

О Т З Ы В

официального оппонента, кандидата химических наук, доцента Мадякиной Альмиры Мустакимовны на диссертацию Патокина Дмитрия Александровича на тему: «Утилизация нитроцеллюлозосодержащих отходов с получением комплексных органоминеральных мелиорантов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

1. Актуальность темы диссертации

Тема диссертационного исследования связана с проблемой в системе обращения с отходами производства нитратов целлюлозы – осадками сточных вод механической ступени очистки, образующимися на предприятиях данного профиля. Объекты накопления и временного размещения нитроцеллюлозосодержащих отходов (далее – НЦСО), а также площадки их сжигания, в свою очередь являются источником повышенной техногенной опасности для окружающей природной среды и человека. В условиях кратного увеличения выпуска энергонасыщенных материалов, обусловленного решением задач обеспечения обороноспособности Российской Федерации, приводящего к росту объёмов образования НЦСО в совокупности с накопленными в предыдущие десятилетия объёмами отходов, актуальным становится необходимость разработки технологий утилизации НЦСО с уменьшением негативного воздействия на компоненты окружающей среды и снижения техногенной опасности объектов по их обезвреживанию (сжиганию) для человека и значимых промышленных объектов.

Решаемая в диссертации проблема снижения негативного воздействия НЦСО на компоненты окружающей среды напрямую связана с современными тенденциями ресурсосбережения, а также ориентацией российского хозяйства на принципы экономики замкнутого цикла, где подотрасли химической промышленности располагают огромным потенциалом к использованию отходов и остатков производства в качестве вторичного сырья при получении ценных товарных продуктов для других отраслей хозяйства, закономерно приводящие к снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

В связи с этим исследование Патокина Дмитрия Александровича посвящено актуальной проблематике и направлено на разработку целесообразного и эффективного решения по утилизации НЦСО и отмечается важным научным и прикладным характером.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационной работы Патокина Дмитрия Александровича заключается в установлении удельных показателей выделения загрязняющих веществ в виде соединений металлов, образующихся при открытом сжигании НЦСО на открытых площадках в

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-236 от 16.09.25
АУ УС

совокупности с разработкой методологии их количественного определения. Помимо этого, автором обосновываются наиболее эффективные параметры процесса утилизации НЦСО для дальнейшего применения в качестве минеральных почвенных добавок с последующим получением органоминеральных мелиорантов для нужд благоустройства и рекультивации земель.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Выносимые соискателем на защиту три научных положения характеризуются комплексом обоснованных теоретических и экспериментальных исследований, не противоречат современным научным данным в области защиты окружающей среды, геоэкологии и утилизации отходов энергонасыщенных материалов, а также подкреплены использованием актуальной нормативно-технической и природоохранной документации, применяемых в области утилизации промышленных отходов.

В первом защищаемом положении автором акцентируется внимание на негативный характер обезвреживания НЦСО методом сжигания на открытых площадках, которое приводит к загрязнению атмосферного воздуха в районе расположения одного из предприятий отрасли. Для доказательства выдвигаемого научного положения соискателем определён подробный химический состав НЦСО с установлением класса опасности, проведены эксперименты по установлению выделения загрязняющих веществ при сжигании 1 тонны отходов, а также класса опасности золы, образующейся после их сжигания. На основании полученных данных произведен расчет рассеивания загрязняющих веществ для одной открытой площадки сжигания при обезвреживании одной тонны НЦСО, подтверждающий выделение в атмосферный воздух в количествах превышающих нормативные значения в близлежащих жилых зонах по ряду компонентов (углерод (сажа), неорганические соединения свинца и мышьяка, диалюминий триоксид). Вышеперечисленное в совокупности с описанными в работе свойствами пожаро- и взрывоопасности НЦСО подчеркивают необходимость создания технологии утилизации НЦСО, обеспечивающей снижение негативного воздействия на компоненты природной среды и уровня техногенной опасности.

Второе защищаемое положение посвящено разработанной технологии утилизации нитроцеллюлозосодержащих отходов с получением комплексных минеральных добавок и базируется на проведённых теоретических и экспериментальных исследованиях. Соискателем определены эффективные параметры температуры, временной интервал, соотношения компонентов разного фазового состояния, а также реагенты (гидроксид калия и серная кислота), которые обеспечивают полное разрушение основного компонента отхода в виде нитратов целлюлозы и продукции на её основе в совокупности с получением товарного

продукта – комплексных минеральных добавок. Эффективность минеральных добавок подтверждена при выращивании травосмеси, состоящей из однолетних и многолетних видов растений при внесении минимальных допустимых доз, регламентированных нормативной документацией на удобрения из осадков сточных вод при повышенном содержании тяжелых металлов.

Третье защищаемое положение показывает перспективу получения комплексного органоминерального мелиоранта на основе утилизируемых НЦСО с использованием отходов животноводства в массовом соотношении 1:1. Соискателем предлагается блок-схема, этапов получения минеральных почвенных добавок, скорректированная для исключения образования дополнительных сточных вод (при дегидратации реакционной массы и получении сухих минеральных добавок) и обеспечивающая возможность формирования устойчивого почвенно-растительного покрова за счет введения дополнительного источника органического вещества. Выход готового товарного продукта в виде комплексного органоминерального мелиоранта составляет 10 тонн при утилизации 1 тонны НЦСО. Экологическая безопасность и агрохимическая эффективность разработанных мелиорантов доказывается поставленным вегетационным опытом с почвенной культурой и характеризуется положительными показателями параметров вегетационных сосудов для наземной и корневой частей мятлика лугового и овса посевного, а также химическим составом продукта, который соответствует требованиям ГОСТ Р 54534-2011.

Выдвигаемые научные положения логически связаны между собой и в достаточной степени сформулированы. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

4. Научные результаты, их ценность

Ценность научных результатов работы заключается в разработке способа утилизации осадков сточных вод, содержащих нитраты целлюлозы, с получением продукции в виде органоминеральных мелиорантов, рекомендуемых для рекультивации техногенно нарушенных земель. При этом отходы предприятий спецхимии становятся исходным сырьем для получения продуктов гражданского назначения.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 7 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получен 1 патент.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в том, что автором проведена

комплексная оценка техногенной опасности осадков сточных вод, содержащих нитраты целлюлозы, а также объектов их накопления и обезвреживания. Предложен методологический подход для определения состава отходящих газов, образующихся при обезвреживании НЦСО сжиганием. Указанное способствует расширению научной базы в области утилизации отходов спецхимии.

Практическая значимость работы заключается в разработке технического решения, позволяющего получить комплексный органоминеральный мелиорант из осадков сточных вод, содержащих нитраты целлюлозы, пригодный для рекультивации нарушенных земель.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать на предприятиях специальной технической химии, осуществляющих деятельность по производству промышленных нитратов целлюлозы, для разработки мероприятий по утилизации НЦСО.

Методологический подход для определения состава отходящих газов, образующихся при обезвреживании НЦСО сжиганием, возможно использовать при разработке технологических нормативов производства.

7. Замечания и вопросы по работе

1. Не полностью обоснован выбор гидроксидов щелочных металлов для гидролиза осадка сточных вод. Почему бы не использовать, например, гашеную известь, которая дешевле и, зачастую, является отходом другого производства?

2. В работе для нейтрализации получаемых щелочным гидролизом растворов мелиорантов используются серная и фосфорная кислоты. Как дополнительное внесение ионов фосфатов и сульфатов в почву будет сказываться на их условном фоновом содержании? Фосфат-ион и сульфат-ион входят в «Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» (Распоряжение Правительства РФ от 20 октября 2023 г. № 2909-р).

Не предложены альтернативные нейтрализующие агенты.

3. Автор пишет о том, что навоз удовлетворяет требованиям ГОСТ 33830-2016 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия» по токсикологическим, ветеринарно-санитарным и гигиеническим характеристикам, поэтому для него определили только содержание органического углерода, азота, зольности, влажности. Однако ГОСТ 33830-2016 ограничивает валовое содержание тяжелых металлов в навозе. В работе не приведены данные о содержании тяжелых металлов в навозе.

4. В работе бактериологические показатели полученных комплексных минеральных мелиорантов не определялись на основании того, что навоз соответствует требованиям ГОСТ 33830-2016.

Однако согласно ГОСТ Р 54534-2011 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель» осадки сточных вод, используемые для рекультивации нарушенных земель, сопровождаются паспортом качества, в котором указываются санитарно-бактериологические, санитарно-паразитологические и санитарно-энтомологические показатели. Считаю, что на конечном этапе получения комплексных мелиорантов результаты этих анализов необходимы.

5. В Разделе 4.1 «Технологическая схема утилизации НЦСО с получением комплексных органоминеральных мелиорантов и минеральных почвенных добавок» указано, что технологическая схема представлена в Приложении Д диссертации. Однако в Приложении Д представлена блок-схема производства.

Согласно ГОСТ Р 56639-2015 «Технологическое проектирование промышленных предприятий. Общие требования» технологическая схема содержит основное технологическое оборудование и линии материальных потоков, а не последовательность технологических операций/стадий производства.

6. На основании каких документов и нормативно-правовых актов в Разделе 4.2.4 «Расчет платы за негативное воздействие на атмосферный воздух при обезвреживании методом сжигания» выбраны повышающий коэффициент к ставкам платы 25 и коэффициент индексации 2?

7. В Разделе 4.2.7 «Расчет предотвращённого экологического ущерба атмосферному воздуху при внедрении технологии утилизации НЦСО» при расчете автор ссылается на Методику, утратившую свое действие приказом Минприроды РФ от 5 января 2001 года №2.

8. В литературном обзоре нет ссылок на информационно-технические справочники наилучших доступных технологий.

9. В работе встречаются опечатки, неудачные фразы. Например, стр. 72 «... реакционная масса *нейтрализовалась* дистиллированной *водой* ...», стр. 74 «... Наблюдается четкое *падение* характеристических *пиков* НЦ ...».

Указанные замечания и вопросы не снижают положительной оценки диссертационной работы и её ценности и носят рекомендательный характер.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Утилизация нитроцеллюлозосодержащих отходов с получением комплексных органоминеральных мелиорантов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология, полностью отвечает

требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – **Патокин Дмитрий Александрович** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Официальный оппонент

Доцент кафедры инженерной экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Кандидат химических наук, доцент

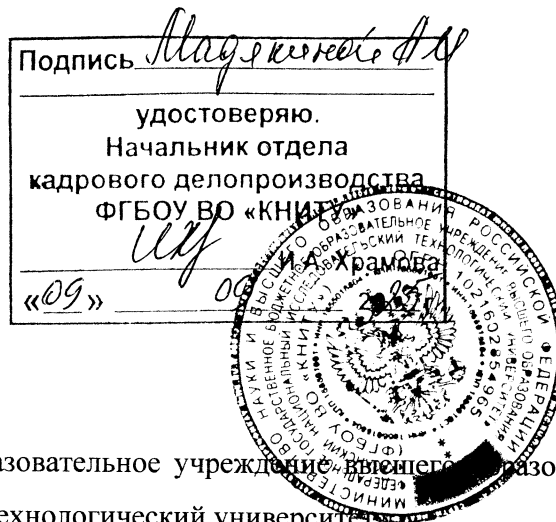


Мадякина Альмира Мустакимовна

08.08.2025

Подпись Мадякиной Альмиры Мустакимовны заверяю

М.П.



Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Почтовый адрес: 420015, Казань, ул. Карла Маркса, д. 68

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.kstu.ru/>

эл. почта: MadyakinaAM@corp.knrtu.ru

телефон: +7(843)231-40-87