

Заключение

объединенного диссертационного совета 99.2.028.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25.12.2024 г. № 12

О присуждении Аджигитовой Айгуль Айдаровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Очистка сточных вод промышленных предприятий от ионов меди сорбентом на основе растительных отходов» по специальности 1.5.15. Экология принята к защите 16.10.2024 г. (протокол заседания № 10) объединенным диссертационным советом 99.2.028.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68, федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18; совет утвержден приказом Минобрнауки России № 937/нк от 14.07.2016 г. (приказом Минобрнауки России №561/нк от 3.06.2021 г., диссертационному совету 99.2.028.02 установлены полномочия по защитах диссертаций на соискание ученой степени кандидата

наук, на соискание ученой степени доктора наук на срок действия номенклатуры научных специальностей).

Соискатель Аджигитова Айгуль Айдаровна, 11.12.1983 года рождения, в 2007 году окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный энергетический университет». В 2024 году окончила аспирантуру заочной формы обучения в ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Минобрнауки России. Работает в должности специалиста по охране труда в службе охраны труда федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова», Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом».

Диссертация выполнена на кафедре инженерной экологии и безопасности труда ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Николаева Лариса Андреевна, заведующий кафедрой инженерной экологии и безопасности труда ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Официальные оппоненты:

– **Свергузова Светлана Васильевна**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», профессор кафедры промышленной экологии;

– **Степанова Светлана Владимировна**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», профессор кафедры инженерной экологии,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, в

своим положительным отзыве, утвержденном, проректором по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», доктором химических наук, профессором Остроумовым Игорем Геннадьевичем, подготовленным и подписанным Тихомировой Еленой Ивановной, доктором биологических наук, профессором, заведующим кафедрой экологии и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Атамановой Ольгой Викторовной, доктором технических наук, профессором, профессором той же кафедры и Ольшанской Любовью Николаевной, доктором химических наук, профессором, профессором той же кафедры, указала, что диссертационная работа Аджигитовой Айгуль Айдаровны посвящена изучению очистки сточных вод промышленных предприятий от ионов меди сорбентом, изготовленным на основе растительных отходов. Решение данной проблемы связано с важными аспектами деятельности в области экологии: во-первых – это создание сорбционных материалов из растительных отходов, что снижает антропогенную нагрузку на окружающую природную среду, во-вторых – это очистка сточных вод гальванического производства от катионов меди разработанными сорбционными материалами. Диссертационная работа Аджигитовой Айгуль Айдаровны на тему «Очистка сточных вод промышленных предприятий от ионов меди сорбентом на основе растительных отходов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой представлено научно-обоснованное технологическое решение очистки сточных вод гальванического производства от катионов меди с использованием сорбентов на основе растительных отходов, имеющее существенное значение для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым п.п. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Аджигитова Айгуль Айдаровна, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 2 статьи в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 статья в журнале, входящем в международные базы данных и системы цитирования, 15 публикаций в сборниках материалов и тезисов международных и всероссийских научных конференций. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени, заимствованный материал без ссылки на автора и/или источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненных Аджигитовой А.А. в соавторстве, без ссылок на своих соавторов. Авторский вклад соискателя составляет 72 %.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. Николаева, Л. А. Очистка сточных вод промышленных предприятий от ионов тяжелых металлов золой отходов потребления / Л. А. Николаева, А. А. Аджигитова, С. Д. Борисова // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2022. – № 1. – С. 102-109. (№ 511 из Перечня рецензируемых научных изданий (на 20.12.2022 г.); K3 – согласно рекомендации ВАК при Минобрнауки России от 21.12.2023 г. №3-пл/1).
2. Николаева, Л. А. Очистка сточных вод промышленных предприятий от ионов меди золой отходов потребления / Л. А. Николаева, А. А. Аджигитова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2021. – No 1(79). – С. 60-68. (№ 814 из Перечня рецензируемых научных изданий (на 21.12.2021 г.); K2 – согласно рекомендации ВАК при Минобрнауки России от 21.12.2023 г. №3-пл/1).
3. Николаева, Л. А. Очистка сточных вод промышленных предприятий от ионов меди золой отходов потребления / Л. А. Николаева, А. А. Аджигитова // Экология и промышленность России. – 2022. – No 2(Т. 26). – С. 4-8. (№1132 из Справочной информации об отечественных изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования (по состоянию на 30.12.2022 г.); K1 – согласно рекомендации ВАК при Минобрнауки России от 21.12.2023 г. №3-пл/1).

На автореферат диссертации поступили отзывы от: доктора технических наук, доцента, профессора кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» **Коротковой Т.Г.**; доктора технических наук, профессора, профессора Высшей школы Гидротехнического и энергетического строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» **Политаевой Н.А.** и кандидата химических наук, заведующего научно-исследовательской лабораторией технологий очистки промышленных и поверхностных сточных вод того же университета **Чечевичкина В.Н.**; доктора технических наук, профессора, профессора кафедры охраны окружающей среды ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» **Глушанковой И.С.**; доктора химических наук, директора Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (обособленного подразделения ГБНУ «Академия наук Республики Татарстан») **Шагидуллина Р.Р.**; доктора химических наук, доцента, профессора департамента нефтегазовых технологий и нефтехимии ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» **Арефьевой О.Д.**; доктора технических наук, профессора, профессора кафедры химии и инженерной экологии Института управления и цифровых технологий ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта» **Пашинина В.А.**; кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры биотехносферной безопасности ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова» **Занько Н.Г.**. Все отзывы **положительные**. Имеются замечания, вопросы, пожелания: 1. На странице 9 автореферата для снижения уровня влажности растительных отходов от 70 % до 20 % предложено использовать фильтр-пресс. Однако, фильтр-пресс для этих целей не применяют, его используют для сепарации и разделения неоднородных жидких сред; 2. Результаты научных исследований желательно подтвердить патентом РФ на изобретение (**Короткова Т.Г.**); 1. На стр. 3 говорится, что уголь марки ДАК имеет эффективность сорбции по ионам меди 99,9%, что маловероятно, так как уголь марки ДАК, во-первых, не является ярко выраженным ионообменником, а во-вторых, имеет наименьшую

активность среди углей по ГОСТ 6217-74. Возможно, следовало указать условия проведения эксперимента; 2. На стр. 9 говорится про химический состав золы, в то время как рентгенографическим методом обычно определяют фазовый состав; 3. На стр. 11 говорится про классификацию изотерм по «Брунауэру, Демину и Теллеру», вероятно, имелось ввиду «Брунауэру, Демингу, Демингу и Теллеру» (теория БДДТ) (Политаева Н.А., Чечевичкин В.Н.); 1. Из автореферата недостаточно ясно, какие именно растительные отходы подвергались сжиганию (Глушанкова И.С.); 1. При сушке растительных отходов образуется фильтрат, каким образом его утилизируют?; 2. По какой методике проводился расчет выбросов при сжигании растительных отходов в топке котла марки ДКВр-10-13С? (Шагидуллин Р.Р.); 1. В автореферате написано, что элементный состав отходов был определен методом рентгеновской дифрактометрии (стр. 8), а химический состав золы – рентгенографическим методом (стр. 9). Необходимо уточнить методы определения химического состава и соответствующие приборы.; 2. В работе автор установил, что экспериментальная изотерма адсорбции ионов меди имеет выпуклую форму и соответствует изотерме Ленгмюра L-типа. Почему для описания изотермы использовано только уравнение Фрейндлиха? Использовал ли автор другие модели для описания изотермы сорбции ионов меди?; 3. Почему для получения гранул из сорбента в качестве связующего выбрано жидкое натриевое стекло?; 4. Требуется пояснение, как образование алюмосиликатных кристаллов при грануляции сорбента с использованием жидкого натриевого стекла влияет на увеличение его удельной поверхности? (Арефьева О.Д.).

Выбор официальных оппонентов обоснован их научными достижениями в области экологии, а именно в разработке и использовании эффективных сорбентов для очистки сточных вод от различных поллютантов, наличием публикаций в ведущих рецензируемых российских и международных научных журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, и международные реферативные базы данных и системы цитирования, по тематике исследования соискателя, и их способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (кафедра экологии и техносферной безопасности) является широко известной в области инженерных решений по охране окружающей природной среды, среди которых ведущим направлением является разработка и применение адсорбционных материалов на основе различных отходов производства для очистки сточных вод. Достигнутые результаты широко апробированы на научных конференциях и опубликованы в ведущих профильных рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях. На базе кафедры функционируют научно-образовательный центр «Промышленная экология» и аккредитованный испытательный лабораторный центр «ЭкоОС».

Диссертационный совет 99.2.028.02 отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

- *предложен* способ утилизации растительных отходов путем сжигания с получением энергии и сорбента, разработанного на основе получаемой золы, который предложено использовать для эффективной очистки сточных вод гальванического производства от ионов меди с целью обеспечения экологической безопасности окружающей среды;

- *получены* данные, доказывающие наибольшую эффективность применения сорбента на основе золы в гранулированной форме в динамическом режиме, позволяющем производить очистку сточных вод гальванического производства от катионов меди на 97,8 %.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- *определен* характер адсорбции катионов меди золой, полученной при сжигании растительных отходов; установлено, что происходит физическая адсорбция; рассчитаны полная и динамическая сорбционная емкости гранулированного сорбента на основе этой золы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- *разработан и получен* гранулированный сорбент, изготовленный из золы от сжигания растительных отходов. Эффективность и низкая стоимость сорбента позволяют ему конкурировать с выпускаемым в промышленных масштабах активированным углем марки ДАК, что способствует решению экологических проблем промышленного, топливно-энергетического комплексов, проблемы утилизации растительных отходов;

- *усовершенствована* технологическая схема очистки сточных вод на предприятии гальванического производства включением дополнительной технологической стадии адсорбционной очистки воды от катионов меди гранулированным сорбентом. При этом, суммарный размер предотвращенного экологического вреда, причиненного сбросом загрязненных ионами меди сточных вод, а также складированием на почвах растительных отходов, составляет 2 940,4 тыс. руб./год. Экономическая эффективность предлагаемой технологии при её реализации составит 1 505 тыс. руб./год.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- достоверность результатов обеспечена применением стандартизированных методов анализа;

- воспроизводимость результатов, полученных с использованием хроматографического, гравиметрического, титриметрического, фотоколориметрического методов анализа, метода рентгеновской дифрактометрии, и проводимых на современном аналитическом оборудовании;

- использование современных методик сбора и обработки информации с привлечением библиографических и реферативных баз данных РИНЦ, Scopus, Web of Science, ScienceDirect; результаты экспериментальных исследований статистически обработаны, полученные значения погрешности измерений при воспроизводимости результатов не выходят за пределы допустимых и подтверждены промышленными испытаниями.

Все это подтверждает **достоверность и обоснованность** полученных результатов и сделанных на их основе выводов.

Личный вклад соискателя состоит в том, что им лично проведены исследования по оценке сорбционных характеристик золы на основе растительных отходов и гранулированного сорбента, полученного из этой золы. Проведена апробация полученных результатов на общероссийских и международных конференциях. Соискатель принимал участие в постановке цели и задач исследования, анализе и обобщении полученных результатов, формулировке выводов, написании научных статей совместно с научным руководителем.

По своему содержанию диссертация соответствует паспорту специальности 1.5.15. Экология согласно пункту 5: «Разработка экологически безопасных технологий и материалов, процессов подготовки и повышения качества продукции, утилизации промышленных отходов».

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования.

Представленные в диссертации результаты, связанные с исследованием сорбционных свойств материалов на основе растительных отходов, могут быть рекомендованы для разработки инженерных решений и использованы промышленными предприятиями и научными организациями, занимающимися вопросами экологии в области загрязнения сточных вод ионами тяжелых металлов, такими как ПАО «Северсталь», ПАО «КАМАЗ», Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» и др.

Результаты, подтверждающие эффективность адсорбции с помощью растительных отходов, могут быть использованы в высших учебных заведениях при подготовке бакалавров и магистров в области инженерной защиты окружающей среды, например, в ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», ФГБОУ ВО «Казанский государственный

10