

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.226.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 07.06.2024 г. № 26

О присуждении Ивановой Татьяне Константиновне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Гранулированный реагент на основе серпентиновых минералов для извлечения металлов из техногенных растворов» по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ» принята к защите 14 марта 2024 года (протокол заседания № 24) диссертационным советом 24.1.226.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» Минобрнауки РФ (184209, г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Ферсмана, 14), утвержденным приказом Минобрнауки Российской Федерации № 548/нк от 01 июля 2019 года.

Соискатель **Иванова Татьяна Константиновна**, 05 декабря 1985 года рождения, в 2008 году завершила обучение в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Мурманский государственный технический университет» (по очной форме) по специальности «Химия», специализация «Физическая химия». В период с 01 ноября 2011 года по 07 июля 2020 года Иванова Т.К. обучалась в аспирантуре при ФИЦ КНЦ РАН по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология», профиль – 05.17.01 «Технология неорганических веществ». Справка № 186-05/15 об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана 06.11.2020 года. В настоящее время соискатель работает в должности инженера

Отдела технологии силикатных материалов Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН) Минобрнауки РФ и в должности младшего научного сотрудника лаборатории природоподобных технологий и техносферной безопасности Арктики Центра наноматериаловедения Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ РАН).

Диссертация выполнена в Отделе технологии силикатных материалов Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН) Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, **Кременецкая Ирина Петровна**, старший научный сотрудник Отдела технологии силикатных материалов ИХТРЭМС КНЦ РАН, г. Апатиты.

Официальные оппоненты:

Нараев Вячеслав Николаевич, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии неорганических веществ (ТНВ) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный Технологический институт (технический университет)» (СПбГТИ(ТУ)), г. Санкт-Петербург,

Поляков Евгений Валентинович, доктор химических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией физико-химических методов анализа Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт химии твердого тела Уральского Отделения Российской академии наук (ИХТТ УрО РАН), г. Екатеринбург,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ), г. Владивосток, в своем положительном отзыве, подписанном Евгением Константиновичем Папыновым, кандидатом химических наук, заместителем директора по развитию, заведующим лабораторией ядерных технологий Института наукоемких технологий и передовых материалов Дальневосточного федерального университета (ИНТиПМ ФГАОУ ВО ДВФУ), и Артуром Николаевичем Драньковым, кандидатом химических наук, доцентом департамента ядерных технологий ИНТиПМ ФГАОУ ВО ДВФУ, утвержденном Гончаровой Светланой Николаевной, врио проректора по научной работе ДВФУ, указала, что в рассматриваемой диссертации предлагается комплексный подход к решению актуальной задачи утилизации горнопромышленных отходов и очистки высококонцентрированных техногенных вод, которые образуются на предприятиях по добыче металлосодержащего сырья. Диссертационная работа посвящена исследованию закономерностей термоактивации серпентиновых минералов, процессов гидратации термоактивированных продуктов и образования вяжущей композиции на их основе. Разработан гранулированный щелочной реагент, изучены закономерности его применения для очистки техногенных растворов. Диссертация направлена на решение практической задачи применения серпентинового вторичного сырья для получения щелочного реагента как альтернативы соды в технологии отдельного осаждения соединений металлов из высокозагрязненных техногенных растворов. В работе дано физико-химическое обоснование последовательным этапам достижения поставленной цели в реальных производственных условиях. Технологические операции включают в себя: 1) термоактивацию серпентинов с применением экспресс-метода контроля условий обжига; 2) обоснованный выбор серпентинита и условий образования и твердения вяжущего материала, оптимизации режима гранулирования; 3) многоступенчатую очистку

техногенных растворов в контролируемых кислотно-щелочных условиях; 4) утилизацию отработанного реагента.

По мнению ведущей организации, представленная диссертационная работа по актуальности, новизне, практической значимости и уровню проведённых исследований удовлетворяет требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. от 25.01.2024 г. № 62), предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание учёной степени **кандидата технических наук**, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации выполнен в соответствии с п. 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в ред. от 25.01.2024 г. № 62) и обоснован их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Соискатель имеет 50 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 18 печатных работ, четыре из которых – в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, в журналах, индексированных в базах данных Web of Science и Scopus, опубликовано две статьи (общий объём статей – 8,25 условных печатных листов). По результатам исследований получены два патента РФ: № 2768871 от 25.03.2022 и № 2795705 от 11.05.2023.

Опубликованные работы полностью отражают основные положения диссертационного исследования, в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые работы автора по теме диссертации: **1. Иванова Т.К.,** Кременецкая И.П., Гуревич Б.И. Получение и технологические характеристики гранулированного магнезиально-силикатного реагента // Химическая технология. – 2018. – Т. 19, № 1. – С. 2–10. Ядро РИНЦ, ВАК РФ, RSCI; **2.**

Модифицированные материалы на основе слоистых силикатов как мелиоранты для ремедиации подзола техногенной пустоши / **Т.К. Иванова**, М.В. Слуковская, И.А. Мосендз, Е.А. Красавцева, В.В. Максимова, И.П. Канарейкина, А.А. Широкая, И.П. Кременецкая // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. – 2021. – Т. 16, № 4. – С. 370–388. Ядро РИНЦ, ВАК РФ, RSCI; **3.** Раздельное осаждение металлов из высококонцентрированных растворов гранулированным магниезиально-силикатным реагентом / И.П. Кременецкая, **Т.К. Иванова**, Б.И. Гуревич, А.И. Новиков, В.В. Семушин // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2021. – Т. 24, № 1. – С. 118–130., РИНЦ, ВАК РФ; **4.** In Situ Control of Thermal Activation Conditions by Color for Serpentes with a High Iron Content / **Т.К. Ivanova**, I.P. Kremenetskaya, A.I. Novikov, V.G. Semenov, A.G. Nikolaev, M.V. Slukovskaya // Materials. – 2021. – Vol. 14, № 21. – 6731. IF 3,4, Scopus Q2, WoS Q2; **5.** Magnesium Silicate Binding Materials Formed from Heat-Treated Serpentine-Group Minerals and Aqueous Solutions: Structural Features, Acid-Neutralizing Capacity, and Strength Properties / **Т.К. Ivanova**, I.P. Kremenetskaya, V.V. Marchevskaya, M.V. Slukovskaya, S.V. Drogobuzhskaya // Materials. – 2022. – 15. – 8785 IF 3,4, Scopus Q2, WoS Q2.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все отзывы имеют положительную оценку, некоторые содержат замечания и вопросы:

1. Калашникова Галина Олеговна, кандидат технических наук, доцент кафедры физики, биологии и инженерных технологий, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский арктический университет», филиал г. Апатиты: *без замечаний*.

2. Зулумян Ншан Оганесович, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией физико-химических исследований и обработки основных пород, Институт общей и неорганической химии Национальной Академии Наук Республики Армения, Армения, г. Ереван: *в качестве замечания рекомендуется более внимательно подойти к употреблению*

терминов серпентинит и серпентин, принимая во внимания, что серпентинит – это горная порода, а серпентин – чистый минерал без примесей. Было бы интересно для определения наиболее активной фазы полученные результаты дополнить химическими исследования по степени извлечения магния из термообработанных серпентинитов.

3. Каплан Савелий Федорович, кандидат химических наук, главный специалист лаборатории агитационного выщелачивания и сорбции АО «Полиметалл инжиниринг», г. Санкт-Петербург: *1. Какие конкретные технические меры (решения) мог бы предложить автор для ПАО «Гайский ГОК» (или других предприятий) для многоступенчатого осаждения металлов из подотвальных вод? 2. По мнению автора, потребуется ли дополнительная обработка очищенных серпентином вод, до ПДК на сброс?*

4. Орехова Наталья Николаевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых Института горного дела и транспорта ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск: *1. Из текста автора следует что на каждой стадии очистки в воду вводили реагент, количество которого определяло соотношение $T:Ж = 1:10$. При изменении концентрации металлов или кислотности раствора для достижения требуемого pH в конкретной стадии, вероятно, следует изменить количество реагента. Исходя из какого условия определяется количество (масса, расход) реагента в одной стадии; 2. В автореферате описывается несколько установленных зависимостей, но не представлено ни одного эмпирического уравнения. Проводилась ли математическая обработка результатов?*

5. Федосеева Валентина Ивановна, доктор химических наук, старший научный сотрудник, профессор химического отделения Института естественных наук ФГАОУ ВО «Северовосточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» (главный научный сотрудник ФГБУН Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН), г. Якутск: *1. Почему кислотонейтрализующая активность материала из антигорита существенно*

ниже чем из хризотила и лизардита, близких по активности (с. 13)? В то же время энергия активации реакции дегидроксилирования заметно повышается от хризотила к лизардиту и далее к антигориту. 2. Чем объяснить различие кислотонейтрализующей активности используемых материалов в теоретических и экспериментальных аспектах (табл. 3)? 3. С чем, в основном, в химическом плане связано выведение основных загрязняющих компонентов подотвальных вод Гайского ГОКа? Просматривается ли влияние (и какое) на этот процесс высокого содержания сульфат ионов?

6. Ильина Вера Петровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Отдела минерального сырья Института геологии КарНЦ РАН Федерального государственного бюджетного Учреждения науки Федеральный исследовательский центр «КарНЦ АН РАН»: 1. В тексте автореферата в разделе 3.1 представлены результаты изучения влияния температуры обжига на фазовый состав и активность двух образцов серпентинов: серпентинитомагнезита (СМ) и хризотила (ХС) Халиловского месторождения и вместе с тем полностью отсутствует информация об образцах (АС) Печенгского месторождения, (СХ) Хабозерского и (СК) Ковдорского месторождений. Отсутствие данной информации не позволяет сравнивать используемые материалы между собой, сравнивать влияние морфологических особенностей серпентинов на фазовый состав и активность образцов серпентинов в процессе термообработки, а также сравнивать условия эксперимента в данной работе с известными опубликованными работами по данной проблеме. 2. При описании экспериментальных результатов автором изучены условия получения гранулированного реагента на образцах антигорита (АС), лизардита (ХС), (СК), хризотила (ХС) (раздел 4). Но, к сожалению, не приведены результаты по серпентинитомагнезиту (СМ), при этом гранулирование термоактивированного серпентинитомагнезита проводили на турболлопастном смесителе-грануляторе типа ТЛ-020.

7. Баранцева Светлана Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии стекла и керамики, Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, г. Минск; Попов Ростислав Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии

стекла и керамики, Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, г. Минск: *По нашему мнению несколько идеализирована оценка цветовых характеристик для методов контроля температуры обжига, более достоверными являются методы структурных исследований (мёссбауэровская спектроскопия, рентгенофазовый анализ, оптическая спектроскопия), а также определение физико-химических свойств гранулированного серпентинитового продукта. Имеются некоторые опечатки (стр. 14. абз.2); таблицу 4 следовало поместить после ссылки на нее. Не совсем понятно, в каких единицах измерялись потери массы и количество фаз В, S. Желательно подтвердить целесообразность использования хризотила несколько ранее, чем в основных выводах.*

8. Голубева Ольга Юрьевна, доктор химических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией химии силикатных сорбентов Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН., г. Санкт-Петербург: *фраза на стр. 11 автореферата (и первый вывод по диссертации) вызывает вопросы: “По мере увеличения температуры обжига происходит изменение фазового состава образцов, которое отражается на их активности, оптимальную температуру обжига следует устанавливать для каждого конкретного теплового агрегата”. Во-первых, непонятно, о какой активности образцов идёт речь, во-вторых, представляется очевидным, что изменение фазового состава приводит к изменению свойств, в-третьих – непонятно, как первая часть данной фразы связана с последней, посвящённой тепловым агрегатам и что такое “оптимальная температура обжига” и почему она зависит от конкретного теплового агрегата?*

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан гранулированный магнезиально-силикатный реагент на основе серпентиновых минералов для очистки высокозагрязненных техногенных растворов от соединений металлов (алюминия, железа, меди, никеля и цинка) с получением ликвидных утилизируемых продуктов. **Разработан** метод экспресс-контроля процесса обжига серпентиновых минералов с высоким содержанием железа; **предложен** алгоритм контроля условий термоактивации.

Изучено влияние структуры исходных серпентиновых минералов на процесс образования магнезиально-силикатного вяжущего при взаимодействии термоактивированных серпентиновых минералов с водными растворами. **Исследован** процесс гидратации термоактивированных серпентинов. **Определено**, что образование гидратированной магнезиально-силикатной фазы, обладающей вяжущими свойствами, происходит в результате взаимодействия с водой рентгеноаморфных форстерита и / или энстатита в термоактивированных образцах. **Изучены** прочностные характеристики вяжущего, полученного на основе термоактивированных серпентинов и воды. **Установлено**, что для получения гранулированного реагента целесообразно использовать серпентиновый минерал хризотил. **Определены** условия извлечения соединений алюминия, железа, меди, никеля и цинка из высококонцентрированных растворов. **Предложены** способы использования отработанного магнезиально-силикатного реагента в качестве мелиоранта для восстановления техногенно нарушенных земель, а также в виде добавки в шихту для улучшения свойств теплоизоляционных пеностекольных материалов.

Экспериментальные результаты, полученные методами рентгенофазового и дифференциально-термического анализов, мёссбауэровской и оптической спектроскопии, электронной микроскопии, химического анализа, методом анализа цифровых изображений, параметров цветности серпентинов и термодинамического моделирования, **интерпретированы** на высоком научном уровне.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики определяется **разработкой** способа очистки высокозагрязненных техногенных растворов от алюминия, железа, меди, никеля и цинка гранулированным магнезиально-силикатным реагентом на основе термоактивированных серпентиновых минералов с получением ликвидных утилизируемых продуктов. **Представлены** практические рекомендации по применению отработанного серпентинового реагента, который может быть

использован в качестве мелиоранта для восстановления техногенно нарушенных земель, а также в виде добавки в шихту для улучшения свойств теплоизоляционных пеностекольных материалов.

Оценка достоверности результатов исследования обеспечена: применением методически обоснованного комплекса исследований с использованием стандартных методик, многократным повторением экспериментов, применением поверенного оборудования, сравнительным анализом полученных результатов с государственными стандартными образцами. Механические испытания проводили с использованием приборной базы Кольского испытательного центра строительных материалов и изделий (КИЦСМИ) — подразделения ОТСМ ИХТРЭМС КНЦ РАН, имеющего заключение о состоянии измерений в лаборатории № 15/2021, удостоверяющее наличие необходимых условий для выполнения измерений в закреплённой за Центром области деятельности; **использованы** современные программы обработки и представления экспериментальных данных (SmartLab Studio II, Grapher 8).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном и активном участии в выполнении всех этапов работы, а именно: в формулировке проблем, постановке целей и задач, в планировании и проведении экспериментальных исследований, в обосновании методических подходов и проведении анализа экспериментальных материалов, в интерпретации результатов, подготовке отчетов и публикаций. Кроме того, соискателем проводилась подготовка образцов к рентгенографическим, электронно-микроскопическим и другим исследованиям. Автор участвовал в обработке и анализе результатов рентгеноструктурного и дифференциально-термического анализа, мёссбауэровской и оптической спектроскопии и др. Результаты, приведенные в данной диссертационной работе, неоднократно докладывались соискателем на международных и российских конференциях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Автор владеет методом термодинамических расчётов, который можно было бы более широко применить при выполнении настоящей работы.

2. Желательно использовать математические методы для описания полученных эмпирических закономерностей.

3. По итогам проведенных исследований целесообразно было бы привести предварительное экономическое обоснование предлагаемых технических решений.

Соискатель Иванова Татьяна Константиновна согласилась с частью замечаний, ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Ивановой Татьяны Константиновны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным пп. 9-14 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в редакции от 25 января 2024 г. № 62.

На заседании 7 июня 2024 года, проходившем в удаленном интерактивном режиме, диссертационный совет принял решение – за новые научно обоснованные технические, технологические разработки и решение научных и практических задач, связанных с очисткой высокозагрязненных техногенных растворов от алюминия, железа, меди, никеля, цинка гранулированным магнезиально-силикатным реагентом на основе термоактивированных серпентиновых минералов с получением ликвидных утилизируемых продуктов,

присудить Ивановой Татьяне Константиновне учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ».

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ», принимавших участие в голосовании,

из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: **за** присуждение учёной степени – **13 (тринадцать)**, **против** – **0 (ноль)**.

Председатель диссертационного
совета 24.1.226.01, чл.-кор. РАН

Учёный секретарь диссертационного
совета 24.1.226.01, к.т.н.

07.06.2024 г.



А.И. Николаев

Т.Ю. Прохорова