

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.03
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 23.06.2021г. № 8

О присуждении **Элдиб Амр Басьюни Саад**, гражданство – Арабская Республика Египет, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Комплексная переработка низкосортного алюминийсодержащего сырья Египта с получением металлургического глинозёма и попутной продукции» по специальности 05.16.02 – Металлургия чёрных, цветных и редких металлов принята к защите 21.04.2021, протокол № 6 диссертационным советом ГУ 212.224.03 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, приказ ректора Горного университета от 25.06.2021 №.83бадм, с изм. от 25.11.2019г. №1605адм; с изм. от 08.12.2020г. №1775адм; с изм. от 05.02.2021г. №178адм; с изм. от 21.04.2021 №778адм.

Соискатель, **Элдиб Амр Басьюни Саад**, 1987 года рождения, в 2015 г. окончил Инженерный факультет Университета Аль-Азхар в Каире, с присвоением степени Магистра по специальности «Горное дело и металлургия», с 2017 г. По настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры металлургии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – **Бричкин Вячеслав Николаевич**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой металлургии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

Шепелев Игорь Иннокентьевич, доктор технических наук, , Общество с ограниченной ответственностью "Экологический Инжиниринговый Центр", директор;

Черкасова Маргарита Викторовна, кандидат технических наук, НПК «Механобр-техника» (АО), старший научный сотрудник;

Дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - **Институт цветных металлов и материаловедения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»**, г. Красноярск, в своем

положительном отзыве, подписанном Поляковым Петром Васильевичем, доктором химических наук, профессором кафедры металлургии цветных металлов и утверждённом Гуд Денисом Сергеевичем, проректором по учебной работе, указала, что особого внимания с позиций нового научного содержания заслуживает весь комплекс экспериментальных исследований, выполненный с использованием высокотехнологичного аналитического и лабораторного оборудования, позволившего с максимально доступной точностью установить закономерности, сопровождающие процесс спекания двухкомпонентной известняково-нефелиновой шихты и последующего выщелачивания спёка. Предложенные технологические решения обеспечивают существенный рост химического извлечения алюминия из каолинового сырья, что делает технологию его переработки на основе спекания двухкомпонентной шихты привлекательной для освоения в условиях недостаточных источников воды и при наличии доступных источников известкового компонента, что в полной мере соответствует условиям Арабской Республики Египет.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ, в том числе 3 статьи - в изданиях 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 том числе 2 статьи, опубликованные в изданиях, входящих в МБДиСЦ СА(pt), Scopus и включенные в перечень ВАК, 3 публикации - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Зарегистрирована 1 заявка на получение патента.

Общий объем 3,75 печатных листов, в том числе 2,74 печатных листов – соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Бричкин, В.Н. Карбонизация алюминатных растворов и ее использование для получения материалов высокой дисперсности / В.Н. Бричкин, В.В. Васильев, Д.В. Федосеев, А.Б. Элдиб // Вестник Иркутского Государственного Технического Университета, 2018. Том 22. № 6. С. 196-203. DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/1814-3520-2018-6-196-203>

Соискателем выполнен анализ фракционного состава продуктов методом лазерного рассеяния и графоаналитическая обработка экспериментальных данных.

2. Brichkin, V.N. State and development options for the raw material base of aluminum in non-bauxite regions / V.N. Brichkin, R.V. Kurtenkov, A.B. Eldeeb, I.S. Bormotov //

Obogashchenie Rud, 2019. No. 4. Pp. 31-37. МБДиСЦ СА(pt), Scopus. DOI:10.17580/or.2019.04.06

Соискателем выполнен анализ сырьевой базы каолина, проведено исследование химического и вещественного состава каолиновых руд, а также фазовых превращений при их нагреве.

3. Eldeeb, A.B. The activating effect of carbon during sintering the limestone-kaolin mixture / A.B. Eldeeb, V.N. Brichkin, V.G. Povarov, R.V. Kurtenkov // Tsvetnye Metally, 2020. No. 7. Pp. 18-25. МБДиСЦ СА(pt), Scopus. DOI:10.17580/tsm.2020.07.02

Соискателем выполнен комплекс экспериментальных исследований по спеканию известняково-каолиновых руд с добавкой углеродсодержащих материалов различной природы.

Публикации в издании, входящем в международные базы данных и системы цитирования Scopus:

4. ElDeeb, A.B. Extraction of alumina from kaolin by a combination of pyro- and hydro-metallurgical processes / A.B. ElDeeb, V.N. Brichkin, R.V. Kurtenkov, I.S. Bormotov // Applied Clay Science, 2019. Vol. 172. Pp. 146-154. DOI: org/10.1016/j.clay.2019.03.008

Соискателем выполнен комплекс экспериментальных исследований по созданию методики и лабораторного стандарта для исследования процесса пиро-гидрометаллургического вскрытия каолинового сырья.

5. ElDeeb, A.B. Solid state and phase transformation mechanism of kaolin sintered with limestone for alumina extraction / A.B. ElDeeb, V.N Brichkin, M. Bertau, Y.A. Savinova, R.V. Kurtenkov // Applied Clay Science, 2020. Vol. 196. No.105771. DOI:10.1016/j.clay.2020.105771

Соискателем выполнен комплекс экспериментальных исследований по спеканию известняково-каолиновых руд, обоснована и высказана оригинальная гипотеза о механизме формирования продуктов спекания.

6. Eldeeb, A.B. Factors affecting on the extraction of alumina from kaolin ore using lime-sinter process / A.B. Eldeeb, V.N. Brichkin, R.V. Kurtenkov, I.S. Bormotov // Topical Issues of Rational Use of Natural Resources, 2020. Vol. 2, Pp. 502-508. DOI:10.1201/9781003014638-4

Соискателем выполнен комплекс экспериментальных исследований для оценки технологической значимости факторов при переработке каолиновых руд.

Публикации в прочих изданиях:

7. ElDeeb, A.B. Effect of sintering temperature on the alumina extraction from kaolin / A.B ElDeeb, V.M. Sizyakov, V.N Brichkin, R.V. Kurtenkov // Advances in Raw Material

Industries for Sustainable Development Goals, 2020. Pp. 136-145.
DOI:10.1201/9781003164395-19

Соискателем выполнено экспериментальное исследование влияния температуры спекания на показатели извлечения оксида алюминия из спека.

8. ElDeeb, A.B.S. Egyptian Aluminum containing ores and prospects For their use in the production of Aluminum / A.B.S. ElDeeb, V.N Brichkin // International Journal of Scientific & Engineering Research, 2018. Vol. 9. No. 5. Pp 722-731.

Соискателем выполнен анализ алюминийсодержащего сырья Египта и перспектив его использования в производстве глинозёма.

Патент:

9. Заявка на изобретение: 2021104305, 19.02.2021. Состав шихты для производства глинозёма способом спекания / Бричкин В.Н., Сизяков В. М., Новиков Н. А., Куртенков Р. В., Элдиб А.Б.

Апробация диссертационной работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами: XV Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования», (СПГУ, Санкт-Петербург, 2019); XXV Конференция «Алюминий Сибири» и XXXVII конференция «ICSOBA», (Красноярск, 2019); XII Российско-Германская сырьевая конференция, (СПГУ, Санкт-Петербург, 2019); XVIII всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования», (СПГУ, Санкт-Петербург, 2020); XVI Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования», (СПГУ, Санкт-Петербург, 2020); Международный семинар «Нанозифика и Наноматериалы», (СПГУ, Санкт-Петербург, 2020).

В диссертации **Элдиб Амр Басыони Саад** соискателя отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **С.И. Гершковича**, к.т.н., начальника технического отдела Акционерного общества «Боровичский комбинат огнеупоров»; **Д.В. Майорова**, к.т.н., старшего научного сотрудника 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»; **Л.И. Пасечник**, к.х.н., ведущего научного сотрудника лаборатории химии гетерогенных процессов, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук;

И.В. Логиновой, д.т.н., профессора кафедры «Металлургии цветных металлов» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» и **А.А. Шопперта**, к.т.н., доцента той же кафедры; **Н.А. Сабирзянова**, д.т.н., заведующего лабораторией химии гетерогенных процессов, г.н.с ФГУБН Института химии твердого тела УрО РАН.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, большая практическая значимость работы и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеется ряд замечаний:

- Отсутствие в тексте автореферата экономических данных, без которых невозможно оценить рост эффективности технологического процесса, о чем заявлено в п. 5 заключения, и перспективность реализации разработанной технологии (к.т.н., **Д.В. Майоров**)

- При описании проведения полного факторного эксперимента не приведены конечные уравнения, связывающие извлечение в раствор от параметров процесса (X_1 , X_2 и X_3) (табл. 1). Так же было бы логично время выщелачивания взять в качестве независимого параметра (X_4), а не как вариант функции отклика (извлечение Al_2O_3), что сократило бы количество опытов и позволило получить более полную зависимость (к.т.н., **Д.В. Майоров**)

- Стоит обосновать изменение степени извлечения глинозема при изменении температуры выщелачивания при равной продолжительности процесса, что позволило бы прояснить природу увеличения степени извлечения глинозема (к.х.н., **Л.А. Пасечник**)

- К сожалению, в представленной диссертационной работе нет сравнения с существующими способами переработки каолинового сырья, к которым относятся кислотные способы, хотелось бы показать их недостатки и преимущества по сравнению с предлагаемым способом (д.т.н., **И.В. Логинова** и к.т.н. **А.А. Шопперт**)

- Какова скорость охлаждения спека и зависимость поведения образования геленита при этом (к.т.н. **А.А. Шопперт**)

- К сожалению, в автореферате не приведены результаты укрупнённых опытно-промышленных испытаний предполагаемой технологии (д.т.н., г.н.с. **Н.А. Сабирзянов**)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертации и их компетентностью в области производства глинозема, в частности, в вопросах производства глинозема из низкосортного алюминийсодержащего сырья.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан и заявлен для регистрации в качестве изобретения, предпочтительный состав двухкомпонентной известняково-каолиновой шихты, содержащей активирующую добавку углеродистого материала различной природы;

предложена гипотеза, объясняющая наличие максимума извлечения оксида алюминия с увеличением количества углеродистой добавки в шихте, как результата её положительного влияния на саморассыпание спёка и негативного влияния при повышенной дозировке, связанного с образованием термодинамически прочного и трудновскрываемого геленита и муллита.

доказана перспективность использования каолинового сырья в качестве регионального источника глинозёма, с учётом его запасов и инфраструктуры минерально-сырьевого комплекса Египта, наличия доступных месторождений известняка и потребителей портландцемента в качестве попутной продукции. При этом показано, что каолиновые руды, как продукты глубокого геохимического изменения щелочных полевошпатовых пород, обладают достаточно близким химико-минералогическим составом, определяющим возможность их переработки в рамках единого технологического подхода, например на основе спекания двухкомпонентной известняково-каолиновой шихты, не зависимо от региона происхождения.

введена в практику лабораторных исследований оригинальная методика экспериментального изучения процесса спекания каолинового сырья и оценки эффективности саморассыпания спёков.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность достижения высоких показателей извлечения Al_2O_3 до 93,5 % за счет активирующего воздействия углеродистых добавок в составе шихты, в зависимости от величины силикатного модуля сырья и заданной температуры спекания;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован метод экспериментального изучения процесса пиро-гидрометаллургического вскрытия каолинового сырья, включающий приготовление и спекание двухкомпонентной известняково-каолиновой шихты с последующим выщелачиванием спёка, принятый в качестве лабораторного стандарта, позволяющего установить влияние одного или нескольких технологических факторов на показатели процесса, по аналогии со стандартом ОК РУСАЛ на переработку нефелиновых руд и концентратов.

изложены результаты выщелачивания каолинового спёка по материалам многофакторного исследования с применением метода покоординатной оптимизации, установившие необходимость применения низкотемпературных и низкоконтрационных режимов, вследствие многостадийности данного процесса, одним из начальных этапов которого является процесс каустификации соды.

раскрыты граничные условия саморассыпания спёка и извлечения алюминия в зависимости от молярного соотношения компонентов в шихте, продолжительности и температуры спекания, а также природы и химического состава каолиновой руды.

изучены закономерности спекания известняково-каолиновой шихты и извлечения Al_2O_3 из полученных продуктов при содовом выщелачивании, что обеспечивает его рост более 7 % при содержании углерода в шихте от 1,5 до 3,0 % в зависимости от природы углеродистого материала, удельный расход которого можно объяснить его химической активностью в отношении окислительных процессов.

проведена модернизация базы экспериментальных данных о переработке каолинового сырья на основе использования современного высокотехнологичного лабораторного и аналитического оборудования.

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

разработаны и внедрены: экспериментальные методики количественной оценки эффекта саморассыпания спёка, оптимизации технологического режима спекания известняково-каолиновой шихты с введением активирующей добавки углерода и оптимизации режима содового выщелачивания каолинового спёка;

определены закономерности вскрытия каолинового сырья пирогидрометаллургическим способом в зависимости от ключевых технологических факторов, количества и природы углеродсодержащей добавки;

создан научно-технологический задел для повышения эффективности комплексной переработки каолинового сырья способом спекания, основанный на росте эффекта саморассыпания спёка при введении в состав шихты углеродсодержащих добавок;

представлены результаты разработки принципиальной аппаратурно-технологической схемы для переработки каолинового сырья Египта, рекомендации по привязке данного производства к промышленно развитому региону Асуана и перспективы последующего развития данного научного направления, обязательным этапом которого является регенерация и рециклинг известкового компонента в составе каолинового шлама, что обеспечивает снижение углеродного следа технологического процесса и экономически обоснованный объём производства портландцемента на тонну глинозёма.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов обусловлена их воспроизводимостью, соответствием известным тенденциям развития производства глинозема, ранее полученным результатам и разработкам. Экспериментальные исследования выполнены с использованием высокотехнологичного лабораторного и аналитического оборудования Горного университета, с применением хорошо известных и оригинальных методик, включая отраслевые стандарты на проведение исследований и анализов технологических продуктов;

теория базируется на известных физико-химических закономерностях и их приложении к системам и процессам глинозёмного производства, что в первую очередь касается теории активации гетерогенных взаимодействий, стабильного и метастабильного существования фаз, фазовых переходов в системе $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ и её близких аналогах.

идея базируется на интенсификации процесса саморассыпания известняково-каолинового спёка за счёт активирующего воздействия углеродистых добавок в составе шихты, что в совокупности с выбором режима выщелачивания обеспечивает наилучшие условия для химического извлечения компонентов.

использованы стандартные и специальных программные продукты при обработке экспериментальных результатов, в том числе Design Expert версии 7.1.5 (Stat-Ease Inc., Миннеаполис, США), высокотехнологичное оборудование Горного университета для выполнения следующих аналитических исследований - XRD, XRF, DTA-DTG, PSD, BSE, EDX и др.).

установлено, что использование таких подходов и норм позволяет говорить о высокой достоверности полученных результатов, которые находят объяснение с позиций современной теории глинозёмного производства, а предлагаемые технические решения соответствуют современным трендам в развитии технологических процессов производства алюминия.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационного исследования; анализе сырьевой базы низкосортного алюминиевого сырья Арабской Республики Египта, физико-химическом обосновании предполагаемых технических решений, организации и проведении экспериментальных исследований, включая выбор и практическое применение методов математического планирования, выполнение оптимизационных исследований, обработку и обобщение полученных результатов, а также их апробацию и подготовку материалов к публикации.

На заседании 23.06.2021 диссертационный совет принял решение присудить **Элдиб Амр Басыюни Саад** ученую степень кандидата технических наук за выполнение научно-квалификационной работы, в которой поставлена и решена актуальная научно-технологическая задача повышения эффективности комплексной переработки каолинового сырья способом спекания, основанного на эффекте саморассыпания спека при введении в состав шихты углеродсодержащих добавок.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 4 докторов наук (отдельно по каждой научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту - нет, проголосовали: за - 16 , против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

23.06.2021 г.



Сизяков Виктор Михайлович

Бодуэн Анна Ярославовна