

Сибирские ученые разрабатывают гибридные материалы для литий- и натрий-ионных аккумуляторов

В регионе, где климат резко континентальный, а среднегодовая температура порядка 0 °С, при низких температурах применение аккумуляторов существенно ограничивается: ухудшаются процессы переноса заряда, замедляется кинетика, диффузия в ходе переноса ионов. Чтобы улучшить ситуацию, необходимо исследовать и тестировать новые перспективные материалы. Ученые из Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН занимаются поиском таких веществ, которые подойдут для литий-ионных и натрий-ионных аккумуляторов, а также будут устойчивы к перепадам температур.

Сейчас литий-ионные аккумуляторы используются повсеместно: от смартфонов и ноутбуков до крупной техники, в частности электромобилей и электробусов. Однако запасы лития ограничены, в природе он встречается гораздо реже натрия, соответственно, его стоимость существенно выше. И поскольку натрия больше, аккумуляторы на его основе дешевле.

Принцип работы литий- и натрий-ионных аккумуляторов одинаковый. Материалы катода (положительно заряженного электрода) — соединения на основе лития и натрия, такие как кобальтат лития, литий-марганцевая шпинель, литий-феррофосфат. В качестве материала анода (отрицательно заряженного электрода) в литий-ионных аккумуляторах обычно используют графит, но для натрий-ионных он не подходит, однако имеются примеры промышленного внедрения различных пористых углеродных материалов.

Литий имеет меньший радиус, и графит, который обычно используется в качестве анодного материала, с ним хорошо совместим. Ионы лития свободно внедряются в структуру между слоями графита, и происходит процесс, который называется «интеркаляция». Натрий таких свойств не имеет, поскольку у него больший ионный радиус, и обратно проникать в межслоевое пространство графита он не может. Поэтому и началась разработка новых анодных материалов, подходящих для натрия.

«Когда возникла идея проекта, мы старались подобрать материал, который показывал бы свою эффективность как в литий-, так и в натрий-ионных аккумуляторах. Поскольку гибридные материалы на основе дисульфида молибдена уже исследовались нами ранее и показали высокий результат при комнатной температуре, мы решили продолжить работу с ними, но несколько модифицировав», — рассказывает научный сотрудник ИНХ СО РАН Анна Андреевна Ворфоломеева.

Дисульфид молибдена проявил большой потенциал. Для литий-ионных аккумуляторов были достигнуты значения порядка 1 000 мАч/г, в натрий-ионных — порядка 300–400. Ученые разработали методику синтеза, заключающуюся в быстром нагревании прекурсора (исходного вещества) до заданной температуры. Она позволяет получать материалы с увеличенным расстоянием между слоями, с помощью чего возможна интеркаляция ионов лития или натрия.

Помимо реакции интеркаляции, в исследуемом материале происходит реакция конверсии с образованием молибдена и сульфида металла, в результате чего высвобождается элементарная сера и батарея начинает работать как литий-серная. Однако растворение промежуточных полисульфидов в электролите (среде для переноса ионов) приводит к снижению емкости.

Чтобы предотвратить деградацию материала, ученые разрабатывают не-

сколько основных методик. Одна из них заключается в создании материала с углеродной компонентой, который обладает проводимостью и обеспечивает стабильность электродного материала во время работы. Благодаря этому можно циклировать батарейки без потери емкости. Еще один метод — создание дефектов: вакансий (отсутствие атома в узле кристаллической решетки) либо внедрение атомов, отличных от молибдена и серы. Таким образом, меняется электронная структура, в результате чего возможно увеличение электронной проводимости материала и увеличение емкости.

«Конечно, все материалы, которые мы предлагаем, изначально исследуются на морфологию, состав, структуру, электронное состояние. Мы характеризуем их, чтобы затем можно было объяснить, чем обусловлены высокие значения емкости. Это комплексная работа, которая разделена на две части. Первая часть — материаловедческая, когда мы синтезируем и описываем материалы, и вторая — электрохимическая, когда мы тестируем материал в макетах литий- и натрий-ионных аккумуляторов», — отметила Анна Ворфоломеева.

Ученые изначально тестируют новый материал при комнатной температуре, а за-

тем снижают ее: до +10 °С, до 0 °С и дальше до -20 °С. И если при комнатной температуре материал работает плохо, то продолжать работу при более низких градусах с такой батарейкой уже не имеет смысла.

При проведении испытаний исследователи обратили большое внимание на электролит. Он чувствителен к температуре и может замерзнуть, поэтому при низких градусах происходит не такой эффективный перенос заряда. После варьирования составов электролитов ситуация заметно улучшилась, теперь емкости сохраняются на достаточно высоких уровнях и в литий-, и в натрий-ионных аккумуляторах. Если рассматривать процесс сохранения емкости от комнатной температуры (25 °С) до -20 °С, то он составляет 80 % в литий-ионных и 60 % — в натрий-ионных, это хорошие показатели, при том что работа батареи остается стабильной.

«Сейчас мы проводим исследования до -20 °С, но планируем спускаться и ниже. Проект начали полгода назад и постепенно испытываем материалы при всё более низкой температуре», — прокомментировала Анна Ворфоломеева.

Ирина Баранова

Изображение предоставлено исследователем

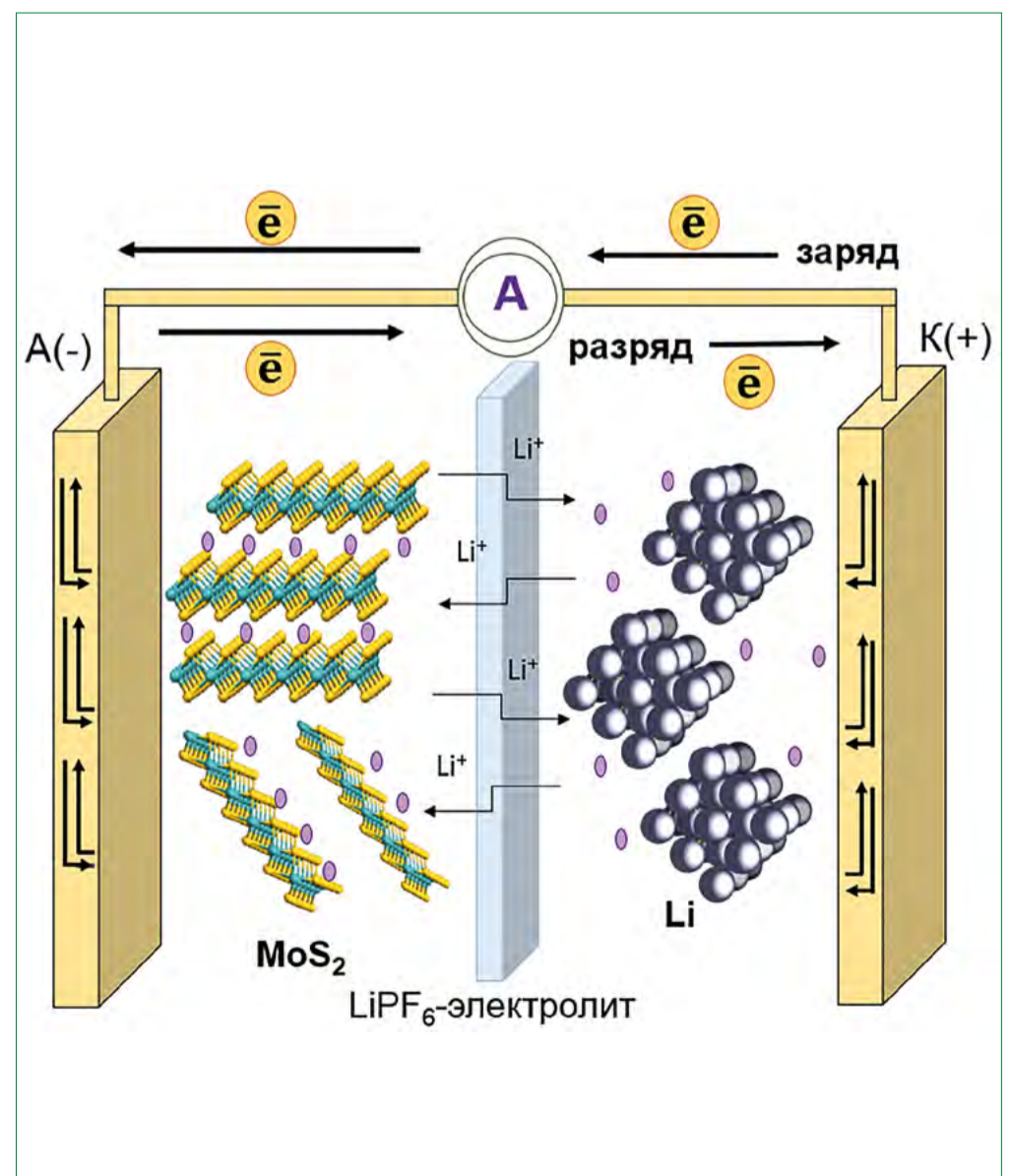


республики (КЯР) (1924–1934 гг.)



Уважаемые наши ветераны, от всей души поздравляю вас с 75-летием ЯНЦ СО РАН, желаю вам крепкого здоровья, творческого долголетия. Молодым коллегам я пожелаю уверенного движения вперед и верности традициям научного сообщества, новых интересных проектов и реализации всех намеченных планов. Пусть ваш неустанный творческий поиск всегда находит свое успешное воплощение.

Член-корреспондент РАН
Михаил Петрович Лебедев,
генеральный директор
ФИЦ ЯНЦ СО РАН
Фото Александры Федосеевой
и из архива ФИЦ ЯНЦ СО РАН



Принцип работы литий-ионного аккумулятора на основе дисульфида молибдена