

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.12  
по диссертации Цукановой Анжелики Николаевны  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Диссертация «Физико-химическое обоснование и разработка усовершенствованной технологии получения углеродного химического поглотителя аммиака и сероводорода» по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ принята к защите 13 апреля 2023 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.12, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 27 января 2022 г. № 5-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедре «Химии и биотехнологии» в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент Ходяшев Николай Борисович, заведующий кафедрой «Химии и биотехнологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Официальные оппоненты:**

Самонин Вячеслав Викторович, доктор технических наук, профессор, 05.17.10 Технология специальных продуктов, заведующий кафедрой «Химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический

институт (технический университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

Фомкин Анатолий Алексеевич, доктор физико-математических наук, 02.00.04 Физическая химия, заведующий лабораторией сорбционных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, дали *положительные* отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Воронеж. Отзыв ведущей организации утвержден Корнеевой Ольгой Сергеевной, доктором биологических наук, профессором, проректором по научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «ВГУИТ», заслушан на расширенном заседании кафедры «Неорганической химии и химической технологии», подписан Нифталиевым Сабухи Илич-оглы, доктором химических наук, профессором, заведующим кафедрой «Неорганической химии и химической технологии». В отзыве указано, что диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно-обоснованные технологические решения по разработке усовершенствованной технологии промышленного получения поглотителя, полученные автором научные результаты достоверны и обоснованы, а соискатель Цуканова Анжелика Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их научными достижениями в области сорбционных материалов и техники, которые по предметной области соответствуют направлению диссертационного исследования соискателя; наличием достаточной квалификации для оценки научной и практической значимости, обоснованности и достоверности полученных выводов.

По теме диссертации соискателем опубликовано 6 научных трудов, в том числе 2 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Web of Science, Scopus и Chemical Abstracts Service. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Цуканова, А.Н. Усовершенствование метода изготовления химического поглотителя аммиака и сероводорода / А.Н. Цуканова, Е.А. Фарберова, Н.Б. Ходяшев, К.Г. Кузьминых, А.Л. Казанцев, Н.В. Лимонов //

Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2021. – Т. 64, № 3. – С. 66-72 (Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts Service).

*Работа соискателя посвящена модифицированию метода получения химического поглотителя аммиака и сероводорода с целью улучшения его сорбционных характеристик. Показано, что применение поверхностно-активных веществ и ультразвуковых колебаний при приготовлении проточного раствора сульфата меди позволяет получать поглотитель с увеличенной динамической активностью по аммиаку и сероводороду.*

2. Фарберова, Е.А. Влияние отдельных факторов на формирование кристаллической фазы активного компонента и свойства углеродного химического поглотителя аммиака и сероводорода / Е.А. Фарберова, А.Н. Цуканова, С.А. Смирнов, К.Г. Кузьминых, Н.Б. Ходяшев, Е.А. Тиньгаева // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2022. – Т. 65, № 6. – С. 27-36 (Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts Service).

*В данной работе соискателем представлены результаты исследований влияния параметров процесса получения химического поглотителя аммиака и сероводорода на структуру кристаллической фазы активной добавки и его сорбционные свойства. Показано различное влияние термического и ультразвукового методов приготовления проточного раствора сульфата меди на форму и размеры кристаллитов активной добавки, связь с сорбционными характеристиками.*

3. Цуканова, А.Н. Корреляционный анализ процесса получения углеродного химического поглотителя аммиака и сероводорода и предложения по усовершенствованию технологической схемы его промышленного производства / А.Н. Цуканова, Е.А. Фарберова, Н.В. Лимонов, Н.Б. Ходяшев // Вестник технологического университета. – 2022. – Т. 25, №10. – С. 20-26.

*В работе представлены результаты корреляционного анализа основных технологических параметров промышленного производства поглотителя аммиака и сероводорода. В результате проведенного анализа определены факторы, влияющие на свойства получаемого поглотителя, предложены решения по усовершенствованию технологической схемы производства химического поглотителя, внедрение которых позволит снизить расходы сырьевых компонентов, энергоресурсов, а также трудозатраты.*

4. Цуканова, А.Н. Влияние пористой структуры и свойств активированных углей на характеристики химического поглотителя аммиака и сероводорода / А.Н. Цуканова, Е.А. Фарберова, Е.А. Першин, Н.Б. Ходяшев, Н.В. Лимонов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2021. – № 3. – С. 33-46.

*В работе представлены результаты исследования влияния пористой структуры и характеристик гранулированного активированного угля-носителя на свойства химического поглотителя аммиака и сероводорода. Показано влияние состава сырьевых компонентов на характеристики пористой структуры гранулированного активированного угля-носителя и качество химического поглотителя аммиака и сероводорода, изготовленного на его основе.*

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, все отзывы положительные:

– **Дёгтев Михаил Иванович**, доктор химических наук, профессор кафедры «Аналитической химии и экспертизы» ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

– **Залозная Лариса Анатольевна**, кандидат химических наук, руководитель научно-технической группы ООО «Зелинский групп»;

– **Калинин Александр Иванович**, кандидат химических наук, начальник химико-аналитической лаборатории ООО «ЭкоКонтроль»;

– **Ощепкова Анна Зальмановна**, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по инновациям ФГБУ УралНИИ «Экология»;

– **Баннов Александр Георгиевич**, доктор технических наук, доцент кафедры «Химии и химической технологии», заведующий лабораторией «Химическая технология функциональных материалов», старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»;

– **Сосникова Елена Владимировна**, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Центра физики облаков и активных воздействий ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория».

В отзывах дана высокая оценка научного уровня диссертации Цукановой Анжелики Николаевны, ее теоретической и практической значимости. Отмечено, что диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** усовершенствованная технологическая схема промышленного производства химического поглотителя аммиака и сероводорода;

**предложено** промышленное использование ультразвукового реактора для

приготовления пропиточного раствора сульфата меди в процессе изготовления химического поглотителя, использование вибрационного смесителя с возможностью поддержания необходимой температуры для проведения процесса пропитки, проведение процесса вылеживания в бункерах небольшого объема при оптимальной температуре, а также проведение термообработки пропитанного активированного угля в конвективной сушилке горячим воздухом;

**доказано** влияние сырьевых компонентов производства активированных углей и параметров технологического процесса получения химического поглотителя на его свойства;

**введены** усовершенствования технологии промышленного получения поглотителя на основании физико-химического обоснования выявленных недостатков;

**определено** оптимальное содержание активной химической добавки в составе поглотителя, обеспечивающее наиболее высокий уровень его динамической активности по аммиаку и сероводороду, а также свойства кристаллитов химической добавки на поверхности гранул поглотителя в зависимости от условий получения пропиточного раствора сульфата меди (II).

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

**доказано**, что динамическая активность химического поглотителя по аммиаку и сероводороду повышается при уменьшении содержания каменноугольной смолы в составе композиционного связующего при производстве угольной основы, при уменьшении объема макро-, мезопор и суммарного объема пор в угольной основе, увеличении объема микропор, а также при снижении температуры термообработки пропитанной угольной основы в процессе изготовления поглотителя;

**изложены** установленные зависимости качественных характеристик химического поглотителя от различных параметров пористой структуры активированного угля;

**раскрыты** корреляционные зависимости между технологическими параметрами получения и составом, строением сорбента и его свойствами;

**изучены** связи способов приготовления пропиточного раствора сульфата меди (II) с формой и размером кристаллитов активной химической добавки в составе поглотителя и его свойств;

**проведена модернизация** существующего технологического процесса промышленного получения поглотителя.

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

**установлены** основные недостатки существующей технологии

производства химического поглотителя, а именно - кристаллизация соли из пропиточного раствора при контакте с угольной основой из-за высокой разницы температур, снижение способности к смачиванию активированного угля пропиточным раствором в связи с увеличением содержания каменноугольной смолы в составе композиционного связующего при его изготовлении, а также воздействие высоких температур на пропитанный активированный уголь и контакт полученного продукта с дымовыми газами в процессе его термообработки;

**разработаны и внедрены** исходные данные для подготовки проектной документации на создание нового производства химических поглотителей на АО «Сорбент» (г. Пермь), что подтверждается актом внедрения результатов работы на предприятие;

**определены** основные факторы, влияющие на активность химического поглотителя по аммиаку и сероводороду;

**создана** теоретическая основа для разработки практических рекомендаций по выбору активированного угля в качестве основы поглотителя с определенными параметрами пористой структуры;

**представлен** расчет экономического эффекта от реализации на предприятии АО «Сорбент» усовершенствованной технологии получения химического поглотителя;

научные и практические результаты, полученные в ходе работы над диссертацией, **внедрены** в учебный процесс на кафедре «Химических технологий» ФГАОУ ВО «ГНИПУ».

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила:

**экспериментальные работы** проводились в лабораторных условиях с применением современных стандартных методов исследования и аттестованных приборов, позволивших получить точные и воспроизводимые данные;

**теория** построена на известных данных отечественных и зарубежных авторов, занимающимися разработками в области сорбционных материалов и изделий сорбционной техники;

**идея базируется** на анализе и обобщении отечественного и зарубежного опыта в технологии изготовления химического поглотителя аммиака и сероводорода;

**установлено**, что результаты, полученные автором, согласуются с данными, представленными в современной научной литературе по данной тематике.

**Личный вклад соискателя** состоит в анализе литературных данных; проведении корреляционного анализа основных технологических параметров

промышленного производства поглотителя аммиака и сероводорода; планировании и проведении экспериментов, в частности получении образцов химического поглотителя и исследовании их свойств, исследовании свойств растворов сульфата меди (II), полученных традиционным способом, а также в присутствии поверхностно-активных веществ или при воздействии ультразвуковых колебаний; определении факторов, влияющих на свойства поглотителя; формировании предложений по усовершенствованию технологической схемы промышленного производства химического поглотителя; обработке и обсуждению результатов исследований; подготовке научных статей, тезисов докладов конференций; участии в конкурсах, симпозиумах и конференциях.

**Диссертационный совет пришел к выводам** о том, что:

1) диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 декабря 2021 г. № 1-О: в работе изложены научно-обоснованные решения по усовершенствованию технологии получения химического поглотителя аммиака и сероводорода на угольной основе, что позволит повысить защитные характеристики поглотителя, а также изготовленных на его основе средств индивидуальной защиты от вредных веществ, и получить экономический эффект от ее реализации.

2) диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую п. 1 «Технологические процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты», п. 4 «Способы и последовательность технологических операций и процессов переработки сырья, промежуточных и побочных продуктов, вторичных материальных ресурсов (отходов производства и потребления) в неорганические продукты», п. 6 «Свойства сырья и материалов, закономерности технологических процессов для разработки, технологических расчетов, проектирования и управления химико-технологическими процессами и производствами» паспорта научной специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

На заседании 15 июня 2023 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.12 принял решение присудить Цукановой Анжелике Николаевне ученую степень кандидата технических наук (протокол № 9 от 15 июня 2023 г.).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в

количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 18, против присуждения ученой степени – 0.

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.12,  
доктор технических наук, профессор

Рудакова Л.В.

Ученый секретарь диссертационного  
кандидат технических наук, доцент

2,

Калинина Е.В.

« 19 » июня 2023 г.