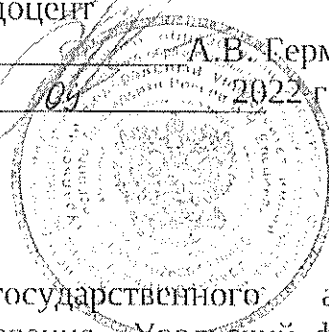


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке ФГАОУ ВО  
«УрФУ имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина», д-р физ.-мат.  
наук, доцент

А.В. Германенко  
« 5 » 09 2022 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» 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 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

### Актуальность темы диссертации

Алюминий является одним из самых востребованных металлов для мировой промышленности с постоянно растущими объемами производства. Получение металла сопряжено с высокими затратами на электроэнергию, высокими требованиями к сортности металла и с постоянным повышением требований к экологической безопасности производства. Развитие отрасли происходит по пути модернизации существующей более ста лет технологии Эру-Холла, в основе которой лежит использование углеродных анодов, горизонтально расположенных относительно алюминиевого катода. Постепенное увеличение мощности электролизеров, совершенствование их конструкции позволило достичь высоких технико-экономических показателей процесса, однако потенциал данного направления не является безграничным.

Многолетние попытки разработать технологию электролиза с вертикальными инертными электродами с перспективой многократного увеличения производительности и ликвидации выделений парниковых газов пока не привели к реализации таковой в промышленном масштабе. Ключевыми нерешенными проблемами являются чрезмерная коррозия инертных анодов с

ОТЗЫВ  
ВХ. № 9-601 от 16.09.22  
АУ УС

последующим загрязнением алюминия металлическими примесями, дестабилизация электролитического процесса:

Таким образом, соискателем была выбрана актуальная для алюминиевой отрасли цель работы, заключающаяся в разработке технических решений, обеспечивающих повышение стабильности электролиза криолитоглиноземных расплавов с применением вертикальных электродов.

### **Научная новизна и результаты работы**

В качестве объекта исследования автор выбрал технологию электролитического получения алюминия с вертикальными электродами, а предмета исследования – распределение тока и потенциала по поверхности электродов. Научная новизна представленной соискателем работы определяется следующими результатами:

- 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.
- 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.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций** подтверждаются результатами проведенных автором теоретических и экспериментальных исследований, соответствующих общепринятым теоретическим и методологическим представлениям, непротиворечивостью полученных результатов, апробацией основных положений диссертации в публикациях и выступлениях на научных конференциях.

**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 увеличению срока службы обожженных анодов действующих алюминиевых электролизеров Казахстанского электролизного завода. Подана заявка на «Способ получения композитного углеродсодержащего материала».

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.

#### **Оценка содержания диссертационной работы**

Диссертация состоит из оглавления, введения, 4 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, включающего 116 наименований, двух приложений. Диссертация изложена на 133 страницах машинописного текста, содержит 66 рисунков и 14 таблиц. Работа написана грамотным, научным языком, соблюдена правильность оформления. В целом, диссертация производит благоприятное впечатление, качество и обилие графического материала способствует хорошему восприятию.

## Замечания и вопросы по диссертации

1. В экспериментальной работе автор использовал электроды эллиптической формы. Исходя из каких соображений выбирались геометрические параметры для электродов данной конфигурации? Проводились ли автором теоретические расчеты распределения тока для этих электродов?
2. Несмотря на полученный эффект снижения скорости коррозии анодов от применения вертикальных эллиптических электродов, наблюдаемая коррозия остается чрезмерной для получения чистого алюминия. Чем это объяснить?
3. Следует пояснить с чем связано значительное различие зависимостей напряжение – время для образцов С1, С2 и С3?
4. Технологические нарушения, особенно в первых экспериментах связаны с условиями электролиза. Высокое криолитовое отношение (2, 3) облегчило появление твердосолевой пассивации, высокая температура (960-970 °С) ускоряла и увеличивала оксидную пассивацию, достигавшую 15 и даже 25 В, а также способствовала контакту алюминия с инертным анодом и приводила к его разрушению. О преимуществах низкотемпературного электролиза убедительно свидетельствует работа Ткачёвой О.Ю. (ссылка [24] в Вашем списке литературы).
5. Недостатком работы является использование в качестве катодов тех же материалов, что и для анодов. Все присутствующие в них компоненты образуют с алюминием тугоплавкие соединения, которые могут привести к короткому замыканию анода с катодом в начале электролиза во время образования оксидного слоя. Сведения о том, какова продолжительность этого важного для технологии процесса, в диссертации отсутствуют. Между тем формирование стабильного оксидного слоя может занимать сутки и более (ссылка [24] в Вашем списке литературы).

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки настоящей работы, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия 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.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Полякова Андрея Александровича обсуждался и был утвержден на заседании кафедры металлургии цветных металлов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», протокол № 10 от 02.09.2022 г.

Заведующий кафедрой металлургии  
цветных металлов  
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина»,  
д-р техн. наук, е.и.с



Мамяченков  
Сергей Владимирович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Почтовый адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19  
Официальный сайт: <https://urfu.ru/>  
e-mail: [rector@urfu.ru](mailto:rector@urfu.ru), [s.v.mamiachenkov@urfu.ru](mailto:s.v.mamiachenkov@urfu.ru)  
Тел.: +7 (343) 375-45-07, 375-46-09

