

ОТЗЫВ

на диссертационную работу

КОЛОСНИЦЫНА ДМИТРИЯ ВЛАДИМИРОВИЧА

«Влияние состава и свойств электролитов и электродов на электрохимические характеристики литий-серных аккумуляторов. Экспериментальные исследования и моделирование», представленную на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Важной проблемой современной электрохимической энергетики является разработка электрохимических накопителей энергии (аккумуляторов) обладающих лучшими характеристиками по сравнению с существующими. Важнейшими характеристиками аккумуляторов являются удельная энергия, срок эксплуатации и безопасность. Наибольшей удельной энергией в настоящее время обладают литий-ионные аккумуляторы (200-270 Вт·час/кг) и длительностью циклирования несколько тысяч циклов. Одним из недостатков литий-ионных аккумуляторов является их склонность к возгоранию и взрывам при нарушении режимов эксплуатации и механических повреждениях. Современные реалии требуют создания дешёвых и безопасных электрохимических аккумуляторов, которые обладали бы большей удельной ёмкостью и большей длительностью циклирования.

Перспективными являются аккумуляторы на основе электрохимических систем с металлическим литиевым электродом – литий-воздушные и литий-серные. Особый интерес вызывают литий-серные аккумуляторы, поскольку сера является одним из наиболее распространенных элементов в природе, дешева, доступна, безопасна для природы и человека. Теоретическая удельная энергия электрохимической системы литий-сера составляет более 2500 Вт·ч/кг, что позволяет ожидать создания литий-серных аккумуляторов с удельной энергией 500 Вт·ч/кг и более.

Основной проблемой при разработке литий-серных аккумуляторов является то, что сера, активный компонент положительного электрода является диэлектриком, и в твёрдом состоянии не обладает электрохимической активностью. Для вовлечения серы в электрохимические реакции, используются электролиты на основе апротонных диполярных растворителей, которые способны растворять серу. Процесс электрохимического восстановления серы и полисульфидов лития сложный, многостадийный и полностью не изученный. На процесс электрохимического восстановления серы и полисульфидов лития оказывают влияние многие факторы: состав, свойства и объём электролита, состав и морфология серного электрода и т.д.

Существующие лабораторные прототипы литий-серных аккумуляторов имеют удельную энергию всего лишь 200-400 Вт·ч/кг, а длительность их циклирования достигает лишь несколько сотен циклов. Для увеличения практической удельной энергии литий-серных аккумуляторов, необходимо выявить факторы, оказывающие максимальное влияние на энергетику и сроки службы литий-серных аккумуляторов.

Таким образом, выявление факторов, оказывающих наибольшее влияние на энергетические характеристики литий-серных аккумуляторов, и математическое моделирование влияния физико-химических и электрохимических свойств используемых

материалов на процессы, протекающие в литий-серных аккумуляторах при разряде являются актуальными задачами.

В диссертационной работе Колосницына Дмитрия Владимировича на основании обзора влияния свойств электролитов, используемых в настоящее время в литий-серных аккумуляторах, на их энергетику и длительность циклирования сформулированы требования к электролитам. Изучено влияние природы фоновых солей и поверхностной ёмкости положительных серных электродов на глубину восстановления серы. Особое внимание уделено исследованиям механизмов влияния количества электролита на глубину электрохимического восстановления серы и удельные характеристики литий-серных аккумуляторов. Проведены модельные расчёты максимально достижимых энергетических характеристик литий-серных аккумуляторов. Изучена возможность применения технологий искусственных нейронных сетей для моделирования изменения разрядных характеристик литий-серных аккумуляторов в процессе циклирования.

Научная новизна диссертационной работы Колосницына Д.В. заключается в том, что впервые высказано и теоретически обосновано количество электролита, необходимого для полного электрохимического восстановления серы. Для полного электрохимического восстановления серы электролита должно быть достаточным для сольватации катионов лития, входящих в состав фоновых солей и образующихся полисульфидов лития.

Практическая значимость работы в том, что автором разработано программное обеспечения для обработки данных электрохимических исследований, которое может быть использовано в работе многих лабораторий, занимающихся исследованиями химических источников тока. Разработана методика и модели на её основе для расчёта удельных энергетических характеристик и прогнозирования спада ёмкости литий-серных аккумуляторов в процессе циклирования. С помощью разработанных моделей рассчитаны практически возможные удельная энергия и длительность циклирования литий-серных аккумуляторов в зависимости от поверхностной ёмкости и количества электролита. Разработанные методические подходы и программное обеспечение могут быть использованы для оценки энергетических характеристик как литий-серных аккумуляторов, так и аккумуляторов на основе других электрохимических систем.

К недостаткам работы можно отнести то, что в качестве растворителя в исследуемых электролитах изучен лишь один растворитель - сульфолан. Было бы хорошо, если бы в диссертации была показана применимость предложенного подхода для электролитов на основе растворителей другой природы.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Колосницына Дмитрия Владимировича «Влияние состава и свойств электролитов и электродов на электрохимические характеристики литий-серных аккумуляторов. Экспериментальные исследования и моделирование» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой исследовано влияние физико-химических свойств электролитов, на глубину электрохимического восстановления серы при разряде литий-серных аккумуляторов, обосновано теоретически и показано практически минимальное количество электролита, необходимого для полного восстановления серы при разряде литий-серных аккумуляторов.

Представленная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует критериям, изложенным в пп. 9-14 Положения о

присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 20 марта 2021 г.), а её автор Колосницын Дмитрий Владимирович заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Кострюкова (Слободчикова) Наталья Викторовна, кандидат химических наук (специальность 02.00.04 – Физическая химия), доцент (по кафедре безопасности производства и промышленной экологии) доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии. E-mail: kostrukova@list.ru; тел.: 8 917 [REDACTED]

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» 450008, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12. +7 (987) 254-38-29; e-mail: office@ugatu.su. <https://www.ugatu.su/>.

Я, Кострюкова Наталья Викторовна, согласна на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.1.218.02, и их дальнейшую обработку.

17. 08.2021

Подпись Кострюковой Н.В. заверяю
Проректор по учебной работе УГАТУ
Елизарьев А.Н.

17. 08.2021

