

УДК 628.356

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ ЛЕЧЕБНОЙ ГРЯЗИ И ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГРЯЗЕЛЕЧЕБНИЦ

И.А. Арканова, П.А. Марков

Проанализированы основные направления обработки и утилизации осадков сточных вод грязелечебниц. Предложены направления для использования осадков для строительной промышленности, производства керамических изделий, ремесленного и сувенирного дела.

Ключевые слова: грязелечение, осадки сточных вод, сбор осадков, обработка осадков, утилизация осадков.

Грязелечение является одним из основных направлений санаторно-курортного лечения, которое в настоящее время переживает не лучшие времена. Обеднение природных месторождений, большие затраты труда и трудности содержания собственных источников сырья, высокая энергоёмкость – все это является причиной отказа многих оздоровительных учреждений от использования лечебных грязей.

Лечебные грязи – это природные коллоидальные органоминеральные образования, обладающие высокой пластичностью, теплоемкостью и медленной теплоотдачей, содержащие биологически активные вещества (соли, газы, витамины, ферменты, гормоны и др.) и живые микроорганизмы.

При эксплуатации грязелечебниц необходимо проведение большого объема работ: прокладка трубопровода для подачи грязи из источника; установка нагревательной системы; строительство емкостей для хранения сырья; строительство душевых; установка отстойников; разработка схемы утилизации отработанного сырья и т.д. [1].

Обработка и утилизация осадков сточных вод санаториев и грязелечебниц является важным пунктом в цикле очистки сточных вод и отходов, образующихся в результате работы лечебных учреждений. При одной классической процедуре грязелечения используется от 2 до 10 килограмм грязи; если грязелечебница рассчитана на большое количество пациентов, при смывании процедурной грязи образуется огромное количество сточной воды с высоким содержанием взвешенных веществ, а также других элементов, находящихся в составе используемой грязи. В Федеральном классификационном каталоге отходов от 2014 года отходы лечебной грязи относятся к 4 классу опасности. Это малоопасная категория отходов, им свойственна низкая степень негативного воздействия на окружающую среду, время восстановления после ущерба составляет не менее 3 лет.

Механизм терапевтического воздействия грязей состоит в том, что они, обладая высокой теплоемкостью, низкой теплопроводностью, незначительной конвекционной способностью, обеспечивают длительное сохранение тепла, постепенную отдачу его организму и глубокое проникновение в ткани. При классической методике лечения грязь накладывается на участок кожи слоем от 2 до 6 сантиметров, однако, большая часть материала работает не на оздоровления, а в качестве грелки. Для экономии грязевых ресурсов и сокращения количества осадка при проведении большего количества процедур стали применяться грязевые аппликации, а нагревательную функцию выполняет многоразовый термокомпресс, который нагревается в специальной установке. При данной технологии проведения процедуры толщина слоя лечебной грязи составляет от 5 до 10 миллиметров, для одной процедуры хватает 0,5–2 килограмм сырья. Исползованную при аппликациях лечебную грязь легко утилизировать, однако, это не исключает образования сточных вод с содержанием грязевых остатков после смыва с участков, подвергающихся лечению.

Осадок, образующийся в отстойниках сточных вод грязелечебниц, является минеральным. Основным способом обращения с осадками сточных вод является складирование. Однако данный способ утилизации может привести к экологической проблеме с последующей необходимостью ликвидации огромных объемов накопленных отходов. В связи с этим исследуются направления очистки и дальнейшей переработки осадков сточных вод в различных направлениях производства.

Перспективным решением в использовании осадков сточных вод является вовлечение их в оборот в следующих отраслях: дорожное строительство, строительство, аграрное хозяйство. Это является выгодным решением, поскольку осадки сточных вод приобретают определенную потребительскую ценность, переходя из категории отходов в категорию сырья.

Использование отходов в дорожном строительстве является одним из ключевых направлений, так как размещение отходов сточных вод грязелечебниц 4 класса опасности размещается в дорожном полотне, асфальтобетонное покрытие которого соответствует 4 классу опасности; для производства 1 м³ асфальтобетонной смеси можно утилизировать до 200 килограмм сухого остатка сточных вод в качестве аналога минерального порошка с получением качественного материала, соответствующего нормативным требованиям к асфальтобетону; экономический эффект от принятого способа утилизации имеет место как в сфере дорожного строительства (снижение стоимости асфальтобетона), так и для предприятий Водоканала (предотвращение платежей за размещение отходов и др.).

Отходы очистных сооружений могут утилизироваться несколькими способами, в зависимости от их химического состава, наличия тяжёлых металлов, сложных органических и неорганических соединений, комплек-

сов поверхностно-активных веществ и других элементов: в виде добавки к сырьевой смеси в индустрии производства цемента и иных производных материалов; переработкой пиролизом, продуктом которого становится пирокарбон, не являющийся токсичным для окружающей среды (для фильтрующих загрузок различных типов); микробиологическим окислением малотоксичных осадков, в результате чего получается компост, которым могут удобряться сельскохозяйственные угодья (для осадков пищевых производств, бытовых стоков крупных торговых и жилых комплексов).

При производстве керамических материалов, которое является одним из наиболее материалоемких, широко используются отощающие и выгорающие добавки в виде природных (горный или аллювиальный песок) или отходов материалов. Известна практика широкого применения различных выгорающих добавок природного происхождения, а также подобных им по составу и свойствам отходов производства и потребления.

В настоящее время известен ряд исследований, посвященных изучению свойств керамических строительных материалов, полученных с использованием в качестве добавок отходов разных производств. Производители керамических строительных материалов сегодня сталкиваются с необходимостью увеличения объема и расширения номенклатуры выпускаемых изделий путем уменьшения зависимости от свойств глин того региона, на территории которого расположено предприятие. Добиться этого можно с помощью изменения состава сырьевых смесей при помощи добавления различных дополнительных компонентов.

Добавки вводят в глину, используемую для производства керамических изделий, для управления такими свойствами глиняной массы, как пластичность, воздушная усадка, огнеупорность и спекаемость. Кроме этого, в настоящее время расширение объемов производства и/или необходимость экономии на издержках зачастую вынуждает предприятия искать другие, более дешевые материалы для использования в качестве добавок. Такие материалы, как правило, получают из отходов разных производств [2]. Таким материалом могут стать осадки сточных вод грязелечебниц. Перспективным направлением является создание условий для народного промысла – гончарного дела, лепки сувенирной продукции.

Возможно применение осадков сточных вод грязелечебниц в качестве удобрений в сельскохозяйственной деятельности. Согласно п. 4.10 [3]: «Для технической и биологической рекультивации нарушенных земель используются подсушенные, минерализованные и обеззараженные осадки. Требуемое содержание сухих и минеральных веществ, санитарно-микробиологические и санитарно-паразитологические показатели обеспечиваются путем применения различных методов обработки, в т.ч. анаэробной или аэробной стабилизацией осадков в метантенках или аэробных стабилизаторах соответственно, механическим обезвоживанием, подсушкой

на иловых площадках, компостированием, термической сушкой, смешением с известью, дополнительной выдержкой в естественных условиях на площадках стабилизации. В процессе выдержки достигаются дополнительное подсушивание, минерализация органических веществ и обеззараживание. Срок выдержки на площадках стабилизации зависит от принятой технологической схемы обработки и может составлять 1–5 лет и более». Согласно ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений, п. 5.1: «Применение осадков в качестве удобрений не должно приводить к ухудшению экологических и санитарно-гигиенических показателей окружающей среды, почвы, выращиваемых растений»; п. 5.2 «Не допускается применять осадки: в водоохраных зонах и зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах, а также в пределах особо охраняемых природных территорий; поверхностно в лесах, лесопарках, на сенокосах и пастбищах; на затопляемых и переувлажненных почвах; на территориях с резко пересеченным рельефом, а также на площадках, которые имеют уклон в сторону водоема более 3°» [4].

Для исключения пагубного влияния осадков сточных вод грязелечебниц и развития в них различных патогенных микроорганизмов их необходимо подвергать обезвреживанию. В соответствии с СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменениями N 1, 2)» обезвреживание, обеззараживание и утилизация осадков сточных вод могут осуществляться следующими методами: термофильное сбразивание в метантенках или термическая обработка (сушка); дегельминтизация ИК-облучением; пастеризация при температуре 70 °С в течение 20 мин.; химическое обезвреживание; аэробная стабилизация с предварительным нагревом смеси сырого осадка с активным илом при температуре 60–65 °С в течение 2 ч.; компостирование с водопоглощающими и разрыхляющими компонентами – опилками, сухими листьями, соломой и торфом, при условии достижения во всех частях компоста температуры не менее 60 °С; выдерживание на иловых площадках в течение 1–3 лет в зависимости от климатических условий [5].

В настоящее время осадки сточных вод грязелечебниц и отработанные лечебные грязи часто сливают на несанкционированных свалках, что негативно влияет на окружающую среду и благоустройство территории. Вывоз таких отходов будет рентабелен при их дальнейшем использовании в качестве сырья для строительных материалов. В случае использования данных осадков в качестве материала для народного промысла на территории грязелечебниц снижается нагрузка на существующие захоронения отходов, осуществляется круглогодичное использование данного сырья, повышается привлекательность объекта – улучшается степень благоустройства территории, так как исключаются места складирования, а в летнее время и

пыление отработанных грязей, а также появляются условия для проведения разнообразного досуга отдыхающих.

В качестве образца применяются осадки, образующиеся после смыва грязей с пациентов и отдыхающих грязелечебницы озера Сульфатного (Шамеля), расположенного в Курганской области, расположенного в 5,5 км южнее от села Мартыновка Сарт-Абдрашевского сельского совета. Постановлением Правительства Курганской области от 21.09.2009 № 499 «О памятниках природы регионального значения и о внесении изменений в постановление Администрации Курганской области от 5 февраля 2001 года № 52 «О памятниках природы Курганской области» озеро было причислено к памятникам природы. Вода в озере минерализованная сульфатно-хлоридная натриевая. Солеисодержание воды составляет 209 г/л, содержание сульфатов – 30 г/л. Характерно повышенное содержание брома. Наблюдаемое на озере осаждение мирабилита дало второе название озера – Сульфатное. Запасы мирабилита в озере имеют промышленное значение. На дне озера имеются залежи сульфидных иловых грязей. Структура грязи: грязевой раствор 49,7 %, кристаллический скелет 40,6 %, коллоидный комплекс 9,7 %. Озеро было включено в Каталог грязевых месторождений СССР (1970 г). Озеро является популярным местом отдыха у туристов Курганской, Челябинской, Тюменской, Свердловской областей [6].

Для изготовления образца осадка, образующегося после проведения грязевой процедуры, навеска грязи озера Сульфатного массой 79 грамм была растворена в 5 литрах воды (табл. 1). Цветность воды составила 5018 градусов, мутность 683 единиц. Было проведено коагулирование образцов 4 дозами – 15, 20, 25 и 30 мг/л, в качестве коагулянта применяется сульфат алюминия. Данный отечественный коагулянт имеет множество преимуществ: простота и удобство эксплуатации, относительно невысокая стоимость; отсутствие сложностей в получении, хранении и транспортировке; хорошая растворимость и, как следствие, образование меньшего количества осадка по сравнению с другими коагулянтами (например, известью); экономичный расход; отсутствие особых правил безопасности при работе (только использования защитных очков, перчаток и респиратора); продолжительный срок хранения.

Поскольку очистка предполагает дальнейшее использование воды на нужды грязелечебниц (автомойка, полив зеленых насаждений и пр.), были учтены требования [7]: предусматривается орошение декоративных растений (кустарников, газонов и т.д.), в качестве расчетной дозы коагулянта будет принят образец № 3 – 25 мг/л. Влажность полученного осадка составляет 95,3 %.

Отработанные грязи и осадки после очистки смывной воды будут объединяться, в связи с чем складирование больших объемов отходов на территории санатория и в санитарной зоне не допустимо, рациональным реше-

нием станет их дальнейшее использование в качестве сырья для народного промысла или производства строительных материалов.

Таблица 1

Осаждение взвешенных частиц природной грязи
озера Сульфатного после коагулирования

Время осаждения, мин.	Доза коагулянта, мг/л			
	15	20	25	30
	1	2	3	4
5	Слабое выпадение хлопка	Слабое выпадение хлопка	Интенсивное образование крупного хлопка	Интенсивное образование крупного хлопка
10	Хлопок плавает во всем объеме	Хлопок плавает во всем объеме	Основная масса хлопка осела на дно	Основная масса хлопка осела на дно
20	Осветление верхнего слоя (<1 см)	Осветление верхнего слоя (<1 см)	Осветление во всем объеме; выпадение осадка высотой 9 мм	Осветление во всем объеме; Выпадение осадка высотой 10 мм
30	Осветление во всем объеме; осадок высотой 9 мм	Осветление во всем объеме; осадок высотой 9 мм	Осветление во всем объеме; осадок высотой 9 мм: осадок плотный	Осветление во всем объеме; осадок высотой 10 мм: осадок плотный

Для сравнения эффекта осаждения природной грязи с товарной продукцией было проведено коагулирование смывной воды с растворением навески Тамбуканской грязи из брикета (табл. 2). Навеска грязи массой 79 грамм была растворена в 5 литрах воды. Цветность воды составила 3268 градусов, мутность 598 единиц. Было проведено коагулирование образцов 4 дозами – 15, 20, 25 и 30 мг/л, в качестве коагулянта применяется сульфат алюминия.

В результате коагулирования максимальный эффект осветления был достигнут в колбе №4 с дозой коагулянта 30 мг/л.

Эффективность осаждения при сравнении товарной и природной грязей является практически одинаковой: осаждение происходит с одинаковым темпом и эффектом. Результаты показывают, что данный подход в очистке перспективен для любых видов грязей и может применяться как при строительстве новых санаториев, так и для реконструкции сооружений существующих грязелечебных комплексов. Использование осадков после

смыва грязей с пациентов и отдыхающих позволяет рассматривать предложенные приемы как ресурсосберегающие при проектировании новых и реконструкции старых санаториев.

Таблица 2

Осаждение взвешенных частиц товарной Тамбуканской грязи
после коагулирования

Время осаждения, мин	Доза коагулянта, мг/л			
	15	20	25	30
	1	2	3	4
5	Интенсивное образование крупного хлопка	Интенсивное образование крупного хлопка	Интенсивное образование крупного хлопка	Интенсивное образование крупного хлопка
10	Хлопок плавает во всем объеме	Хлопок плавает во всем объеме	Основная масса хлопка осела на дно	Основная масса хлопка осела на дно
20	Осветление верхнего слоя (<1 см), мутность в остальном объеме	Осветление верхнего слоя (<1 см), мутность в остальном объеме	Осветление во всем объеме; выпадение осадка высотой 8 мм	Осветление во всем объеме; Выпадение осадка высотой 9 мм
30	Осветление во всем объеме; осадок высотой 9 мм	Осветление во всем объеме; осадок высотой 9 мм	Осветление во всем объеме; осадок высотой 8 мм: осадок плотный	Осветление во всем объеме; осадок высотой 9 мм: осадок плотный

Для эффективной обработки и сбора отработанных грязей и образующихся при их смыве осадков необходимо создание комплекса сооружений, включающих в себя блоки сбора, переработки, обезвреживания и утилизации осадков. Схема может состоять как из двух параллельных цепей сооружений для грязей и осадков, так и из совместного комплекса одновременной их очистки.

Заключение. В результате исследования были предложены направления для использования осадков для строительной промышленности, производства керамических изделий, ремесленного и сувенирного дела. Было проведено сравнение эффективности коагуляции грязи исследуемого озера и товарной грязи и подобраны оптимальные дозы для достижения необходимой степени очистки.

Проведение мероприятий по очистке осадков сточных вод грязелечебниц и дальнейшее их использование в различных направлениях производ-

ства и хозяйства позволит избежать негативного влияния на окружающую среду, возникающего при складировании данных осадков, а также извлечь экономическую выгоду от данных отходов, используемых в качестве сырья.

Библиографический список

1. СП 158.13330.2014. Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования (с Изменением N 1).
2. Цыбина, А.В. Перспективное направление утилизации продуктов термической обработки осадков сточных вод в производстве керамических строительных материалов / А.В. Цыбина, М.С. Дьяков, Я.И. Вайсман // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6 (Ч. 2). – С. 265–270.
3. ГОСТ Р 54534-2011. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель.
4. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.
5. СанПиН 2.1.7.573-96. Почва. Очистка населенных мест. Бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения.
6. Озеро Шамеля [Электронный ресурс] // Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Шамеля>.
7. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения.

[*К содержанию*](#)