

Для эффективного протекания процесса достаточно 5 см^3 изоамилового спирта. Дальнейшее увеличение количества органической фазы не приводит к существенному изменению степени удаления ионов металла.

Методами потенциометрии, кондуктометрии и инфракрасной спектроскопии был изучен состав сублатов и установлено, что удаление ионов металлов происходит преимущественно в виде основных солей. Термодинамические расчеты подтверждают возможность существования при оптимальных условиях сублатов в виде основных солей насыщенных кислот ($\Delta G < 0$), а также позволяют сделать выводы о существовании тех или иных соединений в определенном диапазоне pH.

Список использованных источников

1 Астрелін І.М., Обушенко Т.І., Толстопалова Н.М., Таргонська О.О. Теоретичні заходи та практичне застосування флотоекстракції: огляд // Вода і водоочисні технології. – 2013. – №3. – С. 3 – 23.

2 Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища: Підручник.– К.: Либідь, 1996. – 304 с.

3 Обушенко Т.И., Астрелин И.М., Толстопалова Н.М. и др. Очистка сточных вод от токсических металлов флотоэкстракцией//Химия и технология воды. – 2008. – 30, №4. – С. 429 – 436.

4 Обушенко Т.І., Астрелін І.М., Толстопалова Н.М., Копотун В.П. Флотоекстракція іонів заліза з низькоконцентрованих розчинів // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2010. – № 3.– С. 106–111.

УДК 502.3

И.В. Войтов, проф., д-р техн. наук; В.Н. Марцуль, доц., канд. техн. наук
Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОСАДКАМИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Осадки являются неизбежным побочным продуктом очистки сточных вод. В отличие от других отходов, образования осадков при использовании большинства известных методов очистки избежать не удается и в ближайшие годы их количество, по мере повышения эффективности работы действующих очистных сооружений и строительства новых, будет возрастать.

В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируется более 150 очистных сооружений канализации. Количество влажных осадков, выделяющихся при очистке сточных вод на очистных сооружениях, обычно не превышает 1 % от расхода поступающих вод. По данным за 2015 год количество осадков очистных сооружений превышает количество других отходов жизнедеятельности населения и подобных им отходов производства. Доля данных отходов в общем количестве образующихся в республике отходов изменяется в широких пределах и составляет от 3,1 % (Гомельская область) до 30,5 % (Гродненская область).

Практически все осадки городских очистных сооружений размещаются для обезвоживания и подсушки на иловых площадках, которые, при отсутствии приемлемых вариантов использования, превращаются в объекты, на которых производится длительное хранение данных отходов.

В реестре объектов хранения и захоронения отходов, который ведет Минприроды РБ, зарегистрировано 159 объектов хранения осадков очистных сооружений канализации, на которых в настоящее время размещено их более 9 млн. тонн. В республике много иловых площадок, на которых осадки хранятся более 20 или даже 30 лет.

Инвентаризация и обследование иловых площадок, ранжирование осадков в зависимости от их состава и свойств, возможности использования в Беларуси не проводились.

В Беларуси более 35 очистных сооружений канализации, на которых образуется более 170 тонн осадков в год, на 16 очистных сооружениях образуется более 2000 т осадков в год, На 6 очистных сооружениях образуется более 10 000 т осадков в год.

Осадки, как отдельный (специфический) объект нормативного правового регулирования в области обращения с отходами в Республике Беларусь не выделяются. Поэтому деятельность по обращению с этими отходами регламентируется Законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами», рядом общих для всех отходов НПА и ТНПА. Порядок организации работ по использованию (обезвреживанию), хранению и захоронению отходов определяется их количеством, агрегатным состоянием, степенью опасности, а для опасных отходов – классом опасности.

Согласно классификатору отходов, образующихся в Республике Беларусь, все осадки очистных сооружений канализации относятся к опасным отходам (таблица)

Таблица – Классификация осадков очистных сооружений канализации

Код отхода	Наименование	Класс опасности
8430100	Отбросы с решеток	3-й класс
8430200	Осадки сооружений биологической очистки хозяйствственно-фекальных сточных вод	3-й класс
8430300	Ил активный очистных сооружений	4-й класс
8430400	Осадок сухой (подвергнутый термической или иной сушке)	3-й класс
8430500	Песок из песколовок (минеральный осадок)	4-й класс

Отнесение осадков к опасным отходам производится без учета их состава. Известно, что состав осадков очистных сооружений крупных городов с развитой промышленностью и малых населенных пунктов, где производство в основном представлено предприятиями по переработке сельскохозяйственной продукции, существенно отличается. По содержанию некоторых компонентов, определяющих степень опасности данных отходов, отличия могут составлять в 5–10 раз.

В настоящее время в Беларуси действуют несколько локальных технических нормативных правовых актов, устанавливающих требования к отдельным продуктам, которые могут быть получены из осадков очистных сооружений канализации. К ним относятся:

- ТУ BY 790282162.009-2015 Составы для рекультивации нарушенных земель (РУП «Завод газетной бумаги»);
- ТУ BY 300003249.001-2009 «Удобрение и почвоулучшающая добавка из осадков сточных вод» (УП «Витебскводоканал»);
- ТУ BY 291000450.001-2015 Удобрение органическое на основе обезвоженного сброшенного осадка сточных вод (КУПП «Брестский мусороперерабатывающий завод»).

В связи с этим давно назрела необходимость изменения подходов к нормативному правовому регулированию обращения осадков очистных сооружений канализации, особенно в части установления конкретных критериев определения степени их опасности, которые позволили бы обоснованно подходит к выбору способов их обработки и направлений использования. Необходимо разработать и ввести в действие Технический кодекс установившейся практики «Обращение с осадками очистных сооружений канализации», в котором должны найти все вопросы обработки и использования осадков очистных сооружений канализации.

В качестве основы для разработки данного документа могут быть использованы:

- Директива ЕЭС 86/278/EЭС от 12 июня 1986 по охране окружающей среды, в частности, почвы, при использовании осадков сточных вод в сельском хозяйстве (Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture);
- стандарт США по использованию и удалению осадков сточных вод (40 CFR PART 503 «Standards for the use or disposal of Sewage Sludge»);

– нормативные документы, регулирующие обращение с осаками в странах, близких к Беларуси по почвенно-климатическим условиям (Польша, страны Балтии).

Осадки очистных сооружений канализации в Беларуси не являются объектами аналитического контроля, т.е. на очистных сооружениях контроль их состава по установленному перечню показателей не производится. Это не позволяет обоснованно подходить к выбору способов их обработки и направлений использования, выявлять тенденции изменения их состава, оценивать эффективность мероприятий по ограничению сбросов загрязняющих веществ абонентами сетей канализации, особенно в части содержания тяжелых металлов.

Существенное влияние на выбор и экономическое обоснование вариантов обработки и использования осадков очистных сооружений канализации оказывают ставки экологического налога за захоронение, хранение отходов производства. Так, действующая в Беларуси ставка экологического налога за хранение осадков из отстойников (сырой осадок с коагулянтом (флокулянтом), осадков после промывки фильтров), осадков сооружений биологической очистки хозяйствственно-фекальных сточных вод, а также избыточного активного ила на 2017 год составляет 0,10 руб. (0,05 долл. США) за 1 тонну.

Низкие ставки налога не стимулируют работу по поиску вариантов использования осадков. Однако размещение осадков на иловых площадках как основной способ решения проблемы осадков изжил себя, так как возможности размещения осадков очистных сооружений на объектах хранения практически исчерпаны.

В связи с этим проблема вовлечения осадков в хозяйственный оборот осадков очистных сооружений канализации для Беларуси имеет первостепенное значение.

Сложившаяся неблагоприятная ситуация с осадками очистных сооружений канализации имеет один положительный момент, который состоит в том, что для Беларуси есть реальный шанс использовать наилучшие доступные технологии, позволяющие не только решить проблему осадков очистных сооружений канализации, но и получить определенный как экологический, но и экономический эффект.

Для Беларуси очень важно, чтобы эта работа проводилась в рамках согласованной стратегии обращения с осадками очистных сооружений канализации, которая включала бы все аспекты деятельности в этой сфере (нормативное правовое регулирование, методики и критерии оценки вариантов проектных решений, экономический механизм управления осадками и др.) и рассматривала как использование вновь образующихся осадков в темпе их образования, так вовлечение в хозяйственный оборот осадков, накопленных на иловых площадках и территорий, отведенных под эти объекты.

В этой связи Беларуси очень полезен опыт Польши в организации целенаправленной работы в этой области. При экспертной и финансовой поддержке Европейского экологического центра Кревокс (Польша) БГТУ разрабатывается стратегия обращения с осадками очистных сооружений канализации в Республике Беларусь, проект которой для обсуждения будет представлен не позднее ноября 2018 г. Создана электронная база данных, содержащая информацию по очистным сооружениям (технология, оборудования, состав сточных вод, характеристика осадков и др.).

В настоящее время в сфере водоснабжения и водоотведения реализуется ряд программ и проектов (программа по водному сектору ЕБРР, проект МБРР «Развитие систем водоснабжения и водоотведения», проекты международной финансовой организации НЕФКО, проект PRESTO), в рамках которых выделяется кредитное финансирование и привлекаются средства грантов. В реализации этих программ и проектов участвуют предприятия ЖКХ и Водоканалы городов Слоним, Барановичи, Лида, Орша, Полоцк, Витебск, Гродно, Молодечно, Пинск, Кобрин.

Минприроды совместно с НЕФКО реализован проект международной технической помощи «Оценка степени загрязнения регионами биогенами и определение первоочередных инвестиционных проектов». По результатам проекта был сформирован перечень объектов для инвестирования со стороны международных организаций. В данный перечень вошла модернизация девяти водоканалов (города Кобрин, Лида, Сморгонь, Новогрудок,

Скидель, Щучин, Ошмяны, Пружаны, Ляховичи). Большинство этих объектов сбрасывает сточные воды в реки бассейна Балтийского моря.

Анализ технологических решений, которые были представлены в обоснованиях инвестиций по некоторым объектам, или уже реализуются на практике, показывает, что они, как правило, не рассматривают весь комплекс вопросов, связанных с использованием осадков. Часто в них предлагаются использовать устаревшие технологии и не учитываются современные технологические решения, особенно в части повышения энергетической эффективности, извлечения фосфора в процессе обработки осадков с целью его дальнейшего использования и др.

Общим недостатком практически всей предпроектной и проектной документации является то, что очистные сооружения традиционно не рассматриваются как единый взаимосвязанный технологический комплекс, включающий как очистку сточных вод, так и обработку осадков. Это не позволяет выбрать оптимальные решения и, в конечном итоге, снизить издержки на реализацию проекта.

При использовании биогазовых технологий выбор режимов сбраживания и составов субстратов, часто производится по усредненным данным без учета характеристик осадков конкретного объекта. Не рассматриваются технологические решения и оборудование, позволяющие существенно повысить энергетическую эффективность биогазовых установок за счет ко-ферментации с использованием других отходов, предварительной подготовки осадков к сбраживанию (термогидролиз, химический гидролиз, ультразвуковая обработка и др.) и в комплексе решить задачи стабилизации, обеззараживания, уменьшения влажности и объема осадков, извлечения фосфора для использования в сельском хозяйстве.

Сравнение альтернативных вариантов технологических решений производится поверхностью без составления детального материально-энергетического баланса, особенно по азоту и фосфору.

Учитывая ориентацию в Беларуси при выборе вариантов обработки осадков на использование биогазовых технологий, БГТУ совместно с Европейским экологическим центром KREVOX проведена работа по постановке методики и выполнению практических работ по тестированию осадков на предмет оценки фактического выхода биогаза из осадков на основе методики, изложенной в VDI 4630 «Fermentation of organic materials. Characterisation of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests» (Германия). БГТУ, совместно с Европейским экологическим центром KREVOX, компаниями AquaConsult (Германия), Cambi (Норвегия) и УП «Минскводоканал» проведена подготовительная работа с целью организации поставки в Беларусь пилотной установки, которая включает анаэробные биореакторы, блок предварительного термогидролиза, все необходимые контрольно-измерительные приборы, позволяющие определять состав и выход биогаза. Установка позволит выполнить комплекс работ по апробированию современных энергоэффективных технологий подготовки к сбраживанию и сбраживания осадков, в том числе различных вариантов ко-ферментации.

Эта установка выполнит роль демонстрационного объекта, который создаст хорошую основу для продвижения современных технологий обработки и использования осадков, апробированных на очистных сооружениях Польши и других стран ЕС. Решению этой задачи также будет способствовать Координационно-аналитический и технологический центр по биоэнергетическим ресурсам (КАТЦ по биоэнергоресурсам), который создается на базе БГТУ.

Среди задач, которые будет решать КАТЦ по биоэнергоресурсам, представлены такие, которые непосредственно связаны с обращением с осадками:

1. Исследование состава и свойств органических отходов с целью оценки их пригодности для использования в качестве топлива. Тестирование различных субстратов с целью определения их биогазового потенциала. Выдача исходных данных для проектирования биогазовых установок.

2. Научная и научно-техническая экспертиза предпроектной и проектной документации по объектам энергетического использования биоресурсов с целью оценки их соответствия наилучшим доступным технологиям.

Для Беларуси актуальным является привлечение ведущих национальных и зарубежных специалистов для независимой экспертизы предпроектной и проектной документации по очистным сооружениям, создание условий для участия ведущих в области обработки осадков фирм в тендерах на разработку обоснований инвестиций и проектной документации, поставку оборудования и технологий.

Отправной точкой для целенаправленной работы является инвентаризация образующихся и накопленных на очистных сооружениях республики осадков с определением их состава по согласованному перечню показателей. Результаты этой работы позволят обоснованно подойти к выбору вариантов обработки и использования осадков для каждого объекта, где они образуются.

УДК 628.38

Н.И. Шепелева, инж.; В.Н. Марцуль, доц., канд. техн. наук;

И.В. Войтов, проф., д-р техн. наук

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

СПОСОБ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ПРОДУКТОВ ИХ ОБРАБОТКИ

Одной из актуальных проблем охраны окружающей среды в Республике Беларусь является использование осадков сточных вод – многотоннажного отхода биологической очистки городских сточных вод. Осадки сточных вод содержат в своем составе ценные компоненты (азот, фосфор, углерод, пр.), характеризуются уникальным набором свойств, зачастую обладают высоким энергетическим потенциалом, а потому, при проведении соответствующей обработки, могут найти применение в различных отраслях промышленности, энергетики и сельского хозяйства. Учитывая сложный состав данных отходов и широкий спектр возможных вариантов их технико-экономического использования, весьма остро стоит проблема выбора проектных решений, характеризующихся минимальным воздействием на окружающую среду и здоровье человека.

Законодательная база по вопросам обращения с осадками сточных вод имеет свои особенности в разных странах, однако, общей чертой является регламентирование условий внесения в почву, энергетического использования и долговременного размещения (захоронения) путем введения специальных нормативов содержания приоритетных групп загрязнителей. К приоритетным группам загрязнителей осадков сточных вод, оказывающим первостепенное влияние на выбор способов их обработки и вариантов использования, относят:

– токсичные элементы (кадмий, медь, никель, свинец, цинк, хром, молибден, ртуть, мышьяк, селен);

– органические токсиканты (полициклические ароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы, линейные алкилбензосульфонаты, галогенированные углеводороды, ди-(2-этилгексил) фталат, нонилфенол и нонилфенолполиэтоксилат, полихлорированные дibenzo-p-диоксины и дibenzo-p-фураны, фармацевтические препараты, флокулянты);

– патогенные организмы (бактерии группы кишечной палочки, клостридии, энтеровирусы, сальмонеллы, яйца геогельминтов, цисты кишечных простейших).

В настоящий момент в осадках сточных вод обнаружено более 600 опасных соединений, поэтому нормирование состава данных отходов исключительно по перечню приоритетных групп загрязнителей не позволяет в долгосрочной перспективе оценить степень их опасности для окружающей среды и здоровья человека. Дать интегральную оценку токсичности осадков сточных вод и продуктов, образующихся в ходе различных способов их обработки, можно с использованием методов биотестирования, однако, применительно к