

## 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

Применение проточных редокс-батарей имеет комплекс преимуществ экономического и экологического характера, и это определяет перспективность их применения. Отличительная особенность таких систем - конструкционное отделение резервуаров для хранения топлива (высокоэнергоемких химических реагентов) от мембранно-электродного блока, где протекают сами электрохимические процессы, ответственные за генерацию электричества в системе. Однако их применение сдерживается недостаточной удельной мощностью и плотностью энергии. Для решения этих проблем необходима формулировка фундаментальных принципов функционирования таких устройств, что возможно только при комплексном подходе к проблеме, сочетающем экспериментальные, аналитические и численные методики.

Именно такой комплексный подход разработан автором диссертационной работы. А.Е.Антиповым. В его работе рассмотрены принципы работы проточных редокс-батарей, а также их модифицированных аналогов – гибридных батарей, сочетающих конструкционные решения, используемые в традиционных проточных редокс-батареях и топливных элементах. Предложенный автором подход крайне **актуален** для решения прикладных задач по улучшению основных характеристик как самих систем, так и оптимизации электрохимических процессов, лежащих в основе их работы.

Автором предложена совокупность **новых** аналитических, численных и экспериментальных подходов для установления связи между процессами массопереноса реагентов и основными характеристиками катодного процесса для **нового класса** гибридных проточных батарей, в основе работы которых лежит медиаторный редокс-автокаталитический (EC") механизм. Разработанные А.Е.Антиповым новые научно-технологические концепции и решения имеют как технологическую, так и научную ценность, что позволяет положительно оценить результаты представленной работы, как способные внести значительный вклад в техническое и научное развитие страны.

Следует отметить обширную и **успешную апробацию** работы – последняя изложена более чем в 20 научных публикациях в ведущих международных и отечественных периодических изданиях; полученные результаты широко освещены на приглашенных, устных и постерных докладах на международных научных конференциях. Получены 2 патента.

К автореферату работы имеется **замечание**: в подписи к рисунку 2 не уточняется, какому составу раствора отвечает указанная аналитическая зависимость максимальной плотности тока от интенсивности конвективного перемешивания раствора (которая демонстрирует столь высокие плотности тока в системе порядка  $A/cm^2$ ). Сказано лишь об избытке кислоты относительно бромат-аниона.

Замечание не является принципиальным, в целом работу можно оценить как **законченное научное исследование**, актуальность и научная ценность которого весьма высоки.

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 – несомненно **заслуживает** присуждения ему ученой степени **доктора химических наук** по специальности 02.00.05 – Электрохимия.

Доктор хим. наук по специальности «Физика и механика полимеров», профессор по кафедре физики твердого тела, профессор кафедры теоретической физики им.Э.В.Шпольского Московского педагогического государственного университета, Институт физики, технологии и информационных систем, Москва, Малая Пироговская ул., д.29/7. 8 (925) 0656 781, irinarasum9@mail.ru

16.10.2019

И.В.Разумовская/И.В.Разумовская/

