

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Диренко А.А., аспирант КНУСА, НИЦ «Потенциал – 4»

Для многих городов, населенных пунктов и промышленных предприятий весьма острой является проблема обработки и утилизации осадков. Часто осадки в необработанном виде в течении десятков лет сливались на перегруженные иловые площадки, в отвалы, хвостохранилища, карьеры, что привело к нарушению экологической безопасности и условий жизни населения.

На сегодняшний день на большинстве станций очистки сточных вод образуется огромное количество частично обезвоженного и недостаточно стабилизированного осадка. Обработка осадков сточных вод должна проводиться в целях максимального уменьшения их объемов и подготовки к последующему размещению, использованию или утилизации при обеспечении поддержания санитарного состояния окружающей среды или восстановления ее благоприятного состояния.

В развитии методов обработки осадков можно выделить несколько этапов. Первая половина XX века характеризовалась в основном применением анаэробного сбраживания, сначала в эмшерах и двухъярусных отстойниках, а затем в обогреваемых метантенках с последующим естественным обезвоживанием и подсушкой на иловых площадках. Взамен иловых площадок на канализационных очистных сооружениях крупных городов все чаще стали применяться методы механического обезвоживания на вакуум-фильтрах с предварительным кондиционированием осадков неорганическими реагентами. Достаточно длительная практика эксплуатации этих аппаратов позволила выявить их недостатки (сложность, антисанитарные условия и высокая стоимость эксплуатации, значительный расход реагентов – до 20 % массы сухого вещества осадка, низкая удельная производительность) [1]. Более прогрессивными являются технологии обезвоживания осадков на осадительных шнековых центрифугах, ленточных, рамных и камерных фильтр-прессах. Для кондиционирования осадков стали использовать органические флокулянты [2].

Решением проблемы обезвоживания осадков сточных вод занимаются ученые всего мира. Проводятся новые исследования, разрабатываются новые технологии и оборудование.

Серьезной проблемой является обезвоживание осадков сточных вод г. Кувейта [3]. Очистные сооружения, производительностью 66000 м³/сутки сточных вод, находятся на расстоянии около 15 км к западу от города. В настоящее время обезвоживание осадка осуществляется на трех песковых площадках, каждая из которых разделена на 10 ячеек площадью 25x15 м (всего 30 ячеек). Их производительность составляет в среднем 278 м³ осадка ежедневно. Осадок высушивается до влажности 40 % в летний период за 9 дней, в зимний – за 15 дней. Это довольно высокая цифра объясняется жарким климатом страны. Около 500 м³/сутки осадка вывозится танкерами, так как отсутствие необходимых свободных территорий в окрестностях сооружений ограничивает расширение существующих песковых площадок. С учетом того, что реконструкция очистных сооружений проводилась в 1981-82 годах и сейчас завод работает не на полную производительность, по прогнозным данным к 2017 году количество осадков значительно увеличится и необходимая площадь под песковые площадки возрастет

минимум в 3 раза. В этой связи учеными были проведены масштабные исследования и рекомендовано введение механического обезвоживания на вакуум-фильтрах, фильтр-прессах или центрифугах с использованием флокулянтов для интенсификации процесса.

В Йоркшире (Англия) [4] ежедневно на очистные сооружения поступает около 1 млн. м³ сточных вод, образуется 1 400 м³ осадка (влажность около 96 %). Для обезвоживания использовались фильтр-прессы. Осадок обезвоживался до влажности 82 % и выше. Однако производительность фильтр-прессов оказалась существенно ниже номинальной и, как следствие, необезвоженный осадок постоянно накапливался. После серии поломок фильтр-прессов в 2005 году, количество накопленного необезвоженного осадка достигло 50 000 м³. После проведенных исследований было принято решение об установке двух декантерных центрифуг Alfa Laval Aldec G2 (рис. 1).



Рис. 1. Декантерная центрифуга Alfa Laval Aldec G2

Центрифуги работают 24 часа в сутки, каждая обрабатывает в среднем 30 м³ осадка влажностью 96 % в час и производит кек влажностью 75 % (рис. 2). Таким образом, новое оборудование обезвоживает осадок до меньшей влажности и, кроме того, является менее энергоемким [4].



Рис. 2. Осадок, обезвоженный на центрифугах

Alfa Laval Aldec G2 (Йоркшир, Англия)

Успешно решена проблема обработки и обезвоживания осадков в Швеции [5, 6]. Население Швеции составляет 8,8 млн. человек, причем 83 % жителей проживают в городах, остальные – в сельской местности. Более 1/3 городских жителей проживают в трех главных агломерациях – Стокгольме, Готенбурге и Мальмё. В

Швеции функционирует около 2000 городских очистных сооружений, причем третичная очистка (механическая, биологическая, химическая) осуществляется на станциях очистки сточных вод для 95 % жителей, проживающих в городах с населением более 200 человек. Осадки с малых очистных сооружений обычно транспортируются для стабилизации и обезвоживания к более крупным станциям очистки сточных вод, рассчитанных на 2000 человек и больше. Ежегодно в Швеции образуется около 1 млн. м³ осадков с содержанием сухого вещества около 180 тыс. т (влажность около 82 %). Основным оборудованием, используемым для обезвоживания осадка, являются центрифуги. Незначительное применение имеют фильтр-прессы, а вакуум-фильтры практически не используют. Преимущественно при обезвоживании осадков для увеличения водоотдачи используют флокулянты. Сжигание осадков вместе с бытовыми отходами сейчас не практикуется, но в будущем рассматривается внедрение такого процесса для больших станций очистки сточных вод. Для снижения общей загрязненности сточных вод и, соответственно, осадков в Швеции были проведены такие мероприятия:

- строгий контроль промышленных сбросов сточных вод в канализацию;
- информационная кампания для населения о вреде сбросов ядовитых веществ и мусора в бытовую канализацию.

Очень остро стоит проблема утилизации осадков для г. Санкт-Петербурга. Применение традиционного метода обезвоживания осадков на иловых площадках было неприемлемо в связи с геологическими особенностями территории (высокий уровень грунтовых вод), сложными климатическими условиями и отсутствием земель для их размещения. Предусмотренная проектом схема обработки сырых осадков (обезвоживание на вакуум-фильтрах, термическая сушка осадка в сушилках со встречными струями, использование высушенного осадка в качестве удобрения в сельском хозяйстве) на практике оказалась неработоспособной. Для функционирования вакуум-фильтров требовалось большое количество, исчисляемое десятками тонн в сутки, реагентов: хлорного железа и извести. Сушилки со встречными струями, несмотря на неоднократную реконструкцию, работали нестабильно, на отдельных узлах установок несколько раз происходили взрывы. Очистка отходящих газов практически не предусматривалась. Агропромышленный комплекс пригородов не принимал даже термически высушенный осадок, который оставался нестабилизированным и в процессе непродолжительного складирования разлагался с выделением дурнопахнущих газов [7].

Временным решением проблемы стало строительство полигонов для складирования обезвоженных осадков. В 2002 году на полигонах площадью 196 га в пригородной зоне было размещено свыше 6 млн. м³ обезвоженного нестабилизированного осадка. Ежегодная потребность в таких площадях составляет 8 – 10 га. Пригодных земель на расстоянии 50 – 60 км от города не осталось, ближайшие расположены на 250 – 300 км от очистных сооружений. Кроме того, полигоны представляют собой экологически опасные объекты из-за выделения вредных дурнопахнущих веществ, вероятности загрязнения грунтовых вод и разрушения ограждающих конструкций. По окончании эксплуатации полигонов необходимы высокие затраты на проведение их рекультивации. Для решения проблемы были внедрены установки по механическому обезвоживанию и последующему сжиганию осадка [7].

Для сохранения надлежащего санитарно-эпидемиологического и экологического состояния крупных городов необходимо незамедлительно решить вопрос

рекультивации иловых площадок в черте города. Реализация инженерных мероприятий по возврату выведенных из оборота земель в черте города помимо экологического значения имеет высокую экономическую и социальную значимость: осадок должен быть удален, переработан и безопасно утилизирован, а освобожденная территория рекультивирована под жилищное строительство или другое рациональное использование [8]. Так в Москве использование методов механического обезвоживания и депонирование осадков позволило в кратчайшие сроки (за 5 лет) решить одну из крупнейших экологических и градостроительных задач – осуществление рекультивации бывших иловых площадок Курьяновской станции аэрации (Люблинские поля фильтрации) общей площадью около 800 га, на которых было накоплено 15 млн. м³ осадков. На возвращенных в оборот территориях был возведен современный жилой массив «Марьинский парк» с общей площадью жилья 3,5 млн. м² [9].

В Украине для обезвоживания осадков используются преимущественно большие иловые площадки, расположенные на окраинах городов. В результате отсутствия последующей обработки из года в год отмечается рост объемов осадков и ила (для Украины ежегодно около 40 млн. т), что составляет реальную угрозу вторичного загрязнения окружающей среды. При отсутствии механического обезвоживания осадка ежегодная потребность в иловых площадках только для размещения образуемого в г. Киеве осадка составляет 14 га, а для всей Украины – 120 га/год. Иловые площадки являются экологической проблемой как настоящего, так и в долгосрочной перспективе. В силу того, что большинство из них заполнено, вода и осадок из них либо переливаются через край и загрязняют окружающую среду, либо же избыток воды и осадка возвращается на очистные станции, таким образом увеличивается нагрузка на очистные сооружения. В долгосрочной перспективе просачивание загрязненной воды в грунт может привести к загрязнению подземных вод и водотоков [10].

Отечественными и зарубежными исследованиями отмечается высокая бактериальная загрязненность дождевых сточных вод: она лишь в 10 – 100 раз ниже, чем хозяйственно-бытовых сточных вод. Большая часть бактерий содержится в твердой фазе, что свидетельствует об опасности осадка в санитарно-эпидемиологическом отношении. Бактериологический состав осадков поверхностного стока вызывает необходимость их обеззараживания перед сбросом или утилизацией, так как они сильно загрязнены бактериями группы кишечной палочки. По данным зарубежных исследований [11] количество бактерий кишечной группы в водоемах увеличивается при выпадении дождей в 10 раз и больше. Повышенная загрязненность сохраняется в течение двух-трех суток после выпадения осадков, что объясняется наличием большого количества микробов в примесях, которые оседают. В осадках дождевых вод могут находиться практически любые возбудители болезней человека и животных (бактерии, вирусы, яйца гельминтов). Количество яиц гельминтов в 1 кг осадка может достигать нескольких сотен [12].

В работе [12] предложена технология обработки осадка, включающая следующие этапы:

- Подготовительный – обезвоживание осадка на фильтр-прессах с предварительным его кондиционированием флокуляцией. Под действием флокулянтов частицы осадка агрегируются, сокращается площадь поверхности частиц, увеличиваются размеры

пор и количество свободной воды, уменьшается количество связанной воды. Это приводит к повышению водоотдачи осадка на стадии обезвоживания.

- Основной – обработка полученного кека негашеной известью, при этом образуется зернистый гранулированный материал и одновременно происходит обеззараживание осадка за счет повышения температуры до 80 °С при реакции негашеной извести с водой. Такой осадок рационально использовать для удобрения кислых почв.

Обезвоживание – основная стадия обработки осадков, обеспечивающая уменьшение их объема, поэтому рассмотрим методы и аппараты, применяемые для обезвоживания осадков сточных вод. Их можно классифицировать по виду механического воздействия на их структуру [2]:

- обезвоживание осадков под разряжением;
- обезвоживание осадков под давлением;
- обезвоживание осадков в центробежном поле.

Сопоставление методов и аппаратов для механического обезвоживания осадков показывает, что каждый из них имеет ряд преимуществ и ряд недостатков.

Преимуществом вакуум-фильтров является возможность обработки осадков без выделения песка и распространения запаха. Следует учитывать, что для нормальной работы вакуум-фильтров необходимо вспомогательное оборудование: вакуум-насосы, воздухоподогреватели, ресиверы, центробежные насосы и устройства, обеспечивающие постоянное питание вакуум-фильтра. Недостатком вакуум-фильтров являются сложность управления, низкая надежность, невозможность использования органических флокулянтов для кондиционирования осадка, громоздкость, повышенный расход электроэнергии и загрязненность окружающей среды.

Фильтр-прессы применяют для обработки сжимаемых аморфных осадков в тех случаях, когда осадок направляют после обезвоживания на сушку или сжигание, либо когда необходимо получить осадки с минимальной влажностью. Это оборудование рационально использовать для обезвоживания осадков промышленных сточных вод с высоким содержанием минеральных составляющих.

Все большее распространение находит центрифугирование осадков. Достоинствами этого метода являются простота, экономичность и управляемость процессом. После обработки на центрифугах получают осадки низкой влажности.

Хорошо себя зарекомендовали центрифуги западных фирм, прежде всего германской фирмы «Вестфалия-Сепаратор», которые внедрены во многих городах России [1] и Украины, в том числе и на объектах научно-инженерного центра «Потенциал – 4» [13].

Научно-инженерный центр «Потенциал – 4» (Киев) с 1990 года разрабатывает и внедряет сооружения очистки производственных, хозяйственно-бытовых сточных вод и поверхностного стока. Для механического обезвоживания осадков используются декантерные центрифуги «BARGAM» (Италия) и шнековые дегидраторы «AMCON» (Япония).

Итальянские декантерные центрифуги (рис. 3) и полимерные станции «BARGAM» Barigelli Gambetti используются для обработки и обезвоживания разнообразных за составом вод и осадков: хозяйственно-бытовых сточных вод, поверхностного стока (дождевых и талых вод), во многих видах промышленности. Преимуществами декантеров «BARGAM» Barigelli Gambetti является возможность обработки суспензий в большом диапазоне концентраций твердой фазы и размеров частиц, обезвоживания осадков до влажности 62 – 68 %, автоматизация и простота в обслуживании, автоматический подбор дозы флокулянта, низкая стоимость в сравнении с европейскими аналогами, в сравнении с отечественными аналогами более низкая установленная мощность и масса (таблица 1).



Рис. 3. Декантерная центрифуга «BARGAM» Barigelli Gambetti (Италия)



Рис. 4. Осадок, обезвоженный на декантерной центрифуге «BARGAM» Barigelli Gambetti (Италия)

При использовании для обезвоживания осадков центрифуг ОГШ отечественного производства расход электроэнергии на обезвоживание осадков и масса больше (таблица 1). При обезвоживании осадка на центрифугах ОГШ достигается снижение влажности до 70 – 75 %.

Таблица 1

Характеристика энергоемкости и массы оборудования для обезвоживания осадков

Тип	Гидравлическая производительность, м ³ /ч	Масса, кг	Установленная мощность, кВт
ОГШ-250	5	920	18
B/DF 300 («BARGAM»)		800	7,5
ES-132 («AMCON»)		300	0,4
ОГШ -350	10	1500	40
B/DF 300LH («BARGAM»)		850	11
ES-301 («AMCON»)		750	0,8
ОГШ -630	40	7500	90
B/DF 500H («BARGAM»)		3500	45
ES-303 («AMCON»)		1700	1,6
ОГШ -1101-01M	100	28000	337
B/DF 650LH («BARGAM»)	70	6000	95

Особенности работы шнекового дегидратора «AMCON» (Япония)

- Шнековый дегидратор предназначен для обезвоживания любых видов осадков, образовавшихся в процессе очистки сточных вод (хозяйственно-бытовых, промышленных, сельскохозяйственных и др.)
- Установка предназначена для обезвоживания осадков с концентрацией взвешенных веществ от 2000 мг/л до 35000 мг/л
- Обезвоженный осадок имеет влажность 68 – 75%, в зависимости от состава сточных вод
- Установка имеет встроенную зону сгущения, что предотвращает необходимость дополнительного оборудования для сгущения осадка (илоуплотнитель) и позволяет обезвоживать осадок с низкой концентрацией взвешенных веществ (от 2000 мг/л)
- Дегидратор имеет конструкцию, которая предотвращает засорение барабана, таким образом, отпадает потребность в больших объемах промывной воды
- В установке отсутствуют высоконагружаемые и высокооборотные узлы, что свидетельствует о надежности конструкции. Дегидратор отличается низким уровнем шума и вибрации
- Установка потребляет на порядок меньше электроэнергии, чем какие-либо другие системы обезвоживания (таблица 1), что является приоритетным в контексте устойчивого развития и энергосбережения и значительно снижает эксплуатационные затраты
- Незначительные габариты и вес шнекового дегидратора позволяют компактно разместить установку на очистных сооружениях

- Установка работает в автоматическом режиме по датчикам уровня или по таймеру и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала.



Рис. 5. Шнековый дегидратор «АМКОН» (Япония)

Принцип работы шнекового дегидратора «АМКОН» (Япония)

Стабилизированный осадок подается насосом в отделение для обработки флокулянтам, затем осадок направляется в узел обезвоживания. В процессе обезвоживания фильтрат вытекает из зазоров между кольцами. Ширина зазоров уменьшается в направлении выхода кека. В зоне сгущения она составляет 0,5 мм; в зоне обезвоживания сужается от 0,3 мм до 0,15 мм. Шаг витков шнека также уменьшается, создавая давление в зоне обезвоживания, в то время как объем осадка уменьшается. На конце шнека установлена прижимная пластина, которая регулирует внутреннее давление в барабане. Кек сбрасывается в контейнер, а фильтрат направляется в голову очистных сооружений.



Рис. 6. Фугат после шнекового дегидратора «АМКОН» (Япония)



Рис. 7. Осадок после шнекового дегидрататора «АМКОН» (Япония)

Таким образом, обезвоживание осадков на иловых площадках составляет реальную угрозу вторичного загрязнения окружающей среды, требует значительных капитальных затрат и большие площади под размещение. Для эффективного решения проблемы обезвоживания осадков необходимо внедрять установки механического обезвоживания с предварительным кондиционированием осадка. Наиболее прогрессивным является использование декантерных центрифуг и шнековых дегидрататоров, так как это оборудование можно компактно разместить на очистных станциях, оно работает в автоматическом режиме, а также является низкоэнергоёмким, что способствует снижению эксплуатационных затрат и является приоритетным в контексте устойчивого развития и энергосбережения.

Литература

1. Жуков Н.Н. Состояние и перспективы развития сооружений по обработке водопроводных и канализационных осадков в городах России // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 12 (часть 1). – С. 3 – 6.
2. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 704 с.
3. Saleh Al-Muzaini (Environmental Sciences Department, Kuwait Institute for Scientific Research). Performance of sand drying beds for sludge dewatering. – The Arabian Journal for Science and Engineering, October 2003. – Volume 28, Number 2B, P. 161-169.
4. Peter Rose. Decanter centrifuges solve sludge backlog problem. – Water & Wastewater International. – September, 2005.
5. Hultman, B. and Levlin, E (1997). Sustainable sludge handling. In Plaza, E., Levlin, E. and Hultman, B.(Eds). Advanced wastewater treatment, Report No 2, Joint Polish-Swedish reports, Div. of Water Resources Engineering, KTH, Paper 5, TRITA-AMI-Report 3045, ISBN 91-7170-283-0.
6. Hultman, B. (1999): Trends in Swedish sludge handling. In: Plaza, E., Levlin, E. and Hultman, B. (Editors) (1999): Sustainable Municipal Sludge And Solid Waste Handling, Report No 5., TRITA-AMI REPORT 3063, p. 13.
7. Кармазинов Ф.В., Пробриский М.Д., Васильев Б.В. Опыт Водоканала Санкт-Петербурга по обработке и утилизации осадков // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 12 (часть 1). – С. 13 – 15.
8. Храменков С.В. Комплексное решение проблемы по разработке и внедрению современных технологий рекультивации территорий иловых площадок станций аэрации с возвращением выведенных из оборота земель // Водоснабжение и

санитарная техника. – 2002. – № 12 (часть 1). – С. 17 – 20.

9. Храменков С.В., Загорский В.А., Пахомов А.Н., Данилович Д.А. Обработка и утилизация осадков на Московских станциях аэрации // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 12 (часть 1). – С. 7 – 12.

10. Системи водовідведення України (за матеріалами Національної доповіді щодо якості питної води та стану питного водопостачання України) // Монтаж + Технологія. – 2005. - № 4. – С.86-89.

11. Burm R.J. Bacteriological effect of combined sewer overflows on the Detroit River. "Water Pollution Control Federation" v.38, №3, 1967.

12. Афанасьева А.А., Ловцов А.Е. Переработка осадков, образованных при подготовке питьевых и очистке ливневых сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. - № 6. – С. 13-16.

13. Коцарь Е.М., Диренко А.А. Технологи и оборудование для переработки и утилизации осадков промышленных и коммунальных сточных вод. – Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України, спеціальний випуск. – 2005. – С 115-118.