

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.002.01 НА БАЗЕ  
ФГБУН Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 25 сентября 2019 г., № 16  
о присуждении **Катаеву Александру Александровичу**, гражданину РФ,  
ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Получение сплавов Al-B восстановлением  $\text{KBF}_4$  и  $\text{B}_2\text{O}_3$  в легкоплавких криолитовых расплавах» по специальности 05.17.03 – «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» принята к защите 03 июля 2019 г., протокол № 13, диссертационным советом Д 004.002.01, созданным на базе ФГБУН Института высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН, 620137, г. Екатеринбург, ул. Академическая, 20; приказ № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Катаев Александр Александрович 1984 года рождения, в 2007 году окончил ФГАОУ ВПО «Уральский государственный технический университет-УПИ»; там же с 2007 по 2010 обучался в очной аспирантуре; работает младшим научным сотрудником лаборатории электродных процессов Института высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН.

Диссертация выполнена на кафедре технологии электрохимических производств Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ).

Научный руководитель – *Зайков Юрий Павлович*, доктор химических наук, заведующий кафедрой технологии электрохимических производств Химико-технологического института УрФУ.

Официальные оппоненты: *Поляков Петр Васильевич*, доктор химических наук, профессор-консультант кафедры металлургии цветных металлов ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», директор ООО «Легкие металлы», г. Красноярск;

**Сабирзянов Наиль Аделевич**, доктор технических наук, заведующий лабораторией химии гетерогенных процессов Института химии твердого тела Уральского отделения РАН; *дали положительные отзывы на диссертацию.*

**Ведущая организация** ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, в своём положительном отзыве, подписанном Селивановым Евгением Николаевичем, доктором технических наук, заведующим лабораторией пирометаллургии цветных металлов, указала, что диссертантом созданы научные основы двух методов получения сплавов Al-B с использованием легкоплавких криолитов: установлены закономерности изменения физико-химических свойств этих расплавов при растворении в них боросодержащих добавок и механизм взаимодействия компонентов, а также оптимальные режимы проведения процессов.

Соискатель имеет 43 опубликованные работы, в том числе 17 работ по теме диссертации, из них **8 статей** в рекомендованных ВАК научных изданиях, (доля авторского права не менее 40 %), а также 8 публикаций в материалах научных конференций. Имеется **патент** Российской Федерации.

Наиболее значимые научные работы:

1. **Kataev, A.** Interaction of  $B_2O_3$  with molten  $KF-AlF_3$  and  $KF-NaF-AlF_3$  / **Kataev A.**, Tkacheva O., Zakiryanova I., Apisarov A., Dedyukhin A., Zaikov Y. // Journal of Molecular Liquids. 2017. V. 231. P. 149 – 153.

2. **Катаев, А.А.** Получение лигатуры Al-B алюмотермическим восстановлением  $KBF_4$  и  $B_2O_3$  в среде расплавленных солевых флюсов / А.А. Катаев, О.Ю. Ткачёва, Н.Г. Молчанова, Ю.П. Зайков // Известия вузов. Цветная металлургия. 2019. № 3. С. 20–29.

3. **Kataev, A.** The Behavior of  $KBF_4$  in Potassium-Cryolite-Based Melts / **Kataev A.**, Tkacheva O., Redkin A., Rudenko A., Dedyukhin A., Zaikov Yu. // Journal of the Electrochemical Society. 2015. V. 162(4). P. 283–286.

**На автореферат прислали положительные отзывы:**

1. Доктор химических наук **Попова Светлана Степановна**, доцент кафедры “Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств” Энгельсского технологического института. Сделаны замечания:  
- Нет описания методик; не указан интервал допустимых погрешностей измерений.  
- Не указано, какой графит был использован в электролизере.

2. Доктор технических наук *Шешуков Олег Юрьевич*, директор Института новых материалов и технологий УрФУ, г. Екатеринбург:

- Предложено два способа получения сплавов, но представлен только один патент.

3. Доктор химических наук *Яценко Сергей Павлович*, главный научный сотрудник лаборатории химии гетерогенных процессов Института химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург:

- В работе не затронут вопрос стойкости футеровки печи.

- Что повлечёт за собой замена калия на другой щелочной компонент?

4. Доктор технических наук *Чуб Александр Васильевич*, заместитель начальника опытного цеха № 3 Соликамского магниевого завода:

- Можно ли использовать предложенные способы для получения сплавов Al-Ti-B?

- Как влияет состав газовой фазы на процессы получения сплава?

- Недостаточно полно описаны экспериментальной установки.

5. Доктор химических наук *Кондратюк Игорь Мирославович*, профессор кафедры общей и неорганической химии Самарского государственного технического университета:

- Рисунок 2 на с. 10 неясен, выводы из него не убедительны.

6. Доктор химических наук *Кушхов Хасби Билялович*, заведующий кафедрой неорганической и физической химии Кабардино-Балкарского государственного университета, г. Нальчик:

- Как влияют плотность тока и длительность электролиза на получаемый продукт?

- Возможно ли получение сплава при более низкой температуре?

7. Доктор химических наук Шабанов Осман Мехтиевич, профессор кафедры физической и органической химии Дагестанского государственного университета, г. Махачкала:

- Почему на линии ликвидуса  $KF-NaF-AlF_3-B_2O_3$  (рис.8) нет эвтектической точки?

- Симметрия и характер колебаний частиц  $[BO_xF_{4-x}]$  не конкретизированы для  $x$ .

- Чем обусловлен выбор концентрационных пределов для добавок  $KBF_4$  и  $B_2O_3$ ?

- Какой из предложенных способов наиболее подходит для внедрения в производство?

**Обоснование выбора официальных оппонентов и ведущей организации.**

Оппоненты являются признанными специалистами в области высокотемпературной электрохимии (П.В. Поляков), физико-химических процессов синтеза сплавов (Н.А. Сабирзянов). Ведущая организация Институт металлургии Уральского отделения РАН известна научному сообществу своими исследованиями физико-химических процессов в металлургии.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований**

*разработаны* способы электролитического и алюмотермического получения сплавов Al-B с использованием расплавов легкоплавкого калиевого криолита, физико-химические свойства которых обеспечивают высокую эффективность восстановления бора из растворенных в них  $\text{KBF}_4$  и  $\text{B}_2\text{O}_3$ ;

*предложен* двухстадийный механизм взаимодействия оксида бора с расплавленными солями на основе легкоплавкого калиевого криолита, с образованием на начальной стадии тетрафторбората калия и оксида алюминия, и фтороксборатов различных составов на последующей;

*доказана* возможность электролитического получения в расплавах  $\text{KF-AlF}_3\text{-B}_2\text{O}_3$  лигатур Al-B, содержащих в 3-5 раз больше бора, чем при металлотермическом синтезе с использованием  $\text{KBF}_4$ .

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что**

*доказано*, что электролитическое получение сплавов Al-B при использовании оксида бора возможно только в легкоплавком калиевом криолите  $\text{KF-AlF}_3$ , поскольку в присутствии  $\text{NaF}$  происходит образование тугоплавкого и плохо растворимого соединения  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{B}_2\text{O}_7$ ;

*применительно к проблематике диссертации результативно использован* комплекс современных методов: спектроскопия электрохимического импеданса, гравиметрический метод определения плотности, термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия в комплексе с масс-спектрометрией;

*изучены* факторы, определяющие эффективность электрохимического и алюмотермического получения сплавов Al-B: состав солевых смесей, температура, длительность процесса, скорость перемешивания и способ введения борсодержащих добавок.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

*определены* составы флюсов на основе легкоплавкого калиевого криолита с добавками  $\text{KBF}_4$ , обладающие повышенными покровной и рафинирующей функциями и обеспечивающие получение сплавов с содержанием 1-2 мас.% бора при более полном его извлечении (до 70 вместо 30%) при температуре на 100 °С ниже по сравнению с традиционными хлоридно-фторидными флюсами;

*найденны* оптимальные параметры получения сплава Al-B с высоким содержанием бора (до 7,5 мас.%) электролизом расплава  $\text{KF-AlF}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ : температура 973-1073 К и начальная катодная плотность тока 0,3 А/см<sup>2</sup>.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*результаты получены* на сертифицированном оборудовании (импедансметр Zahner IM6E, оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой iCAP 6300 Duo, установка УТГМ-1 с электронными аналитическими весами Mettler AT20, станция термического анализа STA 449 F1 Jupiter (NETZSCH) и масспектрометр QMS 403 CAëolos (NETZSCH), Рамановский микроскоп-спектрометр U 1000, сканирующий электронный микроскоп JSM-5900LV, анализатор кислорода ONH836 LECO) с проведением необходимой калибровки измерительных приборов, что обеспечило хорошую воспроизводимость и согласованность данных;

*идея базируется* на обобщении опыта исследований физико-химических свойств низкоплавких криолитов в лаборатории электродных процессов ИВТЭ;

*использованы* современные методики обработки полученных экспериментальных данных – программное обеспечение Mathcad и Excel для обработки массива экспериментальных данных.

*установлено* количественное согласие авторских результатов с имеющимися в мировой научной литературе данными Словацкой, Норвежской, Уральской школ о физико-химических свойствах низкоплавких криолитов.

*Личный вклад соискателя* состоит в анализе литературных данных, планировании и проведении лабораторных экспериментов, обработке полученных экспериментальных данных, интерпретации полученных результатов, подготовке публикаций.

В соответствии с паспортом специальности **05.17.03** – «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» в работе изучены превращения вещества на границе жидкометаллический электрод - солевой расплав и способы управления этими процессами при электролитическом синтезе сплавов Al-B.

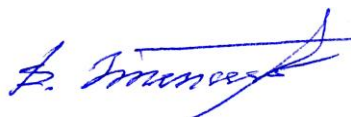
Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена важная задача технологии электрохимических производств – разработаны способы алюмотермического и электролитического получения сплавов Al-B в расплавах на основе легкоплавких криолитов: установлены закономерности изменения физико-химических свойств этих расплавов при растворении в них  $KBF_4$  или  $B_2O_3$ , а также оптимальные режимы проведения процессов.

На заседании **25 сентября 2019 г.** диссертационный совет принял решение присудить Катаеву А.А. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **22** человек, из них **6** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **26** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - **19**, «против» - **1**, недействительных бюллетеней – **2**.

Заместитель председателя совета

доктор химических наук



Степанов Виктор Петрович

Ученый секретарь совета

кандидат химических наук



Кулик Нина Павловна

Подписи Степанова В.П. и Кулик Н.П. заверяю  
Ученый секретарь ИВТЭ УрО РАН к.х.н.



А.О. Кодинцева