрации 30 мг/л) – на 300-500 кВт; при УФ-обеззараживании очищенных вод – на 150-200 кВт; при аэробной стабилизации осадка – на 300-400 кВт.

Основными направлениями технологического энергосбережения на канализационных очистных сооружениях является использование: энергоэффективных технологий; энергоэффективных инженерных решений; приемов и оборудования для регулирования работы сооружений и оборудования.

Многочисленные способы энергосбережения в зданиях и сооружениях (лампы, терморегуляторы, утепление и т. д.) также имеют существенное значение для энергобаланса. Рассмотрим способы реализации перечисленных выше направлений энергосбережения.

*Энергоэффективные технологии.* Поскольку на очистных сооружениях основное количество энергии тратится на биохимическое окисление загрязнений сточных вод, доля окисляемых загрязнений должна жестко ограничиваться. Важнейшим технологическим инструментом для этого ограничения являются первичные отстойники. При реализации классической технологии очистки в аэротенки следует подавать как можно более глубоко осветленную сточную воду. В условиях сложившегося состава сооружений для повышения эффективности осветления рекомендуется эксплуатировать первичные отстойники с минимальным (нулевым) уровнем залегания осадка на днище.

На многих сооружениях реализован метод аэробной стабилизации осадков. Наряду с положительным технологическим эффектом (многократное снижение выделения неприятных запахов от осадка) применение этого метода влечет за собой повышение потребления электроэнергии на очистных сооружениях до 25%. С точки зрения энергосбережения использование аэробной стабилизации в современных условиях может быть оправдано только на небольших очистных сооружениях.

В настоящее время практически безальтернативным методом экологически безопасного обеззараживания очищенных сточных вод является ультрафиолетовое облучение. Однако оно также существенно увеличивает затраты электроэнергии – на 20-30%. Снизить этот прирост можно путем уменьшения концентрации взвешенных веществ в очищенной воде, что достигается предварительной фильтрацией биологически очищенной воды.

*Энергоэффективные инженерные решения.* Это направление снижения энергозатрат целесообразно рассматривать не только как применение оборудования с высокими значениями КПД, но в более широком смысле: использование оборудования, которое в силу своих технических особенностей решает поставленную задачу с меньшим энергопотреблением.

Наиболее существенный вклад в снижение энергозатрат могут внести современные мелкопузырчатые аэрационные системы. Общеизвестно преимущество мелкопузырчатых аэраторов: чем мельче пузырьки газа и чем больше путь этого пузырька до поверхности, тем выше растворение в иловой смеси кислорода воздуха. Эффективность использования кислорода подаваемого воздуха выше при равномерной раскладке аэраторов по днищу.

Проверенным приемом повышения энергоэффективности является совместное использование аэрационных систем и мешалок. Формирование в коридоре аэротенка продольных потоков увеличивает путь пузырьков воздуха к поверхности и пропорционально повышает растворимость кислорода.

При использовании механических мешалок для перемешивания неаэрируемых зон в аэротенках также возможна существенная экономия энергии. При использовании «карусельных» схем перемешивания, экономия энергозатрат (в сравнении с перемешиванием в отдельных коридорах) составляет до 1,5—2 раз. Особенно популярна «карусельная» схема при реализации процесса нитри-денитрификации. В этом случае она также обеспечивает внутреннюю рециркуляцию нитратов из аэробной зоны в анаэробную. Как было сказано выше, наличие горизонтального потока повышает эффективность использования кислорода воздуха. «Кarusельное» перемешивание может быть использовано и в анаэробных зонах аэротенка в технологии биологического удаления азота и фосфора.

Если в проекте реализованы «закрытые» коридоры, также возможно оптимизировать энергопотребление для перемешивания. При этом следует избегать узких длинных коридоров. Вне зависимости от мощности мешалка сможет перемешать зону, длина которой не более чем в 2,5 раза превышает ширину коридора. Кроме того, хорошо зарекомендовало себя использование низкооборотных мешалок (30–45 об/мин) с большими лопастями, обеспечивающих такую же эффективность перемешивания, что и высокооборотные при 3–5-кратном снижении энергопотребления.

В целях экономии капитальных вложений (особенно при частичной реконструкции очистных сооружений) возможно, с некоторым снижением скорости процесса денитрификации, использовать перемешивание воздухом через дырчатые трубы либо специальные аэраторы. Для этого не требуется дополнительное электромеханическое оборудование, но во многих случаях энергопотребление на перемешивание этих зон повышается до 8–10 раз. Фактическая реализация этого пре-

имущества тесно связана с производительностью воздуходувок и возможностью регулирования их производительности.

Существенные возможности для экономии электроэнергии также имеются при реализации рециклов иловой смеси и возвратного ила. Безусловно, не следует использовать (кроме небольших сооружений) рециркуляцию возвратного ила эрлифтами, а применять насосы. Для внутренней рециркуляции иловой смеси в аэротенке (по технологии удаления азота и фосфора) целесообразно использовать горизонтальные («в трубе») погружные насосы. Однако эти агрегаты имеют весьма высокую производительность, ограничивающую возможность их применения достаточно крупными установками.

Существенное энергосбережение может быть получено при использовании ленточных фильтр-прессов, которые при обезвоживании осадка потребляют в несколько раз меньше электроэнергии, чем центрифуги. Однако, выбор аппаратов обезвоживания, безусловно, не ограничивается фактором энергопотребления.

#### ***Выводы:***

- основными направлениями сокращения энергозатрат на подачу питьевой воды является регулирование расходов и напоров в сети, а также снижение потерь воды:

- сооружения очистки городских сточных вод в зависимости от выбранных технических решений могут различаться по энергопотреблению более, чем в 6 раз;

- экономическая эффективность путей энергосбережения требует расчетного подтверждения для местных условий, прежде всего соотношения стоимостей электрической и тепловой энергии (топлива);

- вторичные возобновляемые энергоресурсы (прежде всего тепловая энергия), потенциально доступные и велики в ВКХ.

#### **SUMMARY**

**The ways of increase of power efficiency at the enterprises of a water and sewerage facility economy (VKH) are analyzed.**

1. Битиев А. В. Пути повышения энергоэффективности на объектах городского хозяйства на примере МГУП «Мосводоканал» // Энергосбережение. 2008. № 7.

2. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання.-К.: Аграрна наука. 2008.-534 с.

3. Хамидов М. Г., Стрельцов С. А., Данилович Д. А. Отходы на службе энергетики города // Коммунальный комплекс России.2009. № 2 (56).