

## Сегодня — идея, завтра — новация

Материаловедение справедливо называют областью, расширяющей границы возможного. Находясь на стыке физики, химии и инженерии, оно становится фундаментом значительных технологических достижений, например создания наноматериалов, медицинских имплантов. Детальное изучение оптических, механических, химических, магнитных и других свойств материалов, синтез новых позволяет ученым и инженерам производить прежде не существующие устройства и совершенствовать представленные ранее. Таким образом совершается мирный переворот во множестве областей: от ювелирного дела до космических технологий...

Уважаемый Валерий Михайлович!

Примите самые теплые поздравления с юбилеем!

Большой научный и персональный опыт, годы плодотворного труда, высокое признание и заслуженный авторитет подчеркивают важность вашей работы в руководстве НПЦ НАН Беларуси по материаловедению.

Ваши личные, профессиональные и деловые качества позволили сформировать эффективный научный коллектив, создать оптимальные условия работы, уважительного отношения к сотрудникам всех уровней, поиска новых идей, открытий, практического воплощения инноваций.

Мы признательны вам за разумные решения и поддержку в развитии, объективность и дальновидность, умение вдохновлять и чувствовать научные тенденции. Искренне желаем активного долголетия, бодрости и новых сил, тепла и поддержки семьи, достижения выдающихся результатов, к которым стремитесь.

Коллектив НПЦ НАН Беларуси по материаловедению.

Перед НПЦ НАН Беларуси по материаловедению поставлена амбициозная задача разработать и запустить в производство натрий-графеновые аккумуляторные ячейки, необходимые для сборки отечественного электромобиля. О том, на каком этапе находится эта работа, и последних достижениях центра узнали у генерального директора центра Валерия Федосюка и заместителя генерального директора по научной и инновационной работе Олега Игнатенко.

— Создание натрий-графеновых накопителей энергии для НПЦ НАН Беларуси по материаловедению да и всей Академии наук чрезвычайно важно. Все ли вопросы научного плана здесь уже решены? Есть ли еще белые пятна в этой области?

— Когда я был студентом второго курса БГУ имени В. И. Ленина, спросил у своего преподавателя по электродинамике о дальнейшем развитии этого направления. Тогда казалось, что все задачи выполнены, дальше двигаться некуда, — рассказывает генеральный директор Валерий Федосюк. — К моему удивлению, он ответил, что какое-то время назад также предполагали: всё, дескать, изучено и спорных вопросов практически не существует. Оставалась лишь проблематика «излучения абсолютно черного тела». Но именно из этого запроса в дальнейшем родилась как наука квантовая физика. С тех пор считаю, что в любой отрасли есть открытия, которые просто ждут своего часа...

— Почему ученые выбрали работу именно над натрий-графеновыми накопителями, а не над литий-ионными, как в Китае?

— Мы решили не повторяться и не догонять китайских ученых, которые сегодня «диктуют моду» на создание аккумуляторов для электрокаров. Поставили перед собой цель опередить их.

Есть и еще одна причина: литий — исчерпаемый химический элемент, с каждым годом его запасы уменьшаются, поэтому на всех его не хватит. Стоимость металла, ввиду высокой востребованности, значительно растет. Только за последние три года он подорожал более чем в 12 раз. А натрий — ближайшей сосед лития в таблице Менделеева — в природе широко распространен, в тысячи раз больше. Потому разумно использовать его. Весь мир работает над этим, и рано или поздно литий будет заменен. Однако для производства аккумулятора необходимо найти для натрия подходящую пару для сцепления и соответствующий электролит...

— Какими результатами исследований ученые готовы поделиться сегодня?

— Мы начинали с разработки суперконденсаторов. Они быстро заряжаются и разряжаются, с их помощью можно ездить быстро, однако недолго. Они ставятся на автомобили премиум-класса в паре с основной батареей и предназначены для быстрого забора мощности, например если надо ускориться или электромобиль забуксовал, для регенерации энергии при торможении.

Сегодня емкость катодного материала в литиевых батареях — от 80 до 220 миллиампер-часов на грамм. У нас уже 120 — 150. «Образцовая» емкость анодного материала — 180 — 370 миллиампер-часов на грамм. Мы добились показателей в 350 — 370, то есть уже вышли на уровень качественных литиевых батарей.

Есть положительные результаты и по вопросу заряда — разряда. Постараюсь пояснить доступно. Дело в том, что с увеличением циклов заряд — разряд емкость батарей падает. Нужный вольтаж и емкость накопителя — то, что определяет пробег машины и набирается с помощью последовательного и параллельного соединения единичных ячеек. Рабочее напряжение для литиевой единичной ячейки в норме — от 2,4 до 4 вольт, мы достигли показателей от 3,2 до 3,5.

Независимые испытания дали следующие результаты: в течение 27 суток непрерывного заряда — разряда получили 84 полных цикла, при этом емкость натрий-графеновой ячейки уменьшалась всего на 2 процента. Затем просто разрушилась ее упаковка. У литий-ионной ячейки падение, как правило, достигает 10 — 15 процентов. Поэтому мы довольны результатом. Причем научные эксперименты показали: в первых 20 циклах емкость даже росла, и это интересный факт с научной точки зрения.

Для создания корпуса аккумулятора требуется особый фольгированный полимер. Его созданием, а также повышением воспроизводимости параметров ячеек и занимаются наши ученые. То есть дело остается за техническими вопросами и последующим масштабированием.

— На каком этапе находится разработка отечественного электронакопителя?

— В марте 2023 года на выставке научно-технических достижений «Беларусь интеллектуальная» мы демонстрировали электросамокат с батареей, созданной нашими учеными. Там всего 36 вольт и десяток единичных ячеек. От идеи до их изготовления нам потребовалось около трех месяцев.

Кстати, для информации... Идея литиевых батарей была выдвинута в лаборатории профессора Гудинафа (США). И от идеи до коммерческого использования прошло более 30 лет. Насколько мы знаем, сегодня в этой же лаборатории ведутся исследования и по натриевой тематике. Только пока в печати о каких-то успехах сообщений не было.

Чтобы двигаться дальше по пути создания действительно мощного аккумулятора, необходимо решить важную задачу. Дело в том, что большинство последовательных операций, включая финишную сборку ячейки, должны проводиться

в бескислородной и безводной атмосфере — так называемых перчаточных боксах. Требование максимально жесткое: содержание кислорода и паров воды не должно превышать миллионной доли процента. Для лития, кстати, также. И чтобы их выполнить, в конце прошлого года мы приобрели второй герметичный бокс, уже ведем в нем работу.

Так что деятельность выстроена ритмично, в соответствии с ежемесячными планами создания отечественного аккумулятора. В сентябре собираемся испытать первую опытную партию ячеек в составе батареи, а в декабре будем тестировать уже доработанную партию.

Результаты получаем небыстро из-за особенностей химии и физики процесса, поскольку электродная паста между катодом и анодом ячейки должна проходить стадию сушки (созревания). Искусственно это никак не ускорить. В идеале на одном перчаточном боксе можно за день изготовить одну-две единичные ячейки. При этом стараемся работать интенсивно, чтобы к декабрю 2024 года электромобиль Объединенного института машиностроения гарантированно поехал на нашей батарее.

— А где у нас в стране можно попробовать наладить серийное производство?

— На «Светлогорск Химволокно»! Они выпускают ряд материалов, которые используются при производстве аккумуляторов. На предприятии восприимчивы к научной мысли. Например, по нашей подсказке они внесли изменения в техпроцесс производства карбоксильной целлюлозы, используемой в накопителях энергии, и создали лучший в этой нише по удельной поверхности продукт. Он однозначно превосходит образцы американского, японского и европейского производства, которые мы изучали.

— Каков размер инвестиций в будущее производство ячеек?

— В научно-технологическом парке «Политехник» БНТУ есть соответствующие специалисты. Мы заказали бизнес-план возможного производства натрий-графеновых накопителей. Что касается финансовой стороны, для организации начального производства необходимо не менее миллиарда долларов. Так что это разумно делать в рамках Союзного государства с привлечением партнеров из Российской Федерации.

— Какие еще достижения в последние годы отмечают работу ученых НПЦ НАН Беларуси по материаловедению?

— Сейчас основное научное направление деятельности центра связано с фундаментальными и прикладными проблемами физики конденсированного состояния, а также созданием новых магнитных, сегнетоэлектрических, полупроводниковых, металлических, сверхпроводящих, сверхтвердых и оптических материалов в виде кристаллов, керамики, наноматериалов и наноструктур, приборов и оборудования на их основе, — комментирует заместитель генерального директора по научной и инновационной работе Олег Игнатенко. — НПЦ по материаловедению выступает первой головной организацией по ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии», ОНТП «Инновационные технологии и техника» на 2021 — 2025 годы, остается лидером в Беларуси в области физики твердого тела и полупроводников, физического материаловедения.

Наша задача связана с получением новых материалов с определенными свойствами, а далее разработкой и изготовлением на их основе конкурентоспособных изделий. Это и есть единый научно-инновационный и производственный цикл. И здесь широчайший спектр задач, например, для машиностроения.

Благодаря трудам ученых стало возможным создание обрабатывающего - инструмента на базе композиционного материала из нанопорошков кубического

нитрида бора для замены — вытеснения с отечественного рынка — быстро изнашивающегося инструмента для обработки, выполненного из твердосплавных материалов. Есть немалые успехи в создании алмаза, армированного нанотрубками, который незаменим в изготовлении уникального режущего и шлифовального инструмента. Такой технологией, к слову, потенциально могут обладать не более пяти стран в мире.

Высокая продуктивность и ответственность созданного за десятилетия работы коллектива — заслуга руководителя, генерального директора НПЦ НАН Беларуси по материаловедению. Он заинтересован в профессиональном развитии сотрудников, вселяет веру в молодых ученых, которые только делают первые шаги в своем деле. Валерий Михайлович обладает способностью выслушать, принять участие и вдохновить. Он знает, чем живут работники, и всегда по заслугам оценивает персональный вклад в достижение результата. С его подачи приветствуется дух творческой научной свободы.

Сегодня центр обладает высоким научно-техническим потенциалом, имеет современную научно-исследовательскую базу, новейшие образцы экспериментального и производственного оборудования. В научно-технической и инновационной деятельности участвуют 16 научных и научно-производственных подразделений, межведомственный инжиниринговый центр по сверхтвердым материалам.

В последние 10 — 15 лет получен ряд значимых результатов в области фундаментальных и прикладных исследований, проведены научно-технические разработки, нашедшие практическое применение. В рамках научно-технической программы Союзного государства «Космос-НТ» создана принципиально новая технология получения многослойных пленочных электромагнитных экранов. Их предназначение — надежная защита элементов бортовых устройств космических аппаратов нового поколения, микроспутников, от воздействия внешних магнитных и электромагнитных полей.

Изготовленные в НПЦ по материаловедению многослойные экраны обеспечивают электромагнитную совместимость электронных приборов на космическом аппарате, запущенном Японским агентством аэрокосмических исследований к планете Меркурий в 2018 году. А в 2021-м результаты по теме «Разработка и создание высокоэффективных систем электромагнитной защиты, нового поколения датчиков потоков космического излучения для космических приборов с улучшенными эксплуатационными характеристиками» удостоены премии Союзного государства в области науки и техники.

Благодаря работе исследователей центра развиваются и совершенствуются технологические подходы по выращиванию моно- и нанокристаллов на основе сложных оксидов переходных металлов, которые имеют уникальные магнитные, фотовольтаические и оптические свойства для магнитоэлектроники.

Научно-технические разработки НПЦ по материаловедению востребованы и широко применяются в реальном секторе экономики страны и поставляются на экспорт. Достижения в области физики магнетизма позволили развить технологию получения сильных постоянных магнитов, с использованием которых созданы высокопроизводительные и малоэнергос затратные магнитные сепараторы. Их функция — очистка и обогащение рудных и нерудных материалов на горно-обогатительных комбинатах, стекольно-керамических производствах, предприятиях переработки вторичного сырья и в пищевой промышленности.

На производственных участках центра изготавливается инструмент на основе алмаза и кубического нитрида бора, который поставляется на предприятия

машиностроительного комплекса: Минский тракторный завод, Минский моторный завод, МЗАЛ имени П. М. Машерова, МПОВТ, Гомельский завод станочных узлов.

Ученые разработали технологию получения нового композиционного магнитомягкого материала из порошков железа с нанометровыми оксидированными покрытиями. Это стало базой для разработки аппаратов магнитной терапии (выпускает НПФ «Диполь» Витебска), малогабаритных сварочных аппаратов, трансформаторов для СВЧ-печей (при сотрудничестве с компанией LG), опытных образцов вентильных реактивных электродвигателей для использования в транспортных средствах, летательных аппаратах различных типов и робототехнике.

Организовано производство нового керамического материала и созданы опытные образцы малогабаритных навигационных антенн на его основе для приема сигналов навигационных систем, которые обеспечивают мониторинг автотранспорта. Эти изделия поставляются на экспорт.

Методом молекулярно-лучевой эпитаксии «собираются» и изучаются многослойные периодические наноструктуры взаимодействующих квантовых точек германия в кремнии, что стало импульсом в создании высокоэффективных светодиодов для инфракрасной области спектра.

Представленная в центре оригинальная технология получения синтетических драгоценных камней — кристаллов изумруда — позволила наладить производство этой продукции для ювелирных украшений.

Ученые центра ведут активную работу с коллегами из России, Китая, Узбекистана, Испании, Португалии, Великобритании, Германии и других стран. Многолетний опыт подтверждает: международное сотрудничество — совместное использование ресурсов, объединение усилий, обмен идеями и опытом — содействует развитию инноваций и решению масштабных научных задач.