

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**на диссертационную работу Карфидова Эдуарда Алексеевича
на тему: «Электрохимическая коррозия стали 12X18H10T в расплаве
LiCl-KCl, содержащем трихлориды церия, неодима, лантана»,
представленную на соискание ученой степени кандидата химических
наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов
и защита от коррозии**

Актуальность выбранной темы.

При переработке отработавшего ядерного топлива реакторов на быстрых нейтронах на одном из этапов в качестве рабочей среды используется расплав LiCl-KCl (49:51, мас. %) в инертной газовой атмосфере. На коррозионную активность среды влияют кислородные примеси (O_2 , O^{2-}), а также соединения, образуемые в результате процесса переработки, а именно хлориды урана (III, IV) и других f-элементов. Сталь 12X18H10T, экономически и технологически востребованный материал, однако металлические материалы в данном солевом расплаве значительно подвержены коррозии. Решение этой проблемы представляется весьма актуальной задачей как с практической, так и теоретической точки зрения. Этому посвящена диссертационная работа Карфидова Э.А., направленная на изучение закономерностей коррозии стали 12X18H10T в расплавах, схожих с используемыми при переработке ОЯТ.

Чтобы найти способ снизить коррозионные потери в расплавленных солях, Карфидов Э.А. изучил коррозию нержавеющей стали 12X18H10T в расплавах хлоридов лития и калия с добавками Li_2O , $CeCl_3$, $NdCl_3$, $LaCl_3$, UCl_3 и UCl_4 в различных соотношениях и кислорода в разных формах. При этом был получен целый пласт новых данных и не известных ранее закономерностей. Их использование позволило добиться желаемого результата – снизить коррозионные потери.

Обоснованность выбора методов исследования и достоверность полученных данных.

Для выполнения поставленных задач и достижения цели работы диссертант использовал актуальные методы исследования коррозии в расплавленных солях. При этом Эдуард Алексеевич применял разнообразные методы для определения каждого параметра. Так, характер изменения морфологии поверхности он изучал с помощью микрорентгеноспектрального и рентгенофазового анализов, скорость коррозии – гравиметрическим методом и элементным анализом.

Прокорродировавшая сталь исследована методами микрорентгеноспектрального, рентгенофазового анализов, потенциометрии.

Все это обеспечило качественные и достоверные результаты, позволяющие полноценно проанализировать изучаемые процессы и установить их закономерности. Данные, полученные разными методами, дополняют друг друга и согласуются между собой, а также с имеющимися в литературе сведениями о коррозии стали в хлоридных расплавах. Их достоверность подтверждается независимой экспертизой опубликованного материала статей.

Научная новизна результатов.

В рамках проведенного исследования получены новые экспериментальные сведения о коррозии 12X18H10T в расплавах LiCl-KCl, содержащих хлориды лантана, церия, неодима, кислородные примеси и хлориды урана в различных соотношениях; выявлены факторы, определяющие особенности коррозии в исследуемых условиях и конкретизированы механизмы. Установленные закономерности расширяют представления о коррозии стали в расплавах солей.

Обоснованность и достоверность положений и выводов.

Сделанные автором выводы основаны на большом количестве экспериментальных данных, анализ которых позволил выявить причинно-

следственные связи при коррозии стали 12Х18Н10Т в среде солевых расплавов.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта.

Установленные закономерности расширяют фундаментальные представления о влиянии содержания хлоридов РЗМ и кислорода на коррозию стали 12Х18Н10Т в расплаве хлоридов лития и калия.

Основное содержание работы достаточно полно отражено в 18 печатных работах, в том числе 8 статьях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, и 6 тезисов докладов на научных конференциях, 1 учебном пособии и 3 патентах РФ на изобретениях. Работа получила поддержку Российского фонда фундаментальных исследований (проект РФФИ № 20-33-90082 Аспиранты), в рамках бюджетных тем (122020100205-5, АААА-А19-119061990025-5).

Диссертация хорошо структурирована и обладает внутренним единством. Материал диссертации оформлен в соответствии с ГОСТами и правилами, установленными Высшей Аттестационной Комиссией. Полученные Карфидовым Э.А. экспериментальные результаты и сформулированные на основании их анализа выводы соответствуют поставленной в работе цели и задачам. Автореферат по своему содержанию, актуальности, степени разработки темы исследования, цели, задачам, научной новизне, теоретической и практической значимости соответствует диссертации.

При ознакомлении с диссертационной работой возникли следующие вопросы, а также замечания по содержанию и оформлению:

- 1) Чем обусловлен выбор максимальной концентрации оксида лития?
- 2) Возможно ли проведение измерений окислительно-восстановительного потенциала относительно литиевого динамического

электрода сравнения при высоком содержании хлорида урана в солевом электролите?

3) Что собой представляют методы окислительно-восстановительного и кислотно-основного титрования, применяемые к аттестации исследуемых солевых электролитов?

4) Как был приготовлен расплав с содержанием 5 % мас. UCl_3 и UCl_4 (стр. 25)?

5) Чем обусловлен выбор хлоридов лантана, церия и неодима? Определяли ли в них концентрацию кислорода по аналогии с эвтектическим расплавом $LiCl-KCl$ (стр. 23, таблица 1.3)?

6) В испытаниях, проводимых в окислительной газовой атмосфере над расплавом, не представлено подробное описание рабочей ячейки для проведения коррозионных испытаний (стр. 26). Возможно ли взаимодействие материалов данной ячейки с вводимым в газовую фазу кислородом и как следствие снижение его концентрации?

7) Каким образом в результате микроскопии были получены качественные показатели коррозии (глубина и количество очагов поражения и т.д.)?

8) Чем вызвана необходимость в дополнительной отмывке образцов после коррозионных испытаний в травильном растворе (стр. 18)?

Данные вопросы и замечания не влияют на общее положительное впечатление о работе.

Заключение

Диссертационная работа Карфидова Э.А. представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком экспериментальном уровне. Установленные в ней закономерности коррозии конструкционного материала 12X18H10T в расплаве $LiCl-KCl$, который содержит хлориды РЗМ и/или кислород в зависимости от содержания кислорода, Li_2O , $CeCl_3$, $NdCl_3$, $LaCl_3$ и соотношения UCl_3/UCl_4 , а также доказательство применимости литиевого динамического электрода как электрода сравнения в расплаве

хлоридов лития и калия вносят значимый вклад в электрохимическое материаловедение.

Диссертационная работа Карфидова Эдуарда Алексеевича «Электрохимическая коррозия стали 12Х18Н10Т в расплаве LiCl-KCl, содержащем трихлориды церия, неодима, лантана» удовлетворяет требованиям раздела II «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 с изменениями на 18.03.2023 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.9. – «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии».

Официальный оппонент

доктор химических наук, профессор,
заведующий кафедрой неорганической и физической химии
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова»



Кушхов Хасби Билялович

18.10.2023

360004, Кабардино-Балкарская Республика,

г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.

Тел. +7-928-719-67-27

E-mail: hasbikushchov@yahoo.com

Подпись Кушхова Х.Б. заверяю

Ученый секретарь КБГУ

доктор филологических наук, профессор



И.В. Ашинова