

ВОДООТВЕДЕНИЕ

УДК 628.3

Д. В. Серебряков

ПОЧЕМУ НЕ РАБОТАЮТ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В статье описана сложившаяся практика строительства очистных сооружений хозяйственно-бытового и поверхностного стока малой производительности. Описана специфика эксплуатации таких сооружений, перечислены причины, препятствующие достижению нормативного качества очистки. Рассмотрены наиболее распространенные разновидности комплектных очистных сооружений заводской готовности: сооружения с мембранными биореакторами, с дисковыми биофильтрами, технология SBR, «классические» очистные сооружения с аэротенками. Приведены основные достоинства и недостатки данных технологических схем с точки зрения их применимости для локальной очистки малого количества сточных вод. Дано укрупненное технико-экономическое сравнение данных технологий.

Ключевые слова: очистка сточных вод, очистные сооружения, поверхностный сток, хозяйствственно-бытовые сточные воды, биофильеры, аэротенки, биореакторы

Наш автор:

Серебряков Дмитрий Владимирович, директор ООО «Водопроект-ГКВК», 198096, г. Санкт-Петербург, ул. Кронштадтская, 8, моб. тел.: 8 (921) 748-15-54, e-mail: dvs@gkvkspb.ru

Сложившаяся практика строительства сооружений для очистки хозяйствственно-бытового и поверхностного стока небольшой производительности предполагает само собой разумеющимся применение для этих целей комплектных установок заводской готовности. Такая практика удобна для проектировщиков, т.к. разработка проекта сводится к «привязке» на местность готового блока, а вся «начинка» разрабатывается изготавителем оборудования, подтверждающим его работоспособность наличием сертификата соответствия. Удобно это и для заказчика строительства, поскольку он получает законченный объект быстрее и дешевле, чем в случае строительства сооружений по индивидуальному проекту. Вследствие этого закапывание в землю «бочек», несущих функцию очистки сточных вод «до норм к сбросу в водоемы рыбохозяйственного назначения», носит повсеместный характер. Они являются непременным атрибутом многочисленных строящихся коттеджных и вахтовых поселков, применяют их и для небольших населенных пунктов, не имевших до сих пор канализационных очистных сооружений, либо имеющих «тяжелое наследство» в виде полуразрушенных сооружений, построенных 30-40 лет назад по типовым проектам.

Данную тенденцию можно было бы охарактеризовать как сугубо положительную — объекты строятся и вводятся в эксплуатацию — если бы не одно обстоятельство: в подавляющем большинстве случаев такие очистные сооружения выполняют



исключительно представительско-декоративную функцию, не обеспечивая при этом своего прямого предназначения — очистки сточных вод. Целью данной статьи является попытка описать причины такого фактического положения вещей при декларируемой политике борьбы за чистоту водоемов.

Очистные сооружения поверхностного стока

Для очистки поверхностного стока практически безальтернативной является схема «разделительный колодец — пескоотделитель — нефтемаслоотделитель — сорбционный фильтр». Такие сооружения изготавливаются в виде стеклопластиковых емкостей, закапываемых в землю и имеющих ревизионные люки для «обслуживания». В зависимости от глубины заложения подводящего коллектора такие сооружения могут работать в самотечном режиме, либо перед ними устанавливается насосная станция.

На практике подобные сооружения обычно обеспечивают очистку сточных вод от первых двух — трех дождей, т.е. до исчерпания емкости сорбционной загрузки. И это вполне объяснимо: в емкостях, предназначенных для гравитационного выделения загрязнений из воды — пескоотделителе и нефтемаслоотделителе — вода при максимальном притоке находится несколько десятков минут. Поскольку реагентное укрупнение мелкодисперсных и коллоидных примесей воды не предусмотрено, данные сооружения задерживают лишь тяжелые минеральные примеси, нерастворенные и не эмульгированные нефтепродукты, выполняя таким образом роль песковки. Установленные в них коалесцентные блоки, предназначенные для укрупнения и отвода на поверхность содержащихся в объеме воды нефтепродуктов, применимы как предварительная ступень очистки при достаточно большой концентрации нефтепродуктов, но в случае их содержания на уровне нескольких миллиграмм на литр, что обычно имеет место в поверхностном стоке, эффективность их использования невысока. В результате очищаемая вода, поступающая на сорбционную загрузку, содержит взвешенные вещества и нефтепродукты в концентрациях, мало отличающихся от исходных. Очистка воды фильтрованием через инертную зернистую загрузку с периодической промывкой последней в таких сооружениях не предусмотрена, что неизбежно приводит к зарастанию сорбционной загрузки после нескольких дождей глинистыми частицами и прочими тяжело отстаиваемыми загрязнениями, содержащимися в поверхностном стоке. Но к этому моменту сооружения уже введены в эксплуатацию, пробы воды после первого дождя взяты, приемлемые результаты анализов получены. Ситуацию усугубляет практическая сложность (или невозможность) откачки осадка со дна закопанных емкостей длиной 6–12 м через ревизионные люки.

Эффективно работающей альтернативой подобным сооружениям могли бы стать капитальные сооружения с железобетонными отстойниками, оборудованными скребковыми системами для удаления осадка, с последующим фильтрованием воды на скрытых фильтрах с обратной промывкой и сорбционной доочисткой. Но из-за значительно более высокой стоимости, больших сроков проектирования и строительства, необходимости отвода значительных площадей под размещение очистных сооружений данный вариант в существующих реалиях не является кон-

курентоспособным. В результате для получения разрешения на строительство и эксплуатацию объектов по всей стране закапываются «бочки», мало влияющие на экологическое состояние водоемов — приемников сточных вод. И, к сожалению, единственной рекомендацией заказчикам подобных очистных сооружений может быть совет выбирать более дешевое оборудование, т.к. более дорогое будет обеспечивать то же «качество» очистки.

Очистные сооружения хозяйствственно-бытового стока

При выборе комплектной установки для очистки хозяйствственно-бытовых сточных вод потенциальный заказчик, далекий от знания технологий очистки воды, после ознакомления со множеством рекламной информации в Интернете может сделать для себя странный вывод: все без исключения комплектные очистные сооружения чистят воду «до норм сброса в рыбохозяйственные водоемы» вне зависимости от сложности технологической схемы и применяемого оборудования. Зачем же тогда платить больше и покупать сооружения, которые к тому же занимают большую площадь, имеют большую энергоемкость и более сложную систему автоматики, укомплектованы большим количеством силового оборудования, если можно купить «черный ящик», из которого, по заверению производителя, вытекает вода, соответствующая всем нормативам? Практикуемая в нашей стране система выбора поставщика через тендера и аукционы «на снижение» также играет на руку производителям, имеющим наименьшую себестоимость продукции. Достижение требуемой степени очистки сточных вод они подтверждают сертификатом соответствия, оформленным через коммерческий «Центр сертификации».

Если бросить взгляд на историю вопроса, то можно вспомнить, что в советское время также существовали комплектные установки заводской готовности типа «КУ», «УКО», «БИО», но на производительность от 400 м³ в сутки уже были разработаны типовые проекты капитальных очистных сооружений, состоящих из песковки, двухъярусных отстойников и биофильтров, либо из блока емкостей, включающего отстойники, аэротенки, стабилизаторы осадка и производственного здания, включающего хлораторную и воздуходувную станцию. Также не стоит забывать, что в то время качество очистки контролировалось только по двум показателям — взвешенным веществам и БПК_n — на уровне 15 мг/л.

Современное же состояние вопроса нормирования качества очистки сточных вод — «головная боль» проектировщиков очистных сооружений. Вообще-то нормируется даже не степень очистки, а качество воды в водоеме — приемнике сточных вод, и если фактическое состояние водоема не отвечает чаяниям чиновников Росрыболовства, то предприятие — владелец выпуска согласно методике расчета ПДК должно «чистить» этот водоем своими стоками, доведенными фактически до питьевого качества. Кроме того, не предусматривается дифференциация требований к степени очистки в зависимости от производительности очистных сооружений, поэтому сточные воды от одного дома или группы коттеджей должны проходить такой же полный цикл очистки и обеззараживания, как и на очистных сооружениях крупного мегаполиса. И это при том, что работу городских очистных сооружений обеспечивает целый штат технологов, механиков, химиков, микробиологов.



Что касается особенностей эксплуатации очистных сооружений малой производительности, характерной чертой часто является резкая сезонная и суточная неравномерность режима их работы, колебания температуры и состава сточных вод. Вышеперечисленные факторы, негативно влияющие на работу очистных сооружений, усугубляются периодическим характером обслуживания сооружений малой производительности и отсутствием на них постоянного технологического контроля. Это связано с отсутствием на таких сооружениях как лаборатории с необходимым оборудованием, так и достаточно квалифицированного персонала.

В настоящее время наибольшее распространение среди модульных сооружений для очистки хозяйствственно-бытовых сточных вод получили установки на основе аэротенков, что обусловлено меньшими строительными габаритами по сравнению с биофльтрами, а также в связи с возможностью осуществлять более глубокую нитрификацию аммонийного азота, проводимую вместе с денитрификацией в одном емкостном сооружении. В качестве альтернативы им выступают сооружения, оборудованные мембранными биореакторами. Несмотря на более высокую стоимость, количество предложений такого оборудования с каждым годом растет. Для полноты картины следует упомянуть также сооружения с дисковыми биофiltрами. Рассмотрим по порядку данные типы сооружений, их достоинства и характерные конструктивные недостатки, присущие комплектным установкам для очистки сточных вод.

Локальные очистные сооружения с дисковыми биофильтрами

Дисковые биофильты представляют собой сооружения биологической очистки сточных вод, имеющие признаки как биофильтра, так и аэротенка. С биофильтрами их родният наличие контактной поверхности, на которой происходит иммобилизация биопленки, и отсутствие принудительной аэрации. Сходство с аэротенками обусловлено наличием заполненного сточной водой резервуара со свободноплавающими частицами биопленки. Сточные воды поступают в резервуар, в который опущен вращающийся ротор с закрепленными на нем дисками, имеющими обычно гофрированную поверхность, так, чтобы верхняя часть дисков находилась над водой, в то время как нижняя часть дисков погружена в сточную жидкость. На поверхности дисков развивается биопленка. Во время нахождения биопленки над поверхностью воды в процессе вращения дисков происходит поглощение кислорода воздуха и окисление сорбированных на биопленке загрязнений, а при погружении ее в сточную воду — процесс сорбции растворенных и коллоидных органических веществ. При вращении ротора с дисками осуществляется также процесс аэрации сточной воды. По мере роста на поверхности дисков биопленки часть ее, в том числе отмершая, отделяется и переходит в сточную жидкость, где находится во взвешенном состоянии подобно хлопьям активного ила, таким образом процесс очистки сточных вод осуществляется не только на поверхности контакта дисков со стоками, но и в объеме сточной жидкости, находящейся в резервуаре под дисками. Толщина образующейся на дисках биопленки зависит от таких факторов, как состав и температура поступающих сточных вод, скорость вращения ротора, площадь поверхности биодисков, и может достигать нескольких миллиметров.

Обычно данные установки обеспечивают степень очистки по БПК_n и взвешенным веществам до 15 мг/л, удаление биогенных элементов не предусмотрено. Следует отметить, что нитрификация на биофильтрах всех типов происходит менее интенсивно по сравнению с аэротенками, поэтому достичь существующих в настоящее время жестких требований к концентрации аммонийного азота в очищенных сточных водах на данных сооружениях невозможно. Удельное количество биомассы, приходящееся на единичный объем сооружения, у дисковых биофильтров значительно меньше, чем у аэротенков, следовательно и окислительная способность ниже. Одним из недостатков таких установок является отсутствие технической возможности регулирования и поддержания необходимого количества растворенного кислорода, поскольку скорость вращения ротора постоянна. Достоинствами таких установок, особенно важными для сооружений малой производительности, являются возможность продолжительной работы без притока сточной воды, не сопровождающейся отмиранием биоценоза, а также допустимость больших гидравлических перегрузок, вызванная гораздо меньшим количеством плавающей биомассы. Кроме того, они отличаются от аэротенков меньшими количеством и влажностью образующегося осадка.

Данным сооружениям в процессе эксплуатации присущи проблемы, сходные с проблемами, возникающими при эксплуатации аэротенков, оснащенных загрузкой — носителем прикрепленной биомассы. Так, при отсутствии первичного отстаивания происходит загнивание биомассы на дисках, и междисковое пространство может заливаться слизистой массой, обладающей гнилостным запахом. В результате этого нарушаются гидравлическая схема работы дисковых бионосителей, поскольку не происходит плenочного обтекания поверхности дисков. В некоторых модификациях данных установок, отличающихся малой производительностью (не более 5 м³/сут.), отсутствуют как первичный отстойник, так и осадкоуплотнитель. Осевшая во вторичном отстойнике биопленка перекачивается эрлифтом в резервуар с дисковыми бионосителями, который в данном случае выполняет роль и первичного отстойника, и осадкоуплотнителя. Такая схема приводит к неудовлетворительной работе сооружений. Модификацией таких сооружений являются отечественные



Рис. 1. Дисковые биофильтры



установки, состоящие из септика, биодисков, вторичного отстойника, блока доочистки с ершовой загрузкой, узла обеззараживания и илоуплотнителя.

Некоторые производители установок для очистки сточных вод с дисковыми биофильтрами комплектуют их отсеками — денитрификаторами с целью обозначить возможность биологического удаления азота. Однако, как известно, интенсивность процесса денитрификации напрямую зависит от количества микроорганизмов, использующих окислы азота в качестве источника дыхания, а следовательно от концентрации биомассы в объеме сооружения (дозы ила). Дисковые биофильтры в данном компоненте однозначно уступают сооружениям с пневматической аэрацией (аэротенкам), вследствие чего они обеспечивают в основном лишь снижение значения БПК.

Мембранные биореакторы

Данная технология, предусматривающая применение ультрафильтрационных мембран для разделения иловой смеси и очищенной воды, является наиболее активно развивающейся в последние годы. Описанию этой технологии посвящено множество публикаций, в том числе и в этом журнале, поэтому постараюсь лишь провести сравнение данной технологии с «классической» в контексте рассматриваемой темы, т.е. комплектных очистных сооружений малой производительности.

Главными преимуществами мембранных биореакторов являются:

- уменьшение объема емкостных сооружений и, соответственно, площади, ими занимаемой, за счет возможности поддержания высокой дозы ила в сооружениях;
- уменьшение количества требуемых ступеней очистки, что ведет к уменьшению единиц электрооборудования, количества внутренних трубопроводов в конечном счете обеспечивает повышение надежности работы сооружений;
- разделение очищенной воды и иловой смеси на мембранах обеспечивает защиту от выноса ила из биореактора и одновременное обеззараживание воды.

Но нельзя одновременно не указать и на причины, по которым мембранные биореакторы не получили еще широкого распространения в нашей стране. Во-первых, это высокая цена данного оборудования, значительно превосходящая стоимость «классических» очистных сооружений. Во-вторых, наиболее дорогой компонент МБР-установок — сами мембранны — имеют срок службы порядка 5-7 лет. В-третьих, возникновение таких непредвиденных ситуаций, как выход из строя оборудования для тонкой механической очистки или залповы сброс жиров или тяжелых нефтепродуктов, ведет к выходу из строя мембран, и финансовые последствия в этом случае несопоставимы с таковыми на сооружениях, работающих по «классической» технологии. Согласно [2], себестоимость очистки сточных вод до уровня ПДК по технологии МБР увеличивается в 2-3 раза по сравнению с традиционными очистными сооружениями, рассчитанными на достижение $C_{\text{нdc}} = (2+3)\text{ПДК}$.

На рис. 3 приведены основные причины выхода из строя мембранных биореакторов [1]. Забивание сетчатых микросит согласно [1] является главной причиной отказа МБР-систем. Основное последствие плохой предварительной очистки заключается в скоплении волос и обрывков тряпья на волокнах мембран, что ускоряет их загрязнение, повышает опасность повреждения мембран и сокращает срок их

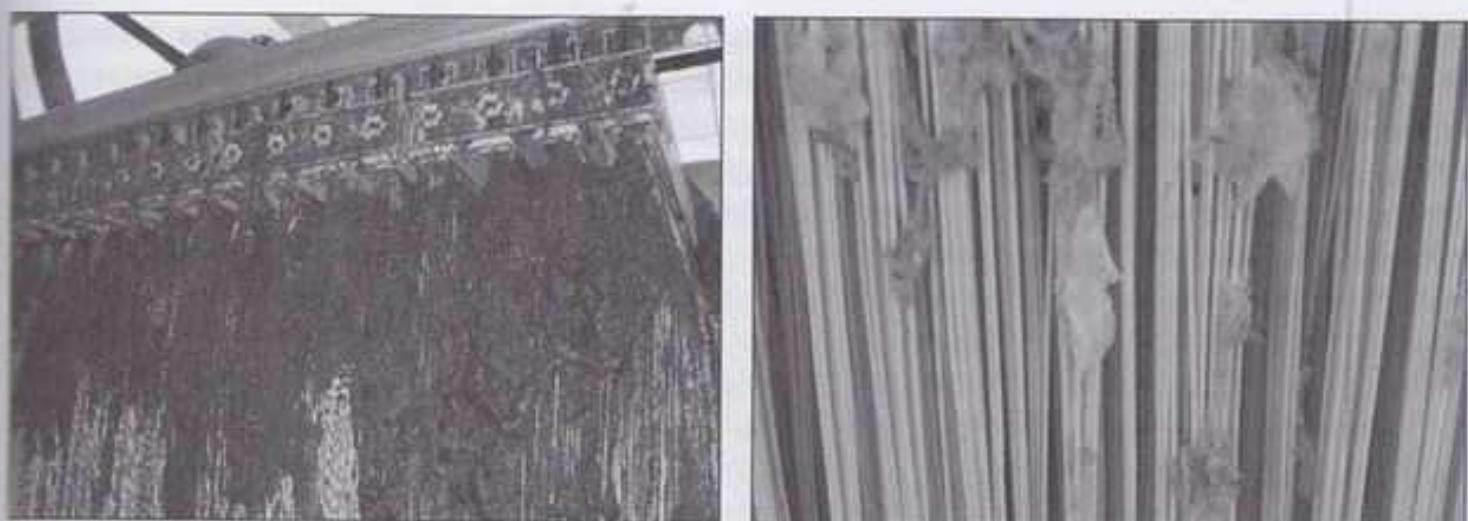


Рис. 2. Загрязнение мембран при неудовлетворительной предварительной очистке сточных вод

службы. Другим важным фактором, оказывающим значительное влияние на эксплуатационные характеристики мембран, является состояние активного ила. Повреждение хлопьев ила, сопровождающееся высвобождением коллоидов и растворимых микробиологических продуктов вследствие ферментации, резкого повышения солености или при шоковых токсичных нагрузках, приводит к ухудшению проницаемости мембран и их забиванию.

Для предотвращения образования биологических и солевых отложений на поверхности мембран требуются периодические промывки как водой, так и реагентами (гипохлоритом натрия, органическими кислотами).

Подводя итог сказанному можно сделать вывод о том, что в случае возможности повторного использования очищенных сточных вод сооружения, работающие по

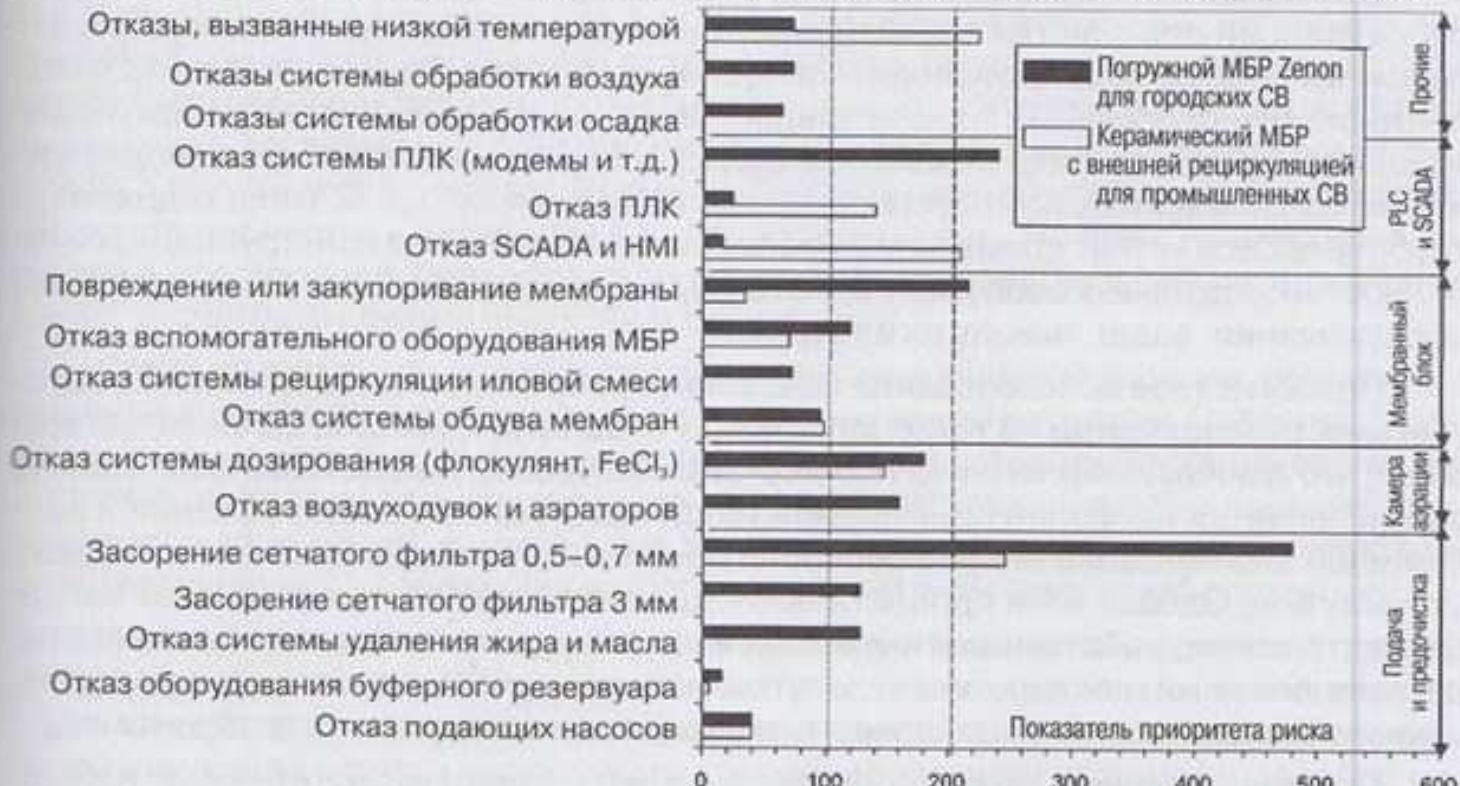


Рис. 3. Сравнение вероятностей причин отказа МБР-систем



технологии МБР, имеют однозначное преимущество над традиционными схемами. В случае же выпуска очищенной воды в водоем заказчик должен понимать, что за гарантированное качество очистки (зачастую превышающее требуемое) он платит более высокими капитальными и эксплуатационными затратами (особенно если учитывать ограниченный срок службы мембран), а возникновение нештатных ситуаций по вине обслуживающего персонала либо по причине залповых сбросов в систему канализации приведет к несопоставимо более высоким материальным затратам по сравнению с традиционными сооружениями. Может сложиться ситуация, когда владелец очистных сооружений «чистит» воду водоема — приемника сточных вод, зачастую имеющую фоновые концентрации загрязнений выше ПДК, разбавляя ее своей очищенной практически до питьевых требований водой. К примеру, если в водоеме рыбохозяйственного назначения фоновая концентрация взвешенных веществ составляет 10 мг/л, ПДК для взвешенных веществ составит + 0,25 мг/л, т.е. 10,25 мг/л. В этом случае очистка воды до 1 мг/л по взвешенным веществам с экономической точки зрения — неоправданная роскошь.

Комплектные очистные сооружения с аэротенками

Такие сооружения могут быть как проточными (по принципу аэротенк — вторичный отстойник), так и периодического действия (SBR — реакторы), когда процессы нитрификации, денитрификации и разделения иловой смеси происходят в одном объеме последовательно. Реакторы периодического действия более просты конструктивно, но требуют более сложной системы автоматики по сравнению с аэротенками — вытеснителями. Кроме того, для работы таких установок необходимо наличие либо усреднителя расхода, либо двух параллельно работающих реакторов, что приводит к значительно большему объему емкостных сооружений.

Основываясь на многолетнем опыте нашей организации в изготовлении и запуске станций для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, рекомендуем для очистных сооружений производительностью до 30–40 м³ в сутки отдавать предпочтение технологии SBR, т.к. она предполагает минимум перекачек и циркуляций и залповый режим отвода очищенной воды. В сооружениях такой производительности, изготовленных по классической проточной схеме, из-за малого диаметра трубопроводов может произойти их забивание, что с учетом конструктивных особенностей модульных сооружений, не предусматривающих какого-либо удобства обслуживания, ведет выводу их из строя.

Повсеместное использование канализационных очистных сооружений с аэротенками, работающими по технологии нитри — денитрификации, свидетельствует о том, что данная технология по технико-экономическим показателям в настоящее время является наиболее приемлемой и при правильном проектировании и надлежащей эксплуатации вполне способна обеспечить требуемое качество очистки сточных вод. Однако если провести обследование комплектных установок заводской готовности, работающих по данной технологии, выяснится, что в большинстве случаев активный ил в аэротенках отсутствует и сооружения работают «на проток», а среди оставшихся качество очистки зачастую не соответствует требуемому.

Основная причина такого положения вещей — чисто экономическая: изготовитель в условиях конкурентной борьбы пытается снизить себестоимость продук-

ции, при этом представления о том, на чем можно сэкономить, ограничиваются лишь его профессиональной порядочностью.

Как известно, технологическая схема подобных сооружений обычно включает стадии механической, биологической очистки, глубокой доочистки, обеззараживания и обезвоживания осадка. Рассмотрим эти стадии по очереди с целью отметить наиболее часто встречающиеся конструктивные недочеты.

К сооружениям механической очистки сточных вод относятся решетки (либо сита), песковки, первичные отстойники. Первичное отстаивание на малогабаритных очистных сооружениях используется редко, не всегда производители из экономических соображений используют и процеживание сточных вод через решетки или сита с тонким прозором. Наличие на стадии механической очистки только песковки либо крупноячеистой решетки с ручной прочисткой приводят к проскоку волокнистых включений, тряпок, пакетов и прочего мусора в сооружения биологической очистки и далее. Этот мусор наматывается на аэраторы, забивает трубопроводы и в итоге приводит к неработоспособности очистных сооружений.

Что касается биологической очистки, то основной причиной неработоспособности этой ступени очистных сооружений является желание производителей снизить их себестоимость путем занижения объемов емкостных сооружений. С этой целью размещение в зонах аэротенка загрузки — носителя прикрепленного биоценоза является для некоторых производителей достаточным поводом для занижения объема сооружений в 2-3 раза без проведения каких-либо расчетов (стоит отметить, что общепризнанной методики расчета повышения эффективности процессов нитрификации, денитрификации, окисления органических веществ в зависимости от типа и количества носителя прикрепленной биомассы не существует). Закрепление биоценоза на поверхности носителя целесообразно в том случае, когда затруднено поддержание ила в свободном объеме аэротенка, например, из-за низкой концентрации органики в сточных водах. Также применение биозагрузки может быть целесообразно на финишной стадии биологической очистки, когда основная часть загрязнений уже изъята из сточных вод. Наличие прикрепленной биомассы в аэротенках очистных сооружений малой производительности позволяет им лучше переносить перерывы в подаче сточных вод. Но факт размещения загрузки в сооружениях биологической очистки не должен быть поводом для занижения расчетного объема емкостных сооружений.

Стоит отметить, что нередки случаи заиливания ершовой загрузки типа «искусственные водоросли» с последующим загниванием на ней биомассы. Особенно активно заиливание загрузки происходит при отсутствии в составе сооружений первичных отстойников. Удалить отмершую биопленку с такой загрузки внутри аэротенка не представляется возможным, а извлечение ее из сооружений для промывки — операция крайне трудоемкая и создающая вокруг сооружений антисанитарную обстановку.

Использование в качестве носителя биомассы в аэротенках подвижной плавающей загрузки типа колец Рашига имеет некоторые преимущества по сравнению с неподвижно закрепленным носителем. Так, отсутствует необходимость в изготовлении различного рода рамок и каркасов для крепления загрузки, стоимость которых может быть сопоставимой со стоимостью самой загрузки. Кроме того, за счет трения



отдельных ее элементов между собой в процессе аэрации толщина биопленки на них существенно меньше, чем на стационарно установленных загрузках. В результате этого не происходит загнивания внутренних отмерших слоев биопленки, а процесс нитрификации протекает лучше, так как в толстом слое биопленки микроорганизмы — нитрификаторы, оказываясь в глубине неаэрируемого объема, могут испытывать недостаток кислорода. Однако при использовании такой загрузки необходимо более тщательно подбирать режим аэрации во избежание полного отрыва биопленки в результате соударения элементов загрузки.

Нередко неэффективная работа сооружений биологической очистки бывает вызвана неудачной конструкцией вторичных отстойников, особенно это касается осадочной части. В результате ил оседает на дне отстойника, не удаляется как следует, загнивает, из-за чего происходит вторичное загрязнение воды.

Не лучшим решением на стадии биологической очистки является применение в зонах денитрификации крупнопузырчатой аэрации для поддержания иловой смеси во взвешенном состоянии. Такая «рационализация», призванная сэкономить на мешалках, приводит к значительному замедлению денитрификации (при большой подаче воздуха), либо к оседанию ила.

Для достижения современных требований к степени очистки сточных вод необходимо предусматривать глубокую доочистку воды после вторичных отстойников, т.к. на очистных сооружениях малой производительности нереально достичь концентрации взвешенных веществ на выходе из сооружений биологической очистки ниже 15-20 мг/л. Доочистка фильтрованием позволяет снизить концентрацию взвешенных веществ в стоке, обеспечить снижение БПК за счет биологических процессов, протекающих на зернистой загрузке, удалить азот и фосфор, содержащиеся в клеточном веществе задерживаемых частиц активного ила.

Для того чтобы данная ступень очистки выполняла свою функцию, а не носила бутафорского характера, необходимо, чтобы основные конструктивные параметры фильтров, такие как скорость фильтрования, параметры фильтрующей загрузки, интенсивность и продолжительность промывки, отвечали требованиям СНиП 2.04.03-85 и 2.04.02-84. Зачастую на малогабаритных очистных сооружениях роль «глубокой доочистки» выполняет резервуар с загрузкой типа «искусственные водоросли» (ерши). Такое решение может обеспечить некоторое снижение БПК за счет биопленки, развивающейся на поверхности загрузки, но не предотвратит выноса ила из очистных сооружений, тем более что после таких резервуаров обычно не предусматриваются третичные отстойники для задержания отмершей биопленки.

Что касается вопроса утилизации осадка, то на локальных очистных сооружениях для обработки осадка обычно используются конструкции типа мешков, в которые подается предварительно обработанный флокулянтом избыточный ил. Снижение влажности осадка происходит за счет фильтрования воды через стенки мешка. После того, как стекание воды с мешков прекращается, они снимаются с креплений и подсушиваются на выделенных для этого площадках, после чего утилизируются. Такая схема обработки осадка является гораздо менее привлекательной для обслуживающего персонала из-за необходимости контактировать с заполненными осадком мешками, кроме того, данный процесс вряд ли можно назвать обез-

воживанием, скорее следовало бы назвать его гравитационным уплотнением осадка. Если на очистных сооружениях, обслуживающих менее 1000 эквивалентных жителей, альтернативы мешковому обезвоживанию фактически нет из-за слишком малого количества образующегося осадка (точнее единственная альтернатива — это иловые площадки), то на установках производительностью 250–300 м³ в сутки и выше использование такого метода обработки осадка с точки зрения эксплуатации неоправданно. Так, если посчитать по формуле из СНиП 2.04.03-85 количество избыточного ила на сооружениях производительностью 300 м³/сут. при концентрации взвешенных веществ в поступающем стоке 130 мг/л и БПК_n = 150 мг/л, получится суточный прирост ила, равный 45 кг, или 2,2 м³ при влажности уплотненного ила 98%. То есть в сутки необходимо сменить 38 мешков объемом 60 л! Конечно на практике эта цифра является завышенной, но она дает представления о границах применения метода мешкового обезвоживания осадка.

Подводя итог сказанному отмечу, что если заказчик заинтересован не только в наличии, но и в надежной работе очистных сооружений, в удобстве эксплуатации и качестве очистки, ему следует ответственно отнести к подбору оборудования, обязательно ознакомиться с действующими сооружениями и желательно проконсультироваться в крупных проектных либо научных организациях. Для обеспечения в конечном итоге наименьшей себестоимости кубометра очищенных сточных вод необходимо провести технико-экономическое сравнение вариантов, в ходе которого учесть как непосредственную стоимость оборудования, так и надежность и долговечность его работы, эксплуатационные расходы, возможные штрафные платежи за сверхнормативный сброс загрязняющих веществ, вероятность возникновения нештатных ситуаций и стоимость восстановления работоспособности системы после них.

Литература:

1. V. Lazarova and P. Dauthuille. Reliability of Operation and Environmental Footprint of MBR Technology for Wastewater Treatment. «World water», Vol 32, Issue 1 (2009).
2. Б. Г. Мишуков, Т. П. Павлова, Б. Г. Изаксон, В. С. Кейш, Е. А. Соловьева. Биомембранные технологии очистки сточных вод // «Вода и экология», №1/2011.
3. М. И. Алексеев, А. М. Курганов. Организация отведения поверхностного стока с урбанизированных территорий. М-СПб, 2000.
4. А. А. Свитцов. Введение в мембранные технологии. М, 2007.
5. Э. С. Разумовский, Г. Л. Медриш, В. А. Казарян. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. М, 1978.
6. Н. А. Лукиных, Б. Л. Липман, В. П. Криштуп. Методы доочистки сточных вод. М, 1978.
7. Е. И. Гончарук, А. И. Давиденко. Малогабаритные очистные сооружения канализации. Киев, 1974.
8. М. Н. Терещук. Особенности проектирования сооружений биологической очистки в условиях высоких и низких температур. «Вода и экология», №3/2010.
9. М. Н. Терещук. Новые перспективы SBR-технологии очистки сточных вод // «Вода и экология», №1/2011.
10. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы. — М.: Мир, 2004.
11. Морозова К. М. Принципы расчета систем биологической очистки сточных вод // Водоснабжение и сан. техника. 2009. № 1.
12. Ю. И. Штонда, А. Л. Зубко. Интенсификация очистки сточных вод на малогабаритных очистных сооружениях Крыма // Водоснабжение и сан. техника. 2010. № 9.