

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СООРУЖЕНИЙ МАЛЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СТАНЦИЙ

Приведены результаты анализа опыта эксплуатации сооружений биологической очистки сточных вод систем водоотведения малой канализации. Показано, что они требуют безотлагательной модернизации, что связано с экологическими и экономическими вопросами. Приведен вариант инженерного решения по модернизации узла биохимической очистки сточных вод «аэротенк – вторичный отстойник» с целью повышения надежности и эффективности его работы.

Введение

Ранее в работах [1, 2] авторами указывалось на необходимость и экономическую целесообразность модернизации действующих канализационных очистных сооружений (КОС). Построенные и введенные в эксплуатацию еще в 60–70-е годы прошлого столетия они работают с разной эффективностью и по настоящее время, зачастую нанося ущерб окружающей среде. В первую очередь это касается КОС, эксплуатирующихся в малых населенных пунктах, либо на небольших объектах. Как правило, оборудование на таких сооружениях старое, зачастую с завышенной мощностью и т.д., что, в конечном итоге, приводит к неэффективной (по качеству очистки сточных вод) работе сооружений и их энергоемкости, а это, в свою очередь, приводит к штрафным санкциям со стороны природоохранных органов и к повышению тарифов на водоотведение и очистку сточных вод, которые покрывает потребитель, в т.ч. и житель.

Результаты и их обсуждение

Опыт эксплуатации малых КОС в различных регионах России (а также на территории бывшего СССР), предназначенных для очистки бытовых и близких к ним по составу сточных вод небольших населенных пунктов и объектов различного назначения (например, предприятия, дома отдыха, санатории, детские оздоровительные центры и т.д.), с установками биологической очистки заводского изготовления позволил выявить ряд общих закономерностей, характеризующих уровень их эксплуатации и эффективность работы, обусловленную специфическими особенностями систем малой канализации:

- ♦ системы водоотведения малых населенных мест и объектов характеризуются выраженной неравномерностью отведения сточных вод и подачи их на очистные сооружения, что предопределяет работу КОС в режиме неравномерных (зачастую крайне неравномерных) нагрузок по расходу сточных вод и количеству загрязнений;

- ♦ неравномерность отведения сточных вод предопределило проектирование и строительство перекачивающих (подающих) насосных станций завышенной мощности (расчитанных на максимальный расход). Опыт эксплуатации таких насосных станций показывает, что они работают в кратковременно-периодическом режиме, при этом большую часть времени суток насосные агрегаты простаивают, а поступающий объем стоков перекачивают за относительно малые промежутки времени с расходами, значительно превышающими расчетные для очистных сооружений;

- ♦ неравномерность подачи сточных вод канализационными насосными станциями на КОС с установками заводского изготовления (например, типа КУ), а также значи-

В.В. Дзюбо*,
доктор технических наук,
профессор, заведующий
кафедрой «Водоснабжение и водоотведение»,
ФГБОУ ВПО Томский государственный архитектурно-строительный университет
Л.И. Алферова,
старший научный сотрудник,
ФГБОУ ВПО Томский государственный архитектурно-строительный университет

*Адрес для корреспонденции: dzv1956@Mail.ru

тельное фактическое отличие качественного состава сточных вод (по БПК_{полн}) от проектных данных приводит к дисбалансу соотношения между их производительностью по расходу и количеством содержащихся в них органических загрязнений (по БПК_{полн}). Дисбаланс между расходом поступающих сточных вод и количеством содержащихся в них органических загрязнений приводит к значительному снижению эффективности работы сооружений биохимической очистки сточных вод (биомасса работает либо в режиме перегрузки, либо в режиме голодания, реже — в нормальном режиме), что зачастую приводит к выходу из нормального режима работы сооружений КОС (установки КУ не выполняют в должной мере роли сооружения биологической очистки);

♦ опыт эксплуатации воздуходувного хозяйства установок типа КУ показывает, что в них, как правило, подается чрезмерно большое количество воздуха (воздуходувные агрегаты рассчитываются на максимальный приток сточных вод). Работа установок биологической очистки типа КУ в режиме несоответствия расхода сточных вод и количества органических загрязнений не обеспечивается дифференцированной подачей требуемого количества кислорода воздуха системой аэрации. Как правило, большую часть времени суток биомасса работает в режиме избытка кислорода, когда нет притока сточных вод и, соответственно, нет питания для биомассы. Отсутствие притока питания и избыток кислорода приводит к чрезмерной минерализации биомассы и снижению эффективности работы сооружений биохимической очистки. В данном случае аэротенки по режиму работы приближаются к аэробным минерализаторам.

♦ Практический опыт работы сооружений биохимической очистки сточных вод небольшой производительности, а также установок заводского изготовления биохимической очистки сточных вод типа КУ с эрлифтной системой рециркуляции активного ила (АИ) из вторичного отстойника (зоны илоотделения) в зону аэрации аэротенка в условиях периодического поступления сточных вод показывает, что эрлифтная система работает крайне неэффективно. В случае прекращения поступления сточных вод затрачивается непроизводительно большое количество воздуха на единицу перекачиваемой жидкости вследствие падения уровня жидкости. В такой период времени эрлифты работают «вхолостую», а АИ в бункерной

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, аэротенк, вторичный отстойник, эрлифт, модернизация эрлифта циркуляции активного ила

части вторичных отстойников «задыхается», всплывает на поверхность жидкости в виде крупных сгустков (рис. 1), а затем попадает в поток очищенной сточной воды, снижая ее качество.

Как правило, узел биохимической очистки сточных вод («аэротенк — вторичный отстойник») на станциях небольшой производительности состоит из последовательно расположенных друг за другом аэротенка и вторичного отстойника. При этом эти два сооружения обвязаны лотками подвода исходной и сбора очищенной сточной воды, подачи иловой смеси из аэротенка во вторичный отстойник. Для рециркуляции АИ из бункерной части вторичных отстойников в аэротенк устанавливается эрлифт или эрлифтная группа (рис. 2).

Разработанное инженерное решение касается повышения эффективности работы сооружений биохимической очистки сточных вод и предназначено для использования на станциях очистки бытовых и промышленных сточных вод небольшой производительности. Цель такого решения — повышение эффективности очистки сточных вод в условиях неравномерного и периодического их поступления. Достигается это созданием нормального гидродинамического режима во вторичном отстойнике (илоотделителе) и поддержанием на необходимом уровне жизнедеятельности находящегося в нем АИ. Конструктивное инженерное решение узла рециркуляции АИ из вторичного отстойника в аэротенк позволяет повысить эффективность (по качеству) очистки сточных вод при условии их периодического поступления.



Рис. 1. Вторичные отстойники (илоотделители). На поверхности жидкости видны скопления всплывшего АИ.



Рис. 2. Эрлифтная группа, установленная во вторичных отстойниках.

На *рис. 3* представлена схема узла биохимической очистки сточных вод «аэротенк - вторичный отстойник» (*а*), фрагмент вторичного отстойника (илоотделителя) с эрлифтом при нормальной работе (*б*) и, как вариант, то же, при прекращении поступления сточных вод в блок (*в*).

Блок включает последовательно расположенные по ходу движения сточной жидкости аэротенк 1 и вторичный отстойник 2, узел возврата АИ из отстойника 2 в аэротенк 1, выполненный в виде вертикально установленного эрлифта 3. Перфорированный трубопровод 4 концентрично установлен относительно эрлифта 3, при этом верхний его конец расположен выше уровня жидкости, а нижний соединен с трубопроводом 5 отвода очищенной воды. Во вторичном отстойнике блока установлен подвижный в вертикальном направлении вдоль трубопровода 4 плавающий лоток 6, эластичный трубчатый элемент 7 внутри которого расположен трубопровод 4, при этом элемент 7 верхним концом прикреплен к плавающему лотку 6, а нижним — к трубопроводу 5. Эрлифт 3 выходным отверстием соединен с лотком 8 активного ила аэротенка 1, при этом верхняя часть эрлифта снабжена патрубком 9 с заслонкой 10, оборудованной противовесом 11, а посредством гибких тяг 12 заслонка соединена с плавающим лотком 6. Патрубок 9 выходным отверстием соединен с узлом 13 подачи иловой смеси в отстойник 2, при этом выходное отверстие патрубка 9 расположено ниже выходного отверстия эрлифта 3.

Для этого эрлифт снабжен перфорированным трубопроводом, концентрично расположенным относительно основной трубы эрлифта. При этом верхний конец перфорированного трубопровода расположен выше уровня жидкости, а нижний соединен с трубопроводом отвода очищенной воды, узел сбора очищенной воды выполнен в виде плавающего лотка с размещенным снаружи перфорированного трубопровода эластичным трубчатым элементом, прикрепленным верхним концом к плавающему лотку, а нижним — к трубопроводу отвода очищенной воды. Верхняя часть эрлифта снабжена патрубком с заслонкой и соединенными с плавающим лотком гибкими тягами, патрубок соединен с узлом подачи иловой смеси во вторичный отстойник, а выходное отверстие его расположено выше выходного отверстия эрлифта.

Принцип работы узла биохимической очистки сточных вод, модернизированного предлагаемым инженерным решением, заключается в следующем.

Исходная сточная вода подается в аэротенк 1, где подвергается биохимической очистке АИ. Из аэротенка иловая смесь посредством лотка 13 (*рис. 3 а*) отводится во вторичный отстойник 2, где она отстаивается, АИ эрлифтом 3 подается из осадочной части отстойника 2 в лоток 8 и поступает вновь в аэротенк (циркулирующий АИ), где смешивается с исходной сточной водой. Очищенная вода во вторичном отстойнике 2 собирается плавающим лотком 6, поступает внутрь перфорированного трубопровода 4 и далее отводится по трубопроводу 5. При нормальном режиме работы узла (когда в узел поступают сточные воды) плавающий лоток 6 находится в крайнем верхнем положении (уровень А, *рис. 3 б*) и удерживается там трубчатым элементом, при этом лоток 6 через гибкие тяги 12 удерживает заслонку 10 на патрубке 9 в закрытом положении, выключая тем самым последний из работы. В случае прекращения поступления сточных вод (что имеет место в небольших объектах в ночное время) уровень жидкости во вторичном отстойнике 2 незначительно снижается за счет откачки ила эрлифтом 3, при этом лоток 6 переходит в плавающее положение (уровень Б), а эластичный элемент 7, деформируясь, позволяет лотку 6 опуститься вниз вдоль трубопровода 4 (*рис. 3 в*). Отвод осветленной воды из вторичного отстойника прекращается, т.к. верхняя кромка плавающего лотка 6 расположена выше уровня жидкости, при этом посредством тяг 12 и противовеса 11 заслонка 10 открывается и забираемый эрлифтом 3 АИ поступает по патрубку 9 в лоток 13 подачи иловой смеси во вторичный отстойник 2, т.к. выходное отверстие патрубка 9 расположено ниже выходного отверстия эрлифта 3. Таким образом, образуется замкнутый автономный контур циркуляции АИ во вторичном отстойнике, что позволяет поддерживать нормальный гидродинамический режим в отстойни-

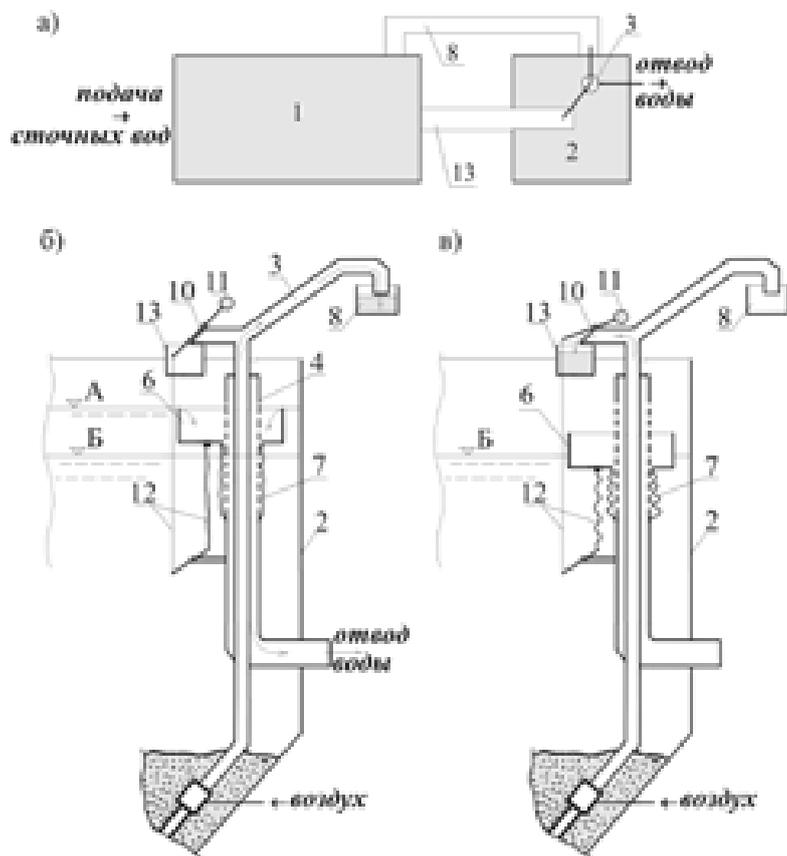


Рис. 3. Обустройство эрлифта рециркуляции АИ из вторичного отстойника в аэротенк. *а* — план узла «аэротенк–вторичный отстойник»; *б* — режим нормальной работы узла; *в* — режим автономной рециркуляции активного ила во вторичном отстойнике.

Модернизация данного узла заключается в усовершенствовании эрлифта, предназначенного для рециркуляции АИ из вторичного отстойника в зону аэрации аэротенка.

ке (уровень жидкости в отстойнике снижается незначительно) и поддерживать жизнедеятельность АИ во вторичном отстойнике благодаря аэрации атмосферным кислородом в эрлифте 3. Образование замкнуто-

го циркуляционного контура во вторичном отстойнике позволяет поддерживать необходимую жизнедеятельность АИ, несмотря на временное прекращение поступления сточных вод. При возобновлении подачи сточных вод на очистную установку уровень жидкости в отстойнике 2 повышается, лоток 6 приподнимается, где удерживается элементом 7; заслонка 10 перекрывает патрубок 9, предотвращая тем самым подачу АИ в лоток 13, при этом автономная циркуляция АИ во вторичном отстойнике прекращается, а эрлифт 3 подает АИ в лоток 8 аэротенка (рис. 3 б).

Заключение

Несложное по своей сути инженерное решение позволяет обеспечивать стабильную гидродинамику в илоотделителях и одновременно — высокую эффективность очистки сточных вод в условиях их периодического поступления благодаря постоянному поддержанию нормального аэробного режима во вторичном отстойнике и необходимой для биохимической очистки жизнедеятельности находящегося в нем АИ.

Литература

1. Дзюбо В. В. Модернизация канализационных очистных сооружений — путь к энергосбережению / В. В. Дзюбо, Л. И. Алферова // Сантехника. 2010. № 2. С. 40–45.
2. Алферова, Л. И. Модернизация малых канализационных очистных сооружений / Л. И. Алферова, В. В. Дзюбо // Чистая вода России: XI международ. науч. — практ. симп. и выставка: сб. материалов, 18–20 мая 2011 г., г. Екатеринбург. — Екатеринбург, 2011. С. 216–218.

V.V. Dzyubo, L.I. Alferova

RELIABILITY IMPROVEMENT OF SMALL SEWER TREATMENT FACILITIES

The article represents results on service analysis of facilities of biological waste water treatment in water disposal system of a small sewerage. It was shown that the facilities are in need of modernization which associates with ecological and economical questions. A variant of engineering solution for modernization of unit of biochemical waste water treatment («aerotank — secondary settling tank») was proposed for improvement of unit reliability and effectiveness.

Key words: raised sewer treatment facilities, aerotank, secondary settling tank, air lift, modernization of air lift of circulation of active silt