

## ОТЗЫВ

кандидата технических наук, Архипова Александра Геннадьевича на автореферат диссертации Горланова Евгения Сергеевича на тему: «Легирование катодов алюминиевых электролизеров методом низкотемпературного синтеза диборида титана», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертационная работа Е.С. Горланова «Легирование катодов алюминиевых электролизеров методом низкотемпературного синтеза диборида титана» посвящена разработке способов синтеза диборида титана пирометаллургическими и электрохимическими методами для применения в технологиях электролизеров нового поколения с инертными электродами. Полученный  $TiB_2$  в виде порошка может использоваться для изготовления индивидуальных электродных и огнеупорных изделий, а также для составления композиций с углеродными материалами и другими тугоплавкими соединениями. Электрохимически синтезированный  $TiB_2$  на поверхности катода в течение работы электролизера придает катоду свойства смачиваемости алюминием и защищает от воздействия агрессивной среды. Кроме того, процесс микроборирования титаносодержащих катодов с последующим синтезом диборида титана позволяет нивелировать, выравнять физическую неоднородность катода и, тем самым, обеспечивать стабильный процесс электролиза с применением твердых катодов.

Исследования в этом направлении актуальны в связи с отсутствием в настоящее время коммерческих технологий для электролизеров с дренированными и вертикальными электродами, которые позволяют значительно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. Вместе с тем, разработанные в лабораторных условиях технология микроборирования металлосодержащих катодов и в промышленных условиях технология микроборирования примесей в расплавленном алюминии могут применяться не только для электролизеров нового поколения, но и для действующих электролизеров с ОА и Содерберг. Промышленные испытания по добавлению гранул  $TiB_2$  в расплав действующих электролизеров проводимые на Дубайском алюминиевом заводе (DUBAL) теперь входящий в EMIRATES GLOBAL ALUMINIUM (EGA) показали, что их применение позволяет существенно повысить срок службы электролизеров, что является одной из первоочередных задач для нашей компании в связи с тем, что в последнее десятилетие была существенно повышена сила тока. Анодная сила тока на промышленных средне и высокоамперных (240-480 кА) сериях электролиза достигла показателей 1 А/см<sup>2</sup> и выше, что в существенной мере негативно отразилось на среднем сроке службы электролизеров в следствии повышения и катодной плотности тока. Негативными последствиями непосредственного добавления гранул  $TiB_2$  в расплав являлись высокая стоимость  $TiB_2$  и снижении чистоты металла. Предложенный в этой диссертационной работе метод электрохимического синтеза  $TiB_2$  на поверхности катодных блоков решают обе эти проблемы. Также увеличение срока службы действующих электролизеров позволит пропорционально сократить объемы утилизации отработанной футеровки, что является существенным вкладом в снижение отрицательного влияния алюминиевой промышленности на окружающую среду.

Предполагаемые и достигнутые результаты, степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, подтверждена необходимым объемом экспериментальных лабораторных и промышленных испытаний, обсуждением основных положений работы на российских и международных научных конференциях и их публикацией в соответствующих журналах, применением в промышленности.

№ 132-9  
от 18.06.2016

Основные научные результаты, полученные автором диссертации, достаточно полно отражены в 41 публикациях, в том числе в 1 монографии, 15 публикациях в рецензируемых изданиях, рекомендованных Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, прочих 4 изданиях, результаты работы доложены на 12 Международных и Российских конференциях. По теме диссертации получено 9 патентов.

Положительно в целом оценивая работу Е.С. Горланова, считаю необходимым высказать несколько вопросов и замечаний:

1. Не ясно за счет чего возможно снижение МПР на действующих электролизерах с ОА или Содерберг, т.к. смачивание подины алюминием не должно оказывать влияние на МГД стабильность электролизера. Также не представляется возможным снижение МПР для современных электролизеров с хорошо скомпенсированным магнитным полем токоподводящей ошиновкой даже на 0.5 см, ввиду того что такие электролизеры уже работают с МПР ниже 3 см и дальнейшее снижение МПР приведет к значительному падению выхода по току из-за близости восстановленного алюминия к пузырьковому слою под анодом. Поэтому главный и существенный экономический эффект ожидается за счет увеличения срока службы, т.к. стоимость перефутеровки одного современного высокоамперного электролизера составляет несколько сот тысяч долларов.

2. Смачиваемый слой диборида титана получен путем борирования углеродтитановых катодов при катодной плотности тока  $0,7-0,8 \text{ А/см}^2$ . Как известно плотность тока на поверхности катодного блока очень не однородна в отличие от анодной и увеличивается по направлению от центра катодных блоков к бортовым стенкам и может достигать на границе с настылью значений более  $2 \text{ А/см}^2$  где и происходит максимальная эрозия. Применительны ли результаты полученные в ходе экспериментов при  $0,7-0,8 \text{ А/см}^2$  к более высоким плотностям тока наблюдаемых в промышленных электролизерах?

Высказанные вопросы и замечания не снижают теоретической и практической значимости проведенного исследования.

### **Заключение**

Работа Е.С. Горланова представляет собой завершенное научное исследование, выполненное автором самостоятельно и на достаточно высоком уровне. Диссертация «Легирование катодов алюминиевых электролизеров методом низкотемпературного синтеза диборида титана», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов, соответствует требованиям пунктов 2.1-2.6 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – Горланов Евгений Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Кандидат технических наук,  
Руководитель группы моделирования  
Департамента Разработки и Продажи Технологий,  
Дубай Алюминум PJSC, EGA  
Тел.: +9718225990  
E-mail: aarkhipov@ega.ae  
Дата: 13/06/2020

Архипов Александр Геннадьевич

Подпись



*Почтовый индекс*

*Адрес организации*

ОАЭ,

г. Дубай,

Почтовый ящик (PO BOX) 3627

Тел.: +97148846666

E-mail: [www.ega.ae](http://www.ega.ae)

**PRIVATE & CONFIDENTIAL**

Date 09 June, 2020

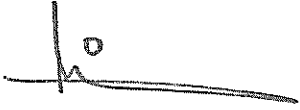
REF HC/GenLtr/0000051810/00009895

**TO WHOM IT MAY CONCERN**

We confirm that Mr.Alexander Arkhipov holder of Russian Passport No. 530352116 has been an employee of Dubai Aluminium PJSC since 06 October, 2010 and is presently working as a Manager - Modelling .

This letter is issued upon the employee's request without any responsibility on our part. The validity of this letter is one month from the date of issue.

Yours faithfully,  
For and on behalf of **Dubai Aluminium PJSC**



**Hind Bushenain Alameri**  
**Director- Human Capital Shared Service**

**This certificate is valid only if printed on original letterhead with security watermark.**



Перевод

**EMIRATES GLOBAL ALUMINIUM**

**ЧАСТНОЕ И КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЕ**

Дата 09 Июня, 2020

REF HC/GenLtr/0000051810/00009895

**ДЛЯ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ПО МЕСТУ ТРЕБОВАНИЯ**

Мы подтверждаем, что г-н Александр Архипов, владелец российского паспорта № 530352116, является сотрудником ПАО «Дубай Аллюминий» с 6 октября 2010 года и в настоящее время работает менеджером по моделированию.

Это письмо выдается по запросу работника без какой-либо ответственности с нашей стороны. Срок действия этого письма составляет один месяц с даты выдачи.

Искренне Ваш,

За и от имени ПАО Дубай Аллюминий

**Хинд Бушенайн Аламери**

**Директор отдела кадров, общая служба**

Этот сертификат действителен только в том случае, если он напечатан на фирменном бланке с водяным знаком безопасности.