

Д. В. Серебряков, В. В. Морозов

Обзор конструктивных особенностей блочно-модульных канализационных очистных сооружений малой производительности

Введение

В последние годы значительно возрос спрос на сооружения для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод модульного типа, предназначенные для локальных систем водоотведения с небольшой производительностью. Необходимость в такого рода сооружениях вызвана как ужесточением надзора контролирующих органов над соблюдением природоохранных нормативов, так и простотой их проектирования (привязки) и монтажа по сравнению с классическими сооружениями из железобетона.

Разработка таких сооружений в нашей стране началась около 40 лет назад, наиболее известными конструкциями такого типа, выпускавшимися в СССР, были установки типа «КУ», «УКО», «БИО». Данные сооружения конструктивно представляли собой совмещенные аэротенки – отстойники и работали либо по принципу продленной аэрации, либо с постоянным отводом и аэробной минерализацией избыточного ила [1]. Аэрация иловой смеси осуществлялась либо с помощью пневматических аэраторов, либо механическими роторными аэраторами. Данные сооружения были рассчитаны на достижение степени очистки по БПК и взвешенным веществам до 15 мг/л, снижения содержания азота и фосфора в них не предусматривалось. С ужесточением требований к степени очистки сточных вод и расширением перечня контролируемых показателей, в том числе включением в этот перечень биогенных элементов (азота и фосфора), данные сооружения перестали удовлетворять новым нормативам.

В настоящее время перечень выпускаемых блочно-модульных установок для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод настолько велик, что рассмотреть их всех в рамках одной статьи не представляется возможным. В статье и не ставится задача подробно рассмотреть различные конструкции модульных очистных сооружений, а лишь описаны некоторые часто встречающиеся конструктивные недостатки, присущие подобным сооружениям, известные по опыту их эксплуатации. В данном обзоре рассмотрены наиболее распространенные конструкции блочно-модульных установок – сооружения биологической очистки на основе аэротенков и дисковых биофильтров.

Локальные очистные сооружения с аэротенками

Локальные установки для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод на основе аэротенков получили наибольшее распространение из-за меньших строительных габаритов такими сооружениями по сравнению с биофильтрами, а также в связи с возможностью осуществлять более глубокую нитрификацию аммонийного азота, проводимую вместе с денитрификацией в одном емкостном сооружении. Установки обычно комплектуются сооружениями механической очистки (часто без первичных отстойников) и узлом доочистки и обеззараживания сточных вод. Сами сооружения биологической очистки 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 значительно 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.

Технологические схемы модульных установок с биологической очисткой непрерывного действия достаточно сильно разнятся у различных производителей, но обобщенно они могут быть разделены на одноступенчатые и многоступенчатые. В

многоступенчатых схемах последовательно расположенные аэротенки разделены промежуточными (вторичными, третичными) отстойниками (рис. 1а). Такие сооружения более эффективны при очистке сточных вод, характеризующихся резкими изменениями концентрации загрязнений (например, при периодическом сбросе в них высококонцентрированных стоков, привозимых ассенизационной машиной из септиков и выгребов), а также наличием токсичных и плохо биоразлагаемых веществ. Поступление таких сточных вод на очистные сооружения приводит к вспуханию ила, и применение многоступенчатых схем является наиболее эффективной мерой борьбы с этим явлением. Однако такие сооружения более сложны в эксплуатации и требуют большего объема емкостных сооружений по сравнению с одноступенчатыми схемами.

Распространенным решением, которое часто применяется изготовителями модульных очистных сооружений, является разделение аэротенков перегородками на несколько отдельных отсеков (рис 1б). Однако такие сооружения вряд ли можно называть многоступенчатыми. В большинстве модульных сооружений биологической очистки отношение длины к ширине аэротенка относительно невелико. В данном случае такое секционирование позволяет предотвратить проскок неочищенной сточной воды во вторичный отстойник, возможный из-за интенсивного перемешивания иловой смеси воздухом. Других технологических преимуществ такое конструктивное решение не несет, тем более что зачастую конструктивно данные отсеки не выполняют никакой самостоятельной функции. Однако некоторые производители очистных сооружений, разделяя аэротенки на секции, присваивают им в паспортной документации различные научнообразные названия, полагая, видимо, что такое искусственное разделение процесса на «гетеротрофный», «автотрофный» и т.д. позволит снизить объемы емкостных сооружений без ухудшения качества очистки. Однако очевидно, что начало процесса нитрификации связано со снижением концентрации легкоокисляемого субстрата в сточных водах, а не с наличием дополнительных перегородок в аэротенках и использованием различных типов загрузки в образующихся секциях, и граница начала этого процесса будет изменяться по длине аэротенка в зависимости от изменения расхода и состава поступающих сточных вод.

При эксплуатации установок со схемой движения воды, показанной на рис. 1.б, когда перетекание иловой смеси из секции в секцию осуществляется через придонные окна, возникает еще одна проблема – после того, как блочная загрузка забивается отмершей биомассой, циркуляция воды через нее прекращается, и весь поток жидкости проходит под ней транзитом, таким образом рабочий объем аэротенка значительно сокращается. Альтернативой такому секционированию может быть используемая в Финляндии схема с установкой нескольких плетей аэраторов по длине аэротенка с промежутками между ними, так, чтобы интенсивность перемешивания в этих промежутках значительно снижалась. Такое решение также предотвращает проскок неочищенной сточной воды, при этом отсутствует необходимость в установке дополнительных перегородок.

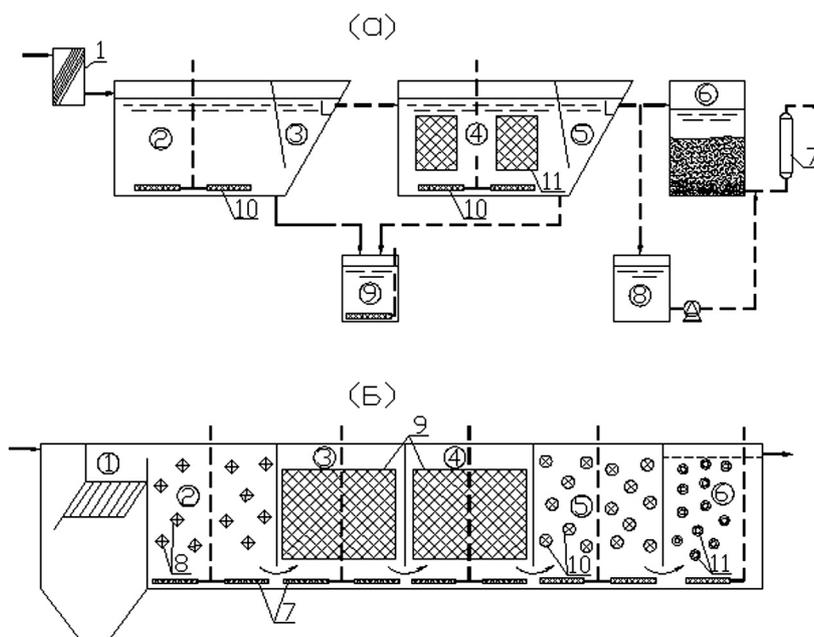


Рис. 1. Варианты технологических схем блочно-модульных очистных сооружений.

а – двухступенчатая схема: 1 – механическая очистка (решетка); 2 – аэротенк I ступени; 3 – вторичный отстойник; 4 – аэротенк II ступени; 5 – третичный отстойник; 6 – фильтр; 7 – обеззараживание ультрафиолетом; 8 – резервуар промывной воды; 9 – аэробный стабилизатор; 10 – аэрационная система; 11 – загрузка.

б – секционированный блок биологической очистки: 1 – механическая очистка (первичный отстойник); 2,3,4,5 – секции аэротенка (гидролизер-ферментатор, гетеротрофный нитри-денитрификатор, гетеро/автотрофный нитри-денитрификатор, автотрофный нитрификатор [12]); 6 – фильтр-биосорбер; 7 – аэрационная система; 8,10,11 – различные типы плавающих загрузок; 9 – блочная загрузка.

Большинство комплектных очистных сооружений представляют собой установки заводского изготовления, собираемые на месте из отдельных модулей или контейнеров, однако стоит упомянуть и другую разновидность – сооружения, выполненные по технологии “BIOLAK” (Германия). По технологии BIOLAK все емкостные сооружения (аноксидная и нитрификационная зоны биологической очистки и вторичный отстойник) располагаются в земляном котловане, дно которого застилается высокопрочным полиэтиленом. Распределение воздуха в аэротенке происходит через мембранные аэраторы, плавающие на глубине 0,2 м от дна. В анноксидной зоне сооружений на плавающих плотках устанавливаются мешалки для поддержания ила во взвешенном состоянии. Интенсивность аэрации автоматически регулируется исходя из концентрации растворенного кислорода. Время нахождения сточных вод в сооружениях составляет около суток. Доочистка сточных вод осуществляется в траншее с водной растительностью. При жестких требованиях к содержанию фосфора в очищенной воде предусматривается дозирование в воду железосодержащего коагулянта. Такие сооружения являются быстровозводимыми, в процессе строительства не требуют проведения бетонных работ и устройства фундаментов, однако занимают достаточно большие площади, а при эксплуатации в северных районах они более чувствительны к температуре поступающих сточных вод.

Часто требованием заказчиков является минимальная площадь, занимаемая очистными сооружениями, и закрытое их исполнение, что позволяет уменьшить размеры санитарно-защитной зоны, а также максимально возможная быстрота монтажа. Этим объясняется спрос на модульные конструкции очистных сооружений наземного исполнения. Однако, несмотря на вышеперечисленные преимущества, заключающиеся в значительной экономии времени между началом проектирования и окончанием пуско-

наласточных работ, такие установки обычно проигрывают по эксплуатационным характеристикам стационарным железобетонным сооружениям. Так, в них обычно не соблюдены нормативные размеры проходов между оборудованием, что усложняет их обслуживание и ремонт, могут отсутствовать бытовые помещения и лаборатория, в случае изготовления из черного металла они отличаются меньшей долговечностью. А главное, многие из таких сооружений конструктивно не способны обеспечить требуемое качество очистки сточных вод.

Невозможность достигнуть на многих конструкциях модульных сооружений требуемых показателей очистки обычно вызвана тремя причинами: чрезмерной строгостью этих требований, характером поступления сточных вод на очистные сооружения малой производительности и конструктивными недоработками самих сооружений.

О нелогичности, а зачастую и абсурдности существующего в настоящее время подхода к нормированию степени очистки сточных вод перед выпуском их в водоемы написано немало, поэтому нами этот вопрос не рассматривается. Отметим, что «большим» местом модульных очистных сооружений является достижение требований по аммонийному азоту. Одним из основных требований к таким сооружениям является удобство их транспортировки, поэтому емкостные сооружения должны вписываться в транспортные габариты, требование же к остаточному содержанию аммонийного азота на уровне 0,4 мг/л ведет к неоправданному завышению объемов и габаритов сооружений.

Что касается особенностей эксплуатации очистных сооружений малой производительности, характерной чертой часто является резкая сезонная и суточная неравномерность режима их работы. Наблюдается постоянное колебание и объема, и температуры сточных вод, и режима их поступления на очистные сооружения в течение суток. Зачастую при напорном режиме подачи сточных вод на очистку производительность подающих насосов значительно превышает расчетный коэффициент максимальной часовой неравномерности, на который рассчитаны очистные сооружения. Из-за этого происходит повышенный вынос ила из вторичных отстойников. Также увеличение выноса ила из вторичных отстойников может быть вызвано повышением илового индекса из-за нестабильности нагрузки на ил, слишком высокой поддерживаемой дозы ила и поступления на сооружения токсичных загрязнений. Вышеперечисленные факторы, негативно влияющие на работу очистных сооружений, усугубляются периодическим характером обслуживания сооружений малой производительности и отсутствием на них постоянного технологического контроля. В процессе эксплуатации локальных очистных сооружений нередко из технологических параметров работы сооружений периодически контролируется лишь доза ила по объему, в то время как стандартный весовой анализ не проводится вообще, также как не определяются и другие технологические параметры и химические показатели. Это связано с отсутствием на таких сооружениях как лаборатории с необходимым оборудованием, так и достаточно квалифицированного персонала.

Основной причиной конструктивных недостатков, присущих блочно-модульным конструкциям очистных сооружений, является желание производителей снизить себестоимость продукции путем занижения объемов емкостных сооружений биологической очистки. 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). Доходит до того, что некоторые производители, выпускающие определенный типоряд модульных установок, «увеличивают» их паспортную производительность, добавляя в аэрационные емкости

дополнительное количество загрузки – носителя прикрепленного биоценоза без увеличения габаритных размеров установки.

Стоит отметить, что неоднократно наблюдались 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.*

При использовании в качестве носителя биомассы загрузки в виде полых перфорированных трубок (такая загрузка также рекомендуется к использованию в качестве загрузки биофильтров, причем у авторов имеются сведения о неудачном опыте замены ею щебеночной загрузки биофильтров) происходит заиливание и загнивание биопленки в местах соприкосновения таких трубок между собой. В дальнейшем нередко случается, что биомасса заполняет все свободные полости загрузки. При эксплуатации сооружений с такой загрузкой по рекомендациям специалистов фирмы-изготовителя для предотвращения заиливания делалась попытка промывки загрузки водой прямо в сооружении специально предусмотренной «пикой», представляющей собою шланг с насадкой, по которому под напором подавалась вода. Промывка загрузки на всю глубину внутри аэротенка оказалась не только неэффективной, но и приводила к выносу загнившей биомассы последующие секции и быстрому их заиливанию. Конструкцией сооружений был предусмотрен возврат осевшего во вторичном отстойнике ила в первичный отстойник. При этом выносимая при промывке отмершая биомасса, улавливаемая во вторичном отстойнике, через систему возврата ила вновь заливает уже отмытую секцию. Промывка заиленных участков, опорожненных от воды, также положительного результата не дала. Способ удаления отмершей биопленки с поверхности загрузки путем интенсивной аэрации, как показывает практика, не является достаточно эффективным.

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.

Наличие прикрепленной биомассы в аэротенках очистных сооружений малой производительности позволяет им лучше переносить перерывы в подаче сточных вод, однако если в аэротенках с плавающим илом доза ила – это параметр, с помощью которого регулируется работа сооружений и в конечном итоге качество очистки, то в сооружениях с прикрепленным биоценозом такая возможность отсутствует.

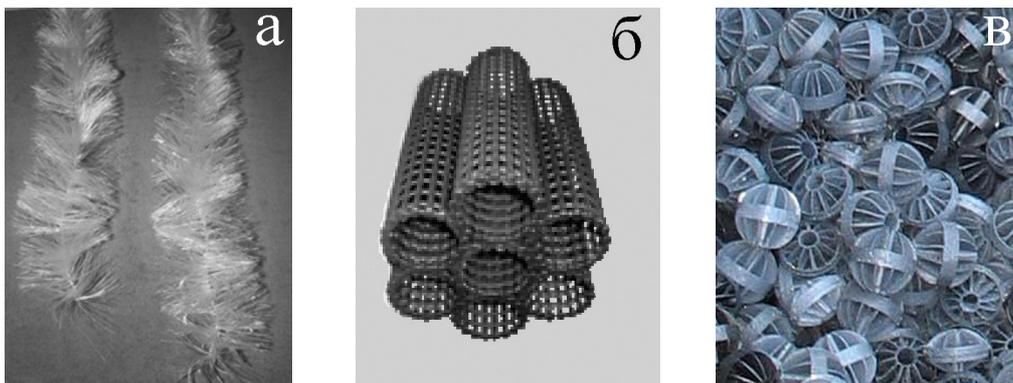


Рис. 2. Виды загрузок – носителей прикрепленной биомассы:
 а – ершовая загрузка (искусственные водоросли); б - загрузка в виде полых перфорированных трубок; в – подвижная плавающая загрузка.

Удаление биогенных элементов

В большинстве рекламных материалов производителей локальных очистных сооружений указываются параметры очистки, в частности по фосфору, соответствующие ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения. В то же время объяснения тому, за счет чего достигается такая степень очистки, найти не удастся. Как известно, биологическое удаление фосфора осуществляется в составе клеточного вещества избыточного активного ила, и данный процесс интенсифицируется путем чередования аэробных и анаэробных условий в аэротенке, благодаря чему процентное содержание фосфора в клетках активного ила увеличивается. На очистных сооружениях малой производительности, особенно работающих по схеме с продленной аэрацией, избыточный ил удаляется редко, сооружения работают в режиме самоокисления ила, поэтому удалять фосфор на таких сооружениях биологическим методом невозможно. Следовательно, удаление фосфора возможно только реагентным методом, дозируя коагулянт либо перед аэротенком, либо перед фильтрами доочистки. При дозировании коагулянта перед фильтрами требуется в 3-4 раза меньшая его доза по сравнению с дозированием в иловую смесь, однако в этом случае для осуществления процесса контактной коагуляции должна быть обеспечена меньшая скорость фильтрования. Кроме того, сокращается цикл работы фильтра между промывками, а следовательно увеличивается расход промывной воды. На очистных сооружениях малой производительности достаточно сложно автоматизировать дозирование коагулянта, пропорциональное притоку поступающих на очистку сточных вод. При несоблюдении оптимальной дозы коагулянта, особенно при его введении перед фильтрами доочистки, наблюдается недостаточный эффект очистки от фосфора и превышение содержания металла (железа или алюминия) в очищенной воде. Таким образом, норматив 0,2 мг/л по содержанию фосфора является труднодостижимым на очистных сооружениях малой производительности.

Что касается снижения содержания азота нитратов путем денитрификации, данная технология предусматривает нахождение активного ила в бескислородной (аноксидной) зоне во взвешенном состоянии в присутствии питательного субстрата (сточных вод), что на крупных очистных сооружениях обычно осуществляется при помощи механических мешалок. На малых очистных сооружениях с целью удешевления их изготовления перемешивание иловой смеси зачастую осуществляется при помощи крупнопузырчатой аэрации, что снижает эффективность протекания процесса денитрификации. Дополнительная аэрация нитратосодержащей иловой смеси перед подачей ее в анакксидную зону аэротенка происходит при перекачивании ее с помощью эрлифта.

Доочистка сточных вод

Для достижения требуемых показателей на очистных сооружениях малой производительности после биологической очистки обычно требуется осуществлять доочистку сточных вод. В этом случае степень очистки в меньшей степени зависит от колебаний расхода и температуры сточных вод, характерных для объектов с незначительным объемом водоотведения. При доочистке снижается мутность воды, что особенно важно в случае последующего обеззараживания ультрафиолетом. В качестве узла доочистки на очистных сооружениях малой производительности обычно применяются либо фильтры с зернистой загрузкой, либо различные «реакторы доочистки» с установленными в них носителями прикрепленной биомассы. Что касается последних, то фактически они выполняют функцию аэрируемых биопрудов, время нахождения сточных вод в которых с целью глубокой доочистки должно составлять около суток. Данные же сооружения обычно рассчитаны на нахождение в них воды не более часа. Говорить же о развитии на стадии доочистки на загрузке, размещенной в таких реакторах, какого-то особого биоценоза, который осуществляет изъятие загрязнений более эффективно, чем активный ил в аэротенках, нет достаточных оснований.

Спецификой работы фильтров с зернистой загрузкой при доочистке хозяйственно-бытовых сточных вод является то, что взвешенные вещества, состоящие почти полностью из активного ила, быстро коагулируют верхние слои загрузки. Для устранения этого недостатка используют многослойную загрузку с убывающей в направлении фильтрации крупностью, а также предусматривают различные меры по интенсификации процесса промывки загрузки. В качестве загрузки зернистых фильтров, применяемых для доочистки сточных вод, используются как различные плавающие материалы (полистирол, пенополиуретан), так и тяжелые загрузки (песок, антрацит, различные искусственные материалы). Достоинством фильтров с плавающей загрузкой является меньшая требуемая интенсивность промывки загрузки и меньший расход промывной воды, а недостатком – сложность устройства сетчатой системы, удерживающей загрузку и возможность слипания частиц загрузки, ведущая к проскоку неочищенной воды через фильтр. Для очистных сооружений малой и средней производительности изготавливаются фильтры с гидроавтоматической промывкой плавающей загрузки. Что касается фильтров с тяжелой зернистой загрузкой, особенно напорных, в процессе их эксплуатации в теле загрузки могут образовываться каналы, по которым подаваемая вода проходит практически без очистки, в то время как остальная часть загрузки коагулируется, и фильтрация через нее не происходит. Для предотвращения биологической коагуляции загрузки требуется периодическое ее хлорирование.

Для повышения эффективности отмывки загрузки стандартных напорных фильтров возможна их комплектация узлом интенсификации промывки, состоящим из гидроэлеватора, расположенного внутри корпуса фильтра в нижней его части, и подающего загрузку для отмывки в гидроциклон, откуда она возвращается в верхнюю часть фильтра [4]. Ежедневная промывка загрузки в таком фильтре осуществляется по стандартной схеме противотоком через дренажную систему, а система интенсивной регенерации включается периодически.

Для доочистки сточных вод разработаны фильтры непрерывного действия, или динамические фильтры [3], в которых отвод наиболее загрязненной части фильтрующей загрузки на промывку с последующим возвратом отмывтой загрузки в фильтр осуществляется параллельно с процессом фильтрации, что препятствует коагуляции загрузки. Промывка загрузки в них осуществляется в промывочных устройствах различной конструкции, либо в гидроциклонах.

Необходимость в обработке (обезвоживании) осадка на локальных очистных сооружениях возникает в случае желания заказчика снизить размеры санитарно-защитной зоны вокруг очистных сооружений. Специфика обработки осадка на очистных сооружениях малой производительности заключается в том, что из-за малого его количества данная процедура осуществляется периодически. Если сооружения

рассчитаны на работу в режиме продленной аэрации, прирост ила минимален и удаление избыточного ила производится с периодичностью в несколько месяцев. Такая схема работы сооружений привлекательна с точки зрения отсутствия проблем с утилизацией осадка, но ее недостатком является больший требуемый объем сооружений, поскольку процесс минерализации ила происходит после окончания окисления органических веществ в сточных водах и нитрификации аммонийного азота. Поскольку многие производители пытаются уменьшить объем емкостных сооружений, редкое удаление избыточного ила в таких сооружениях приводит к повышению дозы ила, сопровождающемуся повышенным его выносом из вторичных отстойников, т.е. избыточный ил все же удаляется, но вместе с очищенной водой.

Обработка осадка

Для обезвоживания осадка модульных очистных сооружений малой производительности редко используются центрифуги и фильтр-прессы. Это связано с относительно малым количеством образующегося осадка при том, что минимальная производительность такого оборудования обычно составляет 0,5-1 м³/ч по сырому осадку, а также с его высокой стоимостью. На локальных очистных сооружениях для обработки осадка обычно используются конструкции типа мешков, в которые подается предварительно обработанный флокулянтами 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 обезвоживанием, скорее следовало бы назвать его гравитационным уплотнением осадка. При возможности вывоза избыточного ила на близлежащие очистные сооружения ассенизационной машиной предпочтение следует отдать именно такому способу утилизации осадка, а при отсутствии поблизости крупных очистных сооружений единственной реальной альтернативой мешковым устройствам для обезвоживания осадка являются только иловые площадки.

Локальные очистные сооружения с дисковыми биофильтрами

Дисковые биофильтры представляют собой сооружения биологической очистки сточных вод, имеющие признаки как биофильтра, так и аэротенка. С биофильтрами их роднит 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, близкая по видовому составу микроорганизмов биопленке биофильтров с объемной или плоскостной загрузкой. Во время нахождения биопленки над поверхностью воды в процессе вращения дисков происходит поглощение кислорода воздуха и окисление сорбированных на биопленке загрязнений, а при погружении биопленки в сточную воду – процесс сорбции растворенных и коллоидных органических веществ. При вращении ротора с дисками осуществляется также процесс аэрации сточной воды. По мере роста толщины биопленки на поверхности дисков часть ее, в том числе отмершая, отрывается 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.

Приведенные нами данные о недостатках данной конструкции сооружений биологической очистки основаны на опыте работы с установками производства фирмы «КЕЕ» (Великобритания).

Согласно паспортным данным, данные установки обеспечивают степень очистки по БПК_п 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 основных 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 меньшим количеством и влажностью образующегося осадка.

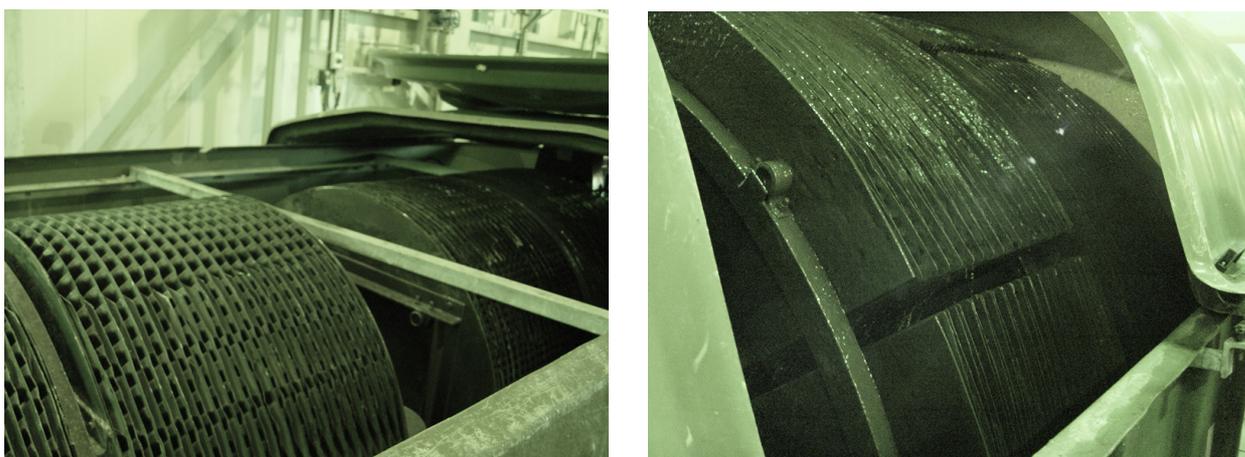


Рис. 3. Дисковые биофильтры

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 заливается слизистой массой, обладающей гнилостным запахом. В результате этого нарушается гидравлическая схема работы дисковых бионосителей, поскольку не происходит пленочного 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 установки, состоящие из септика, биодисков, вторичного отстойника, блока доочистки с ершовой загрузкой, узла обеззараживания и илоуплотнителя, особенностью конструкции которых является расположение резервуара

с биодисками непосредственно над септиком для уменьшения теплотерь при эксплуатации сооружений в северных условиях и подогрев осадка в илоуплотнителе с целью обеззараживания [8].

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 лишь снижение содержания легкоокисляемой органики в сточных водах, то есть значения БПК.

Выводы

- Одним из главных технических показателей, характеризующих локальные очистные сооружения с аэротенками, является гидравлическое время нахождения сточных вод в емкостных сооружениях. Предпочтение следует отдавать сооружениям с наиболее продолжительным периодом аэрации, обеспечивающим глубокую нитрификацию аммонийного азота. Секционирование аэротенков, установка в них загрузки – носителя прикрепленной биомассы, а тем более применение различных гидродинамических и прочих «ноу-хау», не может быть основанием для уменьшения объема сооружений в 2-3 раза по сравнению с расчетным.
- Установка в аэротенках загрузки – носителя прикрепленной биомассы не является панацеей, позволяющей значительно уменьшать время нахождения сточных вод в аэрационных сооружениях и при этом добиваться степени очистки на уровне ПДК рыбохозяйственных водоемов. Использование данного конструктивного элемента имеет как свои достоинства, так и недостатки, и иногда может привести не к улучшению, а к ухудшению работы очистных сооружений.
- При наличии в блоке биологической очистки носителя прикрепленной биомассы более тщательные требования должны предъявляться к предварительной механической очистке сточных вод. Должна быть предусмотрена периодическая промывка загрузки при опорожнении сооружения.
- Эффективную доочистку биологически очищенных сточных вод на модульных очистных сооружениях малой производительности целесообразно осуществлять на зернистых фильтрах (в данной статье не рассматриваются мембранные биореакторы вследствие того, что случаи их внедрения в нашей стране пока единичны). При необходимости достижения жестких требований по содержанию фосфора в очищенной воде требуется применение коагулянта, однако введение в технологическую схему узла дозирования коагулянта, особенно на очистных сооружениях малой производительности (менее 100-150 м³/сут.) излишне усложняет как их конструкцию, так и эксплуатацию.
- Очистные сооружения, работающие по принципу продленной аэрации и обеспечивающие самоокисление ила, требуют большего объема емкостных сооружений, поэтому их применение целесообразно при производительности не более нескольких десятков кубометров в сутки. При больших производительностях более предпочтительны сооружения с постоянным удалением избыточного ила. Вопрос обезвоживания осадка является достаточно сложным для сооружений малой производительности, поэтому оптимальным решением для них, особенно при невозможности устройства иловых площадок, является вывоз осадка на ближайшие крупные очистные сооружения.

- Локальные очистные сооружения с дисковыми биофильтрами имеют эксплуатационные преимущества для объектов с малым объемом водоотведения, заключающиеся в гораздо более мягких требованиях к режиму поступления сточных вод, однако они не рассчитаны на достижение современных требований к степени очистки сточных вод, поэтому их можно рекомендовать только для объектов сезонного действия, эксплуатация сооружений с аэротенками на которых технологически невозможна.

Литература:

1. Разумовский Э.С., Медриш Г.Л., Казарян В.А. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. – М., 1986. – 174 с.
2. Водоотведение и очистка сточных вод. С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. М, 2004.
3. Серебряков. Д. В. Очистка сточных вод фильтрованием на очистных сооружениях малой производительности // Вода и экология: проблемы и решения - 2007, №4. С. 39-47.
4. Пономарев В. Г., Пономарев Д.А. Обследование и наладка фильтров в системе очистки сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника – 2005, №4. С. 27-29.
5. Разумовский Э.С., Терентьева Н.А., Юлдашев А.А. Установки для глубокой очистки сточных вод малых населенных пунктов. / М, НИИ АКХ им. Памфилова, Вып. 2 (83), 1991.
6. Залетова Н.А. Исследование биолого-химического метода удаления соединений фосфора из городских сточных вод. Автореф. дис...к.т.н. М, 1979.
7. Альтовский Г.С., Мельпер В.З., Гепина Г.И. Доочистка городских сточных вод. – М., 1985.
8. Э.С. Разумовский, Э.И. Рукин. Очистные сооружения «Биодиск» для малых населенных мест. // Водоснабжение и санитарная техника – 2005, №4. С. 27-29.
9. И.М. Таварткиладзе, Т.П. Тарасюк, М.И. Доценко. Очистные сооружения водоотведения. Справочник. Киев, 1988.
10. Давод Коссай К. Совершенствование технологии очистки сточных вод на вращающихся биоконтакторах. Автореф. дисс. С-Петербург, 2003.
11. Феофанов Ю.А., Коссай К. Совершенствование процесса очистки сточных вод в биоконтакторах. / Сб. докладов Международной научно-практической конференции "Реконструкция Санкт-Петербург - 2003". СПб, СПбГАСУ, 2002.
12. <http://www.resetilovs.lv/tech-r.htm>