

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 2022.11
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29.09.2022 № 3

О присуждении **Федорову Алексею Томасовичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Ионный состав и фазовые равновесия в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ при переработке алюминиевого сырья с повышенным содержанием калия» по специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 28 июля 2022 г., (протокол заседания № 2) диссертационным советом ГУ 2022.11 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 12.07.2022 № 1265 адм.

Соискатель, Федоров Алексей Томасович, 8 марта 1992 года рождения, в 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия.

С 2018 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

В настоящее время работает ассистентом на кафедре металлургии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Диссертация выполнена на кафедре физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Бричкин Вячеслав Николаевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», аппарат проректора по подготовке научных кадров, проректор по подготовке научных кадров.

Официальные оппоненты:

Брыков Алексей Сергеевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет)», кафедра химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, профессор;

Шопперт Андрей Андреевич, кандидат технических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Научная лаборатория перспективных технологий комплексной переработки минерального и техногенного сырья цветных и черных металлов, старший научный сотрудник; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»**, г. Иркутск в своем положительном отзыве, подписанном Немчиновой Ниной Владимировной, доктором технических наук, профессором, заведующей кафедрой металлургии цветных металлов и Кузьминой Мариной Юрьевной, кандидатом химических наук, доцентом, доцентом той же кафедры, секретарем заседания и утвержденном Корняковым Михаилом Викторовичем, доктором технических наук, доцентом, ректором, указала, что положения и выводы, выносимые автором на защиту, обладают высокой степенью новизны, представляются достоверными и оригинальными, а работу, представленную на отзыв, следует квалифицировать как решение задачи, имеющей существенное значение для развития теории и практики глиноземного производства.

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 1 статье – в издании 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 международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 2 печатных листа, в том числе 0,75 печатных листа – соискателя.

Публикации в изданиях из перечня ВАК:

1. Brichkin V.N. Indicators and regularities of hydrolytic decomposition of

metastable aluminate solutions in the $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ system / V.N. Brichkin, A.T. Fedorov // Non-ferrous metals, 2021. Volume 2. Issue 51. P. 27-32.

Бричкин В.Н. Показатели и закономерности гидролитического разложения метастабильных алюминатных растворов в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ / В.Н. Бричкин, А.Т. Федоров // Non-ferrous metals, 2021. № 2. Т. 51. С. 27-32

Соискателем проведен анализ литературных данных по методам сравнительного расчета физико-химических свойств. Выполнены экспериментальные исследования и теоретический расчет изотерм растворимости гидроксида алюминия в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ с использованием принципа аддитивности.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования:

2. Сизяков В.М. Современное физико-химическое описание равновесий в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ и её аналогах / Сизяков В.М., Литвинова Т.Е., В.Н. Бричкин, А.Т. Федоров // Записки Горного института, 2019. № 237. С. 298-306. (Scopus)

Соискателем проведен поиск, анализ и статистическая обработка литературных данных о равновесии в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ и $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$.

3. Бричкин В.Н. Термодинамическое моделирование ионных равновесий при участии гиббсита в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ / В.Н. Бричкин, А.Т. Федоров // Цветные металлы, 2022. №3. С. 74-81. (Scopus)

Соискателем произведен расчет ионного состава равновесных алюминатных растворов на основе обоснованных представлений о ионных формах алюминия в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ при температурах 30, 60 и 90 °С.

Публикации в прочих изданиях:

4. Brichkin V.N. Calculation of the ionic composition of aluminate solutions / V.N. Brichkin, T.E. Litvinova, V.V. Vasiliev, A.T. Fedorov // TRAVAUX 48, Proceedings of the 37th International ICSOBA Conference, 2019. V. 44(48). P. 359-364.

Бричкин В.Н. Расчет ионного состава алюминатных растворов / В.Н. Бричкин, Т.Е. Литвинова, В.В. Васильев, А.Т. Федоров // Материалы 37 й Международной конференции ICSOBA, 2019. № 44(48). С. 359-364.

Соискателем представлена методика расчета ионного состава алюминатных растворов в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$.

5. Федоров А.Т. Определение равновесного состава алюминатных растворов в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ / А.Т. Федоров, В.Н. Бричкин // Сборник докладов XII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов», «Иркутский национальный исследовательский технический университет». Иркутск, 2022.

Соискателем выполнен анализ методов экспериментального определения и теоретического расчета равновесного состава алюминатных растворов в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$.

Патент:

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022615014 Программа для расчёта ионного состава равновесных алюминатных растворов глинозёмного производства / В.Н. Бричкин, А.Т. Федоров, А.Т. Федоров; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» // Опубл. 29.03.2022 г, Бюл. №4. – 1 с.

Апробация работы проведена на следующих конференциях и семинарах:

1. ICSOBA 2019 37th International ICSOBA Conference and XXV Conference «Aluminium of Siberia», Krasnoyarsk, Russia 16 – 20 September, 2019;

2. Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение», Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, 9-26 марта 2021;

3. XII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов», «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, 20-21 апреля 2022.

В диссертации Федорова Алексея Томасовича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: профессора кафедры «Экология и природопользование», ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» д.т.н. **И.И. Шепелева**; заведующего лабораторией химии гетерогенных процессов ФГУБН «Институт химии твердого тела УрО РАН» д.т.н., г.н.с. **Н.А. Сабирзянова**; главного технолога ООО «Байкал Недра Гео» к.х.н **Д.Г. Деткова**; заместителя руководителя НИЦ АО «ГК «Русредмет» к.т.н. **С.В. Жукова**.

В отзывах дана положительная оценка выполненного исследования, отмечена актуальность темы диссертационной работы, высокая степень проработки проблемы, а также практическая применимость результатов, однако имеется ряд вопросов и замечаний:

В автореферате отсутствуют пояснения к термодинамическому моделированию фазовых равновесий в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$, описание которого приведено в пятой главе диссертации и является частью второго защищаемого положения. (д.т.н. **И.И. Шепелев**)

Из каких соображений выбран каустический модуль 1,6 для исходного алюминатного раствора? (д.т.н. **Н.А. Сабирзянов**)

Пригодно ли применение правила аддитивности для описания четвертной системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ на основе частных тройных. (д.т.н. **Н.А. Сабирзянов**)

Учитывая, что исследование показателей гидролитического разложения алюминатных растворов сопровождается выделением осадка гидроксида алюминия, представляет интерес оценить его качество по содержанию K_2O . (к.х.н. **Д.Г. Детков**)

При характеристике содержания 5-ой главы автор говорит о разработке подходов и принципов для термодинамического моделирования равновесий в четырехкомпонентной системе с учётом ионного состава, но в тексте автореферата эти результаты отсутствуют. (к.т.н. **С.В. Жуков**)

Требуется разъяснить и прокомментировать смысловое содержание подрисуночной надписи на рис.3 (цветная вкладка). (к.т.н. **С.В. Жуков**)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в соответствующей отрасли науки и наличием у них публикаций в сфере исследования, а также широкой известностью ведущей организации своими достижениями по соответствующей теме исследования отрасли наук и способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика определения ионного состава равновесных алюминатных растворов;

предложены принципы построения термодинамической модели для расчёта фазовых равновесий в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ с учётом ионного состава алюминатных растворов;

доказана возможность определения равновесного состава щелочных алюминатных растворов в частных разрезах системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ на

основе принципа аддитивности по данным о состоянии равновесия в наиболее изученных частных системах $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ и $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$;

введено понятие условного катиона щелочного металла со средневзвешенной молекулярной массой для суммы калия и натрия в растворе применительно к термодинамическому моделированию фазовых равновесий.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлено, что степень нелинейности изотерм растворимости в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ является показателем усложнения ионного состава алюминатных растворов при участии димеров тетрагидроксикомплексов метаалюминат-ионов и делает возможным расчёт ионного состава растворов для термодинамической модели при участии двух ионных форм алюминия;

изложена идея о том, что при участии димеров область существования соответствующих равновесий определяется построением изотерм растворимости в виде функции $[\text{Al}_2\text{O}_3] = f([\text{R}_2\text{O}] - [\text{Al}_2\text{O}_3])$, и позволяет сузить диапазон высказанного модельного представления о совместном существовании мономеров, димеров и дегидратированных метаалюминат-ионов в системах $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ и $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$;

определено, что в преимущественно калиевых алюминатно-щелочных растворах, подход к состоянию равновесия имеет сложную кинетику и механизм, затрудняющие использование подобной методики для ускоренного определения равновесного состава растворов;

использование численных методов для определения асимптотических приближений кинетических функций позволило установить предельную величину растворимости оксида алюминия применительно к методике, основанной на растворении гиббсита в ненасыщенных натриево-калиевых щелочных растворах.

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

определены перспективы разработки уточненной термодинамической модели, учитывающей ионный состав и фазовые равновесия при участии двух щелочных металлов, и представляющей существенное значение для математического описания технологических процессов и разработки цифровых двойников профильных предприятий минерально-сырьевого комплекса;

также **определена** возможность практического использования результатов исследования при разработке технологического процесса переработки ультракалиевых полевошпатовых пород сынныритового

месторождения в процессе деятельности ООО «Байкал Недра Гео», что подтверждается справкой об использовании результатов диссертации;

разработана программа для расчета ионного состава равновесных алюминатных растворов глинозёмного производства (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022615014);

представлены задачи дальнейших исследований по тематической направленности диссертации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты экспериментальных работ получены с использованием апробированных методик измерения на поверенном оборудовании научных центров и лабораторий Горного университета;

теория построена на проверяемых данных и фактах, согласующихся с опубликованными в открытом доступе экспериментальными данными других исследователей и ученых по теме диссертации;

идея базируется на использовании степени нелинейности изотерм растворимости в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ в качестве дополнительной характеристики ионного состава и фазовых равновесий при участии димеров тетрагидроксикомплексов метаалюминат-ионов в щелочных алюминатных растворах;

установлена приемлемая сходимость теоретических расчётов с результатами экспериментальных исследований;

использованы современные методы сбора и обработки исходной информации, представительные совокупности данных с обоснованием подбора объекта наблюдений и измерений.

Личный вклад соискателя состоит в: формулировке целей, постановке задач и разработке методики исследований; в проведении анализа научно-технической литературы и патентного поиска; в непосредственном участии в получении исходных данных и выполнении экспериментальных исследований, личное участие в апробации их результатов; в обработке и интерпретации экспериментальных данных и в подготовке публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель Федоров А.Т. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 29 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить **Федорову Алексею Томасовичу** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи расчёта и определения ионного состава и фазовых равновесий в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-$

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ для повышения научной обеспеченности технологических процессов комплексной переработки алюминиевого сырья с повышенным содержанием калия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 10 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Черемисина
Ольга Владимировна

Ученый секретарь
диссертационного совета

Пономарева
Мария Александровна

29.09.2022 г.