

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Хвостова Сергея Сергеевича на тему: «Коррозия стали ЭП-823 в хлоридных расплавах при пирохимической переработке отработавшего ядерного топлива», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Актуальность работы.

Замыкание ядерного топливного цикла и переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), в том числе и смешанного уран-плутониевого нитридного (СНУП), выбранного в качестве топлива в реакторе БРЕСТ-ОД-300 – важная задача, требующая решения посредством использования пирохимических технологий.

Применение расплавов солей, обладающих высокой радиационной стойкостью, позволит перерабатывать маловыдержанное отработавшее топливо и при этом обеспечит высокий уровень ядерной безопасности.

В связи с этим актуальность диссертационной работы Хвостова С.С. не вызывает сомнений, поскольку она посвящена исследованию коррозионного поведения стали ферритно-мартенситного класса, используемой в реакторе БРЕСТ-ОД-300.

В диссертационной работе получены и систематизированы данные о коррозии ТВЭЛ-оболочек из стали ЭП-823 в расплавах солей LiCl и $3\text{LiCl}-2\text{KCl}$ с различным содержанием добавленного PbCl_2 в диапазоне температур от 500 до 750 °С. В ходе экспериментальных работ учитывалось состояние оболочки (наличие оксидной пленки, имитирующей старение оболочки либо ее отсутствие) и влияние непосредственного контакта материала с модельным ядерным топливом (UN) на коррозионное поведение стали.

Для определения количественных показателей, характеризующих коррозионное поведение стали в расплавах солей, наряду с традиционными методиками применен модифицированный метод нейтронно-активационного

анализа. Сопоставление данных о коррозионных характеристиках, полученных различными способами, позволило рекомендовать нейтронно-активационный анализ для оценки коррозионной стойкости материалов в электролитах на основе расплавленных солей.

Обоснованность выбора методов исследования и достоверность полученных данных.

Для определения количественных характеристик коррозии стали в расплавленных солях впервые был применен модифицированный метод нейтронно-активационного анализа. В работе также были использованы такие методы исследования результатов процесса взаимодействия стали с агрессивной солевой средой, как гравиметрия, металлография, рентгенофазовый анализ, оптическая и сканирующая электронная микроскопия, а также микрозондовый рентгеноспектральный анализ.

Использованные в работе методы и методики, применительно к цели и решению поставленных задач, позволили получить достоверные воспроизводимые результаты.

Значительная часть диссертационного исследования посвящена термодинамическому моделированию взаимодействия компонентов стали ЭП-823 с расплавами солей в условиях, характерных для технологии пирохимической переработки СНУП ОЯТ.

Достоверность полученных данных подтверждается использованными в работе современными методами исследования, которые взаимно дополняют друг друга, теоретическими расчетами, а также сопоставлением полученных данных с литературными сведениями о коррозии стали ЭП-823 в хлоридных расплавах.

Научная новизна результатов.

В работе продемонстрированы впервые полученные количественные характеристики коррозии стали ферритно-мартенситного класса ЭП-823,

находящейся в неоксидированном и оксидированном состояниях в расплавах солей LiCl-KCl-PbCl_2 эвтектического состава в диапазоне температур от 500 до 750 °С.

Впервые изучено влияние состава, моделирующего топливо на основе UN на коррозию стали ЭП-823 в расплавах солей LiCl и 3LiCl-2KCl в зависимости от температуры и содержания PbCl_2 .

Обоснованность и достоверность положений и выводов.

Утверждается, что полученные в работе экспериментальные данные (количественные и качественные характеристики коррозионного процесса) согласуются с результатами термодинамических расчетов.

Выводы, сделанные в работе соискателем, основаны на обработке и систематизации большого количества результатов проведенных исследований, которые позволили получить количественные и качественные характеристики коррозионного взаимодействия стали ЭП-823 в расплавах солей при условиях, характерных для технологии переработки СНУП ОЯТ.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечена использованием взаимодополняющих методов исследования и определения коррозионных характеристик стали ферритно-мартенситного класса, а также сходимостью и воспроизводимостью результатов измерений.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта.

В работе впервые предложен модернизированный способ нейтронно-активационного анализа для определения скорости коррозии стали в расплавах солей. Способ позволяет оценить селективность растворения компонентов исследуемого материала в расплавах солей, а также определить их концентрации как в плавах солей, так и в газовой среде. Применяв этот метод, диссертант сумел конкретизировать механизм коррозии, при переходе основных компонентов стали ЭП-823 в солевую и газовую фазу в условиях,

близких к параметрам переработки СНУП ОЯТ.

Полученные в диссертации сведения о скорости коррозии стали ЭП-823 могут быть использованы для разработки и оптимизации комбинированной технологии переработки СНУП ОЯТ на площадке АО «Сибирского химического комбината» (г. Северск).

Материал диссертации изложен последовательно. Цель работы достигнута и задачи, поставленные в работе, в целом решены.

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

1. Вопросы:

1.1. В работе рассмотрено влияние модельного топлива на коррозию стали при переработке смешанного нитридного уран-плутониевого отработавшего ядерного топлива (СНУП ОЯТ). Как будет влиять наличие плутония в ОЯТ на коррозию стали ЭП-823 при реальной переработке СНУП ОЯТ?

1.2. Учитывалось ли влияние облучения на коррозионное поведение стали ЭП-823? Как будет влиять длительное облучение оболочек ТВЭЛОВ в реакторной установке БРЕСТ-ОД-300 на коррозию стали ЭП-823 при переработке СНУП ОЯТ?

1.3. В работе отсутствует обоснование используемого состава модельного топлива. Проводились ли исследования, подтверждающие состав таблеток модельного топлива UN, перед проведением испытаний?

2. В оформлении работы можно отметить ряд недостатков. Только некоторые примеры:

2.1. В автореферате присутствует список цитируемой литературы, включающий 9 позиций. Но в тексте автореферата нет ссылок на эту литературу.

2.2. В диссертации есть список использованных источников. Но в оглавлении диссертации его нет.

2.3. Во введении утверждается, что “библиографический список включает 79 ссылок”, а их 77.

3. Значительная часть работы посвящена термодинамическому анализу. К сожалению, в описании методик, использованных в работе (этому посвящена почти вся первая глава), автор ничего не написал об используемых методах и об источниках термодинамических данных (это важнейшая информация, без которой невозможно оценить достоверность полученных результатов).

4. На 43 и 49 страницах говорится, что в ходе расчётов использовался программный комплекс HSC Chemistry. Это неудачный выбор программного обеспечения. Эта программа не позволяет учитывать взаимодействия компонентов в рамках твёрдых и жидких растворов, которые в значительной степени определяют химические свойства растворов (к которым относятся и сталь, и солевой расплав). Более-менее корректно использовать эту программу можно только для моделирования процессов в газовой фазе.

5. К сожалению, текст изобилует неудачными и жаргонными выражениями. Также необходимо отметить наличие заметного числа орфографических и пунктуационных ошибок.

Перечисленные замечания в целом не снижают ценность полученных в работе экспериментальных результатов.

Заключение

Диссертационная работа Хвостова С.С. представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком экспериментальном уровне, в котором решена научная задача, важная для развития технологии переработки СНУП ОЯТ, а именно установлены закономерности коррозионного поведения стали ферритно-мартенситного класса ЭП-823 в расплавленных солевых электролитах. Содержание работы достаточно полно отражено в опубликованных работах.

Диссертационная работа Хвостова Сергея Сергеевича «Коррозия стали

ЭП-823 в расплавах при пирохимической переработке отработавшего ядерного топлива» удовлетворяет требованиям раздела II «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 в действующей редакции, 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, доцент, профессор кафедры материаловедения и физико-химии материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Трофимов Евгений Алексеевич

27.11.2023 г.

Подпись д.х.н. Е.А. Трофимова удостоверяю



ВЕРНО
Начальник службы
делопроизводства ЮУФУ
И.А. Давыдова

Отзыв составил:

- Трофимов Евгений Алексеевич
- Россия, 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76
- Раб. тел.: 8 (351) 267-95-84
- e-mail: trofimovea@susu.ru
- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»
- Профессор кафедры материаловедения и физико-химии материалов

Я, Трофимов Евгений Алексеевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе