

Графен, меняющий жизнь

Белорусские ученые совершили научный прорыв, создав оригинальную технологию получения углеродного наноматериала



Все, с чем взаимодействует этот удивительный материал, приобретает новые свойства. Он повышает прочность бетонных конструкций, полимерных тканей и стальных труб, и даже подошвы обуви благодаря ему становятся необычайно износостойкими.

Главное – графеновый материал, по мнению ученых, способен совершить революцию в автомобильной электронике, заменив литий, самый распространенный в мире мягкий металл при производстве аккумуляторных батарей. Прорыв совершили белорусские ученые, создав рабочий прототип натриево-графеновой батареи. Это выдающееся достижение вряд ли стало бы возможным без оригинального и экономичного способа получения графена, который изобрели исследователи НПЦ НАН Беларуси по материаловедению.

Согласитесь, многие выдающиеся научные открытия, изменившие мир, состоялись случайно. Исааку Ньютону упало на голову яблоко, и вот, пожалуй, закон всемирного тяготения. Александр Флеминг совершенно между прочим вырастил плесень – и мир вскоре заговорил о чудодейственном и спасительном пенициллине. И таких непредвиденных открытий в научном мире, перевернувших человеческое бытие, немало.

Открытие ученых из Научно-практического центра Национальной академии наук по материаловедению вполне заслуживает того, чтобы оказаться в ряду подобных сенсаций. Они нашли новый способ

получения самого тонкого и сверхпрочного материала – графена. Как уверяет заведующий лабораторией физико-химических технологий Владимир Новиков, результат исследований для самих разработчиков во многом оказался непредсказуем. Словом, настоящая сенсация!

О графене, этом углеродном наноматериале (представьте только, он тоньше в 60 раз мельчайшего из вирусов и в 300 тысяч раз листа бумаги!), впервые заговорили в 2004 году. Тогда британские ученые российского происхождения Андрей Гейм и Константин Новосёлов опубликовали статью в журнале Science, в которой рассказали, как удалось

получить графен. Оказалось, фантастически простым способом – с помощью обычного карандаша и скотча, снимая клейкой лентой слой за слоем, пока не дошли до самого тонкого, всего в один атом. В 2010-м за это открытие ученые удостоились Нобелевской премии. И вскоре случился графеновый бум. Научное сообщество принялось рьяно тестировать свойства и возможности графена в различных сферах жизнедеятельности. Свое будущее с этим удивительным наноматериалом увидели и гиганты аэрокосмической отрасли, электронные корпорации. Но вот незадача: графен очень-очень дорогой, и как получить его с наименьшими затратами – вопрос номер один.

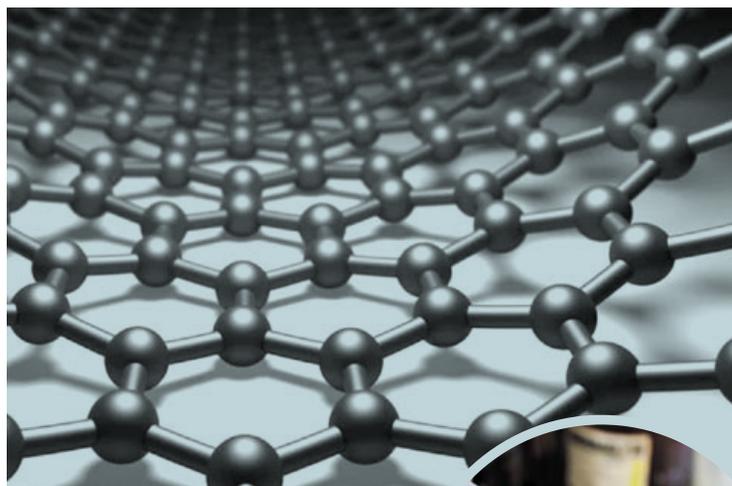
Но вернемся в лабораторию физико-химических технологий НПЦ по материаловедению. В тот день здесь проводили эксперимент со сложным синтезом.

– Решил помешать кипящий агрессивный реактив стеклянной палочкой, но она упала и разбилась, – рассказывает Владимир Новиков. – Под рукой оказалась графитовая. В горячем растворе она разбухла, пошел резкий запах. Пришлось отправить ее в раковину, где она рассыпалась на черные хлопья.

Ученый смотрел на беспорядок со смешанными чувствами, но восторг превалировал. Потому как сообразил, что эти невзрачные черные хлопья могут быть именно тем самым первым шагом к пресловутому углеродному графеновому материалу, за новыми технологиями получения которого следит весь научный мир.

– Длительное время промежуточный продукт синтеза графита не удавалось сохранить: десять минут – и его можно выбрасывать, – рассказывает детали заведующий лабораторией. – Однажды он оказался годен для второй стадии синтеза и, собственно, превращения в графен. Воспроизвести аналогичный эксперимент мы пытались потом целый год – все безрезультатно. Не могли понять, что именно не так. Помог случай.

Ждали делегацию, для которой ученые лаборатории НПЦ намеревались демонстрировать эксперимент по получению графеноподобного материала. В спешке и суете что-то пошло не так и



Приоритетное направление в использовании графена – создание химических источников накопления энергии





В лаборатории под руководством Владимира Новикова создали экспериментальный реактор для синтеза графена

потребовалось срочно высушить реактив. Именно этот момент оказался определяющим: синтез наноматериала приобрел твердую научную основу и осуществляется по строгому технологическому регламенту. Отечественная технология его получения не имеет аналогов в мире, заверяет Владимир Новиков. Она безопасна, экологична по сравнению с другими методами, экономична и может применяться массово. И, что немаловажно, конкурентоспособна.

– В отличие от известного метода окисления, мы разработали технологию получения графена в восстановительной среде при низких температурах, – поясняет ученый. – Наш наноматериал обладает электрической проводимостью в сотни раз большей по сравнению с аналогичным, тем, который получают с использованием окислителей. Это открывает новые возможности для его применения в промышленности, а также ускоряет и удешевляет производство графеноподобного материала.

Но все-таки почему такой интерес именно к графену? Только ли в его уникальных свойствах причина, интересуюсь у своего собеседника.

– Открытие любого углеродного материала – это сенсация, – улыбается Владимир Новиков. – Какой ни возьми, чудо природы. Алмаз, к примеру, рекордсмен по твердости, по коэффициенту пре-

ломления да практически по всем физическим характеристикам. Как, впрочем, и обычный графит. Представьте, температура, при которой графит все еще находится в твердой фазе, составляет почти четыре тысячи градусов. А графен – лишь одна из форм углерода, который может существовать во множестве кристаллических модификаций. Например, как те же графит и алмаз, фуллерены или углеродные нанотрубки.

«Воспроизвести аналогичный эксперимент мы пытались потом целый год – все безрезультатно».

Да, эта «форма» уникальна по своим свойствам. К примеру, ученые предполагают, что графен в 200 раз прочнее стали. Но именно уникальность углеродного материала ставит перед исследователями непростые задачи по его практическому применению.

Как совместить двумерный материал толщиной в один атом с трехмерным миром приборов? Ведь на своем наноуровне графен представляет собой стопку молекулярных листов, иначе говоря, сетку атомов, которые наложены друг на друга. Квадратный метр графена весом всего 0,0077 грамма способен выдержать четыре килограмма нагрузки. Хотя

графеновую сетку сложно рассмотреть даже под микроскопом: наноматериал на 97 % прозрачен.

Тем не менее белорусские ученые настроены оптимистично и активно работают над использованием многообещающего графена при разработке технологий для электронной промышленности и микроэлектроники. Наиболее перспективно, считают исследователи, применение углеродного наноматериала для производства проводящих пленок для сенсорных экранов солнечных элементов, токопроводящих лаков для обогрева поверхностей, рабочих электродов для химических сенсоров и целого ряда других изделий. НПЦ по материаловедению уже разработал экологически безопасный, быстросохнущий электропроводящий лак с графеновым наполнителем. Он обеспечивает длительное нагревание поверхностей до 350 градусов по Цельсию. Такой лак незаменим в ремонте электронных приборов, может пригодиться при монтаже теплого пола.

Но, пожалуй, приоритетное направление – создание химических источников накопления энергии. Проще говоря, аккумуляторов, батарей, суперконденсаторов.

На нашумевшей выставке достижений отечественной науки «Беларусь интеллектуальная» можно было наглядно убедиться, что ученым НПЦ по



Директор НПЦ по материаловедению Валерий Федосюк: прототип батареи на натрии – важная и необходимая стране инновационная разработка

материаловедению удалось совершить прорыв, разработав альтернативу дорогим литиевым аккумуляторам – батарею на основе натрия. Генеральный директор научно-практического центра Валерий Федосюк с гордостью отметил: «Обещали Президенту создать наш отечественный безлитиевый аккумулятор – и сделали!» Первый прототип батареи на натрии – очень важная и необходимая стране инновационная разработка, подчеркнул руководитель.



Первые экспериментальные натриевые батареи, представленные на выставке «Беларусь интеллектуальная», по своим потребительским качествам не хуже литиевых аккумуляторов



Усиленные графеном: гибкие нагревательные элементы, бетон, лист для полимерной трубы

Натриево-графеновый накопитель энергии для транспорта ученые постоянно совершенствуют. Посетители выставки могли оценить, что, к примеру, самокат на такой батарее работает ничуть не хуже, чем на литиевой. И это действительно так, подтвердил Валерий Федосюк. Первые прототипы батарей по своим потребительским качествам сопоставимы с литиевыми аккумуляторами. Но это не предел, вернее, только начало: ученые намерены сделать их в 2,5–3 раза эффективнее. Перевод электротранспорта на более мощные и, что немаловажно, дешевые отечественные натриево-графеновые батареи как никогда становится реальной и близкой перспективой.

– Проблема эта актуальна для всего мира. Литий – дорогостоящий металл, его добывают только в восьми странах: Чили, Австралии, Аргентине, Китае, США, Зимбабве, Бразилии, Португалии. Запасы ограничены. Поэтому цена на него растет постоянно, – замечает Владимир Новиков.

С сырьем же для отечественных накопителей энергии никаких проблем. Источником для получения натрия может быть обычная поваренная соль, которая в избытке добывается на ОАО «Беларуськалий». Графита, из которого получают графен, предостаточно в России. Потребуется еще аммиак. У нас есть предприятия, которые его производят. С учетом этих факторов ученые делают осторожный, но уверенный прогноз: отечественные натриево-графеновые батареи могут здорово подстегнуть развитие электроники и электротранспорта. После испытаний на так называемом малом электрическом транспорте следующим шагом ста-

нет тестирование батарей большей энергоемкости в автомобилях с электроприводом.

Для этого в академическом НПЦ по материаловедению намерены организовать мелкосерийное производство. Будут отрабатывать производственные технологии и изучать возможности новых батарей, постоянно совершенствуя их. Предстоит выяснить, сколько циклов зарядки они способны совершать, каким образом сказываются на работе аккумуляторов высокие и низкие температуры и т.д. Небольшие партии отправят для испытаний на автомобилях в естественных условиях. Расширят линейку батарей для самокатов ввиду высокого спроса на них.

«Графен – это лишь одна из форм углерода, который может существовать во множестве кристаллических модификаций».

– Следующий шаг – разработка натриево-графеновых аккумуляторов для мотоциклов. Дойдет очередь и до электромобилей, электробусов, грузовиков различной грузоподъемности, – Владимир Новиков настроен по-боевому.

Ученый рассказывает нам еще об одном очень важном направлении работы. Это суперконденсатор, который необходим там, где требуется обеспечить длительное бесперебойное питание. Например, в гибридно-электрических транспортных системах (вспомним электробусы и электромобили!), в аэропортах, больницах, на вышках связи. Словом, сфера его применения довольно широка.

В отличие от батареи, которая заряжается медленнее и отдает энергию постепенно, суперконденсатор это делает быстро, отдавая энергию при возрастающей нагрузке.

Белорусский суперконденсатор создавали как альтернативу импортным аналогам: чтобы качество не хуже, а то и лучше, но намного дешевле.

– Успеха добились в первую очередь за счет использования нашего ноу-хау – графеновых вставок-электродов, – акцентирует наше внимание Владимир Новиков, демонстрируя суперконденсатор.

Он, по словам ученого, предназначается для улучшения динамики двигателя и уже прошел апробацию на электромобиле, работая параллельно с батареей китайского производства. Его мощность пока меньше, чем у классического литиевого аккумулятора, но в разы превосходит свинцовые аналоги.

– Батареи нашего суперконденсатора соединены последовательно, – посвящает нас ученый в тонкости научно-практических изысканий. Каждая ячейка дает 1,5 вольта, а надо набрать 500. Следовательно, понадобится много-много слоев. Да и зарядка конденсатора длится сейчас не секунды, а минут пять. Есть над чем работать.

Тем не менее некоторые преимущества суперконденсаторов с использованием графеновых материалов очевидны. По продолжительности использования они точно дадут фору Li-ion: практически вечные, количество циклов зарядки идет на миллионы. Сравните, у литиевых – в среднем около тысячи.

«Обещали Президенту создать наш отечественный безлитиевый аккумулятор – и сделали!»

Работают наши ученые над созданием стационарной высокоемкостной батареи. С помощью такого промышленного накопителя-аккумулятора устраняются проблемы, связанные с колебаниями ночной и дневной, а также сезонной выработки электроэнергии при использовании ветро- и солнечных источников.

– Необходимо разрабатывать продукт настолько инновационный, чтобы он опережал время, – совершенно справедливо полагает Владимир Новиков. – В конце концов, от такого подхода зависит энергетическая безопасность страны.

Один грамм графеноподобного вещества абсорбирует до 100 граммов нефти



Отечественная технология получения графеноподобного материала (а это, напомним, экономичность процесса и большие объемы производства) дает широкие возможности для его применения в различных сферах. Прежде всего там, где непосредственно затрагиваются интересы человека, в экологии например.

Из графеноподобных материалов ученые научились производить эффективные сорбенты для удаления нефтяных пятен или разливов. Один грамм такого вещества способен вобрать в себя до 100 граммов черного золота. Убедились в этом наглядно. Небольшое количество черного порошка в мгновение ока «съедает» нефтяное пятно в экспериментальной пробирке, образуя кристально чистый раствор и комочки, которые без проблем можно собрать.

Любопытно, что графен буквально вытягивает нефть не только из воды, но также из песка. Неудивительно, что научными поисками белорусских ученых заинтересовались канадские нефтяные компании, для которых сохранение окружающей среды и расширение нефтедобычи – весьма актуальная дилемма.

– Научившись получать графен десятками килограммов, теперь думаем, как его производить в промышленных масштабах, поскольку дело перспективное, – подчеркивает Владимир Новиков.

Это подтверждает опыт успешного сотрудничества НПЦ по материаловедению с одним из частных предприятий, на котором в прошлом году выпустили сто «квадратов» полиуретана с графеновой составляющей. Новый продукт заинтересовал крупнейшую российскую горно-металлургическую компанию «Норникель». По ее заказу создали трубы для перекачки пульпы, смеси воды и грунта или горной породы, на алмазных рудниках.

– Стальная труба при перекачке пульпы стирается за пару дней, – рассказывает Владимир Новиков. – Мы, конечно, предполагали, что защитная внутренняя облицовка графеновым полиуретаном увеличит этот срок до 20 дней, но уже более 120 дней испытаний, а труба все еще держится.

Следовательно, стирается она минимум в сто раз медленнее. Надеемся, что такой результат впечатлит российских специалистов горнодобывающей промышленности, и наши полиуретан-графеновые трубы станут высокотехнологичным экспортным товаром.

Тем временем стойкость и надежность новых материалов оценили отечественные производители обуви. Кроссовки с подошвой из графенового композитного каучука оказались намного прочнее и более эластичны, чем традиционные.

Получаемый в Беларуси недорогой наноуглеродный материал может сыграть свою позитивную роль в развитии пятого поколения мобильной связи.

«Необходимо разрабатывать продукт настолько инновационный, чтобы он опережал время.»

– Представляете, микросхема пять на четыре сантиметра выделяет примерно киловатт энергии, – удивляет нас Владимир Новиков. – Если не отводить тепло, то она нагреется до красного каления. Графитоподобный материал станет эффективным теплоотводящим элементом. Причем охлаждающая пластина или пленка из него практически не увеличивает общий вес изделия.

Это далеко не все идеи белорусских ученых, которые постепенно находят применение в различных сферах. Даже самые отъявленные скептики убеждаются, что графеновые инновации – эффективный фактор импортозамещения. Кроме того, и что важнее всего, они помогают выйти Беларуси на мировой рынок с новой конкурентоспособной техникой, технологиями и продуктами. Исследователи ни на секунду не сомневаются: графен меняет нашу жизнь. И чем дальше, тем больше.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ
Фото Павла ОРЛОВСКОГО, из архива БЕЛТА

■ Проект создан за счет средств целевого сбора на производство национального контента