Проблема обработки, обезвоживания и утилизации осадка сточных вод, накопившегося в огромном количестве в городских и сельских территориях, стоит довольно остро для многих стран, в том числе и для России. Как правило, такие жидкие концентрированные отходы в необработанном виде на протяжении десятилетий сливались в карьеры, отвалы, иловые площадки, накопители, хвостохранилища, становясь источниками проникновения загрязнений в близлежащие водоемы. Такие регулярные загрязнения гидросферы и атмосферы, вызванные бактериальной зараженностью и наличием быстро загнивающих и зловонных органических веществ, создают неблагоприятную экологическую и социальную обстановку на прилегающих территориях.

Последствия несвоевременной утилизации осадков сточных вод

Зарубежные и отечественные исследователи отмечают высокую бактериальную загрязненность дождевых вод, которая всего в 10-100 раз ниже, чем хозяйственно-бытовые стоки. При этом большая доля бактерий находится в твердой фазе, что свидетельствует в пользу опасности осадков в санитарно-эпидемиологической области. Такой бактериологический состав стока, который преимущественно состоит из микроорганизмов группы кишечной палочки, необходимо своевременно обеззараживать перед сбросом и утилизацией. При этом количество бактерий в водоемах увеличивается более чем в 10 раз во время дождей, и повышенная бактериальная загрязненность сохраняется еще на 2-3 суток в оседающих примесях. При этом там могут находиться микроорганизмы, которые являются возбудителями широкого круга заболеваний у людей и животных. Именно поэтому проблема обезвоживания и утилизации осадков сегодня так актуальна.

Эволюция методов очистки и утилизации осадков

В развитии методов обработки осадков выделяют несколько периодов.

Использование иловых площадок. В первой половине XX века в основном применяли анаэробное сбраживание, сначала в эмшерахи двухъярусных отстойниках, а после – в обогреваемых метантенках с последующим естественным обезвоживанием и просушкой на иловых площадках. Использование иловых площадок и прудов постепенно приводит к их переполнению и требует расширения территории, поэтому данный метод считается неперспективным. Кроме того, такой способ представляет серьезную угрозу вторичного загрязнения окружающей среды и требует при этом значительных финансовых затрат.

Механическое обезвоживание. На смену иловым площадкам пришло механическое обезвоживание осадка сточных вод на вакуум-фильтрах с предварительной обработкой неорганическими реагентами. Однако длительная эксплуатация таких аппаратов позволила выделить некоторые недостатки методики, такие как низкая удельная производительность, большой расход реагентов, сложность, высокая стоимость эксплуатации и антисанитарные условия.

Современные методы. На сегодняшний день более эффективными технологиями считаются методы обезвоживания осадков сточных вод на осадительных шнековых центрифугах, рамных, ленточных и камерных фильтр-прессах. А для кондиционирования осадков стали применять органические флокулянты. Более прогрессивным считается применение шнековых дегидраторов и декантерных центрифуг, т.к. такое оборудование для обезвоживания осадка сточных вод отличается компактностью, низкой энергоемкостью, способно работать в автоматическом режиме и не требует значительных, в сравнении с другими методами, эксплуатационных затрат.

Этапы обработки осадков сточных вод

Технологию обработки осадков можно разделить на следующие этапы.

Подготовительный. Первый этап представляет собой обезвоживание осадка сточных вод на фильтр-прессах с предварительным кондиционированием органической флокуляцией. Частицы осадочных отложений под действием флокулянтов агрегируются, площадь их поверхности сокращается, возрастает количество свободной воды и размер пор, количество связанной жидкости уменьшается. Все это приводит к повышению водоотдачи осадка на этапе обезвоживания.

Основной. Полученный в ходе первого этапа кек (слой затвердевших частиц) обрабатывается негашеной известью, в ходе чего образуется гранулированный зернистый материал. Вместе с тем происходит обеззараживание осадка вследствие повышения температуры до 80°С при реакции извести с водой. Получившиеся отходы можно использовать для удобрения кислых почв.

Обезвоживание. Для окончательного уменьшения объема осадков и обезвоживания сточных вод используют различные методы и аппараты, которые можно классифицировать по виду механического воздействия на их структуру. Сюда относят

обезвоживание осадков под давлением, разряжением или в центробежном поле.

Преимущества и недостатки современных технологий обезвоживания осадков

Вакуум-фильтры. Преимуществом таких аппаратов для обезвоживания является возможность обработки осадков без распространения запаха и выделения песка. Но для работы вакуум-фильтров необходимо использование дополнительного оборудования, такого как воздуходувка, вакуум-насосы, центробежные насосы, ресиверы, устройства, обеспечивающие питание фильтра. Недостатком такой технологии считается низкая надежность, сложность управления, громоздкость, невозможность применения органических флокулянтов, повышенный расход электроэнергии и загрязнение окружающей среды.

Фильтры-прессы. Такие аппараты применяют в случаях, когда отходы после обезвоживания отправляют на сушку либо сжигание, или же есть необходимость в получении осадка с минимальной влажностью. Рационально применять такое оборудование для обработки отходов промышленного стока с повышенным содержанием минеральных компонентов.

Центрифуги. Центрифугирование сегодня находит все большее распространение. Преимуществом такой методики обезвоживания считается простота, в том числе и управления процессом, а также экономичность. Вследствие обработки на центрифуге получаются отходы с низкой влажностью.

Какие системы для обезвоживания осадков сегодня применяют в России

Все большее распространение в современной практике получают центрифуги, в связи с этим мы начали разрабатывать и производить декантеры. Такая техника внедрена во многих городах России и стран СНГ, включая объекты научно-инженерного центра. Мы разрабатываем и внедряются сооружения для очистки производственных, хозяйственно-бытовых и поверхностных ливневых стоков серии "Бионик", а также оборудование для механического обезвоживания осадка: центрифуги, ленточные пресс-фильтры, декантеры, шнековые дегидраторы, сепараторы навоза и шлама, дренажные фильтрующие мешки, мешковые обезвоживатели осадка, обезвоживатели от систем водоподготовки, промывных, балластных, подземных вод, сушилки и сгустители осадков серии "КШОО".

Декантерные центрифуги

Декантерные центрифуги и полимерные станции применяются для обработки и обезвоживания различных по составу осадочных отложений и вод, среди которых промышленный, хозяйственно-бытовой, поверхностный сток (талые и дождевые воды). К преимуществам такой системы относят:

- обезвоживание осадка сточных вод до влажности от 62 до 68 %;
- возможность обработки суспензий в широком диапазоне размеров частиц и концентрации твердой фазы;
- автоматический подбор дозировки флокулянта;
- простоту в обслуживании, автоматизацию процесса;
- более низкую установленную массу и мощность в сравнении с отечественными аналогами;
- более низкую стоимость в сравнении с другими европейскими аналогами.

Шнековый обезвоживатель осадка "КШОО" (аналог "AMCON")

Шнековый дегидратор предназначен для обезвоживания осадков любой природы, образовавшихся в процессе чистки стока вод (сельскохозяйственных, промышленных, хозяйственно-бытовых и т.д.).

Технические особенности

- Обезвоживание осадка сточных вод с концентрацией взвешенных веществ в диапазоне 2000-35000 мг/л.
- В зависимости от состава стока обезвоженный осадок будет иметь влажность от 68 до 75 %.
- Имеется встроенная зона сгущения, не требующая применения дополнительного оборудования (илоуплотнителя).
- Конструкция дегидратора позволяет предотвращать засорение барабана и не требует использования больших объемов промывной воды.
- Конструкция отличается высокой надежностью благодаря отсутствию высоконагружаемых и высокооборотных узлов. Это также обеспечивает низкий уровень вибрации и шума.
- В сравнении с другими системами обезвоживания, данная установка потребляет меньше электроэнергии, что значительно снижает эксплуатационные затраты.
- Установка имеет незначительные габариты и вес, что позволяет компактно поместить ее на очистных сооружениях.
- Работа установки для обезвоживания максимально автоматизирована (работает по таймеру или датчику) и не требует постоянного контроля.

Принцип работы

В отделение для обработки флокулянтом насосом подается стабилизированный осадок, после чего последний направляется в узел обезвоживания. Фильтрат при данном процессе вытекает между кольцами из зазоров, ширина которых в направлении выхода кека уменьшается. Уменьшается и шаг витков шнека, создавая в зоне обезвоживания давление, а также уменьшая объем осадка. Внутреннее давление в барабане регулируется прижимной пластиной, установленной на конце шнека. В завершении фильтрат отправляется в голову очистных сооружений, а кек сбрасывается в контейнер.

Проблемы внедрения и эксплуатации установок для термической обработки осадков сточных вод

Вместе с освоением высокоэффективных методик очистки сточных вод развиваются технологические процессы промышленных предприятий, которые приводят к синтезированию консервантов, ПАВ-ов, сложных органических, не биогенных субстанций. Для осадочных отложений городского стока характерна загрязненность токсическими материалами, склонность к загниванию и заражению патогенными микроорганизмами. Такие вещества на сегодняшний день практически невозможно удалить традиционными способами на очистных сооружениях , например, путем захоронения, сжигания, компостирования и др. Поэтому часть стока сбрасывается в водоемы без соответствия нормативам. Проблема, связанная с нарастающим антисанитарным состоянием водных объектов становится очевидной. Также очевидна и необходимость решения технологических, экономических и экологических задач, связанных с очисткой стока и обработкой осадочных отходов очистных сооружений.

При выборе тех или иных методов обработки канализационных осадков встает ряд вопросов, связанных с технической, экономической и социальной обоснованностью того или иного способа очистки. Для многих территорий они остаются нерешенными по сей день. Однако можно утверждать, что из предлагаемых современных способов очистки наиболее персептивными являются методы термической обработки отходов. Они приводят к полному обеззараживанию осадков, которые приобретают стабильные свойства и способность к хорошей водоотдаче. Все это позволяет отказаться от реагентных методов обработки.

Основные требования к методу термической обработки обезвоженных осадков

Современные методы высокотемпературной обработки осадочных отходов и практика их

внедрения говорят в пользу необходимости усовершенствования технологии. Кроме этого необходимо соблюдение ряда требований, таких как:

- полное обеззараживание осадка;
- сушка его до влажности не менее 50 %;
- взрывобезопасность установок;
- максимальное устранение запаха и отработанного сушильного агента;
- исключение возможности возгорания отходов;
- утилизация тепла отработанной парогазовой смеси;
- простота эксплуатации установок.

Эффективной признается установка прямоточной сушки осадка до 80-82 %. При этом влажность высушенной суспензии – 40-50 %.

Технология термической обработки обезвоженного осадка

Высокотемпературная обработка сочетает в себе сушку, обеззараживание и пневматическое транспортирование в место складирования. Осадок с влажностью 80-85 %, обезвоженный в центрифугах, подается в аккумулирующий бункер, после чего отправляется по трубопроводам с помощью винтовых насосов для распыления через форсунки в зону сушки рабочего трубопровода. Через воздуховод с помощью воздуходувок в камеру сгорания подается воздух, где он нагревается до температуры 800-900°С за счет сжигания топлива. Во время транспортировки отходов в тепловой среде осуществляется его обеззараживание и сушка. Винтовой питатель в 2-4 раза уплотняет высушенный осадок. Парогазовая смесь через дымовую трубу выбрасывается в атмосферу после того, как поступает в мокрый скруббер. Запуск оборудования и регулировку температурного режима обработки отходов осуществляет оператор при помощи пульта управления.

Таким образом, высокотемпературный режим сушки достигается путем применения камеры сгорания. Такой высушенный осадок в санитарном отношении безопасен и может служить органическим минеральным удобрением. Однако следует помнить, что в городских стоках вод присутствует значительное количество токсичных веществ.

Пиролиз как метод переработки отходов

Относительно новым методом переработки отходов с санитарной точки зрения стал пиролиз. Данный вид утилизации в сравнении со сжиганием обладает лучшими

показателями. Пиролиз – это процесс разложения органических соединений под воздействием высоких температур при недостатке или отсутствии кислорода. В результате переработки получаются твердый продукт и смола. В наше время существует примерно 50 систем по пиролизу отходов. Различаются они видом исходного сырья, устанавливаемой температурой и схемой переработки.

Взрывные камеры для утилизации осадков

Практически все системы по термической переработке отходов сточных вод объединяет один недостаток – большое потребление топлива, обеспечивающего необходимые температуры для сжигания осадка. Решить такую проблему может применение взрывной камеры. Во время взрыва температура в замкнутом пространстве достигает 2500-5000°С, что значительно превышает показатели многоподовых печей и пиролизных установок. Кроме того, давление на один кг взрывчатого вещества достигает 20-50 гПа. Таким образом, взрывная камера позволяет производить сушку, прессование и сжигание осадочных отложений иловых площадок, используя энергию взрыва в качестве главного источника. Выбор такой системы предусматривает применение взрывчатых веществ термического разложения в сильной ударной волне утилизируемых материалов.

Схема работы

Процесс утилизации выглядит следующим образом:

- ил направляется в камеру и осуществляется взрыв;
- газовоздушная смесь очищается, накапливается твердый осадок, который перемещается к месту хранения;
- производится отбор избыточного тепла для его последующего применения (например, для обогрева зданий);
- накопленный жидкий остаток перемещается на дальнейшую утилизацию;
- газовая смесь очищается и выбрасывается в атмосферу.

Основной проблемой применения взрывных камер является опасность их воздействия на окружающие предметы во время взрыва. Поэтому при создании таких систем стоит учитывать прочность и термоустойчивость всей конструкции. В остальном же применение взрывных камер отличают такие преимущества, как возможность переработки осадка любой влажности, высокая эффективность его сжигания и обеззараживания, низкий уровень запыленности отходящих газов.

Мировой опыт обработки осадков очистных сооружений

г.Кувейт

Обезвоживание осадка сточных вод стало серьезной проблемой для Кувейта. Обусловлена она недостатком свободной территории для расширения песковых площадок, производительность которых на сегодняшний день составляет 278 м³осадка в сутки. Высушивается он до влажности 40 % за 9-15 дней в зависимости от сезона. Такие показатели объясняются жарким климатом региона. Ежедневно танкерами вывозится 500 м³ обработанных осадочных отходов. По прогнозам ученых, в ближайшие годы объем таких отходов значительно возрастет, что потребует разработки новых мер по их утилизации. При этом реконструкция очистных сооружений происходила последний раз в 1982 г., поэтому необходима их полная модернизация, а для решения проблемы снижения объемов осадка предложено производить его обезвоживание центрифугами, вакуум-фильтрами, фильтр-прессами с использованием флокулянтов.

г. Йоркшир в Англии

На очистные сооружения Йоркшира ежедневно поступает примерно один миллион кубометров стока, из которых образуется 1400 кубометров осадка влажностью 96 %. Для его обезвоживания применяют фильтр-прессы, однако их производительности оказывается недостаточно. Когда количество накопленных отходов достигло 50 000 м³, после ряда исследований было принято решение внедрить две декантерные центрифуги, каждая их которых обрабатывает по 30 м³осадка в час. Такой метод оказался менее энергоемким и обезвоживает отходы до меньшей влажности в сравнении с фильтр-прессами.

Швеция

В Швеции примерно 83 % населения – жители городов. Вместе с сельским хозяйством объем стоков ежегодно составляет более одного миллиона кубометров. Обрабатывают их 2000 очистных сооружений, получая на выходе 180000 сухого осадка влажностью 82 %. Для снижения влажности применяют в основном центрифуги с использованием флокулянтов. Страна отказалась от применения вакуум- и фильтр-прессов, что позволило значительно улучшить ситуацию по обработке отходов. В перспективе планируется внедрение технологии их сжигания.

Санкт-Петербург

Проблема утилизации осадочных отходов в северной столице России стоит крайне остро, т.к. большинство методов обработки оказались неприменимыми либо малоэффективными. Например, обезвоживание осадка сточных вод на иловых площадках признано непригодным из-за климатических и геологических особенностей региона, а также отсутствия необходимой свободной территории. Следующий проект по внедрению вакуум-фильтров и термосушилок не оправдал себя по ряду причин (отказ агропромышленного комплекса использовать отходы в качестве удобрения, нестабильность работы систем, потребность в большом количестве химических реагентов). Ситуация стала улучшаться в 2002 году в связи с созданием специальных полигонов площадью 169 га для складирования осадка после его обезвоживания. Однако из-за необходимости ежегодного расширения данной территории и неблагоприятного влияния такого метода на экологию и население города было принято решение о модернизации технологий, применяемых для очистки стоков. На сегодняшний день проводятся работы по усовершенствованию очистных сооружений с заменой оборудования. Стала применяться установка УФ обеззараживания воды. Для утилизации осадочных отходов выбрали технологию механического обезвоживания с последующим сжиганием. Также должны быть проведены работы по рекультивации иловых площадок в черте города для сохранения надлежащего экологического и санитарно-эпидемиологического состояния территории.

Москва

Применение методов механического обезвоживания и депонирования осадков в Москве позволило в короткие сроки (примерно 5 лет) решить одну из важнейших градостроительных и экологических задач региона, а именно рекультивировать иловые площадки Курьяновской станции аэрации (Люблинские поля фильтрации), площадь которых достигала 800 га, где было накоплено 15 млн кубометров осадочных отходов. На освободившейся территории возвели современный жилой массив "Марьинский парк" с общей площадью жилья 3,5 млн м^2.

Вопрос рекультивации иловых площадок должен быть решен как можно скорее во всех крупных городах для сохранения надлежащего экологического и санитарно-эпидемиологического состояния регионов. Такие меры также имеют высокую социальную и экономическую значимость, т.к. освободившиеся территории можно использовать под жилое строительство или для реализации иных целей.