

URETSKY E.A. Studies of kinetics of recovery of hexavalent chrome

The studies of kinetics of recovery of hexavalent chrome confirming a possibility of multiple abbreviation of stay time of sinks in automatized reactors are held. The expression of a specific reaction rate is determined.

УДК 628.356

Брылка Ежи, Магрел Лех, Акулич Т.И., Науменко Л.Е.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных проблем, возникающих при эксплуатации канализационных очистных сооружений, является обезвреживание образующихся осадков. Осадки можно разделить на сырые и биологически стабилизированные (минерализованные) в зависимости от применяемой технологии. К сырым осадкам относятся осадки механической очистки, образующиеся на решетках, песколовках, первичных и вторичных отстойниках.

Стабилизация осадков заключается в снижении органической части, восприимчивой к биологическому разложению. Стабилизацию осадков бытовых сточных вод наиболее часто осуществляют при воздействии мезофильных аэробных бактерий в камерах кислородной стабилизации, аэробных бактерий в процессе компостирования или бактерий анаэробных во время брожения осадков в метантенках. Особый способ стабилизации осадков – их сжигание.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОСАДКОВ, ИХ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА

Осадки бытовых сточных вод представляют собой органическую и минеральную смесь с большим содержанием коллоидных частиц и патогенных микроорганизмов. Такие осадки склонны к загниванию.

Состав осадков, образующихся на промышленных предприятиях, разнообразен и зависит от рода производства и технологических процессов. На предприятиях неорганической промышленности образуются минеральные осадки, невосприимчивые к процессам разложения. На промышленных предприятиях, отводящих стоки, загрязненные органическими веществами, возникают осадки, в которых могут присутствовать вещества органические и неорганические [2, 3].

Структуру осадка определяют элементарные частицы, размер, форму и концентрацию которых можно определить. Некоторые осадки состоят из хорошо видимых отдельных частиц, сосредоточенных в центре, и имеют зернистую структуру. Другие осадки представлены агрегатами частиц хлопьеобразной структуры. Хлопьеобразную структуру имеют также осадки искусственно флокулированные.

Определение свойств осадков необходимо для решения следующих задач:

- сравнить свойства осадков из разных сооружений в пределах одной очистной станции;
- сравнить свойства осадков из одних и тех же сооружений на различных очистных станциях;
- сравнить свойства осадков из одних и тех же сооружений при различных способах обработки осадка;
- выбор соответствующего процесса обработки;
- осуществить качественный контроль работы эксплуатируемых сооружений.

К основным показателям, характеризующим свойства осадков до и после процессов стабилизационной обработки, кондиционирования, обезвреживания относятся зольность, влажность, гранулометрический состав, рН и щелочность, плотность, дзетта-потенциал, удельное сопротивление, реологические свойства, коэффициент сжимаемости [1, 2].

Способы обработки осадков сточных вод непосредственно связаны с происхождением сточных вод. Очистные сооружения малой канализации не имеют решеток, песколовков и сооружений для утилизации осадков. Образующиеся осадки, первичные и вторичные, стабилизируются анаэробно в первичных отстойниках и вывозятся без обезвреживания и обеззараживания. Избыточный активный ил в

большинстве случаев подвергается аэробной стабилизации и вывозится на полигон. Такое решение утилизации осадков бытовых сточных вод является недопустимым и приводит к загрязнению окружающей среды.

Локальные очистные сооружения работают аналогично как сооружения малой канализации. Осадки сточных вод подвергаются только аэробной или анаэробной стабилизации. Отсутствие полного процесса обработки осадков сточных вод на локальных очистных сооружениях и сооружениях малой канализации продиктовано экономическими соображениями. Стоимость сооружений полной обработки осадков сточных вод составляет 50...100 % стоимости строительства сооружений по очистке сточных вод. В малых очистных сооружениях количество образующихся осадков небольшое, поэтому стоимость оборудования по обработке осадков в соотношении с количеством осадков очень высокая.

Сооружения полной обработки осадка (стабилизационная обработка, обезвреживание, обеззараживание) проектируются при производительности очистной станции более 50 м³/сут.

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Под понятием кондиционирования осадков сточных вод понимают их химическую или физическую обработку, улучшающую способность обезвреживания. Кондиционирование осадков наиболее часто осуществляется при помощи полиэлектролитов или минеральных коагулянтов, реже используется известь. При сжигании осадков сточных вод для кондиционирования применяют углеродную пыль, что улучшает качество сожженного осадка [4].

К физическим методам кондиционирования осадков относятся [1]:

- ✓ термический метод – предполагает подогрев осадка при температуре 180...220 °С при давлении 15 атмосфер. В результате поддается разрушению коллоидная структура осадка, улучшается его способность к обезвреживанию;
- ✓ вымораживание – состоит из двух фаз: медленного замораживания и размораживания. При замораживании образуется кристаллический лед, а рост давления вызывает уплотнение взвеси, которая в процессе размораживания оседает на дно. Осадок, подвергнутый процессу вымораживания, хорошо уплотняется под действием гравитации;
- ✓ промывка – заключается в переводе жидкости из связанного состояния в свободное. В результате уменьшается содержание растворенных солей, щелочность, удаляются растворенные газы, что улучшает процесс седиментации и позволяет уменьшить дозы коагулянта перед процессом фильтрации;
- ✓ использование действия ультразвукового поля – ультразвуковая волна возникает в результате ритмической вибрации центра, в котором находится. Прохождение ультразвуковой волны сопровождается такими явлениями, как кавитация, давление излучения, дисперсия, коагуляция ультразвуковая, окислительная редукция и электрокинетический потенциал;
- ✓ кондиционирование присадочными материалами (зола из котельной, от электрофильтров электрической станции, опилки) – эти вещества усиливают процесс обезвреживания осадка. Обезвреживание (сгущение) осадка может осуществляться [7]:
 - в результате действия сил гравитации;
 - флотацией;
 - механическим обезвреживанием.

Акулич Татьяна Ивановна, старший преподаватель кафедры водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения УО «Брестский государственный технический университет».

ул. Московская, 267, УО БрГТУ, 224017, г. Брест, Беларусь.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ

Обезвоживание осадков заключается в снижении содержания воды до влажности осадка 50...88% и уменьшении объема осадка. Осадки сточных вод трудно поддаются обезвоживанию. Способность их к обезвоживанию снижается по мере уменьшения влажности. Современные технологии очистки сточных вод приводят к возникновению большого количества осадков.

На небольших и средних очистных сооружениях для обезвоживания осадков используются следующие механические устройства:

- осадительные центрифуги;
- фильтр-прессы;
- устройства без применения и с применением давления.

Мембранный фильтрационный пресс отличается от традиционного камерного прессы способом обезвоживания осадка. Осадок обезвоживается в два этапа: фильтрация и сжатие под давлением мембраны [1].

Другие устройства механического обезвоживания:

а) *устройства, работающие периодически.*

Фильтрационные корзины – сфлокулированный осадок заливается в металлическую корзину емкостью 4...6 м³ на металлическую ткань, через которую осадок освобождается от воды. Время фильтрации от нескольких до 24 часов в зависимости от свойств осадка. Существуют несколько способов исполнения этого процесса, отличающихся по способу разгрузки обезвоживания осадка (монтаж корзины непосредственно на грузовике, на дополнительном прицепе или на колыбели, позволяющей временную разгрузку осадка на прицеп или грузовик).

Фильтры тканевые – после процесса коагуляции осадки заливаются в так называемые фильтры тканевые диаметром 1 м и высотой 3 м, выполненные из синтетической ткани. Мешки подвешены на мостовом кране и оборудованы диафрагмой или дроссельным клапаном. Время обезвоживания в зависимости от свойств осадка составляет от нескольких до 24 часов. Уплотненный осадок затем перегружается из низа мешка в корыто, из которого перекачивается или непосредственно подается в ящики для дальнейшей утилизации [1].

б) *устройства, работающие в непрерывном режиме.*

Обезвоживающие барабаны (реактор Клейна). Сфлокулированные осадки подаются на барабан, выполненный из металлической ткани с маленьких отверстиями. Барабан вращается с небольшой скоростью вокруг оси, легкое отклонение которой от уровня позволяет гравитационное сдвигание обезвоженного осадка с ее поверхности. Устройство характеризует относительно большая производительность порядка 40 м³/ч.

Колосниковые обезвоживающие системы «Degremont»- предварительно сфлокулированный осадок подается на плоский колосник, образованный параллельными стержнями, уложенными вдоль направления движения осадка. Колосник дополнительно оснащен системой сбрасывателей, перемещающихся непрерывно вдоль стержней. В процессе уплотнения осадка образуются гибкие плитки, расположенные перпендикулярно к плоскости стержней колосника, что позволяет легко соскрести осадок. Плитки находятся в постоянном движении с возможностью регулирования скорости через шестеренки и цепной привод. Устройство сбрасывателя предупреждает аккумуляцию осадка во время уплотнения в начале колосника, обеспечивая тем самым его непрерывное удаление без применения напорной промывки. Кроме того, позволяет перемещать осадок в процессе уплотнения в направлении выхода из устройства [1].

в) *устройства с применением давления.*

Tasster U (фирмы Neyrtec) - осадок предварительно смешанный с флокулянт подается в коническо-цилиндрическую емкость, оборудованную вертикальной мешалкой, которая, вращаясь со скоростью менее 1 об/мин, улучшает процесс флокуляции и уплотнения. Сливная вода удаляется через водослив. Устройство выпускается различных типоразмеров и имеет производительность 25...180 кг/ч сухого вещества [1].

Фильтр Экотек (Filtreco) – принцип работы заключается в фильтрации предварительно скоагулированного осадка через соответствующую его свойствам ткань. Устройство состоит из дозатора полимера и секции фильтрации.

Система DRAIMAD. Устройства DRAIMAD предназначены для обезвоживания осадков бытовых сточных вод и осадков, образу-

ющихся на различных промышленных предприятиях. Процесс обезвоживания осадков происходит в мешках из специального гидрофобного материала TNT.

г) *естественные методы обезвоживания.*

Обезвоживание осадков сточных вод может осуществляться в естественных условиях: на иловых площадках или полях орошения. В этих сооружениях происходят естественные процессы фильтрации и испарения. В настоящее время отказываются от использования этих методов обезвоживания.

УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ПЛОЩАДКАХ С РАСТЕНИЯМИ-МАКРОФИТАМИ

Этот метод предполагает использование болотных макрофитов для обезвоживания и минерализации осадка. Такие растения-макрофиты (камыш обычный, ива, лоза и др.) способны создавать кислородную микросферу. Аэробные процессы позволяют ускорить распад органического вещества. Благодаря способности впитывать воду корнями и корневищем растения-макрофиты ускоряют процесс обезвоживания осадков. Обезвоживание осадков на таких площадках происходит в 300 раз быстрее, чем при использовании традиционных иловых площадок. Утилизированный осадок подвергается также минерализации, что значительно уменьшает его объем и позволяет использовать площадки много лет без ежегодного удаления осадка. Ограничения в продолжительности эксплуатации площадок представляет только высота бортов. Вместе с тем, необходимо отметить, что за весь период эксплуатации дренажная система не забивается осадком, из-за постоянного взмучивания осадка вследствие роста стеблей растений [6].

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ОСАДКОВ

Процесс удаления биологических (бактериологических) загрязнений называется обеззараживанием. [4]

Один из способов обеззараживания является удобрение жидким осадком сточных вод в смеси с золой беспочвенных грунтов.

Кроме выше описанного способа для обеззараживания можно использовать:

- пастеризацию;
- радиостерилизацию;
- химическое обеззараживание.

МЕТОДЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Последней стадией обезвреживания обезвоженных осадков могут быть термические или комбинированные методы [1]:

- система мокрого окисления;
- система OFS;
- сжигание осадков.

СЖИГАНИЕ ОСАДКОВ

Сжигание осадков (вместо складирования) - метод, которому уделяется много внимания во всем мире. В развитых странах сжигают около 50% осадков. По мировым технологиям сжигание осадков имеет большие перспективы развития. Сжигание осадков без использования дополнительного топлива затруднено в связи с высоким содержанием минеральных веществ (зольность), достигающем иногда 60%. Однако это возможно, если применить соответствующую технологию или эффективные методы обезвоживания [1].

Основные способы сжигания осадков, применяемые в развитых странах:

1. Сжигание осадков вместе с коммунальными отходами, возможно в ограниченных пропорциях при высокой способности к сжиганию коммунальных отходов (порядка 8000 кДж/кг) в специальных камерах с решетчатыми топками.
2. Сжигание в топках вместе с высококалорийными отходами производства, главным образом жидкими.
3. Сжигание в конвекционных котельных горючего, полученного в результате механической и термической сушки осадков с последующим прессованием, часто с добавлением других веществ с целью получения горючих гранул. При этом необходимо оборудовать котельную устройствами для очистки выхлопных газов, особенно от окисей азота.

4. Непосредственное сжигание осадков, обезвоженных механическим способом, в специальных установках без применения дополнительного топлива с использованием энергии продуктов сгорания для сушки осадков и подогрева воздуха для сжигания [1].

СКЛАДИРОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Использование осадков сточных вод для промышленных и не-промышленных целей имеет преимущество перед любыми другими способами утилизации, особенно перед их складированием.

В настоящее время в Республике Польша ситуация противоположная: если невозможно складировать осадки сточных вод, то ищут другие возможные решения. Около 40% осадков сточных вод очистных станций вывозится на полигон коммунальных отходов, а около 10% складировается на выделенных площадках и территории очистной станции. Это наиболее дешевый способ утилизации сточных осадков, но вскоре может оказаться самым дорогим. В связи с тем, что Республика Польша вошла в состав Европейского Союза, следует ожидать внедрение перспективных технологий, которые могут в значительной степени коснуться и осадков сточных вод. По рекомендациям Европейского Союза запрещается складировать осадки с содержанием органических веществ более 5%, что практически исключает складирование осадков как метод утилизации.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Использование осадков для целей сельского хозяйства включает:

- удобрение почвы;
- мелиоративное орошение почвы (заблачивание);
- рекультивация деградированных почв и беспочвенных грунтов,
- восстановление растительного слоя грунтов, подвергнутых эрозии;
- производство компоста.

ОБЗОР ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ В ПОДЛЯСКОМ ВОЕВОДСТВЕ

Согласно данным государственного комитета статистики, в Польше в 2005 году количество осадков сточных вод составило 486 112 т сухого вещества. Наибольшее количество осадков образуется в Воеводстве Великопольском – 63 169 т сухого вещества. Подляское воеводство по количеству образующихся осадков находится на одном из последних мест в Польше, объем образующихся осадков 15 846 т сухого вещества. Большая часть осадков образуется на очистных сооружениях канализации г. Белостока, на которых в 2005 г. образовалось 6550 т сухого вещества. На втором месте оказался город Суwalkи – 2058 т сухого вещества, на последующих местах: повет Августовски – 1768 т сухого вещества, город Ломжа – 1172 т сухого вещества и Белостокский повет – 1133 т сухого вещества.

В Подляском воеводстве осадки сточных вод характеризуются низким содержанием ионов тяжелых металлов, что обусловлено отсутствием предприятий тяжелой промышленности. Учитывая это, половина образующихся осадков (9293 тыс. м³ – 58,6%) складировается на полигонах. Такое положение вещей вызвано складированием на полигонах 100% осадков, образующихся на очистных сооружениях в г. Белосток. В ближайшее время на очистных сооружениях г. Белосток планируется приобрести сушилку осадка, что значительно уменьшит массу осадка, предназначенного до складирования.

Складирование осадка сточных вод – также проблема других поватов: Бельский - 95.4 % осадков складировано, Монецкий - 89.9%, Белостокский - 85.7%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи со специфическими физико-химическими свойствами осадки сточных вод должны являться сырьем для повторного использования, а не отходами, вывозимыми на полигон коммунальных отходов. Особенно это касается аграрно-промышленных территорий, таких как Подляское воеводство, где нет развитой промышленности. Содержание органических веществ и минеральных компонентов в таких осадках позволяет их использовать для агротехнических или сельскохозяйственных целей. С другой стороны, кроме ценных питательных компонентов осадки содержат значительное количество бактерий, грибов, вирусов, простейших.

Так как осадки сточных вод являются побочным продуктом очистки стоков, то их обработке и утилизации не уделяют достаточного внимания. Очередная проблема очистных станций – это проблема найти потребителя стабилизированного осадка для его освоения. Самая большая проблема при очистке сточных вод - экономическая, а именно проблема финансирования. Каждый очередной этап обработки осадков увеличивает стоимость очистки. Известно, что деятельность, связанная с охраной окружающей среды, является убыточной и требует финансирования из государственных фондов. К сожалению часто покупка нового оборудования или очередное капиталовложение требуют настолько больших затрат, что не хватает средств из городского бюджета.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Cierech R., Zastosowanie kompostów w szkółkach leśnych na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku, mat. nt. „Woda, ścieki i odpady w małych miejscowościach województwa podlaskiego w aspekcie integracji Polski z Unią Europejską”, s. 57-58, ISBN 83-88771-25-6, Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych, Białystok 2002.
- 2 Boruszko D., Dąbrowski W., Magrel L., Bilans ścieków i osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków województwa podlaskiego 1998-2000, s. 43, ISBN 83-85792-95-3, Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych, Białystok 2000.
- 3 Dąbrowski W., Magrel L., Oczyszczanie ścieków, unieszkodliwianie i przeróbka osadów ściekowych pochodzących z zakładów przetwórstwa mleczarskiego, projekt badawczy nr 7 T07G 029 11, s. 142, Białystok 1998.
- 4 Dąbrowski W., Wierzbicki T.L., Charakterystyka oraz zagospodarowanie osadów z indywidualnych oczyszczalni ścieków mleczarskich Polski północno-wschodniej, monografia Komitetu Inżynierii Środowiska PAN nr 11, mat. I Kongresu Inżynierii Środowiska, s. 591-600, ISBN 83-89293-00-5, Lublin 2002.
- 5 Pęczkowska-Maik G., Kompostowanie z zastosowaniem biopreparatu TRIGGER-4, materiały reklamowe, s. 24, Tarnobrzeg 2000.
- 6 Czyżyk F., Kuczevska M., Sieradzki T., Wstępne wyniki badań kompostowania płynnych osadów ściekowych ze słomą, zeszyty problemowe Postępów Nauk Rolniczych 2001, z. 475, s. 263-269.
- 7 Ciećko Z., Harnisz M., Najmowicz T., Dynamika zawartości węgla i azotu w osadach ściekowych podczas ich kompostowania, zeszyty problemowe Postępów Nauk Rolniczych 2001, z. 475, s. 253-262.

Материал поступил в редакцию 03.03.08

BRYLKA E., MAGREL L., NAUMENKO L.E., AKULICH T.I. Perspective technologies of sewage sludge treatments

Existing methods of sewage treatment and perspective directions of the dehydration and neutralization of the sewage sludge are described on example of the stations of sewage treatment in the Republic of Poland.