

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Филатова Александра Андреевича
«Синтез лигатур Al-Zr при электролизе оксидно-фторидных расплавов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по
специальности
«2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»

Актуальность выбранной темы. В настоящее время, в связи с высокими темпами развития авиа и ракетостроения, цирконий широко применяют в качестве легирующей добавки в алюминий и его сплавы, для улучшения их механических свойств, с сохранением малой плотности и высокой электропроводности. Легирование алюминия цирконием осуществляют путём растворения в расплавленном алюминии алюмо-циркониевых лигатур, которые в промышленных масштабах в России не производят, а существующие небольшие частные производства не покрывают нарастающего потребительского спроса. Также существующие методы производства помимо высоких энергозатрат и расхода дорогих реагентов обладают такими недостатками как накопление примесей в реакционной смеси, либо низком содержании легирующего элемента в лигатуре. Предлагаемый автором способ получения алюмо-циркониевых лигатур электролизом оксидно-фторидных расплавов предполагает использование в качестве основного металлосодержащего компонента оксида циркония. Электролитическое восстановление оксидов во фторидных расплавах вместо дорогостоящих солей и снижение температуры процесса до 800°C позволяет устранить вышеуказанные недостатки и сделать производство более рентабельным. Однако необходимые данные об электродных процессах в подобных средах в научно-технической литературе крайне ограничены, либо отсутствуют, что является основным препятствием для организации промышленного производства.

Диссертационная работа Филатова А.А., направленная на создание научно-практических основ синтеза алюмо-циркониевых лигатур электролизом оксидно-фторидных расплавов представляется весьма актуальной с научной и практической точек зрения.

Обоснование выбора методов и достоверность результатов исследования. Результаты полученные в процессе исследований не вызывают сомнений, поскольку для их получения было использовано современное оборудование и высокоточные методы электрохимического анализа, такие как стационарная поляризация и циклическая

хроновольтамперометрия. Все электрохимические измерения и электролитическое получение алюмоциркониевых лигатур проведены в сконструированных диссертантом экспериментальных ячейках, которые также могут быть использованы для изучения других процессов в расплавленных средах. Результаты электрохимических измерений были успешно использованы для получения сплавов Al-Zr и металлического циркония на твёрдых катодах, а результаты анализа состава, структуры и свойств исследуемых расплавов и полученных катодных продуктов хорошо сходятся с известными на данный момент научно-техническими данными.

Научная новизна результатов. В ходе выполнения работы диссертантом получены следующие данные:

- измерены температуры ликвидуса фторидных расплавов с добавками оксида циркония, а также двумя независимыми методами определена растворимость оксида в расплавах на основе KF-AlF₃ и NaF-AlF₃.

- изучены закономерности электровосстановления ионов циркония и алюминия во фторидных расплавах, установлен механизм взаимодействия оксида циркония со фторидными расплавами в зависимости от их катионного состава.

- изучена кинетика алюмотермического восстановления оксида циркония в исследуемых расплавах.

- установлена принципиальная возможность синтеза металлического циркония на твёрдом, и алюмо-циркониевых сплавов на жидкометаллическом катодах.

- установлены оптимальные параметры и закономерности получения лигатур алюминия при электролизе расплавов на основе системы KF-NaF-AlF₃-ZrO₂ с добавками ZrO₂ при температуре 800°C.

- подтверждена возможность использования полученных лигатур для модификации алюминиевых сплавов без дополнительных операций переплавки или иных способов переработки.

Практическая и теоретическая значимость работы.

Научно-практические результаты полученные в диссертационной работе Филатова А.А. существенно расширяют фундаментальные представления о физической химии и электрохимии расплавленных солей, поскольку в научно-технической литературе рассмотрены лишь процессы связанные с производством алюминия в криолит-глиноземном расплаве в диапазоне температур от 950 до 1050°C.

Впервые оценена растворимость оксида циркония и изучены температуры ликвидуса цирконий-содержащих расплавов, что позволяет прогнозировать поведение подобных электролитов при варьировании таких параметров синтеза как: температура, катионный состав, мольное соотношение выбранных компонентов.

Разработаны основы более энергоэффективной и экологичной технологии синтеза алюмо-циркониевых лигатур, позволяющие организовать непрерывное производство лигатур с широким диапазоном концентраций легирующего компонента, созданы патенты предлагаемых технологий.

Полученные Филатовым А.А. научно-практические результаты и выводы соответствуют достижению поставленной в работе цели и задачам. Основные результаты диссертационной работы представлены в 16 научных работах, из них 14 статей, в том числе 5 статей проиндексированы в международных базах Scopus и Web of Science, и 2 патентах РФ.

При ознакомлении с диссертационной работой возникли следующие вопросы:

1. В работе указано, что при высоких содержаниях циркония, основная его доля в сплаве переходит в интерметаллидные соединения переменного состава. Учитывалось ли влияние размера и распределения интерметаллидных фаз в лигатуре на её модифицирующую способность, или только процентное содержание циркония в сплаве?

2. В разрабатываемом способе производства определены оптимальные интервалы и объёмы загрузки оксида для достижения максимальной степени извлечения циркония в сплав. Проводились ли ещё какие-нибудь эксперименты направленные на увеличение объёмов разовой загрузки и снижения их количества в процессе синтеза?

3. При оценке модифицирующей способности лигатуры было изучено влияние содержания циркония на размер зерна. Как влияет размер зерна на эксплуатационные характеристики сплава и какие исследования были проведены в этом направлении?

Имеющиеся вопросы и замечания направлены лишь на предложение возможных путей дальнейшего научного развития диссертационной работы, никак не снижая общего положительного впечатления о работе.

Заключение

По своей актуальности, новизне, научной и практической значимости работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых

степеней в УрФУ, а ее автор, Филатов Александр Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности «2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов».

Официальный оппонент: кандидат технических наук,
Старший научный сотрудник лаборатории редких тугоплавких металлов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
металлургии Уральского отделения российской академии наук.

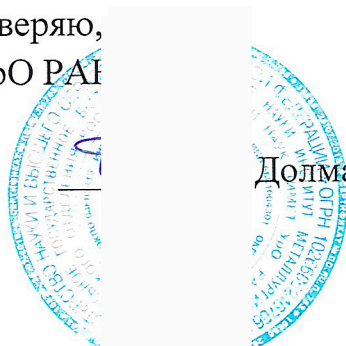
19.10.2022



Агафонов Сергей Николаевич

620016, Россия, Свердловская область,
г. Екатеринбург, ул. Амундсена, стр 101.
Тел. +7 (965) 531-05-66
E-mail: agafonovs@yandex.ru

Подпись Агафопова С.Н. заверяю,
ученый секретарь ИМЕТ УрО РАН
кандидат химических наук,



Долматов Алексей Владимирович