

Политика зарядки

Почему сложно найти замену литию в электрохимии и как это все-таки можно сделать

В 2019 году долгожданную Нобелевскую премию по химии получили создатели литий-ионного аккумулятора Джон Гуденаф (США), Акира Ёсино (Япония) и Стэнли Уиттингем (Великобритания). «Литий-ионные аккумуляторы произвели революционные изменения в нашей жизни с тех пор, как впервые появились на рынке в 1991 году. Они заложили основу беспроводного общества, свободного от углеводородного топлива, их появление принесло неоценимую пользу человечеству», — объяснил решение Нобелевский комитет.

Если не литий, то...

Литий-ионные аккумуляторы появились в начале 1990-х годов и очень быстро совершенствовались: росла популярность портативной электроники, сначала ноутбуков, затем смартфонов, планшетов и других гаджетов, питавшихся их энергией. Новый импульс развитию аккумуляторов дали электромобили, роботы, системы хранения и распределения электроэнергии. Но по мере развития выявились и недостатки литий-ионных батарей: пожароопасность, быстрое старение и чувствительность к температуре. Кроме того, технологии, использующие литий, упираются в серьезное ограничение: лития в природе не так много, добывать его дорого, сырье, карбонат лития, стоит свыше \$20 тыс. за тонну. Но заменить литий сложно. К примеру, удельная емкость, то есть соотношение заряда и массы иона, у него максимальная, более легкого иона металла не существует. Сообщения о перспективных материалах, способных составить конкуренцию литию, появляются регулярно, но их разработчики не скрывают проблем и ограничений, которые могут быть в принципе неразрешимы. К примеру, команда из Стэнфорда объявила, что изобрела алюминий-ионный аккумулятор, выдер-

живающий 7 тыс. циклов зарядки, которая еще и происходит всего за секунды. Вообще-то алюминий-ионные аккумуляторы появились более 30 лет назад, они небезопасны, недружественны к окружающей среде и быстро теряют способность перезаряжаться. Стэнфордская батарейка вроде опровергала эту репутацию, но ученые сообщили, что носитель заряда в аккумуляторе — не трехзарядный катион алюминия Al_3^+ (он мог бы «нести» в три раза больше заряда, чем однозарядный лития), а комплексный ион $AlCl_4^-$ — тяжелая однозарядная частица, а значит, емкость батареи невелика. А низкое напряжение на выходе батареи лишает ее возможности конкурировать с литиевой.

Группа израильского профессора Дорона Орбаха занимается магнием — металлом с зарядом +2, то есть батарейка на магнии должна иметь большую емкость, чем на однозарядном литии. Но исследователи не могут найти в пару магнию катод: стабильные и безопасные оксиды оказываются ловушками для магния, а у сульфидов, в которых скорость движения катионов магния выше, слишком низкое напряжение.

Есть надежды на проточные ванадиевые окислительно-восстановительные аккумуляторы — гигантские баки с жидким электролитом (сернокислый раствор солей ванадия), способные хранить избыточную возобновляемую энергию. Когда солнечные панели или ветрогенераторы вырабатывают электричество, насосы прокачивают электролит через электроды системы, он заряжается и возвращается обратно в емкость. В Китае собирались построить крупнейшую в мире ванадиевую проточную батарею емкостью 800 МВт•ч.

Поклонники жидких батарей упирают на их надежность: тысячи циклов зарядки, а это три-четыре года службы, без признаков деградации! Но КПД проточ-



АЛЕКСАНДРА КУЧЕРОВА / ПРЕСС-СЛУЖБА ХИМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

ных аккумуляторов значительно ниже, чем металл-ионных — не более 70%. Да и система из баков с серной кислотой может быть только статичной — об электробусах и электрокарах точно можно забыть. Наконец, ванадий недешев — \$50 за килограмм пентавалентного оксида.

Так что, пишут британские ученые в обзоре аккумуляторных технологий, литий-ионные аккумуляторы будут доминировать на рынке по крайней мере до середины XXI века. Ключевое достоинство лития неоспоримо — этот металл очень легкий и «быстрый», и миниатюрные батареи для смартфонов, ноутбуков и других гаджетов уже прочно закреплены за ним. Но уже для электромобиля (десятки киловатт-часов энергии) и тем более для электростанции (мега- и гигавайт-часы) удельная и объемная энергоемкость (энергия на единицу массы и объема) становятся не так важны, и прорыв могут обеспечить натрий-ионные аккумуляторы, заменив сразу и дорогие литий-ионные, и морально устаревшие свинцово-кислотные.

— Разработанные в МГУ электрохимические ячейки для тестирования новых материалов

СРАВНЕНИЕ НАТРИЙ-ИОННОГО И СВИНЦОВОГО АККУМУЛЯТОРА ПО ОСНОВНЫМ ПАРАМЕТРАМ

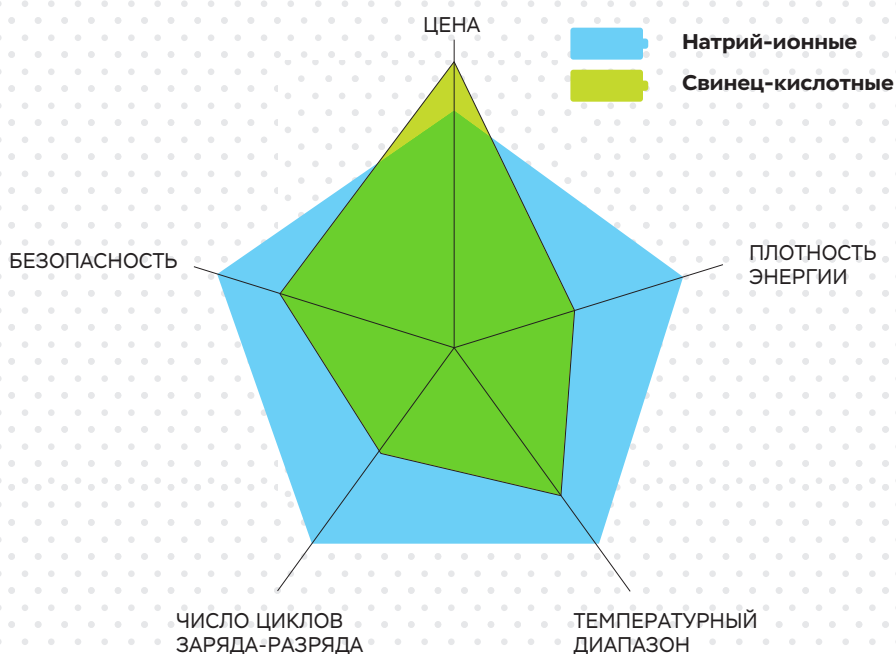


СХЕМА НАТРИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

