

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.05,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 13.04.2018 г. № 9

О присуждении Ясинскому Андрею Станиславовичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Электролиз суспензий глинозема в калиевом криолите» по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов принята к защите 25 декабря 2017 г. (протокол заседания № 26), диссертационным советом Д 212.285.05, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Ясинский Андрей Станиславович, 1990 года рождения, в 2013 г. окончил ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» по специальности «Экономика и управление на предприятии (горной промышленности)»; в 2016 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов; работает в должности старшего преподавателя кафедры металлургии цветных металлов ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре металлургии цветных металлов ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор, Поляков Петр Васильевич, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт цветных металлов и материаловедения, кафедра металлургии цветных металлов, профессор-консультант.

Официальные оппоненты:

**Логинова Ирина Викторовна**, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, кафедра металлургии цветных металлов, профессор;

**Исаков Андрей Владимирович**, кандидат химических наук, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория электродных процессов, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва – в своем положительном отзыве, подписанном Васильевым Сергеем Юрьевичем, доктором химических наук, профессором, профессором кафедры электрохимии; Антиповым Евгением Викторовичем, член-корреспондентом РАН, доктором химических наук, профессором, заведующим кафедрой электрохимии; Свиридовой Лианой Николаевной, кандидатом химических наук, старшим научным сотрудником, секретарем заседания; и Калмыковым Степаном Николаевичем, член-корреспондентом РАН, доктором химических наук, профессором, и.о. декана Химического факультета, указала, диссертация Ясинского А.С. является самостоятельной научно-квалификационной работой, решающей важную и актуальную научную задачу в области электрометаллургии алюминия, отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание

ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 05.16.02 – Metallurgy чёрных, цветных и редких металлов.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 1 патента РФ на изобретение; 4 статей, опубликованных в сборниках материалов международных конгрессов (2) и российских научных конференций (2). Общий объем опубликованных работ – 4,43 п.л., авторский вклад – 2,45 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

**Статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК:**

1. Ясинский А.С. Влияние парциальной плотности глинозема на технологические параметры восстановления алюминия из криолитоглиноземных суспензий / **Ясинский А.С.**, Власов А.А., Поляков П.В., Солопов И.В // Цветные металлы. – 2016. – № 12. – С. 33-38 (0,375 п.л. / 0,2 п.л.).

*Yasinskiy A.S. Impact of alumina partial density on the process conditions of aluminium reduction from cryolite-alumina slurry parameters / Yasinskiy, A.S., Vlasov, A.A., Polyakov, P.V., Solopov, I.V. // Tsvetnye metally. – 2016. – № 12. – pp. 33-38 (0,375 п.л. / 0,2 п.л.).*

2. Ясинский А.С. Исследование поведения пузырей при электролизе суспензии криолитовый расплав – глинозем / **Ясинский А.С.**, Поляков П.В. // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2016. – Т. 9. – № 6. – С. 854-871 (1,125 п.л. / 1 п.л.).

3. Yasinskiy A.S. Conception of "dream cell" in aluminium electrolysis / Polyakov P.V., Klyuchantsev A.B., **Yasinskiy A.S.**, Popov Y.N. // Light Metals. – 2016. – pp. 281-288 (0,375 п.л. / 0,1 п.л.).

4. Ясинский А.С. Динамика движения анодного газа в высокотемпературной суспензии «криолитовый расплав-глинозем» / **Ясинский А.С.**, Поляков П.В., Ключанцев А.Б. // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 2017. – № 1. – С. 13-18 (0,375 п.л. / 0,15 п.л.).

*Yasinskiy, A.S. Motion dynamics of anodic gas in the cryolite melt–alumina high-temperature slurry. / Yasinskiy, A.S., Polyakov, P.V., Klyuchantsev, A.B. // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2017. – 58 (2). – pp. 109-113 (0,25 п.л. / 0,15 п. л.).*

5. Ясинский А.С. Электролиз алюминия в расплавах и суспензиях KF-AlF<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. / Николаев А.Ю., **Ясинский А.С.**, Суздальцев А.В., Поляков П.В., Зайков Ю.П. // Расплавы. – 2017. – № 3. – С. 205-213 (0,5625 п.л. / 0,11 п.л.).

6. Ясинский А.С. Вольтамперометрия в расплаве и суспензиях KF-AlF<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. / Николаев А.Ю., **Ясинский А.С.**, Суздальцев А.В., Поляков П.В., Зайков Ю.П. // Расплавы. – 2017. – № 3. – С. 214-225 (0,75 п.л. / 0,15 п.л.).

#### **Патент:**

7. Ясинский А.С. Электролизер для получения жидких металлов электролизом расплавов / П.В. Поляков, Ю.Н. Попов, **А.С. Ясинский**, Ю.Г. Михалев, Ю.О. Авдеев, С.В. Агапитов, А.Б. Ключанцев // Патент РФ на изобретение №2586183, Опубл. 10.06.2016. Бюл. №16.

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. Немчиновой Нины Владимировны, д-ра техн. наук, проф., заведующей кафедрой металлургии цветных металлов ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск. Содержит замечания, касающиеся формулировки п. 4 научной

новизны, сложности изучения некоторых рисунков, характеристик предлагаемой версии полупромышленного электролизера.

2. Бузунова Виктора Юрьевича, канд. техн. наук, директора Дирекции по технологии и техническому развитию алюминиевого производства ООО «РУСАЛ ИТЦ», г. Красноярск. Содержит вопросы, касающиеся выбора электролита и решения проблемы питания биполярного электролизера глиноземом.

3. Корниенко Василия Леонтьевича, д-ра хим. наук, проф., главного научного сотрудника Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск. Содержит замечание по оформлению рисунков.

4. Ткачевой Ольги Юрьевны, д-ра химических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории электродных процессов отдела электролиза ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит вопросы, касающиеся контроля присутствия влаги в электролите и учета возможного окисления поверхности анода до опыта.

5. Красикова Сергея Анатольевича, д-ра техн. наук, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией электротермии восстановительных процессов ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит вопросы, касающиеся корректности моделирования динамики движения пузырей анодного газа, материала анода в предлагаемой технологии и целесообразности исследования катодного процесса на вольфраме.

6. Михалева Юрия Глебовича, д-ра хим. наук, проф., профессора кафедры физической и неорганической химии ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Без замечаний.

7. Николаева Сергея Александровича, канд. техн. наук, главного инженера проекта, и Сухова Олега Юрьевича, канд. техн. наук, главного

инженера проекта АО «РУСАЛ Всероссийский Алюминиево-магниевого Институт», г. Санкт-Петербург. Без замечаний.

8. Прошкина Александра Владимировича, д-ра техн. наук, проф., начальника лаборатории углеродных и футеровочных материалов ООО «РУСАЛ Инженерно-технологический центр», г. Красноярск. Содержит вопросы, касающиеся причин отклонения от прямолинейности траекторий подъема пузырей и наличия следов глубокой коррозии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями среди научно-технической общественности и специалистов в данной отрасли науки, их высокой научной компетентностью в области электрометаллургических процессов и процессов, связанных с получением алюминия и глинозема.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **установлены** зависимости скорости самопроизвольного осаждения дисперсной фазы концентрированной суспензии, содержащей калиевый ионный расплав в качестве дисперсионной среды, от объемной доли  $\varphi$  и среднего размера  $d$  частиц;

- **получены** данные, характеризующие трехфазный поток, образующийся вблизи вертикальных анодов в результате электрохимического выделения кислорода в суспензии. Обнаружен снарядный режим течения, определена средняя скорость роста отдельного пузыря, скорость всплывания пузырей, значение которой в 8 – 10 раз ниже таковой в расплавах без взвесей, толщина трехфазного слоя, изменяющаяся в диапазоне  $(0,1 - 2,1) \cdot 10^{-3}$  м и позволяющая осуществлять электролиз суспензии при межэлектродном расстоянии  $(0,5-1) \cdot 10^{-2}$  м;

- **получена** информация о кинетике нестационарного катодного процесса в суспензиях в зависимости от скорости развертки потенциала, температуры и содержания  $Al_2O_3$ , указывающая на диффузионный характер

затруднений и увеличение этих затруднений при увеличении  $\varphi$ . Обнаружено, что коэффициенты диффузии  $D$  значительно уменьшаются при переходе от расплавов к суспензиям и при увеличении  $\varphi$  суспензии, а повышение температуры усиливает влияние  $\varphi$  на  $D$ ;

- **исследовано** влияние температуры, соотношения  $[KF]/[AlF_3]$ , содержания дисперсной фазы на перенапряжение и предельную плотность тока катодного выделения алюминия из суспензий  $KF-AlF_3-Al_2O_3$  в стационарных условиях, составляющую около  $0,2 \cdot 10^4$  А/м<sup>2</sup> при  $\varphi=0,35$ ,  $T=750^\circ\text{C}$  и  $KO=1,3$ .

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- **предложена** методика определения границ устойчивости суспензии по изменению локальной концентрации дисперсной фазы во времени, определены границы устойчивости суспензии глинозема в калиевом криолите;

- **дано** качественное и количественное описание снарядного режима течения пузырькового слоя в суспензии;

- **определена** связь объемной доли дисперсной фазы в суспензии с коэффициентом диффузии электроактивных частиц к электроду и диффузионными затруднениями при выделении алюминия из суспензии.

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

- **предложен** состав суспензии для технологии получения алюминия, включающий калиевый криолит с криолитовым отношением 1,3 и глинозем в качестве дисперсной фазы при  $0,28 < \varphi < 0,32$ ;

- **определена** целевая температура процесса, находящаяся в диапазоне  $740 - 760^\circ\text{C}$ ;

- **определена** целевая катодная плотность тока, находящаяся в диапазоне  $(0,15 - 0,2) \cdot 10^4$  А/м<sup>2</sup>;

- **выявлена** необходимость в организованном удалении продуктов электролиза из межэлектродного пространства и теплоты с поверхностей электролизера;

- **предложена** конструкция электролизера, содержащая биполярные электроды высотой 0,5 м с каналами для удаления продуктов электролиза при межэлектродном расстоянии  $(0,5 - 1) \cdot 10^{-2}$  м.

**Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

- **достоверность полученных результатов** обеспечивается корректностью поставленных задач, использованием современных методов исследований, использованием фундаментальных закономерностей и основных положений теории электрометаллургических процессов, применением современной вычислительной техники и программного обеспечения, сертифицированной контрольно-измерительной аппаратуры; методов математической статистики для систематизации экспериментальных данных;

- **теоретические рекомендации базируются** на известных положениях фундаментальных наук и закономерностях электрометаллургических процессов, подтверждаются экспериментальными данными, полученными диссертантом;

- **установлены:** сходимость полученных результатов и выводов; сходимость теоретических и экспериментальных результатов, полученные автором результаты согласуются с данными зарубежного и отечественного опыта.

**Личный вклад соискателя состоит в** формировании цели и направления исследований; планировании и решении задач по исследованию процессов седиментации концентрированной суспензии и газовыделения на поверхности электрода; проведении лабораторного электролиза и разработке математической модели; непосредственном осуществлении экспериментальной части работы; обобщении полученных данных и



подготовке рукописей научных статей, докладов и выступлений на российских и международных конгрессах и выставках.

Диссертационная работа Ясинского А.С. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно обоснованные технологические решения в области электрометаллургии алюминия, вносящие существенный вклад в развитие экономики страны.

На заседании 13.04.2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Ясинскому А.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 13 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

  
С.С. Набойченко  
А.В. Сулицин

Учёный секретарь  
диссертационного совета

«13» апреля 2018 г.