



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ  
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА  
GUMILYOV EURASIAN  
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2015»  
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
X Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS  
of the X International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2015»

**УДК 001:37.0**  
**ББК72+74.04**  
**Ғ 96**

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0  
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2015

## **Жарық сәулелерінің субстанцияға әсер етуінің әр түрлі жолдары**

Сәуленің әсер ету бұрышы (а) және сынған сәуленің бұрышы (г) қалыптыға (екі субстанцияның жанасу бетіне перпендикуляр елестетілген сызық).

Қатты субстанциялармен және сұйықтықтармен жұмыс жасау кезінде қысым өзгерісі өте маңызды емес, бірақ газдармен жұмыс барысында, біз мұны ескеруіміз қажет. Кез келген субстанцияның рефракция индексіні өлшеу жолымен оның концентрациясын есептеу үшін, бізге Құрамы берілген бірнеше ерітінділердің рефрактивті индексіне қарсы молярлық фракцияны көрсететін калибрлеу сызығын сызу қажет. ол себепті, бізге бинарлы ерітінділер дайындау қажет. Молярлық фракциялар 0.1 интервалдарында ауысулары қажет. Бұл қоспалардың көлемі 10 мл-ден аспауы қажет және оларды дайындауда біз компоненттің тығыздығы мен тазалығын ескеруіміз қажет.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1. Громов С.И. , Устинников Б.А. Переработка некондиционного сырья на спиртовых заводах-М.: Агропромиздат , 1989, 200 с.
2. Марниченко В.А., Смирнова В.А. Технология спирта. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981, 416 с.
3. Халаим А.Ф. Технология спирта. - М.: Пищевая пром-сть, 1972.
4. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Технология продуктов брожения. -Высшая школа, 1976, 343 с.
5. Справочник по производству спирта. / В.Л. Яровенко и др./-М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981, 336 с.
6. Справочник технологов ликеро – водочного производства / В.Л.Яровенко и др./ под ред. В.Л.Яровенко.- М.: Пищевая пром-сть , 1976, 2546 с.

УДК:544.6(063)

## **ПЕРЕЗАРЯЖАЕМЫЕ ЛИТИЙ-СЕРНЫЕ БАТАРЕИ С ВЫСОКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЕМКОСТЬЮ**

**Бельгибаева Аяулым Дидарбековна**

[b-aiaulim\\_d@inbox.ru](mailto:b-aiaulim_d@inbox.ru)

Студентка факультета естественных наук ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан  
Научный руководитель – Л.С.Омарова

Литий-ионные батареи являются лидирующими источниками энергии для портативных устройств от малой бытовой электроники до электромобилей. Несмотря на это, их расширяющееся применение ограничено из-за лимитированной энергоемкости доступных катодных материалов. Нужны альтернативные рентабельные катодные материалы с высокой энергоемкостью. Благодаря своей низкой стоимости, экологической дружелюбности, и, самое главное, высокой теоретической емкости 1672 мА\*час/г, которая является самой высокой среди всех известных катодных материалов, сера – очень привлекательный катодный материал для высокоэнергичных перезаряжаемых литиевых батарей следующего поколения. В этой статье будет рассмотрено все, что касается литий-серных батарей. То есть, электрохимия, строение батареи, и основные научные работы, связанные с решением основных проблем, с которыми сталкиваются литий-серные батареи.

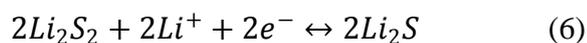
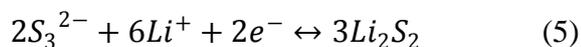
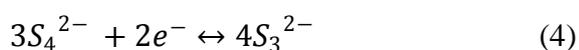
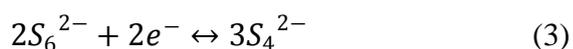
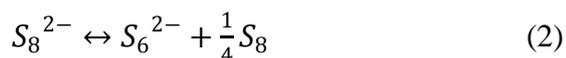
## Введение

Система литий/серы (Li/S) является предметом особого внимания в течение последних нескольких лет. Только о серных катодах с 2012 года уже опубликовано 445 статей [1]. Прогнозируется, что Li/S технологии достигнут плотности энергии до 10 раз выше, чем обычные батареи, в ближайшие несколько лет. Использование такой системы может более чем вдвое увеличить пробег электрических автомобилей и облегчит вес транспортных средств. Преимущество литий-ионного аккумулятора, в котором используется элементарная сера в качестве активного материала, состоит в широкой распространенности и низкой стоимости серы по сравнению с другими материалами. Снижение стоимости катодного электрода предполагает удешевление общей стоимости производства батареи до 300 долларов за киловатт-час [2]. Поэтому, в данный момент технология Li/S батарей является перспективной альтернативой литий-ионным аккумуляторам и привлекает все большее внимание мировых исследовательских групп. Несмотря на это, из-за ее изоляционной природы, большого изменения объема в течение электрохимического процесса, и растворимости полисульфидов, образующихся во время этих процессов, сера как катод в литиевых перезаряжаемых батареях еще не нашла успешного практического применения [3,4]. Поэтому, для решения указанных проблем прилагаются большие усилия.

## Электрохимия литий-серных батарей

Литий-серные батареи состоят из литиевого анода, серного катода и электролита между ними (рисунок 1). Во время разрядки сера реагирует с литием, и восстанавливается двумя электронами, образуя промежуточные звенья – полисульфиды ( $Li_2S_x, x = 2-8$ ), и в конце разрядки – сульфид лития ( $Li_2S$ ). Этот процесс сопровождается увеличением электрохимического потенциала катода, пока батарея не достигает предельного напряжения (F, обычно 1.5 В).

Ниже приведен возможный механизм восстановления серы [5]:



В результате действия внешнего электрического поля с определенной разностью потенциалов, протекает обратная реакция, с разложением  $Li_2S$  до лития и серы. В это время электрохимический потенциал катода постепенно уменьшается до напряжения батареи. Участие в окислительно-восстановительной реакции двух электронов обеспечивает литий и серу высокими теоретическими емкостями (3860 мАч/г для лития и 1672 мАч/г для серы), а батарею – высокой удельной энергией. Однако, электрохимия приносит значимые проблемы, которые препятствуют практическому применению батареи. Во-первых, сера и ее различные продукты восстановления ( $Li_2S_x, x = 1-8$ ) проявляют плохую ионную и электронную проводимости, которые увеличивают внутреннее сопротивление батареи. Это

увеличение приводит к большой поляризации, которая уменьшает эффективность использования энергии батареи. Плохая проводимость также является результатом формирования на поверхности частиц S нерастворимого изоляционного слоя (главным образом, состоящий из  $Li_2S_2$  и  $Li_2S$ ) во время разряда, препятствующего дальнейшему восстановлению частиц, и приводит к уменьшению их эффективного использования. Вторая проблема заключается в электрохимическом процессе, протекающем в литий-серной батарее [6]. На рисунке 2 можно увидеть изменение напряжения в ходе ступенчатого восстановления серы.

### Серный катод

Одним из главных недостатков серы является то, что чистая сера не проводит электрический ток. Для достижения хорошей проводимости ее связывают в композиты с токопроводящими материалами, такими как, углерод и/или органические полимеры. Развитие серных композитов – один из ключевых моментов развития литий-серных батарей. На сегодняшний день известны два способа получения серных композитов. Это – поверхностное покрытие и введение серы. Поверхностное покрытие – один из самых эффективных методов для улучшения электрохимических свойств электродных материалов литий-ионных батарей, и является применимым к серному катоду. Благодаря своей высокой электропроводности и плотной структуре, углерод является идеальным материалом покрытия, и успешно применяется во многих электродных материалах. Однако, для увеличения электронной проводимости поверхностного слоя, традиционные методы углеродного покрытия, такие как гидротермическое и ионотермическое углеродное покрытие, нуждаются в термической обработке при температуре выше 500°C. Такая высокая температура неприемлема для серы, так как превышает ее точку кипения (445°C) [6,7]. А графен (или восстановленная окись графена) может служить хорошим материалом для развития эффективного низкотемпературного углеродного покрытия для серы. Одним из главных преимуществ графена является его гибкость, которая уменьшает напряжение изменения объема серы во время цикла, и его плотная структура может предотвратить растворение полисульфидов в электролите [8,9]. Токопроводящие полимеры, такие как полипиррол, полиакрилонитрил и политиофен также используются для серного покрытия. Полимерное покрытие улучшает циклическую стабильность серы, и обладает значительным преимуществом в цене по сравнению с графеном [10-14]. К примеру на рисунке 3 приведена электрохимическая характеристика серного композита с полиакрилонитрилом.

Недавно было обнаружено, что оксиды могут быть эффективными материалами покрытия для серы. Например, мезопористый слой  $TiO_2$  позволил улучшить циклируемость и увеличить продолжительность жизни литий-серной батареи до 1000 циклов. Однако, аморфный слой  $TiO_2$  плохо проводит электроны, а для увеличения проводимости добавляется большое количество углерода, что в свою очередь способствует уменьшению содержания серы в катоде. Поэтому метод поверхностного покрытия не является идеальным, и нуждается в дальнейших исследованиях, для создания высокоэффективных и приемлемых по цене покрытий.

Следующий метод получения серных композитов, как указывалось выше, введение серы. Идея использовать пористые вещества для введения серы появилась в 2009 году, когда Назар и другие для улучшения циклической характеристики серного катода впервые использовали мезопористый углерод (СМК-3) [15].

### Литиевый анод

По сравнению с быстро развивающимися катодными материалами, литиевый анод, как важный компонент литий-серных батарей, не привлекал особого внимания исследователей до некоторых пор. Металлический литий, в принципе, является идеальным анодным материалом, благодаря его низкому потенциалу и высокой удельной емкости. Однако литий реагирует с большинством электролитов, с которыми он химически связывается, и приводит к формированию пассивирующей пленки на его поверхности. Пленка, будучи обычно ионным проводником, не мешает растворению лития в процессе разряда ( $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$ ); однако, неоднородная поверхность пленки значительно влияет на процесс осаждения лития ( $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$ ), и приводит к неправильному осаждению, что в конечном итоге может повлиять на расширенное формирование дендритов через всю ячейку, приведя к серьезной угрозе безопасности. Действительно, в прошлом при использовании батарей с металлическим литием имели место пожары или даже инциденты взрывов. Поэтому, в настоящее время одной из основных проблем в литий-серных батареях остается замена металлического лития на более надежные анодные материалы [16]. Ими могут быть сплавы лития с кремнием или оловом, а так же прелитированный графит. Эти анодные материалы нуждаются в тщательном исследовании и дальнейшем развитии.

### Электролиты для литий-серных батарей

Электролит, как среда, проводящая ионы лития между электродами, взаимодействует как с серным катодом, так и с литиевым анодом во время работы батареи. Стандартный электролит состоит из растворителя, электролитической соли и дополнительных добавок. Основное влияние на батарею оказывают органические растворители, от которых зависит растворимость полисульфидов, и многие другие немаловажные факторы. Наиболее популярными для электролитов литий-серных батарей являются такие соли, как  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$  (*LiFSI*) и  $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$  (*LiTFSI*). По сравнению с растворителями компоненты электролитических солей не оказывают значительного влияния на характеристические качества ячейки. Что касается добавок, они нацелены на улучшение качества электролита, однако так же имеют свои недостатки, и требуют особого внимания [5].

Электрохимическое поведение литий-серных батарей может быть совершенно разным в различных электролитах. Это объясняется различной растворимостью полисульфидов в разного рода электролитах-растворителях. Поэтому, на выбор подходящего электролита для литий-серных батарей было уделено большое внимание. Жидкие электролиты, электролиты, основанные на ионных жидкостях при комнатной температуре (RTIL), и твердотельные электролиты, все они выполняют важную роль в подавлении растворимости полисульфидов и стабилизации литиевого анода [6].

### Заключение

Для Казахстана сера – самое доступное сырье, так как с каждым годом ее неутраченное количество растет. Учитывая увеличение потребности в высокоемкостных системах хранения энергии, развитие литий-серных батарей и их коммерциализация занимает особую роль в развитии нашей страны. Несмотря на многочисленные недостатки, которые до сегодняшнего дня мешали практическому применению этих батарей, достигнутые мировыми, в том числе Казахстанскими учеными результаты внесли большой вклад в их дальнейшее развитие.

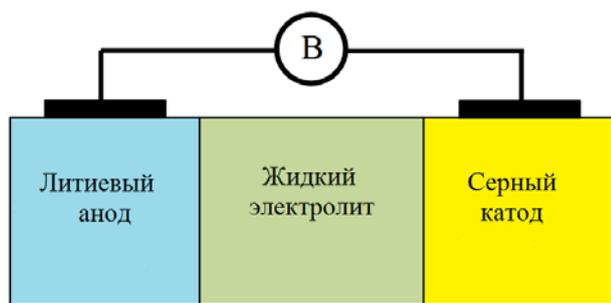


Рисунок 1 Схема строения литий-серной батареи

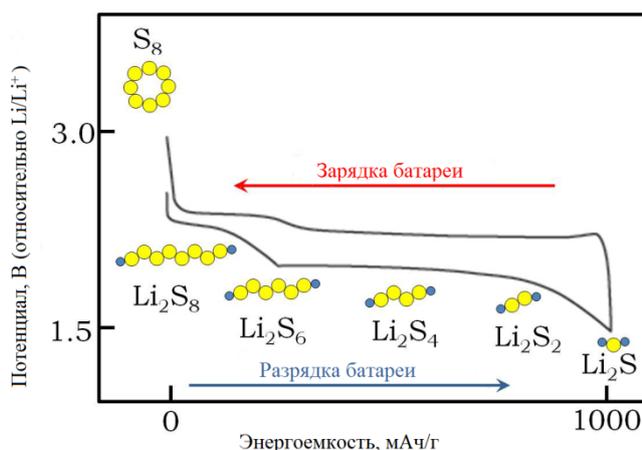


Рисунок 2 Электрохимическое восстановление серы

based on sulfur/graphene nanosheet composite cathode and gel polymer electrolyte // *Nanoscale Research Letters*. 2014, 9:137

4. Yongguang Zhang, Zhumabay Bakenov, Yan Zhao, Aishuak Konarov, The Nam Long Doan, Kyung Eun Kate Sun, Assiya Yermukhambetova, P. Chen *Effect of nanosized Mg<sub>0.6</sub>Ni<sub>0.4</sub>O prepared by self-propagating high temperature synthesis on sulfur cathode performance in Li/S batteries* // *Powder Technology*. 2013, №235, P. 248–255

5. Guiyin Xu, Bing Ding, Jin Pan, Ping Nie, Laifa Shen and Xiaogang Zhang *High Performance Lithium-Sulfur Batteries: Advances and Challenges* // DOI: 10.1039/C4TA02097A

6. Ya-Xia Yin, Sen Xin, Yu-Guo Guo and Li-Jun Wan *Lithium-Sulfur Batteries: Electrochemistry, Materials, and Prospects* // *Angew. Chem. Int. Ed.* 2013, №52, P. 13186 – 13200

#### Список использованных источников

1. Linda F. Nazar, Marine Cuisinier, and Quan Pang *Lithium-sulfur batteries* // *MRS Bulletin*. 2014, №39, P. 436-442
2. Scrosati B., Garche J. *Lithium batteries: Status, prospects and future* // *Journal of Power Sources*. 2010, №195, P. 2419-2430
3. Yongguang Zhang, Yan Zhao and Zhumabay Bakenov *A novel lithium/sulfur battery*

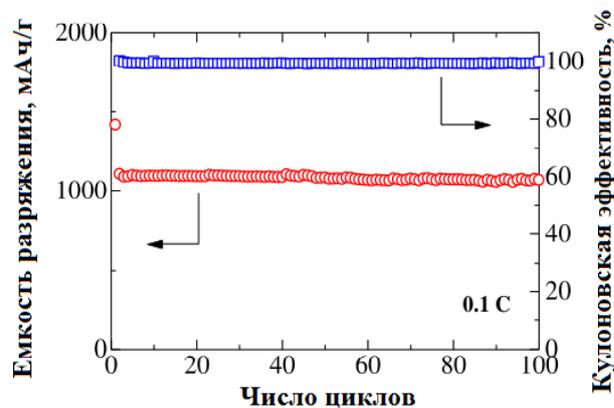
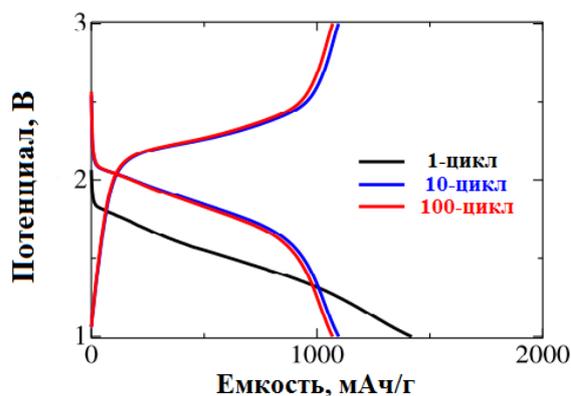


Рисунок 3 Циклическая и заряд-разрядная характеристика катодного материала на основе серы и полиакрилонитрила при гальваностатическом заряд-разряде при 0.1C

7. Yan Zhao, Yongguang Zhang, Zhumabay Bakenov, P. Chen *Electrochemical performance of lithium gel polymer battery with nanostructured sulfur/carbon composite cathode* // Solid State Ionics. 2013, №234, P. 40–45
8. Yongguang Zhang, Yan Zhao, Zhumabay Bakenov *A simple approach to synthesize nanosized sulfur/graphene oxide materials for high-performance lithium/sulfur batteries* // Ionics. 2014, № 20, P. 1047–1050, DOI 10.1007/s11581-014-1165-5
9. Yongguang Zhang, Yan Zhao, Zhumabay Bakenov, Denise Gosselink, P. Chen *Poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene)/poly(methylmethacrylate)/nanoclay composite gel polymer electrolyte for lithium/sulfur batteries* // Solid State Electrochem. DOI 10.1007/s10008-013-2366-y
10. Yongguang Zhang, Zhumabay Bakenov, Yan Zhao, Aishuak Konarov, The Nam Long Doan, Muhammad Malik, Todd Paron, P. Chen *One-step synthesis of branched sulfur/polypyrrole nanocomposite cathode for lithium rechargeable batteries* // Journal of Power Sources. 2012, №208, P. 1–8
11. Yongguang Zhang, Yan Zhao, Zhumabay Bakenov, Moulay-Rachid Babaa, Aishuak Konarov, Cong Ding, and P. Chen/Effect of Graphene on Sulfur/Polyacrylonitrile Nanocomposite Cathode in High Performance Lithium/Sulfur Batteries/Journal of The Electrochemical Society. 2013, № 160(8), P. 1194-1198
12. Yongguang Zhang, Yan Zhao, Assiya Yermukhambetova, Zhumabay Bakenov and P.Chen *Ternary sulfur/polyacrylonitrile/Mg0.6Ni0.4O composite cathodes for high performance lithium/sulfur batteries* // J.Mater.Chem.A. 2013, № 1, P. 295–301
13. Yongguang Zhang, Yan Zhao, Zhumabay Bakenov, Aishuak Konarov, P. Chen *Preparation of novel network nanostructured sulfur composite cathode with enhanced stable cycle performance* // Journal of Power Sources. 2014, № 270, P. 326 – 331
14. Yongguang Zhang, Yan Zhao, Zhumabay Bakenov, Madina Tuiyebayeva, Aishuak Konarov, P. Chen *Synthesis of Hierarchical Porous Sulfur/Polypyrrole/Multiwalled Carbon Nanotube Composite Cathode for Lithium Batteries* // Electrochimica Acta. 2014, № 143, P. 49–55
15. Lin Chen, Leon L. Shaw *Recent advances in lithium/sulfur batteries* // Journal of Power Sources, 2014, № 267, P. 770-783
16. Dominic Bresser, Stefano Passerini and Bruno Scrosati *Recent progress and remaining challenges in sulfur-based lithium secondary batteries – a review* // Chem. Commu. 2013, №49, P. 10545-10562

УДК 662.6/9

## РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕТАНОВЫХ ИНДЕКСОВ ТОВАРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

**Богданов Илья Александрович, Алтынов Андрей Андреевич**  
[bogdanov\\_ilya@mail.ru](mailto:bogdanov_ilya@mail.ru), [andrey\\_altun@mail.ru](mailto:andrey_altun@mail.ru)

Студенты Института природных ресурсов ТПУ, Томск, Россия  
Научный руководитель – М.Киргина

Важнейшими задачами, стоящими перед современной нефтеперерабатывающей промышленностью являются увеличение глубины переработки нефти и широкое использование продуктов вторичного происхождения для производства моторных топлив с требуемыми экологическими и эксплуатационными характеристиками.

В последнее время в Европе и Российской Федерации наблюдается значительное увеличение количества машин с дизельными двигателями, что связано с их экономичностью. Так же немаловажно, что в большинстве своем дизельными двигателями, оснащена военная