

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

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30.09.2021 г. № 27

О присуждении Еремину Роману Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение устойчивости графитированных анодов магниевых электролизеров к высокотемпературному окислению» по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 28 июля 2021 г., протокол № 22 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» июня 2019 № 836 адм с изменениями от 25.11.2019 № 1605 адм, от 08.12.2020 № 1775 адм, от 05.02.2021 № 178 адм, от 21.04.2021 № 788 адм, от 30.06.2021 №1307, от 12.07.2021 № 1382 адм.

Соискатель, Еремин Роман Николаевич, 27.05.1993 года рождения, в 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению 22.04.02 – Metallургия. В 2021 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре металлургии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук Фещенко Роман Юрьевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра металлургии, доцент.

Официальные оппоненты:

Бейлина Наталия Юрьевна, д.т.н., с.н.с., Акционерное общество «Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита «НИИГрафит», научный руководитель;

Саитов Антон Викторович, к.т.н., Акционерное общество «Север Минералс», департамент оборудования, ведущий инженер; 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 заведующей кафедрой металлургии цветных металлов, д.т.н., профессором Немчиновой Ниной Владимировной и секретарем заседания доцентом той же кафедры, к.т.н., Жмуровой Викторией Васильевной и утвержденном ректором данной организации, д.т.н., доцентом Корняковым Михаилом Викторовичем указала, что разработка и обоснование эффективной технологии получения устойчивых к окислению анодов магниевых электролизеров обеспечит создание научно-технического задела для её внедрения и постановки на производство нового вида продукции, обеспечивающей повышение рентабельности производства первичного магния электролитическим способом.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 10 работ, в том числе в 2 статьях - 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 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Подана заявка на получение патента.

Общий объем– 3,5 печатных листа, в том числе 2 печатных листа – соискателя.

Публикации в изданиях из Перечень ВАК:

1. Еремин Р.Н. Графитовые аноды в электролизе магния / Р.Н. Еремин, Б.Э. Матыльский // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 7. – С. 73–78. DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.010

Соискателем разработана лабораторная установка для проведения электролиза магния из хлоридного расплава, а также проведены испытания оценивающие возможность её применения для оценки устойчивости к разрушению графитовых анодов.

2. Фещенко Р.Ю. Анализ методов повышения устойчивости к окислению углеграфитовых изделий, используемых в металлургических и химических агрегатах / Р.Ю. Фещенко, О.О. Ерохина, Р.Н. Еремин, Б.Э. Матыльский // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 380–390. DOI: 10.21285/1814-3520-2021-3-380-390

Соискателем проведен анализ методов, обеспечивающих повышение устойчивости к высокотемпературному окислению воздухом изделий из синтетического графита и других углеродных материалов, на основе которого выбран предпочтительный вариант относительно объекта диссертационного исследования.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Feshchenko R.Yu. Phosphate solution wetting of graphite blocks for magnesium electrolysis to enhance their oxidation resistance. Part 1 / R.Yu. Feshchenko, **R.N. Eremin**, O.O. Erokhina, V.M. Dydin // Tsvetnye Metally. – 2020. – No. 10. – P. 49-54. – DOI: 10.17580/tsm.2020.10.07

Фещенко Р.Ю. Повышение окислительной стойкости графитированных блоков для электролитического производства магния методом пропитки фосфатными растворами. Часть 1 / Р.Ю. Фещенко, **Р.Н. Еремин**, О.О. Ерохина, В.М. Дыдин. // Цветные металлы. – 2020. – No.10. – С. 49–54.

Соискателем произведен подбор оптимальных режимов технологических переделов способа повышения устойчивости к окислению графитированных анодов магниевых электролизеров на модельных образцах в лабораторном масштабе

4. Feshchenko R.Y. Analysis of the Anode Paste Charge Composition / R.Y. Feshchenko, E.A. Feshchenko, **R.N. Eremin** [et al.] // Metallurgist. – 2020. – Vol. 64. – No 7-8. – P. 615-622. – DOI: 10.1007/s11015-020-01037-1.

Фещенко Р.Ю. Анализ состава шихты электродной массы / Р.Ю. Фещенко, Е.А. Фещенко, **Р.Н. Еремин** [и др.] // Metallurg. – 2020. – № 7. – С. 21–26. – ISSN 0026-0827

Соискателем разработан метод оценки шихтового состава электродных масс, применяемого для изготовления графитированных электродов, на основе которого может быть установлена связь между параметрами сырья и эксплуатационными характеристиками конечного изделия.

Публикации в прочих изданиях:

5. Фещенко Р.Ю. Анализ причин расслоения набивных частей подлин современных алюминиевых электролизеров / Р.Ю. Фещенко, О.О. Ерохина, **Р.Н. Еремин** // Российская наука в современном мире: Сборник статей XIII международной научно-практической конференции, Москва, 30 декабря 2017 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Актуальность.РФ», 2017. – С. 121-123.

Соискателем проведен анализ причин разрушения углеграфитового материала при его эксплуатации в электрометаллургическом процессе.

6. Фещенко Р.Ю. Повышение эксплуатационных характеристик современных катодных блоков путем пропитки / Р.Ю. Фещенко, О.О.Ерохина, **Р.Н. Еремин** // Российская наука в современном мире: Сборник статей XIII международной научно-практической конференции, Москва, 30 декабря 2017 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Актуальность.РФ», 2017. – С. 124-126.

Соискателем проведен анализ возможности повышения эксплуатационных характеристик графитированных электродов за счет их пропитки.

7. Eremin R.N. Increasing the heat resistance of the anodes used in magnesium production by electrolysis // 58 Konferencja Studenckich Kół Naukowych Pionu Górniczego AGH Materiały konferencyjne Kraków, 7 grudnia 2017. – 2017. – С. 263

Еремин, Р.Н. Повышение жаростойкости анодов, применяемых в производстве магния электролизом // 58 Конференция студенческих научных кружков горного дивизиона AGH Материалы конференции Краков, 7 декабря 2017 г. – 2017. – С. 263

Соискателем приведены результаты лабораторных исследований по повышению жаростойкости электродного графита, используемого в качестве анодов магниевых электролизеров

8. Фещенко Р.Ю. Способы повышения жаростойкости графита / Р.Ю. Фещенко, О.О.Ерохина, **Р.Н. Еремин** // Материалы конференций ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ». Июнь 2018: Сборник избранных статей, Санкт-Петербург, 26–30 июня 2018 года. – Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2018. – С. 33-35.

Соискателем проведен анализ способов повышения жаростойкости графита, применяемого в качестве электродов в металлургических процессах.

9. Ерохина О.О. Отработка технологических режимов процесса пропитки электродного графита для повышения его жаростойкости / О.О. Ерохина, **Р.Н. Еремин** // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие», Санкт-Петербург, 26–30 июня 2020 года. – Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2020. – С. 42-45.

Соискателем приведены результаты оптимизационных исследований, направленных на повышение эффективности технологии обработки электродного графита для повышения его жаростойкости.

10. Ерохина О.О. Метод оценки жаростойкости электродного графита / О.О. Ерохина, **Р.Н. Еремин** // Наука. Исследования. Практика: сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 25 июня 2020 года. – Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2020. – С. 109-112.

Соискателем описан оригинальный метод оценки жаростойкости электродного графита, учитывающий поровую структуру и морфологию исследуемого материала

Патенты:

Заявка на изобретение «Способ защиты графитированных электродов от высокотемпературного окисления» / Р.Ю. Фещенко, Р.Н. Еремин, Н.А. Романова, Б.Э. Матыльский Регистрационный номер 2021120239 от 09.07.2021 г.; заявитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский

горный университет».

Апробация работы проведена на международных научных конференциях: «58-ая международная научная конференция молодых учёных», Краковская горно-металлургическая академия, Краков, 7 декабря 2017 г.; «Технические и естественные науки», ГНИИ «Нацразвитие», Санкт-Петербург, 10 июля 2018 г. и 26 июня 2020 г.; «Наука. Исследования. Практика», ГНИИ «Нацразвитие», Санкт-Петербург, 25 июня 2020 г.

В диссертации Еремина Р.Н. отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **О.А. Семенова**, к.т.н., ведущего инженера научно-исследовательской лаборатории АО «ЭПМ-новочеркасский электродный завод»; **А.А. Цурики**, к.т.н., старшего мастера опытного цеха ОАО «Соликамский магниевый завод»; **А.Л. Кванина**, к.ф.-м.н., руководителя научно-технических проектов АО «ЭПМ-МЕНЕДЖМЕНТ»; **М.А. Серебрякова**, к.т.н., ведущего эксперта лаборатории исследований вторичных ресурсов ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ».

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

- Возможно, следовало бы рассмотреть и экономический аспект внедрения. Пропитка - ведет к удорожанию электродов. Увеличение срока их службы - невыгодно для производителя (**к.т.н. О.А. Семенов**).
- Можно ли применить для защиты электродного графита от окисления защитные слои из фосфатов магния (**к.т.н. А.А. Цурика**)?
- Как влияет защитное покрытие из метафосфатов алюминия и цинка на электропроводность графита (**к.т.н. А.А. Цурика**)?

– стр. 12: В табл. 1 наивысшая достигнутая эффективность пропитки 75,3% для опыта 11, а в тексте над табл. 1 указан диапазон 83-88%. Это без учёта закрытых пор (к.т.н. А.А. Цурика)?

– Не обоснованы выбранные скорости нагрева пропитанных образцов при сушке, приведенные во втором защищаемом положении (к.ф-м.н. А.Л. Кванин).

– На аппаратурно-технологической схеме не указано в каком виде подаются дигидрофосфаты алюминия и цинка. Если в сухом, то в аппаратах Е-1, Е-2 необходимо предусмотреть перемешивающее устройство. Также на схеме непонятно функциональное назначение датчика «АТІ-5» и почему на него приходит сигнал по «обратной связи» с датчика «LІ-5» (к.ф-м.н. А.Л. Кванин).

– Следует пояснить, для одинаковых ли интервалов потери массы проводился сравнительный расчет скоростей окисления пропитанных и непропитанных образцов, результаты которого приведены в таблице 2 автореферата, т.к. это могло сказаться на точности полученных результатов (к.ф-м.н. А.Л. Кванин).

– Имеются стилистические ошибки и опечатки, к примеру, на аппаратурно-технологической схеме в потоке «Уловленный раствор на нейтрализацию» слово «раствор» написано с двумя «с» (к.ф-м.н. А.Л. Кванин).

– Не оценен ряд свойств образующихся на поверхности электродов защитных покрытий, прямо определяющий эффективность их эксплуатации, таких как: сплошность, эластичность, коэффициент термического расширения (к.т.н. М.А. Серебряков).

– На дериватограмме образца пропиточного раствора, представленной на рисунке 1 отсутствует ось для кривой ДТГ и не понятен ее масштаб, при этом есть ось для кривой ДДСК, но самой такой оси нет (к.т.н. М.А. Серебряков).

– Из текста автореферата непонятно почему на аппаратурно-технологической схеме в баках с исходными компонентами пропиточного раствора нагрев предусмотрен в емкости Е-3 для приготовления дигидрофосфата алюминия, но не предусмотрен в емкости Е-2 для приготовления дигидрофосфата цинка (**к.т.н. М.А. Серебряков**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в сфере диссертационного исследования, подтвержденной публикациями в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК и МБДиСЦ Scopus.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана оригинальная методика определения кинетики окисления графита с учетом его морфологии и поровой структуры, обеспечивающая получения новых знаний об объекте исследования;

доказана перспективность применения нового подхода к повышению эксплуатационных характеристик электродного графита;

введено новое понятие, характеризующее устойчивость окисления электродного графита в высокотемпературных окислительных средах металлургических агрегатов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказан физический характер взаимодействия графита с фосфорнокислыми растворами, обусловленный капиллярными силами;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть обладающих научной новизной результатов) использован комплекс известных и оригинальных методов исследования углеродных материалов;

изложено описание механизма окисления электродного графита с учетом его структуры;

изучены закономерности формирования стекловидных покрытий на поверхности графита из фосфорнокислых растворов.

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

разработана технология обработки электродного графита, обеспечивающая повышение его устойчивости в высокотемпературных окислительных средах, эффективность которой подтверждена на укрупненных образцах, соответствующих применяемым в промышленности;

определена эффективность использования материалов, получаемых по предложенной технологии применительно к электролитическому производству магния; создан методический комплекс, обеспечивающий повышение качества производственного контроля;

представлены рекомендации и подготовлены исходные данные для проектирования производства нового вида продукции по предложенной технологии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные работы проводились с использованием современного оборудования и опытно-конструкторских разработок, обеспечивающих получение воспроизводимых данных;

теоретические выкладки базируются на фундаментальных принципах физической химии;

идея базируется на анализе большого количества данных, накопленных в мировой практике по смежным тематикам;

использованы современные методы обработки данных.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач исследований, разработке конструкции и изготовления опытных установок, проведении экспериментальных исследований и обработке полученных данных, апробации результатов работы и подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Еремин Р.Н. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 30.09.2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Еремину Р.Н. ученую степень кандидата технических наук за комплекс научно обоснованных технических решений, обеспечивающих повышение экономической эффективности производства электролитического магния за счет продления срока службы и повышения устойчивости графитированных анодов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, 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



Сизяков Виктор Михайлович

Бодуэн Анна Ярославовна

30.09.2021 г.