

**Третья международная
научно-техническая конференция
«Battery Innovation 2021»**

г. о. Тольятти, 18 марта 2021 г.

РАЗРАБОТКА ПРОТОЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕДОКС-СИСТЕМ ДЛЯ КРУПНОМАСШТАБНОГО НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

**КАЗАРИНОВ
ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ**

Заведующий кафедрой, д.х.н., профессор
Саратовский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского

- Альтернативная энергетика - компенсации колебаний выработки энергии солнцем и ветром.
- Регулирование пиковых нагрузок в промышленных электрических сетях.
- Обеспечение электроэнергией крупных домохозяйств, удаленных сельскохозяйственных предприятий.
- Системы энергоснабжения морских судов с электрическими и гибридными силовыми установками.
- Производство электромобилей.

- **ФИЗИЧЕСКИЕ:**

- кинетические (маховики);
- накопители электрической энергии на основе сжатого воздуха;
- гидроаккумуляторы.

- **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ:**

- свинцово-кислотные аккумуляторы;
- никель-кадмиевые и никель-металлогидридные аккумуляторы;
- литий-ионные аккумуляторы;
- натрий-серные аккумуляторы;
- водородный цикл;
- суперконденсаторы;
- **проточные редокс-батареи.**

Электрохимическая система	Срок службы, лет	Кол-во заряд-разрядных циклов	Удельная энергия, Вт·ч/кг	Удельная мощность, кВт/кг	Стоимость, USD/кВт·ч
Pb PbO ₂	3-5	500-800	25-35	0.003-0.35	100-500
Ni-Cd	10	2000	40-60	0.01-0.7	400-1000
Li-ion		6000	110-180	0.3-3	700-5000
Суперконденсаторы	20	1 млн	2-5	5-10	16000-25000
Проточные батареи (V V)	20	20000	20-40	высокая	400-700
Проточные батареи (орган.)	>10	>10000	35-50	высокая	100-200

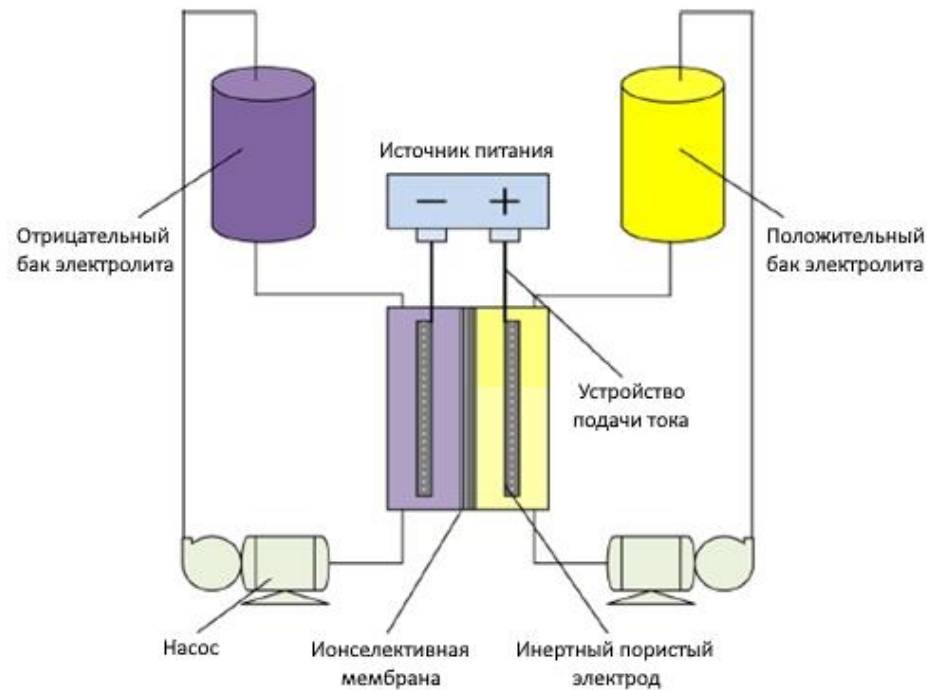


Рис. 1. Общая схема проточной редокс-батареи

- надежны, долговечны и ориентированы на промышленное использование;
- могут достичь практически неограниченной энергии и мощности при использовании все больших и больших емкостей для хранения и количества ячеек;
- простота перезарядки;
- очень быстро реагируют на изменение нагрузки и не боятся перегрузок;
- идеально подходят для установки в источники бесперебойного питания и могут использоваться в ветровой и солнечной энергетике;
- «запас прочности» по цене – стоимость таких батарей примерно в два раза ниже литий-ионных;
- пожаробезопасность, обусловленная отсутствием горючих компонентов и разогрева в процессе работы;
- экологическая безопасность и легкость утилизации и переработки компонентов.

4,5-дигидроксибензол-1,3-дисульфоновой кислоты (BQDS) и антрахинон-2,6-дисульфоновой кислоты (AQDS)

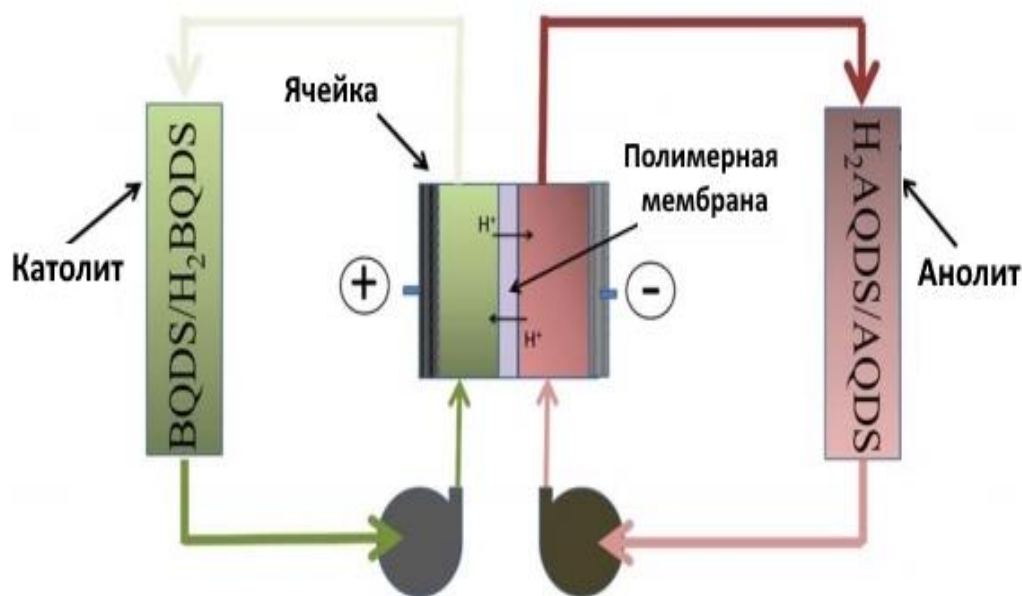
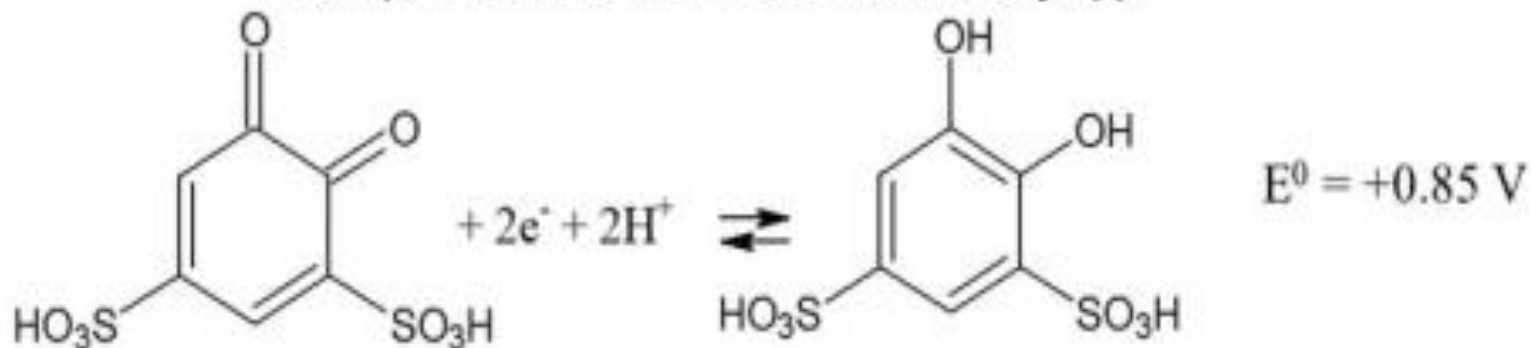
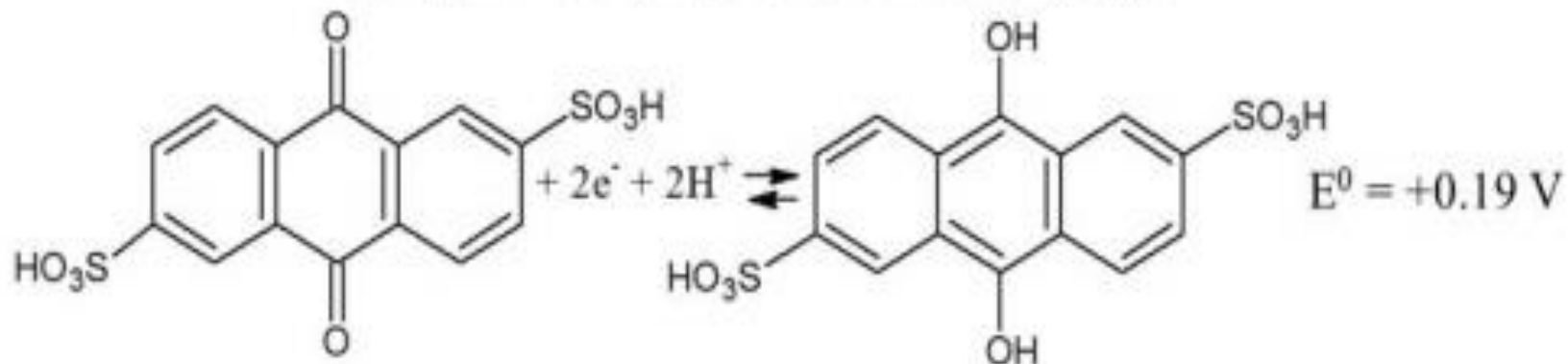


Рис. 2. Схема органической проточной редокс-батареи (ORBAT) с использованием водных растворов BQDS на положительном и AQDS на отрицательном электродах

Реакция на положительном электроде



Реакция на отрицательном электроде



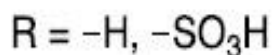
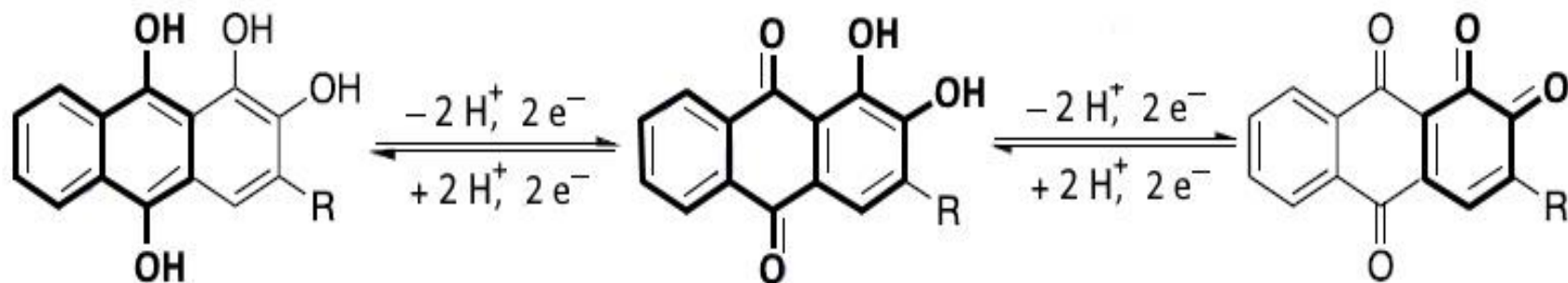


Рис. 3. Ализарин (в центре) при заряде принимает два электрона и два протона для полного восстановления (слева) ($E=0.0$ В) или отдает два электрона и два протона для полного окисления (справа) ($E=1.0$ В) в окислительно-восстановительных реакциях ($U=1.0$ В)

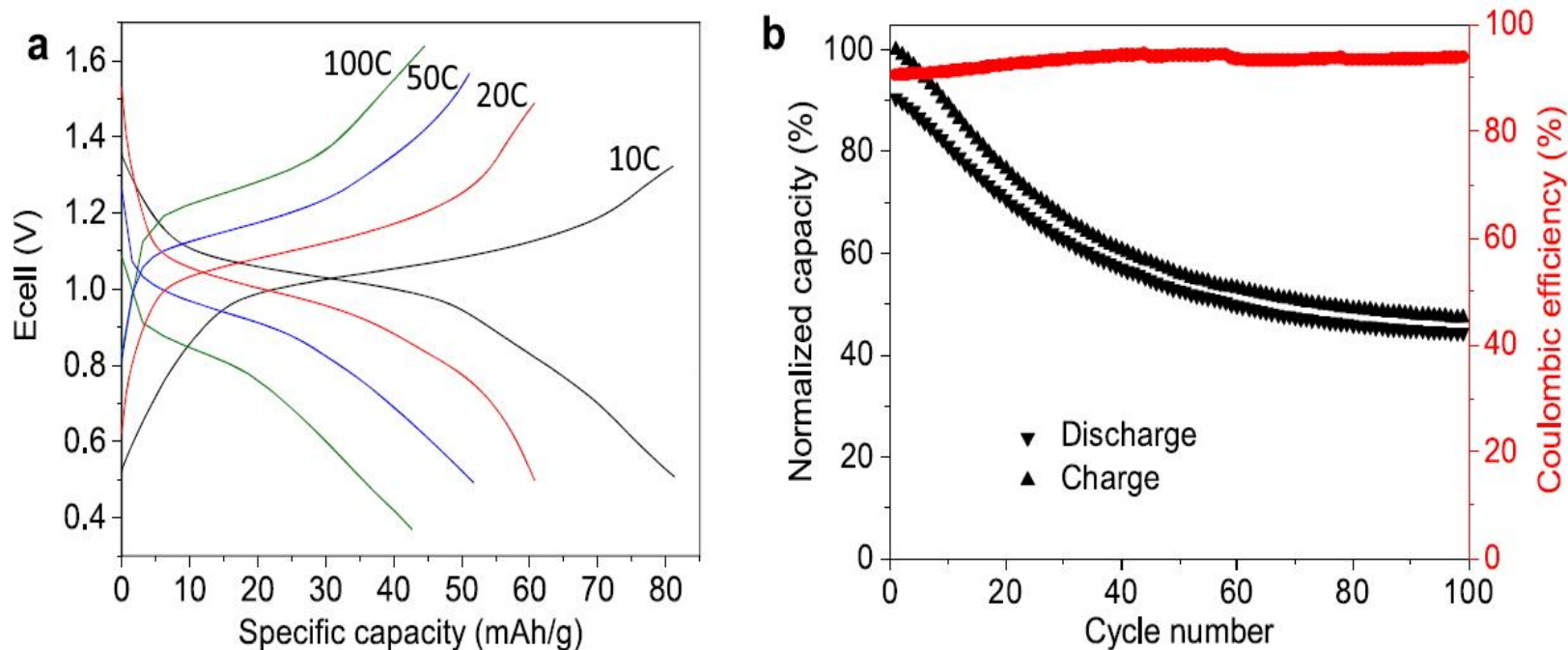


Рис. 4. (а) Скоростная характеристика симметричного ализаринового элемента при 10, 20, 50 и 100С. Удельная емкость основана на общем количестве активного материала ализарина на обоих электродах 223,3 мАч/г при 1С.

(b) Циклическая стабильность ализариновой ячейки при 10С

1. Конструкция редокс-проточных батарей обеспечивает значительное преимущество перед твердотельными аккумуляторными батареями за счет разделения **энергии и выходной мощности**: первая определяется размером бака и концентрацией электролита, вторая - площадью электродов.
2. Водные органические редокс-батареи используют водорастворимые органические и металлоорганические окислительно-восстановительные молекулы, состоящие только из доступных органических соединений. В основном это производные **хинона, антрахинона и ализарина**. Их высокая растворимость в воде, хорошо разделенные потенциалы окисления-восстановления, практически исключают расщепление воды, стабильность, безопасность и низкая стоимость в масштабах массового производства, являются наиболее важными характеристиками для новых водных органических электролитов.
3. **Направленная функционализация органических соединений** освобождает окислительно-восстановительную химию от ограничений, связанных с небольшим числом элементарных окислительно-восстановительных пар неорганической природы, которые реально могут быть использованы в проточных редокс-батареях.
4. Перспективным направлением в разработке проточных батарей на основе органических редокс-систем является **концепция симметричных батарей**, в которых окислительно-восстановительный материал принимает участие как на отрицательном электроде (окисляется), так и на положительном электроде (восстанавливается). Эта методология позволяет создавать твердотельные симметричные редокс-батареи (суперконденсаторы) для накопления электроэнергии.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

Контактные данные

Название организации: ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского»

Адрес местонахождения: г. Саратов

Телефон: +7 (8452) 26-16-96

Адрес официального сайта: www.sgu.ru

Докладчик

Телефон: 8 927 222 70 90

E-mail: kazarinovia@mail.ru