

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента

Сергиенко Ольги Ивановны,

доцента факультета экотехнологий Университета ИТМО,

на диссертацию Грошевой Светланы Валерьевны

«Разработка технологий утилизации растительных отходов

в экономике замкнутого цикла»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук

по специальности 1.5.15. Экология (технические науки)

Актуальность темы исследования

Выбранная тема диссертационного исследования С. В. Грошевой отличается высокой степенью актуальности и явной связью с Федеральным проектом «Экономика замкнутого цикла», в рамках которого в России формируется устойчивая система обращения с отходами, в которой отходы становятся новыми ресурсами. Экономика замкнутого цикла занимает ведущее место как в национальной, так и в глобальной «зелёной» повестке.

Цель диссертационной работы состоит в создании ресурсосберегающих технических решений, направленных на утилизацию крупнотоннажных растительных отходов дробины пивной, лигнина гидролизного, жома свекловичного как вторичных материальных ресурсов, имеющих важное практическое применение.

Для достижения поставленной цели автором сформулирован ряд научных и практических задач, которые успешно решены в результате выполнения исследования.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, вынесенных на защиту, обеспечивается использованием теоретической и методической базы, основанной на трудах ведущих ученых, которые внесли вклад в развитие промышленной экологии и отрасли переработки отходов. Предложенные выводы и рекомендации прошли апробацию на международных научных конференциях и были использованы при утилизации нефтезагрязнённых грунтов на промышленной площадке ООО «Росэкойл» в Оренбургской области.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций соискателя определяется существенным объёмом научных публикаций автора по

рассматриваемой проблеме.

Научная новизна и теоретическая ценность проведённого исследования и полученных результатов

Научная новизна работы и её теоретическая ценность заключаются в следующем:

1. Доказано, что крупнотоннажные растительные отходы дробины пивной, лигнина гидролизного, жома свекловичного, в т.ч. лежалые, являются перспективным сырьём для получения сорбентов.
2. Обосновано, что полученные сорбенты могут использоваться для эффективной очистки сточных вод, содержащих органические загрязнения.
3. Подтверждено, что крупнотоннажные растительные отходы дробины пивной, лигнина гидролизного, жома свекловичного являются эффективными структураторами и могут быть использованы для биоремедиации нефтезагрязнённых грунтов без внесения вторичного загрязнения.

В диссертации представлены результаты, которые следует отнести к предметной области, определяемой научной специальностью 1.5.15 Экология (технические науки) в части п. 5: «Разработка экологически безопасных технологий и материалов, процессов подготовки и повышения качества продукции, утилизации промышленных отходов».

Детальный анализ текста диссертационной работы

В тексте диссертационной работы последовательно раскрываются вынесенные на защиту научные положения.

Глава 1 представляет собой литературный обзор, в котором подробно проанализированы как перспективные направления формирования экономики замкнутого цикла (раздел 1.1) и нормативные правовые акты в указанной области (раздел 1.2), так и способы утилизации крупнотоннажных растительных отходов (раздел 1.3).

Глава 2 посвящена получению сорбентов из растительных отходов. Экспериментально определены параметры обработки отходов дробины пивной, лигнина гидролизного и жома свекловичного с целью получения сорбентов и установлены основные физико-химические характеристики сорбентов, включая их пористую структуру (разделы 2.2 и 2.3). Показано, что полученные карбонизаты являются макропористыми сорбентами с площадью

поверхности 0,83-3,22 м²/г, объёмом микропор 0,00005-0,0003 см³/г.

Полученные экспериментальные данные положены в основу разработки технологии получения карбонизата жома свекловичного, которая защищена патентом Российской Федерации RU 2821395 С1 «Способ получения сорбента из гранулированного свекловичного жома».

Оценена возможность получения активатов из карбонизатов путём как химической, так и парогазовой активации. Определены характеристики пористой структуры полученного активата из карбонизата жома свекловичного (разделы 2.4 и 2.5). Показано, что полученный сорбент-активат является макропористым сорбентом с площадью поверхности 280 м²/г, объёмом микропор 0,0315 см³/г.

На основании экспериментальных данных доказано наличие развитой пористой структуры полученных карбонизатов и активатов из растительных отходов дробины пивной, лигнина гидролизного, жома свекловичного, что обосновывает возможность их использования в качестве сорбентов.

В главе 3 рассмотрены особенности использования растительных отходов в качестве сорбентов. Приводятся результаты экспериментов, обосновывающих целесообразность применения полученных сорбентов для очистки промышленных сточных вод нефтехимического и полиграфического производств (разделы 3.1 и 3.2). Разработаны рекомендации по специализации использования полученных сорбентов с учётом как структуры самих сорбентов, так и характеристик очищаемых сточных вод. Показано, что степень очистки промышленных сточных вод с применением карбонизатов составляет от 42 до 88 %. Полученные показатели сопоставимы со степенью очистки промышленных активированных углей, таких как БАУ-А и АГ-3.

Глава 4 посвящена оценке потенциального вторичного загрязнения почв и грунтов при использовании отходов в качестве структураторов при биоремедиации. По результатам лизиметрического эксперимента доказано, что наименьшим вымыванием вторичных загрязняющих веществ обладает торф низинный и лигнин гидролизный и, следовательно, то есть, использование их как структураторов оказывает минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

В Главе 5 представлены результаты экспериментов по совместной утилизации растительных отходов при биоремедиации нефтезагрязнённых

грунтов. Автором разработана технология биоремедиации нефтезагрязнённых грунтов с применением растительных отходов при внесении биопрепарата «Нефтедеструктор» (раздел 5.2.1). После определения в лабораторных условиях оптимального структуратора и его дозы внесения, эксперимент был воспроизведён в опытно-промышленных (полевых) условиях на промышленной площадке ООО «Росэкойл» при биоремедиации нефтезагрязнённых грунтов Пономарёвского шламонакопителя (раздел 5.2.2).

В результате проведения опытно-промышленных испытаний подтверждена эффективность применения отхода лигнина гидролизного в качестве структуратора и предложена схема технологического процесса (раздел 5.3), разработан «Технологический регламент производства техногрунта рекультивированного (ПГРБ) из нефтезагрязнённых почвогрунтов» ТР 39.00.11-001-14563936-2022.

Технологический процесс согласно ТР 39.00.11-001-14563936-2022 внедрён ООО «Росэкойл» при реализации хозяйственной деятельности по биоремедиации накопленных отходов. Автором получен патент RU 2814273 C1 «Способ обезвреживания нефтезагрязнённых грунтов» на разработанную технологию. Выполнена экономическая оценка предложенной технологии (глава 5.4), позволяющей снизить класс опасности исходных нефтезагрязнённых грунтов.

Практическая значимость работы заключается в том, что автором разработаны две технологии утилизации отходов – технология утилизации жома свекловичного с получением сорбента-карбонизата, защищённая патентом RU 2821395 C1 «Способ получения сорбента из гранулированного свекловичного жома»; технология утилизации лежалых отходов лигнина гидролизного при проведении биоремедиации нефтезагрязнённых грунтов, защищённая патентом RU 2814273 C1 «Способ обезвреживания нефтезагрязнённых грунтов». Кроме того, разработаны «Технологический регламент производства техногрунта рекультивационного (ПГРБ) из нефтезагрязнённых почвогрунтов» и Технические условия на получаемый продукт «Техногрунт рекультивированный (ПГРБ) из нефтезагрязнённых отходов». Технология внедрена на промышленной площадке ООО «Росэкойл» (Оренбургская область); представлено письмо ООО «Росэкойл».

Полученные результаты и разработанные технологии легли в основу

программ по переходу к экономике замкнутого цикла, предусмотренных паспортом Федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» и отражающих региональную политику формирования экономики замкнутого цикла и вовлечения вторичных ресурсов и сырья в хозяйственный оборот в Оренбургской и Кировских областях; проекта нового паспорта отраслевой программы «Применение вторичных ресурсов, вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022-2030 годы», ранее утверждённого Правительством Российской Федерации 29.12.2022 № 16133п-П11.

В целом, диссертационное исследование С. В. Грошевой представляет самостоятельно выполненную, актуальную и комплексную работу, обладающую внутренним единством и отражающую принцип каскадного использования крупнотоннажных растительных отходов в рамках экономики замкнутого цикла. Работа содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в развитие промышленной экологии. Работа хорошо структурирована, написана строгим научным языком; текст снабжён необходимыми иллюстрационными материалами и табличными данными.

Основные положения диссертации изложены в 5 публикациях, в том числе в 3 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах данных, и 2 статьях в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России для опубликования основных результатов научных исследований. Результаты работы были представлены научному сообществу в ходе 10 всероссийских и международных научно-практических конференций.

Замечания по диссертационной работе:

1. При обсуждении полученных данных желательно привлекать методы их вариационно-статистической обработки (базовой описательной статистики, дисперсионного анализа и др.), что позволило бы оценить воспроизводимость результатов и достоверность различий в вариантах опыта.

2. При оценке потенциальной опасности вторичного загрязнения окружающей среды при вымывании атмосферными осадками загрязняющих веществ, содержащихся в нефтезагрязнённых грунтах, в которые внесены в качестве структураторов рассматриваемые растительные отходы дробины пивной, лигнина гидролизного и жома свекловичного, следовало бы в

перечень контролируемых показателей включить тяжелые металлы и металлоиды, а также углеводороды нефти, как приоритетные загрязняющие вещества.

3. При описании условий проведения опыта по использованию отходов дробины пивной, лигнина гидролизного, жома свекловичного в качестве структураторов нефтезагрязнённых грунтов отсутствуют сведения по температуре и освещенности, которые наряду с влажностью субстратов могут повлиять на оценку эффективности предложенной технологии.

4. При интерпретации результатов опытно-промышленного эксперимента по биоремедиации нефтезагрязнённых грунтов с внесением структуратора – лигнина гидролизного, можно было бы привести результаты «фонового» варианта – самоочищения отходов шламонакопителя без внесения структуратора.

Указанные замечания носят характер пожеланий и не снижают общую высокую оценку диссертации С. В. Грошевой. Тем не менее, они требуют авторских пояснений.

Проведённый анализ диссертационной работы позволяет сформулировать следующее **заключение**.

Диссертация Светланы Валерьевны Грошевой на тему «Разработка технологий утилизации растительных отходов в экономике замкнутого цикла» представляет собой завершённую самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой содержатся новые научно обоснованные результаты, имеющие важное значение для решения задач формирования экономики замкнутого цикла, внедрения новых технологий утилизации отходов при соблюдении требований охраны окружающей среды. Диссертация соответствует содержанию научной специальности 1.5.15 Экологии (технические науки) в части п. 5: «Разработка экологически безопасных технологий и материалов, процессов подготовки и повышения качества продукции, утилизации промышленных отходов»

Таким образом, диссертационная работа С. В. Грошевой полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, установленным пп. 2.1-2.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский

химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», утвержденного приказом от 14.09.2023 № 103 ОД (в действующей редакции). Автор диссертационной работы, Грошева Светлана Валерьевна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Официальный оппонент

С.С. 21.05.2025

Ольга Ивановна Сергиенко

доцент факультета экотехнологий Университета ИТМО
кандидат технических наук, доцент

Подпись
удостоверяю
Менеджер ОПС
Виноградова А.Д.

Сергиенко



Контактная информация:

Адрес: 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Телефон: +7 812 480 06 57

Электронная почта: oisergienko@itmo.ru