

## ОТЗЫВ

### официального оппонента

на диссертационную работу Саитова Антона Викторовича на тему «Применение литиевых добавок при электролитическом производстве алюминия для повышения стойкости подовой футеровки алюминиевого электролизера», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

#### 1. Актуальность темы исследования

Современные тенденции в технологии производства алюминия электролитическим способом характеризуются ростом производительности алюминиевых электролизеров за счет повышения амперной нагрузки. Риск дестабилизации процесса электролиза на мощных ваннах существенно выше из-за увеличенных размеров, в первую очередь, катодного устройства. Появление новых катодных материалов и технологий их обработки и эксплуатации является необходимым условием научно-технического развития технологии электрофизического восстановления алюминия.

В последние годы в мировой практике наметилась тенденция к разработке защитных покрытий и конструкционных материалов из тугоплавких соединений и инертных материалов на основе  $TiB_2$ ,  $ZrB_2$ ,  $BN$ ,  $TiC$ ,  $SiC$ , суспензия из смеси  $TiB_2$  и глинозема,  $TiB_2-C$ ,  $TiB_2-WSi_2$ , применение которых позволяет существенно снизить затраты и повысить стойкость футеровки, тем самым увеличив срок службы алюминиевых электролизеров. Однако, такие решения не всегда экономичны, несмотря на ряд преимуществ в периоды пуска и выхода на проектные параметры. Недостаточная термостойкость, затратность изготовления покрытий, высокая стоимость представленных используемых сырьевых материалов сдерживают промышленное применение существующих решений.

В данной работе автор предлагает оригинальные и новые технические решения, позволяющие повысить срок службы подовой углеграфитовой футеровки алюминиевых электролизеров за счет применения литиевых

№ 437-10  
от 27.11.2018

добавок. Работа посвящена доказательству положительного эффекта литиевых добавок, применение которых можно рассматривать в качестве наиболее предпочтительного решения повышения эксплуатационных и физических характеристик футеровочных материалов подины, поскольку отсутствуют данные положительного влияния данных добавок на работу катодного устройства и стойкость углеграфитовой части футеровки: подовых секций и швов. Выполненные ранее исследования влияния литиевых добавок на стойкость угольной подины к проникновению натрия не привели к разработке конкретных технических решений для их целеполагающего воздействия, что и создает новое направление научной деятельности, послужившее основой для выполненных исследований.

Таким образом, заявленная тема диссертации Саитова А.В. несомненно является актуальной и направлена на дальнейшее совершенствование теоретических и практических аспектов по повышению стойкости подовой футеровки, срока службы и увеличению производительности алюминиевых электролизеров, улучшению сортности получаемого алюминия.

## **2. Научная новизна и практическая ценность работы**

Научные положения, выносимые автором на защиту, в достаточной мере раскрывают суть основной идеи работы. В качестве основной идеи работы автором заявлено, что при обработке литием углеграфитовых материалов на его поверхности образуется защитный блокирующий слой, в результате способности атомов лития внедряться в структурные слои графита без искажения кристаллической структуры из-за маленького радиуса, в отличие от других щелочных металлов.

В результате выполнения диссертационной работы Саитовым А.В. можно выделить основные научно-технические результаты, обладающие признаками научной новизны и имеющие значение для развития теории и технологии производства алюминия электролитическим способом:

1. Автором впервые определены коэффициенты диффузии натрия и значения энергии активации процессов внедрения натрия в предварительно

обработанную литием углеграфитовую футеровку. В результате установлено, что энергия активации процесса диффузии натрия в обработанный литием углеграфитовый материал в 1,5 раза больше, чем процесса диффузии натрия в стандартный углеграфитовый материал, что свидетельствует об образовании на их поверхности защитного антидиффузионного интеркалированного слоя.

2. Установлено, что предварительная обработка парами лития имеет наиболее эффективную активную защиту в начальный момент времени выдержки образца в электролите в течение 8-9 часов, что полностью удовлетворяет промышленным запросам, так как, согласно промышленной практике наибольшая степень разрушений углеграфитовой футеровки приходится на момент пуска электролизеров. Следовательно, максимальная защита поверхности катодной футеровки в первые часы работы электролизера, является наиболее значимой и определяющей весь жизненный цикл работы электролизера.

3. Автором исследовано влияние литиевых добавок в холодно-набивной подовой массе на стойкость к внедрению натрия и изменению ее физических свойств. Установлено, что рациональное содержание модифицирующей добавки в холодно-набивной подовой массе для повышения ее стойкости к проникновению натрия с одновременным снижением удельного электрического сопротивления на 15 % по сравнению со стандартной составляет 0,5-4,0 мас. %.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе Саитова А.В., сомнения не вызывают, что следует из представленного количества экспериментальных данных и результатов, которые подтверждаются их соответствием с ранее выполненными работами и исследованиями.

В работе использовались экспериментальные и теоретические методы исследований, включая физическое моделирование технологических

процессов электролиза расплавленных солей. Для изучения свойств и составов УГМ применялись современные физико-химические методы: порошковая рентгеновская дифрактометрия, электронная микроскопия, методы математического и статистического анализа, моделирование процессов электролиза. На отдельных этапах работы были использованы известные отраслевые методики, а обработка данных выполнялась с использованием стандартных программных пакетов.

Результаты научно-практических исследований, их анализ и выводов опубликованы в научных изданиях, предусмотренных ВАК РФ, докладывались на российских и международных конференциях, а также подтверждены патентами РФ (патенты РФ на изобретение № 2522928, № 2626128, № 2548875).

Следует отметить логичность и рациональность построения работы. Она строится вокруг защищаемых положений:

Первое защищаемое положение основано на исследовании механизма взаимодействия углеграфитовых подовых блоков с литиевыми расплавами, изучении механизма интеркаляции лития в углеграфитовые материалы при обработке их парами лития, расчете коэффициентов диффузии натрия, а также значений энергии активации данных процессов. В рамках первого научного положения автором разработан и предложен способ защиты подовой футеровки алюминиевого электролизера.

В рамках второго защищаемого положения изучено влияние модифицирующей добавки, состоящей из смеси  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  и Si в холодно-набивной подовой массе на стойкость к пропитке криолит-глиноземным расплавом и внедрению натрия, приведены и описаны зависимости изменения удельного электрического сопротивления от изменения процентного содержания модифицирующей добавки в холодно-набивной подовой массе. Разработан и предложен способ защиты периферийного и межблочных швов алюминиевого электролизера.

Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ.

#### **4. Замечания по содержанию диссертации**

По существу диссертационной работы следует отметить ряд замечаний:

1. Не ясно чем отличается механизм внедрения и разрушения футеровки натрием и литием.

2. В работе не достаточно подробно описано какими параметрами характеризуется процесс внедрения лития.

3. Требуется уточнить какими экономическими показателями характеризуется технология внедрения лития в поверхность подовых блоков.

4. Не ясно как может измениться себестоимость конечного продукта после внедрения технологии.

5. Не ясно каким образом определялась рациональность значения содержания модифицирующей добавки ХНПМ (указывается 0,5-4,0 % масс).

6. В работе не уточняется, что произойдет с материалом в результате длительной эксплуатации? Необходимо ли обеспечивать постоянный поток лития к поверхности угольного блока или достаточно кратковременной обработки?

7. В выводах не приводится информация об изменении механических свойств образцов катодного блока.

#### **5. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным положениям о присуждении ученых степеней**

В целом диссертация написана понятным и технически грамотным языком. Её содержание обладает высокой степенью проработки, последовательностью и ясностью изложения научных результатов. Оформление работы соответствует Государственным стандартам, требованиям ВАК и действующим нормативным документам. Текст автореферата соответствует основному содержанию диссертации и даёт достаточно полное представление о структуре, научной новизне и

практической значимости работы, а также доказательной базе защищаемых положений, апробации и публикациях по теме диссертации.


С учётом актуальности темы диссертационной работы, научной обоснованности, оригинальности и новизны технических разработок можно заключить, что диссертация Сайтова Антона Викторовича содержит необходимые квалификационные признаки, соответствующие Пункту 9 Положения ВАК Минобрнауки РФ «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент, эксперт  
Краевого государственного  
бюджетного учреждения  
дополнительного  
профессионального образования  
«Центр развития  
профессионального образования»,  
к.т.н.



Власов Александр  
Анатольевич

Подпись Власова Александра Анатольевича удостоверяю

*Сиссеев*  
  
*16.11.2018*

Краевое государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Центр развития профессионального образования»

Почтовый адрес:

660075 г. Красноярск, Маерчака 43 ж

Тел./факс: +7 (391) 221-99-45;

E-mail: [crpo@center-rpo.ru](mailto:crpo@center-rpo.ru)

Сайт: <http://www.center-rpo.ru/>