



УТВЕРЖДАЮ

Пр.ИО ректора,

\_\_\_\_\_ профессор

\_\_\_ О.С. Корнеева

\_\_\_\_\_ 2023 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»**  
на диссертационную работу **Цукановой Анжелики Николаевны**  
«Физико-химическое обоснование и разработка усовершенствованной технологии  
получения углеродного химического поглотителя аммиака и сероводорода»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ

Диссертационная работа Цукановой Анжелики Николаевны посвящена физико-химическому обоснованию и разработке усовершенствованной технологии получения углеродного химического поглотителя аммиака и сероводорода с улучшенными сорбционными характеристиками.

Для достижения указанной цели в работе были решены следующие задачи:

- проведён всесторонний анализ существующей технологии получения химического поглотителя и выявлены основные факторы, снижающие её эффективность и качество продукта;
- установлено влияние сырьевых компонентов, используемых при получении активированных углей, на свойства химического поглотителя;
- изучено влияние пористой структуры и отдельных свойств активированного угля на характеристики химического поглотителя;
- исследована взаимосвязь условий получения пропиточного раствора сульфата меди и свойств химического поглотителя;
- изучена зависимость характеристик кристаллитов активной добавки на поверхности поглотителя в зависимости от условий его получения;
- сформулированы рекомендации по усовершенствованию основных стадий технологического процесса промышленного производства химического поглотителя аммиака и сероводорода;
- выработаны предложения для разработки исходных данных на проектирование усовершенствованного технологического процесса получения поглотителя «Купрамит».

**Общая характеристика диссертации.** Диссертационная работа Цукановой А.Н. изложена на 146 страницах машинописного текста, состоит из введения, шести разделов, обсуждения результатов, выводов, библиографического списка, содержит 41 рисунок, 21 таблицу, 68 источников литературы и 5 приложений.

Структура, объём и оформление диссертационной работы соответствуют актуальным требованиям ВАК РФ в отношении кандидатских диссертаций.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и в полной мере отражает ключевые результаты проведенных исследований и выводы.

**Актуальность темы исследования.** Очистка воздуха и сточных вод от аммиака и сероводорода в химической промышленности и сельском хозяйстве является важным направлением в сорбции, где для этого широко применяют хемосорбционные методы очистки с применением углеродного химического поглотителя марки «Купрамит». Неизбежные изменения сырьевых компонентов в производстве угольной основы наряду с недостатками существующей устаревшей технологии изготовления химического поглотителя являются причиной снижения стабильности его качества. Улучшение сорбционных характеристик поглотителя в заданных условиях является, несомненно, важным и актуальным, чему и посвящена диссертационная работа Цукановой А.Н.

**Научная новизна исследования.**

1. Впервые установлено влияние сырьевых компонентов производства гранулированных активированных углей на формирование их пористой структуры и свойства химических поглотителей, полученных на их основе. Показано, что использование каменноугольной смолы в качестве связующего или увеличение ее доли в составе композиционного связующего при получении гранулированного активированного угля (ГАУ) изменяет его пористую структуру, снижает смачиваемость поверхности пропиточным раствором и приводит к уменьшению поглощающей способности химического поглотителя, полученного на его основе.

2. Установлена взаимосвязь параметров пористой структуры активированного угля со свойствами химического поглотителя. Доказано, что повышение доли микропор, уменьшение доли мезо- и макропор в ГАУ приводит к получению химического поглотителя с меньшими размерами частиц активной фазы сульфата меди (II) и с более высокими защитными характеристиками.

3. Впервые показано влияние ультразвуковой обработки пропиточного раствора на форму и размер кристаллитов активной добавки, нанесенной на поверхность активированного угля и на динамическую активность поглотителя по аммиаку и сероводороду. Установлен оптимальный интервал содержания активной формы сернокислой меди, обеспечивающий наиболее высокий уровень динамического средства поглотителя по аммиаку и сероводороду.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов исследования достигнута благодаря применению апробированных методов, аттестованного оборудования и поверенных средств измерений. Обоснованность результатов исследования подтверждена теоретическими и практическими исследованиями, их положительной оценкой на научных конференциях и публикацией результатов в ведущих научных журналах.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных научных конференциях, симпозиумах и конкурсах, материалы конференций опубликованы в соответствующих сборниках. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 6 научных трудах, в том числе 2 – в изданиях, индексированных в международных базах цитирования Web of Science, Scopus и Chemical Abstracts Service, 3 – в ведущих рецензируемых изданиях, 1 – в монографии.

**Практическая значимость результатов диссертационного исследования.** В результате проведенных исследований определены основные факторы, влияющие на свойства химического поглотителя, и подготовлены исходные данные для проектирования

усовершенствованной технологической линии производства поглотителя на АО «Сорбент» (г. Пермь), что является, безусловно, важным для развития сорбционной промышленности. Практическая значимость работы подтверждена актом внедрения ее результатов на АО «Сорбент» и актом внедрения в учебный процесс ПНИПУ.

**Оценка результатов диссертационного исследования.** В диссертационной работе представлен комплексный анализ действующей технологии промышленного получения химического поглотителя аммиака и сероводорода. Установлены недостатки технологического процесса и предложены пути их решения. К основным факторам, влияющим на сорбционную активность химического поглотителя, отнесены сырьевые компоненты, используемые при изготовлении активированного угля - основы поглотителя, пористая структура активированного угля и параметры технологического процесса изготовления поглотителя.

Представлены результаты исследования влияния способов приготовления пропиточного раствора на свойства химического поглотителя. Показано, что получение пропиточного раствора сульфата меди ультразвуковой обработкой позволяет равномерно наносить активную добавку на угольную основу в виде мелких кристаллитов неправильной формы, что повышает динамическую активность поглотителя по аммиаку и сероводороду. Показано, что сорбционная активность поглотителя зависит от формы и размеров кристаллитов активной добавки в составе.

Соискателем исследовано влияние пористой структуры активированного угля – основы поглотителя на его химические свойства. Определены рекомендуемые параметры пористой структуры гранулированного активированного угля для получения эффективного химического поглотителя.

Главным итогом работы является разработка предложений по усовершенствованию технологической схемы получения химического поглотителя, которые будут учтены при проектировании нового производства химических поглотителей на АО «Сорбент».

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Результаты диссертационного исследования Цукановой А.Н. могут быть использованы предприятиями по производству сорбентов и средств защиты органов дыхания, в частности ООО «Зелинский групп», а также высшими учебными заведениями, в образовательную деятельность которых включено изучение вопросов сорбционной техники, получения активированных углей и сорбентов на их основе, адсорбции и катализа, например, ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

#### **Замечания по результатам диссертационного исследования.**

1. Странно оформлена первая глава диссертационной работы – приведен литературный обзор, где не место подглаве 1.2, которую, на мой взгляд, нужно было разместить во второй главе.

2. Во второй главе нет ссылок на некоторые методы определения физических характеристик, например, метод определения поверхностного натяжения, метод определения краевого угла смачивания и т.д. Складывается впечатление, что они собственной разработки соискателя.

3. По знаку коэффициентов корреляции можно заключить, что чем выше в активированном угле удельная площадь поверхности по БЭТ, площадь поверхности

микропор, объем микропор и чем меньше объем мезо- и макропор в основе, тем выше уровень динамической активности поглотителя по аммиаку. Как в таком случае возможно получить максимальные характеристики этого параметра?

4. Нередко таблицы и рисунки дублируют друг друга (таб.4.1 и рис.4.1, таб. 4.4 и рис. 4.7, 4.8, таб. 5.5 и рис. 5.1, 5.2, таб. 5.7 и рис. 5.3-5.5). Нужно было оставить или таблицы или рисунки.

5. Очень тяжело анализировать рисунок 4.2 из-за неудачно подобранного масштаба.

6. Автором исследовано влияние температуры (50 и 80 °С) раствора сульфата меди (II) и введения в раствор различного типа ПАВ на изменение поверхностного натяжения раствора и краевого угла смачивания гранулы активированного угля раствором соли с концентрациями 190 и 360 г/л. Чем обусловлен выбор конкретно этих параметров?

7. На графиках (рисунки 5.8, 5.9, 5.11, 5.12, 5.13) разброс экспериментальных точек слишком большой. О какой корреляционной зависимости идет речь (коэффициенты корреляции в этих случаях невысокие)? Такая же проблема прослеживается и в других рисунках – 5.23-5.26.

8. Не совсем понятно, какие максимальные значения динамической активности поглотителя по аммиаку и сероводороду получены соискателем в результате новшеств, примененных в диссертационной работе.

Обозначенные замечания не снижают научную и практическую ценность диссертационного исследования.

**Заключение.** Диссертационная работа Цукановой Анжелики Николаевны на тему «Физико-химическое обоснование и разработка усовершенствованной технологии получения углеродного химического поглотителя аммиака и сероводорода» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены обоснованные технологические решения по разработке усовершенствованной технологии промышленного получения поглотителя.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ по следующим пунктам:

- 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;

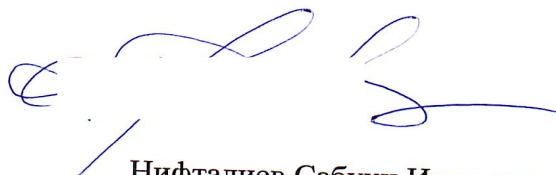
- п. 6 – свойства сырья и материалов, закономерности технологических процессов для разработки, технологических расчетов, проектирования и управления химико-технологическими процессами и производствами.

Диссертационная работа соответствует требованиям пунктов 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. в действующей редакции, и отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» и Критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней, установленным «Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ», утвержденных ректором ПНИПУ от 09 декабря 2021 г.

Соискатель Цуканова Анжелика Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры неорганической химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (Протокол №10 от «19» мая 2023 г.).

Заведующий кафедрой неорганической химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»  
д.х.н., профессор



Нифталиев Сабухи Илич-оглы

**Сведения о ведущей организации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)

394036, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19

Тел.+7(473) 255-42-67

e-mail: [post@vsuet.ru](mailto:post@vsuet.ru), [niftaliev@gmail.com](mailto:niftaliev@gmail.com)

URL:<https://vsuet.ru/>