

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Антипова Анатолия Евгеньевича
«Медиаторный редокс-автокатализ восстановления многоэлектронного окислителя для
водородно-броматных проточных редокс-батарей»,
представленной на соискание ученой степени доктора химических наук
по специальности 02.00.05 – Электрохимия

Проблема, поставленная в работе А.Е. Антипова, представляется важной в теоретическом плане для понимания механизма и кинетики процессов, происходящих в химических источниках тока, и в практическом плане для создания все более совершенных источников энергии.

В настоящей работе поставлена цель – разработка теоретических основ и создание комплексной методологии математического моделирования, численного решения и экспериментального обоснования связи между процессами массопереноса реагентов и основными характеристиками катодного процесса для нового класса проточных редокс-батарей с медиаторным автокаталитическим механизмом. В связи с чем был решен целый ряд необходимых задач: выявление принципиальной возможности нового медиаторного автокаталитического механизма, установление закономерностей диффузионного массопереноса основных реагентов процесса, выявление связи между закономерностями диффузионного массопереноса основных реагентов и энергетическими показателями системы, численная и экспериментальная верификация разработанного аналитического подхода для модельных систем и апробирование его на лабораторной установке.

В результате выполненной работы установлено:

- Реализованный процесс электровосстановления бромат-ионов в кислой среде в присутствии следового количества молекулярного брома демонстрирует значительную величину удельной катодной плотности тока порядка $A \cdot \text{cm}^{-2}$, достижимую за счет автокаталитического эффекта для ряда модельных систем с контролируемой диффузионной доступностью поверхности и в лабораторном образце редокс-батареи с указанным катодом.
- Теоретически в рамках аналитической теории и численного решения обратных задач предсказана и экспериментально подтверждена немонотонная зависимость катодной плотности тока от интенсивности конвективного перемешивания.
- На базе теоретических исследований создан лабораторный образец батареи с броматным катодом, функционирующий на основе предлагаемых в рамках исследования принципов, который демонстрирует высокие электрохимические показатели по удельной плотности тока ($1.5 A \cdot \text{cm}^{-2}$) и мощности ($0.9 \text{ Вт} \cdot \text{cm}^{-2}$).

Теоретическая значимость результатов работы. Существенный фундаментальный результат работы – впервые создана новая методология, которая эффективно сочетает аналитические, численные и экспериментальные методы исследования закономерностей массопереноса реагентов при электровосстановлении бромат-ионов, что позволило обосновать медиаторный автокаталитический механизм и выявить экстремально высокие скорости катодного процесса.

Практическая значимость результатов работы. Основной прикладной результат работы – впервые создан лабораторный образец испытательной ячейки, функционирующий при высоких пиковых мощностях и нагрузочных токах, что перспективно для водородно-броматной проточной редокс-батареи.

Рекомендации и замечания:

1. Основная шестиэлектронная реакция (2) восстановления бромат-ионов, протекающая в растворе, является окислительно-восстановительной с той характерной особенностью, что восстановитель электрохимически возобновляется из образующегося

продукта. В таком случае неочевидно, что происходит «электровосстановление бромат-ионов».

2. Представляется недостаточно ясной природа аномальной зависимости катодного тока от интенсивности перемешивания раствора. Обнаруженные экстремально высокие токи обусловлены электрохимическими и транспортными характеристиками реагентов, непосредственно участвующих в катодном процессе. Целесообразно заключить реакции (1) и (2) в единый цикл, из которого следовали бы шестизлектронный электрохимический процесс и скоростьопределяющая стадия.

3. В таблице 1 (с.24) в заголовке второй колонки, по-видимому, имелось в виду 10^5 , а не 10^{-5} .

Приведенные дискуссионные замечания и погрешности не умаляют значимости настоящей работы.

По результатам изучения материалов работы можно сделать вывод, что диссертация А.Е. Антипова по объему, актуальности и научной значимости полученных результатов **отвечает требованиям** пункта 9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018) "О порядке присуждения ученых степеней", а ее автор – Антипов Анатолий Евгеньевич – **заслуживает** присуждения ему ученой степени **доктора химических наук** по специальности 02.00.05 – Электрохимия.

Заслуженный деятель науки РФ,
доктор химических наук,
профессор по специальности физическая химия,
профессор кафедры физической химии
химического факультета
Воронежского государственного университета,
+7-(473)-2-208-538,
krav280937@yandex.ru

Кравченко Тамара
Александровна

07.10.2019
дата



Т.А. Кравченко / Кравченко Т.А./

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)	
Подпись	<u>Кравченко Т.А.</u>
заверено	<u>С.С. Ситский</u>
подпись, расшифровка подписи	