



КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ НА БАЗЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ ВОДООЧИСТКИ

Коваленко А.А.

магистрант

Хабарова Е.И.

канд. хим. наук, доцент

Демушкина М.А.

ведущий специалист

Кочетков А.Ю.

канд. техн. наук,
генеральный директор

Московский государственный
университет тонких химических
технологий им. М.В. Ломоносова
г. Москва

Компания «Катализ»

НПО «Катализ»
г. Москва

Показана возможность применения каталитических технологий для повышения эффективности работы сооружений для различных этапов водоочистки. Проведен сравнительный анализ существующих технологий очистки воды.

Ключевые слова: водоочистка, сточные воды, каталитические технологии, энергосберегающие технологии.

В условиях возрастания требований к энергетической и экологической эффективности очистных сооружений, особую актуальность приобретают вопросы применения новейших технологических решений.

В связи с постепенным переходом к индивидуальному учету потребления воды, и изменением состава стоков на более концентрированные, должны использоваться другие подходы при разработке технологических схем очистки воды, с учетом возможного изменения состава сточных вод с низконагружаемых до средне- и высоконагружаемых стоков.

Компанией «Катализ» разработан комплексный подход при разработке технологической схемы современных очистных сооружений. Приоритетной задачей является разработка современных проектов очистных сооружений с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, применением наилучших доступных, в том числе

каталитических технологий, и высокоэффективного энергосберегающего оборудования на каждой стадии очистки.

Инновационные решения касаются всех основных блоков очистных сооружений. Для очистных сооружений, рассчитываемых на глубокое удаление биогенных элементов, в первую очередь, должна быть предусмотрена совершенная конструкция сооружений механической очистки стоков.

Задача стадии механической очистки состоит не только в тщательном извлечении плавающих отходов и удалении минеральных частиц, включая мелкие фракции песка, но также в том, чтобы удалить практически чистый песок без органических примесей для обеспечения удовлетворительного окисления загрязняющих веществ и глубокого удаления азота и фосфора на стадии биологической очистки.

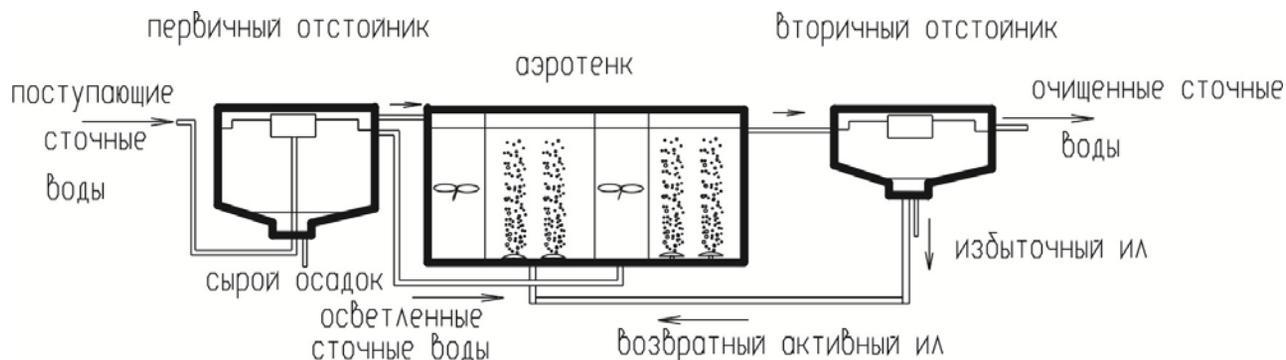


Рисунок 1
Схема использования первичного отстойника для ацидофикации сырого осадка.

Применение комбинированных установок механической очистки, включающих в себя барабанные решетки и аэрируемые песколовки, позволяют не только эффективно задерживать отбросы, но и извлекать из сточных вод практически чистый песок мелких фракций, до 0,15 мм с влажностью осадка не более 20 % и высокой зольностью. Кроме того, данные установки отличаются долгим сроком службы и низким потреблением электроэнергии и компактностью, что актуально при строительстве очистных сооружений закрытого типа. Функция промывки отбросов и песка от органики позволяет вернуть органическую составляющую в стоки. После промывки отбросы уплотняются, что позволяет уменьшить их объем и в контейнерах вывозятся на полигоны.

Первичные отстойники, которые раньше предназначались только для осветления стоков, используются для проведения процесса ацидофикации – сбраживания сырого осадка (рис. 1) [1]. При этом, время пребывания сточных вод в первичных отстойниках не должно превышать 2 часов, а время пребывания сырого осадка в прямках увеличивается до 3-5 суток, что обеспечивается постоянной внутренней рециркуляцией осадка. Осадок забирается из прямков и насосом подается в поступающую в первичные отстойники воду. Отгрузка осадка на утилизацию не осуществляется 4-5 дней [1].

Процесс ацидофикации позволяет достичь:

- эффективного удаления всех форм азотсодержащих веществ и фосфатов на стадии биологической очистки;

- увеличения концентрации легкоокисляемой органики – основного источника питания ила;
- увеличения питания активного ила, флокулообразования, улучшения разделения на вторичных отстойниках, отсутствия загнивания ила;
- снизить токсическое воздействие на активный ил промышленных загрязнителей за счет анаэробного разложения их в процессе брожения.

В результате ацидофикации сырого осадка в первичных отстойниках улучшаются свойства самого осадка, который в процессе брожения сокращает свой объем на 20-40 %, лучше обезживается.

Осуществление процесса ацидофикации позволит гарантированно исключить возникновение таких часто встречающихся при биологической очистке сточных вод процессов, как:

- вспухание ила, приводящее к значительному выносу взвешенных веществ во вторичные отстойники;
- неэффективное удаление фосфатов, азотсодержащих соединений.

Таким образом, использование продуктов ацидофикации сырого осадка на очистных сооружениях, может оздоровить активный ил, улучшить его седиментационные и ферментативные свойства, а также значительно повысить эффективность денитрификации и дефосфотации.

Процессы глубокого удаления органических, азотсодержащих соединений, фосфатов и других соединений осуществляются на стадии биологической очистки. Однако классические схемы нитриденитрификации требуют значительного времени



обработки воды, что ведет к увеличению габаритов сооружений и соответственно увеличению площади земли, выделяемой под очистные сооружения [2].

Из-за сбоев в работе очистных сооружений при несоблюдении параметров очистки, залповых сбросах, присутствии токсикантов в стоках, качество биологической очистки нарушается.

Поиски оптимальных путей интенсификации процессов биологической очистки предпринимаются не только за рубежом, но и отечественными специалистами. Широко применяемые в Европе схемы биологической очистки с чередованием зон аэробности, не могут быть использованы без адаптации на очистных сооружениях городов России.

Такие методы интенсификации биологической очистки, как повышение концентрации активного ила, дополнительное обогащение кислородом воздуха требуют увеличения электромощностей оборудования и экономически не оправданы [2].

В условиях, когда приоритетом является минимизация капитальных и эксплуатационных затрат на очистных сооружениях, важно достигать увеличения эффективности очистки по всем компонентам, уменьшения энергозатрат, концентрации активного ила в биосооружениях.

Значительно повысить окислительную способность биологической системы, как показывает опыт промышленной эксплуатации, возможно при использовании в биосистемах катализаторов. Для этого гетерогенные металлокомплексные катализаторы в виде сетчатых объемных блоков, устанавливаются в аэротенки.

Эффективность действия катализатора достигается за счет способности его поверхности сорбировать на своих активных центрах кислород из водной и воздушной фаз, переводя его молекулярную форму O_2 в активные формы кислорода. За счет ведения окислительно-восстановительных процессов с участием активных форм кислорода обеспечиваются более высокие скорости разрушения загрязняющих веществ, что позволяет снизить время обработки воды.

Для глубокого удаления биогенных элементов в аэротенках в различных технологических зонах применяются специальные марки катализаторов. Для проведения процессов глубокого окисления органических веществ и нитрификации в аэробных зонах аэротенков используется марка катализатора КАТАН-III (А), позволяя обеспечить окисление органических веществ до 80 %, азота аммонийного до 97 %.

Эффективная подача воздуха в биокаталитической системе обеспечивает несколько процессов: максимальную сорбцию кислорода на поверхности катализатора, дыхание организмов активного ила, перемешивание иловой смеси, удаление метаболитов, хемоокисление загрязняющих веществ. При этом концентрацию растворенного кислорода возможно уменьшить до 1,0-1,5 мг/л, что является достаточной величиной в присутствии катализаторов как для протекания окислительных процессов, так и нормальной жизнедеятельности организмов активного ила.

В связи с этим важной технологической задачей является выбор аэрационной системы для аэробной зоны аэротенков (табл. 1). При этом важным критерием являются массообменные, энергетические и эксплуатационные характеристики аэраторов – обрастание, засорение пор, поступление иловой смеси в аэрационную систему, механическая прочность.

Применение мембранных аэраторов позволяет не только эффективно и равномерно насыщать иловую смесь кислородом, но и избегать засорения пор, благодаря способности к захлопыванию отверстий при отключении электроэнергии. Гладкая перфорация гидрофильной поверхности мембранных аэраторов способствует увеличению скорости выхода мелких пузырьков размером 1-3 мм.

Мелкопузырчатая аэрация позволяет добиться высокого качества очистки, улучшения седиментационных характеристик активного ила, его влагоотдающих свойств, повышения уровня метаболизма, сокращения прироста, а также возрастания устойчивости организмов ила к воздействию токсичных веществ.

Сравнительная характеристика аэрационных систем.

Таблица 1

	Мембранные аэраторы			Перфорированные пластмассовые аэраторы	
	Дисковые аэраторы AFD AIRFLEX	Мелкопузырчатые диффузоры Sanitaire	RAUBIOXON	Аэрационные системы АП	АКВА-ЛАЙН-М
	SSI (Stamford Scientific International Inc.) (США)	ITT Water&WasteWater (Швеция)	Rehau (ФРГ)	Экотон (Россия)	Экополимер (Россия)
Варианты исполнения					
Материал изготовления	Высокоэластичная резина типа EPDM	Мембранный диффузорный диск из синтетического каучука EPDM	Корпусная труба из полипропилена, мембрану аэратора из силиконового каучука	Трубчатый диспергатор воздуха – ПВД, ПНД.	Пористый полиэтилен
Особенности	Пластиковые компоненты сделаны из экологически безопасного полипропилена	Комплектуется линией очистки, удаляющей конденсат из системы трубопроводов.	Аэрация без потери воздуха (пузырьки воздуха «не схлопываются»)	Полностью сборная конструкция	Съемный диспергирующий элемент
Применение при периодической аэрации	Поры мембран закрываются, при частых переборах иногда трескается резина мембраны.	Мембрана имеет клапан, который перекрывает доступ воды при прекращении подачи воздуха.	Конструкция предотвращает попадание воды в воздухо-распределительную систему.	Возможно, но периодически происходит забивание отверстий, обрастание микроорганизмами, что приводит к необходимости очистки аэрационной системы.	
Равномерность подачи воздуха	Равномерная подача воздуха, высокая скорость выхода мелких пузырьков.	Равномерность подачи воздуха обеспечивается точной лазерной перфорацией мембраны, а также расстановкой с помощью специально разработанных программ.	Для обеспечения равномерной подачи воздуха по всему объему сооружения необходимо частое расположение данной системы.	Осевшая иловая смесь в аэрационной системе повышает сопротивление трубопроводов, снижает количество подаваемого воздуха и ухудшает равномерность его подачи.	Воздух равномерно распределяется по длине аэратора. Но осевшая иловая смесь повышает сопротивление трубопроводов, снижает количество подаваемого воздуха и ухудшает равномерность его подачи.
Конструкционные характеристики	Сборно-разборная конструкция аэратора позволяет заменять изношенные мембраны	Легкая замена мембраны, полная герметичность, силиконовые мембраны не деформируются и не твердеют	Простой и быстрый монтаж, демонтаж. При деформации мембраны необходима замена части корпусной трубы.	Простой монтаж, демонтаж. При засорении аэрационной системы необходима промывка всей системы.	
Размер пузырьков	1-3 мм	1-2 мм	1-2 мм	2-3 мм	2-3 мм



Селективная марка катализатора КАТАН-III (В) для процесса денитрификации обеспечивает удаление нитратного азота до 70 %, нитритного – до 80 %.

Применение биокаталитической технологии позволяет нивелировать повышение концентраций загрязняющих веществ при залповых сбросах и изменении качества сточных вод.

Высокая активность используемых каталитических систем для процессов нитрификации и денитрификации, механическая прочность и гидролитическая стойкость катализаторов при селективной работе в биологической системе не менее 10 лет без дополнительной химической регенерации, отсутствие реагентного узла для удаления фосфатов резко минимизируют эксплуатационные расходы на стадии биологической очистки.

Для перемешивания сточных вод и активного ила в анаэробных зонах устанавливаются мешалки с низкоскоростным режимом перемешивания и минимальной частотой вращения. Работа по подбору и позиционированию мешалок с учетом расположения каталитических модулей с целью обеспечения эффективного перемешивания иловой смеси и предотвращения образования застойных зон производится производителями оборудования. Расположение мешалки в резервуаре важнейший аспект, влияющий на результат перемешивания, рабочие характеристики и срок службы машины. Правильное расположение должно обеспечить максимальную траекторию потока, равномерное отражение от стен, минимизировать гидравлические потери. На рисунке 2 показано взаимное расположение каталитических модулей и перемешивающих устройств.

Высокую эффективность протекания процессов дефосфатизации обеспечивает дополнительная подача в анаэробную зону продуктов ацидофикации сырого осадка – летучих жирных кислот.

Удаление фосфора происходит в 2 стадии. На первой стадии в анаэробной зоне микроорганизмы активного ила ассимилируют фосфор. Свободный и связанный кислород недоступен. Фосфат-аккумулирующие бактерии поглощают летучие

жирные кислоты. Энергия, необходимая для усвоения кислот, поступает из реакции распада внутриклеточных полифосфатных соединений, в результате которой в окружающую иловую смесь высвобождается ортофосфат (происходит увеличение содержания фосфатов в иловой смеси).

На второй стадии в присутствии кислорода происходит поглощение исходно содержащихся и ранее высвобожденных фосфатов в процессе анаэробной обработки. Фосфор становится частью клеточной массы микроорганизмов, которые далее удаляются в отстойниках.

Таким образом, биокаталитическая технология в сочетании с дополнительной ацидофикацией сырого осадка позволяет осуществлять глубокое протекание процессов дефосфатизации в аэротенке, повысить эффективность очистки по основным загрязнениям при значительном уменьшении количества подаваемого воздуха и концентрации активного ила, сократить время контакта сточной воды с активным илом, что ведет к снижению площади очистных сооружений.

Наличие в технологической схеме современных очистных сооружений блока доочистки обусловлено рядом причин. Внедрение методов удаления биогенных элементов на стадии биологической очистки приводит к повышению илового индекса, нитрификации ила, который подвержен «вспуханию» и выносу из вторичных отстойников. Кроме того, последующее применение ультрафиолетовых установок для обеззараживания требует глубокого удаления взвешенных и органических веществ, так как их присутствие в очищенной воде ведет к повышенной дозе излучения, и соответственно к увеличению стоимости оборудования для обеззараживания очищенных вод и энергоемкости процесса.

Хорошо зарекомендовали себя в качестве фильтрующей загрузки в фильтрах доочистки адсорбенты-катализаторы серии АК.

В отличие от природных загрузок, активных углей, используемых в качестве фильтрующих материалов, мембранных технологий, реагентных методов и др., финишная доочистка с помощью адсорбентов-катализаторов обладает рядом пре-

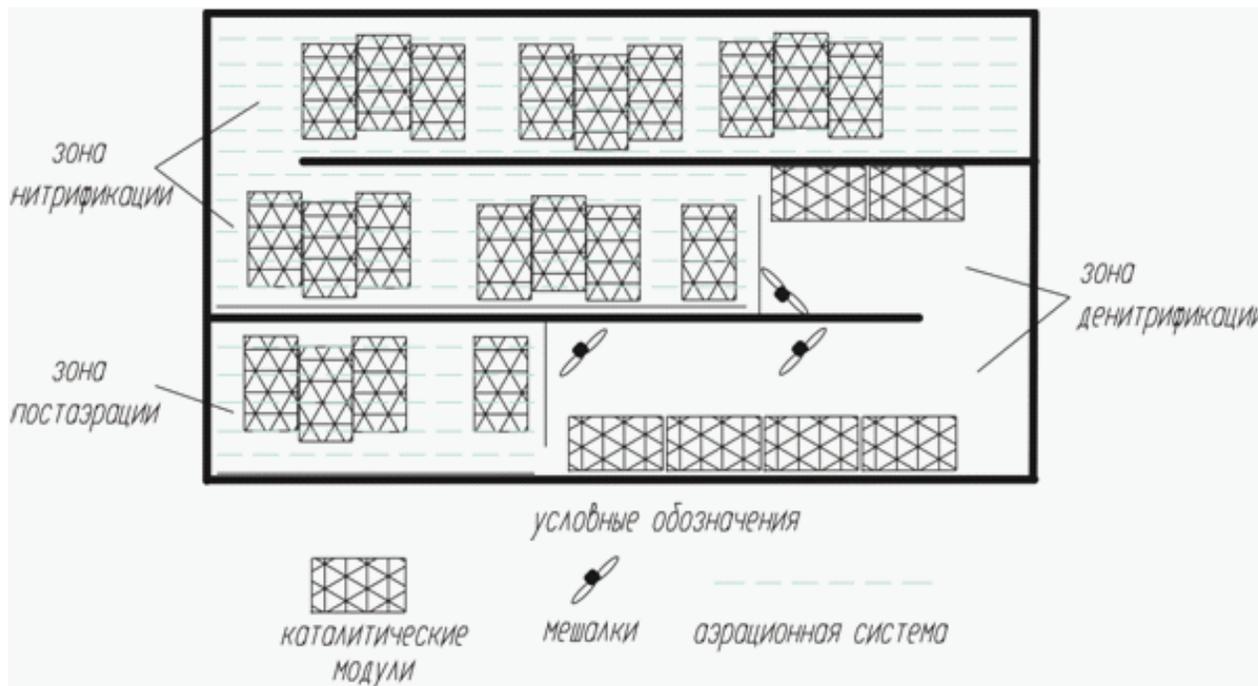


Рисунок 2
Схема расположения каталитических модулей и мешалок в аэротенке.

имущества: высокая эффективность очистки сточных вод по всем компонентам (взвешенные, органические вещества, азотсодержащие соединения, металлы и др.), увеличение продолжительности фильтроцикла до 36-48 час, отсутствие биообращения при сроке службы до 15 лет без ежегодной дозагрузки и химической регенерации.

Обеспечение высокой эффективности очистки по всем компонентам, в том числе при залповых сбросах с увеличением концентраций загрязняющих веществ, увеличении расхода сточных вод, нестабильности работы предыдущих стадий очистки исключение вторичного загрязнения очищаемой воды – результат использования адсорбентов-катализаторов.

Лимитирующим фактором при использовании фильтров доочистки является малый ресурс фильтрующих загрузок, обусловленный их быстрым биообращением, заиливанием и выходом из строя. В случае использования адсорбента-катализатора серии АК эти процессы не происходят ввиду наличия на их поверхности активных форм кислорода и отсутствия возможности непосредственного контакта микроорганизмов (биообращения) с гранулами адсорбента-катализатора.

Включение каталитических систем для интенсификации работы очистных сооружений на двух основных блоках технологической схемы: биологической очистки и блока фильтровальной доочистки позволяют обеспечить качество очищенной воды:

Взвешенные вещества	1,5-3,0 мг/дм ³ ;
БПКполн	2,0-3,0 мг/дм ³ ;
ХПК	10,0-15,0 мг/дм ³ ;
Азот аммонийный	0,39 мг/дм ³ ;
Азот нитратный	9,1 мг/дм ³ ;
Азот нитритный	0,02 мг/дм ³ ;
Фосфор фосфатов	0,2 мг/дм ³ ;
ПАВ	0,1 мг/дм ³ .

Выбор метода обеззараживания всегда является предметом тщательной проработки, так как каждый метод имеет свои плюсы и минусы (табл. 2).

В последнее время все большее применение находит метод УФ-обеззараживания [3]. Высокое качество очистки сточных вод на предыдущих стадиях позволяет применять данный метод для обеззараживания воды, предотвратить оседание на лампах нерастворимых загрязнений и увеличить периоды между промывками.

**Сравнительные характеристики некоторых методов обеззараживания.**

Таблица 2

Дизенфикант	Достоинства	Недостатки
Хлор	<ul style="list-style-type: none"> - эффективный окислитель и дезинфекант; - нет ограничений по производительности и качеству воды. 	<ul style="list-style-type: none"> - пониженная инактивирующая способность хлора по отношению к спорообразующим кишечным бактериям и вирусам; - повышенные требования к перевозке и хранению - образование побочных продуктов дезинфекции – канцерогенных хлорорганических соединений, в т.ч. диоксинов; - требуется проведение дехлорирования; - обладает последствием.
Гипохлорит натрия	<ul style="list-style-type: none"> - обладает высокой антибактериальной активностью и широким спектром действия на различные микроорганизмы; - относительно безопасен при хранении и использовании; - не происходит образование токсичных хлорорганических соединений, т.к. хлор находится в связанной форме; - гипохлорит натрия обладает более мягким действием по сравнению с хлором; - возможно получение на месте электролизом поваренной соли; - при получении на месте не требует транспортировки и хранения опасных химикатов; - экологическая безопасность при производстве гипохлорита натрия. 	<ul style="list-style-type: none"> - теряет активность при длительном хранении; - образует побочные продукты дезинфекции; - потенциальная опасность выделения газообразного хлора при хранении; - низкая производительность единичной установки по активному хлору – до 1,5 кг/ч.
Озон	<ul style="list-style-type: none"> - сильный дезинфекант и окислитель; - не образует хлорсодержащих веществ; - компактность установок, удобство их эксплуатации, отсутствие громоздкого реагентного хозяйства, возможность полной автоматизации процесса. 	<ul style="list-style-type: none"> - образует побочные продукты (альдегиды, кетоны, органические кислоты); - требует высоких начальных затрат на оборудование; - требует высоких эксплуатационных затрат на электроэнергию.
Ультрафиолет	<ul style="list-style-type: none"> - не требует хранения и транспортировки химикатов; - не образует побочных продуктов; - эффективен против вирусов; - имеются нормативные документы по применению; - энергозатраты в 3-4 раза меньше энергопотребления озонаторных систем; - в случае передозировки УФ-излучения отсутствуют отрицательные эффекты в отличие от окислительных технологий; - самая высокая степень надежности, безопасности и простоты эксплуатации. 	<ul style="list-style-type: none"> - требует больших затрат на оборудование, чем при использовании хлорирования, но существенно меньших, чем для озонирования.

Несомненным преимуществом применения установок ультрафиолетового обеззараживания является их компактность и отсутствие реагентного хозяйства.

С учетом требований Заказчика возможно комплектование технологических схем установками обработки воды гипохлоритом.

Самый распространенный способ обезвоживания осадка на сегодняшний день – это обезвожи-

вание на иловых площадках. Однако, опыт эксплуатации иловых площадок показывает, что основными их недостатками являются: низкая удельная производительность, большие объемы ручного труда, большая потребность в земельных площадях, загазованность воздуха, возможность проникновения фильтрата в дренаж и тд.

Механические методы позволяют значительно интенсифицировать процесс обезвоживания осад-

Основные характеристики оборудования для обезвоживания осадка.

Таблица 3

Параметр	Центрифуга	Ленточный фильтр-пресс
Производители	Flottweg, Huber и др.	Huber, Экотон и др.
Распространение запахов и санитарное состояние в цехе	Закрытая конструкция, достаточно общей вентиляции	Необходимо дополнительное обустройство «козырька» непосредственно над оборудованием
Потребность в промывной воде	Не очень много (в конце цикла работы для мойки внутренней поверхности агрегата)	Много (от 20 до 40 % от объема осадка, подаваемого на обезвоживание) под давлением 5-7 атм.
Шум и вибрация	Высокие значения шума – до 70 дБ. Для предотвращения вибрации необходимо устраивать специальные фундаменты	Сам агрегат не шумит и не вибрирует, шум от промывочных форсунок в пределах нормы
Обезвоживание жир- и нефтесодержащих шламов	Возможно в широких пределах концентраций	Возможно при незначительных концентрациях
Обезвоживание осадков с высоким содержанием абразивных включений	Возможно, но вызовет быстрое истирание и износ ротора и внутренней поверхности корпуса	Возможно в широких пределах концентраций
Визуальный контроль за протеканием процесса	Отсутствует	Легкий доступ

ков сточных вод, сократить площади сооружений обработки осадков, механизировать и автоматизировать трудоемкие процессы, исключить влияние климатических условий.

В настоящее время широкое распространение получило применение центрифуг и фильтр-прессов для обезвоживания осадка [4-5]. Сравнительная характеристика данного оборудования представлена в таблице 3.

Основными технологическими аспектами при выборе обезвоживающего оборудования являются целесообразный уровень влажности осадков, подаваемых на обезвоживание, производительность, значения влажности обезвоженных осадков, эффективность задержания сухого вещества, содержание взвешенных веществ в фильтрате (фугате).

Декантер (центрифуга) является высоконадежным оборудованием с длительным сроком службы, обеспечивающим максимальное обезвоживание осадка. Декантеры в отличие от фильтр-прессов – закрытая конструкция, обеспечивающая полную экологичность, включая резкое уменьшение неприятных запахов, вследствие чего отсутствует необходимость в обустройстве помещения

дополнительной системой вентиляции, при этом они имеют низкую потребность в промывной воде.

Метод обезвоживания на декантере отличается экономичностью, полной управляемостью процессом, быстрой перенастройкой параметров работы, небольшая потребность в флокулянте. Отсутствие отжимной ленты и других быстроизнашивающихся частей, забивающихся жировыми и прочими загрязнениями, исключает необходимость их частой замены, делает декантеры легкими в техобслуживании и снижает эксплуатационные затраты [6].

В свою очередь, ленточный фильтр-пресс потребляет меньшее количество электроэнергии, по сравнению с центрифугами, имеет немного быстроизнашиваемых деталей и узлов, стоимость замены которых ниже, чем в центрифугах и требует меньшего времени на ремонт. Фильтр-пресс является оборудованием с низким уровнем шума, что важно при проектировании сооружений закрытого типа.

При утилизации осадка возможно его использование в качестве удобрений – вместе с осадком в почву поступает органическое вещество, азот, фосфор, другие макро- и микроэлементы в доступных для растений формах. Под действием осадка, как



Рисунок 3
Очистные сооружения закрытого типа.

правило, снижается кислотность почв, улучшается тепловая, водный и воздушный режимы почв, возрастает их биологическая активность. Однако использование данного метода ограничено вследствие жестких требований к утилизации осадков сточных вод, особенно в отношении содержания в составе тяжелых металлов [7-8].

С экономической точки зрения одной из наиболее перспективных технологий обработки осадка является технология анаэробного сбраживания с последующим применением компоста для рекультивации техногенных и нарушенных почв.

Речь идет о микробиологической технологии обработки осадка в биогазовых установках, основой которых является метантенк. При утилизации биогаза возможна выработка большего объема энергии, чем потрачено на анаэробную обработку осадка.

Известно, что при реализации данной технологии выработка электроэнергии обеспечивает до 70% собственной потребности ОС, тепловая энергия обеспечивает 50% собственных нужд по обогреву производственных зданий. Но высокие капиталовложения, ухудшение влагоотдающих свойств осадка и высокое потребление тепла для обогрева метантенков – недостатки этого метода.

Наиболее целесообразным способом переработки осадков является термическая утилизация, т.е. термическая сушка или сжигание. Основным преимуществом термической сушки является то, что в высушенном осадке сохраняются органические вещества, являющиеся ценным компонентом удобрений. При сжигании осадков органические вещества превращаются в газообразные продукты сгорания, что приводит к значительному сокращению общего объема отходов процесса очистки сточных вод. Образующаяся при сжигании осадков зола может применяться при производстве кирпича.

Реализация технологии термической утилизации осадка также потребует серьезных капиталовложений и целесообразна при производительности очистных сооружений свыше 100 тыс. м³/сут.

Экономическая эффективность изложенных методов требует расчетного обоснования для реальных условий. Выбор технологии обезвоживания и утилизации осадка всегда согласуется с Заказчиком.

В разрабатываемых компанией «Катализ» технологических схемах всегда предусматривается автоматизация процессов. Современное оборудование позволяет решать многочисленные логиче-

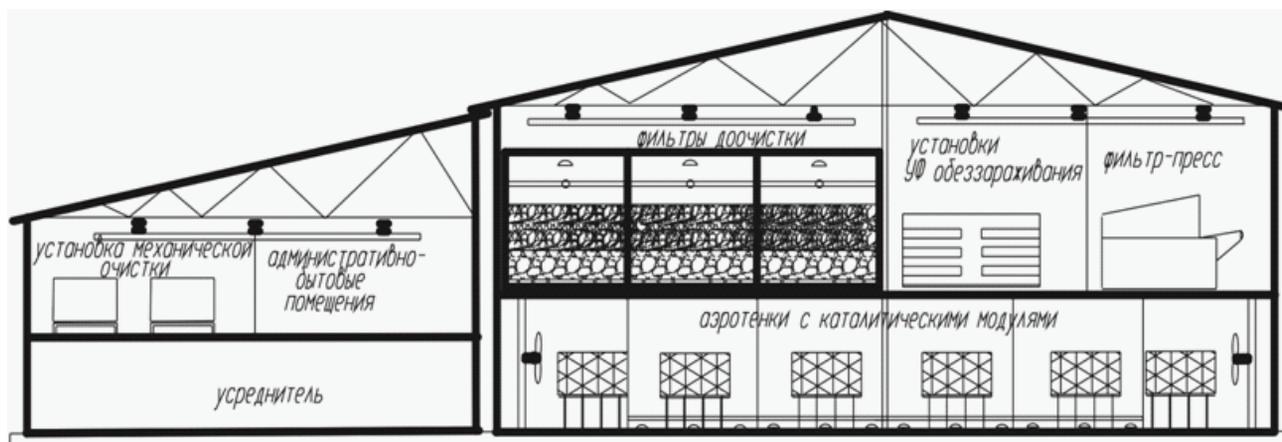


Рисунок 4
Схема размещения оборудования в сооружениях закрытого типа.

ские операции без применения релейных средств, что в свою очередь повышает надежность работы схемы управления и обеспечивает удобство работы обслуживающего персонала. Также в проектах используется оборудование (насосы, компрессоры, мешалки, и др.) с частотными преобразователями.

Проектирование сооружений закрытого типа (рис. 3) с использованием закрытого емкостного оборудования и устройством на нем дыхательных труб, для снижения объемов испарений с поверхности зеркала сточных вод, системы фильтров в вытяжной вентиляции зданий для очистки выбросов в атмосферу до минимально-возможных величин, позволяет сократить санитарно-защитную зону до 30-50 м.

Все основное и вспомогательное оборудование располагается на перекрытиях емкостей (усредни-

тель, азротенки, блок резервуаров) (рис. 4), а уменьшить звуковое воздействие позволяет использование оборудования с пониженными характеристиками шума и расположение его в изолированных помещениях.

Представленные технологические решения по основным блокам очистных сооружений позволяют:

- обеспечить требуемое качество очистки стоков до норм на сброс в водоем рыбохозяйственного значения;
- свести все технологическое оборудование в единую систему автоматизации с целью увеличения срока службы оборудования и уменьшения численности персонала ОС;
- минимизировать выбросы в атмосферу;
- снизить эксплуатационные расходы, уменьшив себестоимость очистки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Жмур Н.С. Практика глубокого удаления соединений азота и фосфора в процессе биологической очистки сточных вод в странах Европейского союза и в России. // Водоснабжение и Канализация 2010 № 5, 6.
2. Тавашерна К.С. Комплексный подход к проектированию эффективных канализационных очистных сооружений. // Вода и экология 2012 № 1.
3. М. Иванов Установки ультрафиолетового обеззараживания. // Аква-Терм 2007 1(35).
4. Кривень А. Цена ошибки. Выбор обезвреживающего оборудования для очистных сооружений канализации. // Вода Magazine 2012 №3.
5. Кинебас А.К., Васильев Б.В., Григорьева Ж.Л., Маскалева С.Е., Панкова Г.А., Рублевская О.Н., Рафалович Г.Н. Обезвреживание осадков сточных вод на очистных сооружениях Санкт-Петербурга. // Водоснабжение и санитарная техника 2010 № 9.
6. Трунов П.В., Лунин С.В., Шевченко А.А. Современные энергосберегающие технологии обработки осадков. // Водоснабжение, Водоподготовка, Водоснабжение 2010 № 11.
7. Вайсфельд Б.А., Шеломков А. С. Внедрение современных технологий в проекты сооружений очистки сточных вод и обработки осадка. // Водоснабжение и санитарная техника 2009 № 8.
8. Николаев Ю.А., Данилович Д.А., Козлов М.Н., Грачев В.А., Шевченко Е.М., Ванюшина А.Я. Утилизация осадка сточных вод для рекультивации техногенных и нарушенных почв. // МГУП «Мосводоканал», Москва, 2009.