

ОТЗЫВ

официального оппонента, к.т.н., доцента Федоровой Елены Николаевны на диссертацию Полякова Андрея Александровича на тему: «Распределение тока и потенциала по поверхности вертикальных электродов при электролитическом получении алюминия», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Электролиз криолитоглиноземных расплавов по способу Эру-Холла на сегодняшний день является единственной промышленной технологией электролитического получения алюминия. Несмотря на многолетние исследования, направленные на поиск вариантов для замены углеродного материала и создание альтернативной технологии с вертикальными инертными анодами и смачиваемыми алюминием катодами, полноценная промышленная реализация «нового» способа производства первичного алюминия затруднена по ряду причин. Одной из основных причин является недостаточный срок службы, обусловленный высокой скоростью коррозии материала анода и солевой пассивацией катода из-за неравномерного распределения плотности тока и потенциала по поверхности вертикальных электродов.

Диссертационная работа А.А. Полякова посвящена разработке новых технических решений, направленных на повышение стабильности электролиза криолитоглиноземных расплавов и промышленное внедрение вышеуказанной технологии, что является одной из наиболее актуальных задач для алюминиевой отрасли в рамках перехода к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике.

Цель и задачи диссертационного исследования сформулированы корректно. В качестве предмета исследования автором было выбрано распределение тока и потенциала по поверхности электродов. На основании выбранных общепринятых теоретических и экспериментальных методов, по моему мнению, поставленная автором цель работы достигнута, все поставленные задачи исследования решены.

Научная значимость работы отражена в следующих положениях:

- разработана аналитическая модель третичного распределения тока и потенциала по поверхности вертикальных электродов;
- определена функциональная зависимость распределения тока и потенциала от геометрии электродов и кинетических параметров анодного и катодного процессов.
- установленный краевой эффект геометрии электродов повышает неравномерность распределение тока на 50 % относительно центральных областей электрода;

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-600 от 16.09.22
АУ УС

- экспериментально установлено влияние исходной геометрии электродов и неравномерного распределения тока на стабильность электролитического процесса, повышенную коррозию материала анода, солевую пассивацию катода.

- предложены механизмы ускоренной коррозии анода и пассивации катода;

- установлено, что использование электродов с эллиптической геометрией минимизирует влияние неравномерного распределения тока и обеспечивает стабильный электролитический процесс.

Практическая значимость работы подтверждается полученным актом о внедрении результатов кандидатской диссертации от 18.05.2022 г., подтверждающим использование сотрудниками ООО «ЭКСПЕРТ-АЛ» разработанных методик расчета и моделирования геометрии электродов и условий для обеспечения равномерного распределения тока с целью увеличения срока службы обожженных анодов действующих алюминиевых электролизеров Казахстанского электролизного завода. Автором также получена заявка на изобретение.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, обеспечена необходимым объемом проведенных экспериментальных исследований, установленной воспроизводимостью результатов экспериментов. Достоверность результатов подтверждается глубокой теоретической проработкой и развитием модельных представлений о распределении тока и потенциала на основании теории высокотемпературной электрохимии и теории электролиза криолитоглиноземных расплавов, использованием современного измерительного оборудования для регистрации и преобразования данных, а также апробацией основных положений диссертационного исследования в публикациях автора, научных исследованиях и выступлениях на научных конференциях.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 7 печатных работах, 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, в 5 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получена 1 заявка на патент.

Однако к настоящей диссертационной работе имеется ряд вопросов и замечаний:

1. В полученной автором заявке на изобретение «Способ получения композитного углеродсодержащего материала» представлено описание нового технического решения, которое напрямую не связано с распределением тока и потенциала по поверхности вертикальных электродов. Являются ли заявленные рекомендации по использованию вертикальных эллиптических электродов патентоспособными?

2. Известно, что потенциальная технология с инертными электродами, с точки зрения энергоэффективности процесса, значительно уступает традиционной технологии Эру-Холла. Руководствовался ли автор существующей критикой о целесообразности продолжения исследований в этом направлении при постановке цели своей работы?

3. Полученные автором модели распределения тока и потенциала не учитывают влияния пузырей газа на ход анодного процесса. Как повлияет, по мнению автора, наличие пузырей на равномерность распределения тока?

4. При проведении экспериментальных исследований в качестве модельного электрода использовался металлический катод. Не были ли автором проведены расчеты или предварительные эксперименты для анализа распределения тока при использовании неметаллических материалов, например, при использовании катода из композиционного материала на основе диборида титана?

5. На странице 86 диссертационной работы автором приводятся результаты рентгенофазового анализа катодного осадка и утверждение о том, что соединения, содержащие кислород, не могут быть учтены с использованием данного метода. Просьба пояснить полученные результаты. Не проводились ли автором исследования с помощью сканирующей электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа, которые могли бы внести дополнительную информацию?

6. В одном из пунктов Научной новизны автор выделяет предложенные в работе механизмы ускоренной коррозии анода и пассивации катода. Связаны ли вышеуказанные механизмы с краевым эффектом? Просьба кратко пояснить суть предложенных механизмов.

7. В качестве дальнейшего развития темы распределения тока и потенциала представляется изучение распределения тока в легкоплавких электролитах системы $KF-AlF_3-NaF-Al_2O_3$. Как повлияет, по мнению автора, изменение состава и температуры электролита на распределение тока и потенциала? Были ли получены предварительные результаты в данном направлении исследований?

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки настоящей работы, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов. Работа соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Поляков Андрей Александрович -

полностью заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Доцент кафедры прикладной механики Политехнического института ФГАО ВО «СФУ», кандидат технических наук

Федорова Елена Николаевна

Тел.: 8 (913) 532-74-55

e-mail: efedorova@sfu-kras.ru

Дата: 01.09.2022

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», Политехнический институт

Почтовый адрес: 660074, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Киренского д. 26

Официальный сайт в сети Интернет: <http://polytech.sfu-kras.ru/>

Телефон: 8 (391) 291-20-50

Личную подпись Федоровой Е.Н. заверяю



ФГАОУ ВО СФУ
Подпись Е.Н. Федоровой заверяю
начальник общего отдела Мирясова
09 2022

(Дата, подпись, печать организации)