

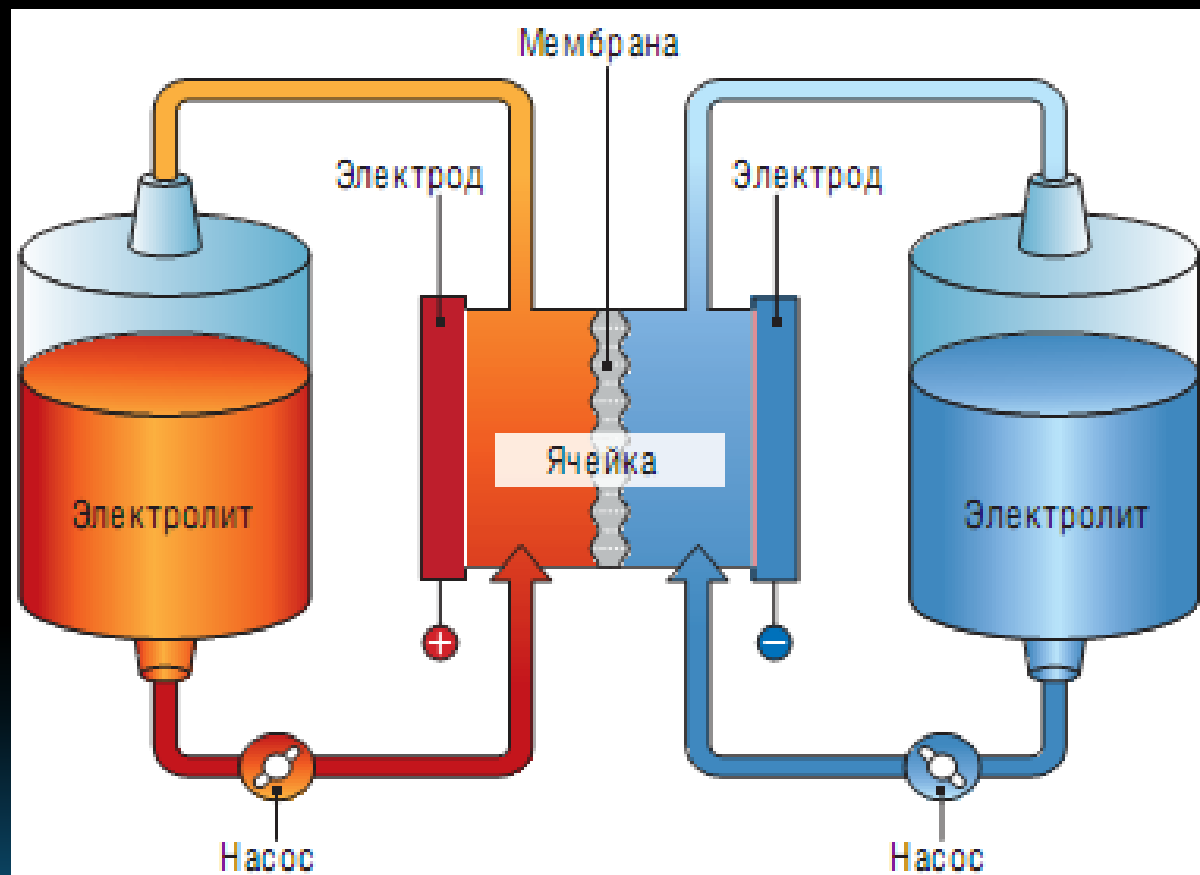
РЕДОКС - БАТАРЕИ



Введение

- Казалось бы, еще совсем недавно в мире аккумуляторов проблем не наблюдалось: мобильные телефоны необходимо было заряжать только один раз в неделю, для MP3-плееров достаточно было приобрести недорогие «мизинчиковые» батареи, а мощных электромобилей для массового рынка вообще не существовало. Однако вместе с появлением новых мобильных устройств ситуация с элементами питания изменилась. Сегодня владельцы мощных смартфонов радуются, если заряда аккумулятора хватило на сутки. А предел мечтаний о запасе хода электромобиля — чтобы он находился на уровне аналогичной машины с бензиновым двигателем. Между тем производители уже практически исчерпали все возможности для совершенствования аккумуляторов. Сегодня развитие мобильных устройств продвигается семимильными шагами, а технологии разработки элементов питания просто не успевают за ними.
- Одним из решений этих проблем может послужить проточный редокс-аккумулятор, который и будет детально рассмотрен далее.

Схема редокс-батареи



Виды редокс-батареи

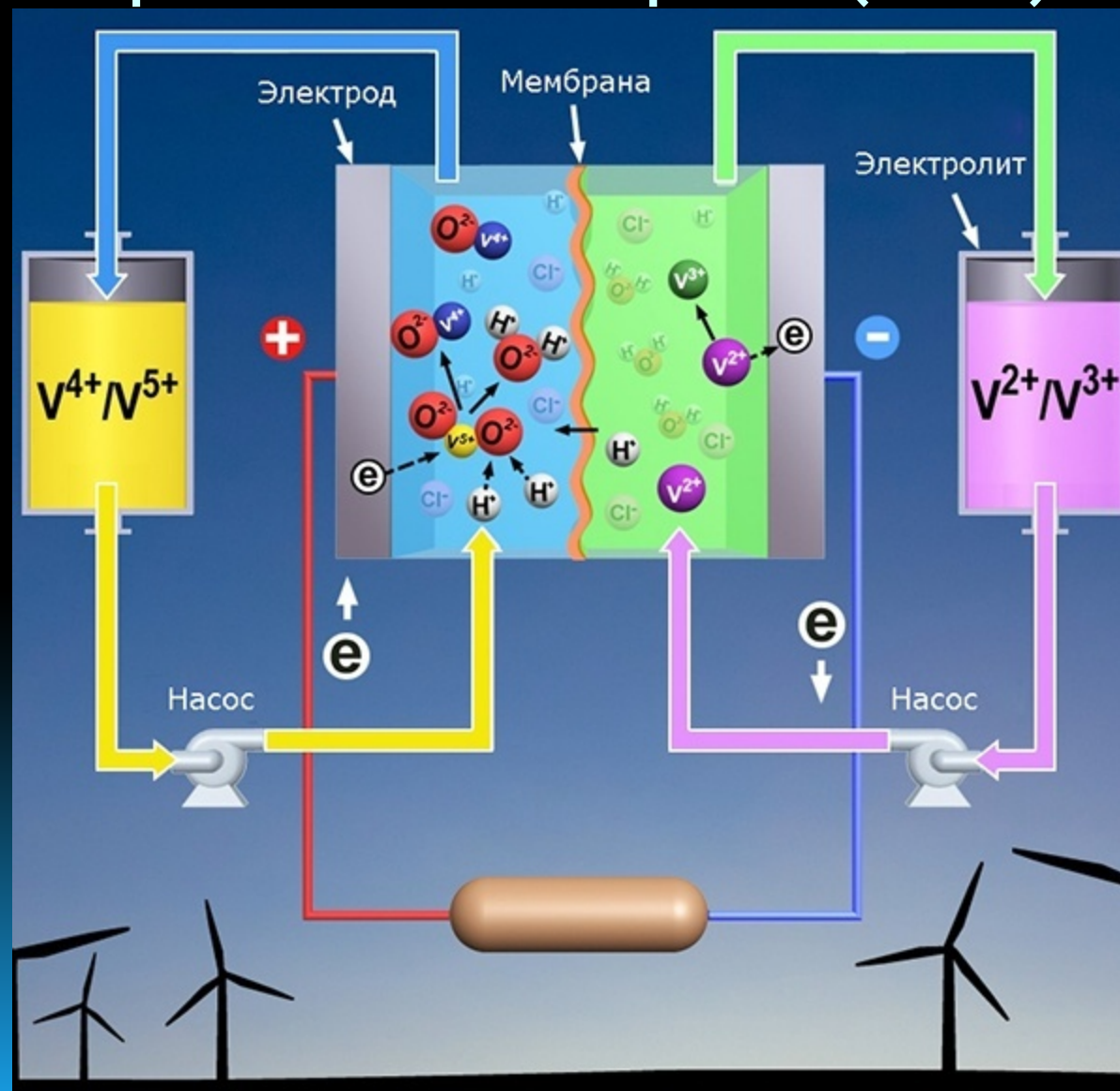
Пара	Отрицательный электрод		Положительный электрод		Элемент Напряжение хх ячейки, В
	Электролит	Потенциал ОВР, В	Электролит	Потенциал ОВР, В	
U/U	$U^{4+} + e^- \rightarrow U^{3+}$	-0.607	$UO_2^{2+} + e^- \rightarrow UO_2^+$	0.06	0.7
Fe/Ti	$Ti^{3+} + e^- \rightarrow Ti^{2+}$	-0.9	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	0.771	1.7
Fe/Cr	$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-0.407	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	0.771	1.2
V/V	$V^{3+} + e^- \rightarrow V^{2+}$	-0.255	$V^{5+} + e^- \rightarrow V^{4+}$	0.991	1.2
Br/S	$S + 2e^- \rightarrow 2S^{2-}$	-0.48	$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	1.087	1.5
Zn/Br	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0.763	$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	1.087	1.9
V/O	$V^{3+} + e^- \rightarrow V^{2+}$	-0.255	$O_2 + 4H^+ + e^- \rightarrow 2H_2O$	1.229	1.5
Ti/O	$Ti^{3+} + e^- \rightarrow Ti^{2+}$	-0.9	$O_2 + 4H^+ + e^- \rightarrow 2H_2O$	1.229	2.1
Cr/O	$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-0.407	$O_2 + 4H^+ + e^- \rightarrow 2H_2O$	1.229	1.6

В настоящее время коммерческого применения достигли три электрохимические системы: Fe|Cr (Deeya Energy), Zn|Br (Premium Power, ZBB), V|V (Golden Energy Fuel Cell, Prudent Energy, Cellstrom Power). Наибольшее распространение получила система V|V.

Немного из истории

- Ванадиевая редокс-батарея - тип перезаряжаемой проточной батареи, которая использует ионы ванадия в различных степенях окисления для хранения химической потенциальной энергии.
- Настоящая конструкция (с серной кислотой в качестве электролита) была запатентована Университетом Нового Южного Уэльса в Австралии в 1986 г.
- Ранее в июле 1954 был зарегистрирован и вручен доктору Вальтеру Кангро германский патент на хлорид титановую проточную батарею, но наибольший вклад в развитие таких батарей внесли исследователи NASA в 1970-х.
- Хотя использование ванадия в батареях было предложено ранее Писсортом, исследователями из NASA и Пеллегри и Спазиантом в 1978 г, первая известная удачная демонстрация и коммерческое развитие полностью ванадиевой редокс потоковой батареи, в которой используется ванадий в растворе серной кислоты, была проведена Марией Скиллас-Казакос и ее сотрудниками в Университете Нового Южного Уэльса в Австралии в 1980-х.

Принцип действия ванадиевых редокс-батарей (ВРБ)



Некоторые характеристики ВРБ

- Специфическая энергия 36-72 Дж/г
- Энергетическая плотность 54-65 кДж/л
- Зарядная/разрядная эффективность 75-80%
- Долговечность(по времени) 10-20 лет
- Долговечность(по циклам) > 10000 циклов
- Номинальное напряжение 1,15-1,55 В

Достоинства

- надёжны, долговечны и ориентированы на промышленное использование;
- могут достичь практически неограниченной мощности при использовании все больших и больших емкостей для хранения;
- простота перезарядки;
- очень быстро реагируют на изменение нагрузки и не боятся перегрузок, допуская в течение 10 секунд превышение номинального тока более чем четыре раза;
- 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.

Недостатки

- сложность самой системы по сравнению с обычными батареями;
- сильная зависимость от окружающей температуры ;
- небольшая плотность хранения энергии (если на каждый килограмм литий-ионного аккумулятора приходится от 80 до 200 Вт*ч, то в редокс-аккумуляторе только 35 - при такой плотности аккумулятор получится огромным).

Применение

- Растущие объемы солнечной и ветровой энергии нужно хранить для использования ночью или в штиль. Одним из решений является проточный редокс-аккумулятор, который может поставлять электричество тысячам домов. Долгосрочная цель заключается в создании батареи размером с гандбольную площадку с выходной мощностью 20 МВт, которая смогла бы обеспечить энергией примерно 2000 домохозяйств долгой зимней ночью.
- Проточные редокс-аккумуляторы представляют интерес для применения в автомобилестроении. Автомобиль, оснащенный таким источником энергии, можно было бы заряжать в течение пяти-десяти минут. Ячейка проточного редокс-аккумулятора имеет два резервуара с жидким электролитом, который можно заряжать или откачивать на заправочной станции, при этом побочных продуктов не возникает.

Применение



Демонстрационный «солнечный дом» с ВРБ в качестве буферного накопителя (Таиланд).

Применение



Опытный образец ванадиевого редокс-накопителя на автономной фотоэлектрической энергоустановке (Флоренция, Италия, мощность солнечной батареи – 3 кВт, мощность накопителя – 2 кВт, энергоемкость – 50 кВтч)

Применение



Вид накопителя CellStrom Power FB-10-100 изнутри

Применение



Элементы энергосистемы острова Кинг:
баки электролита ВРБ (вверху), и
ВЭУ на фоне дизельной электростанции
(внизу)





■ Спасибо за внимание!