

Материаловеды отвечают на вызовы времени

Среди задач, выполняемых учёными ДВО РАН, значимое место занимает трансформация научных результатов в действующие технологии, которые могут быть использованы в реальном секторе экономики для обеспечения технологического суверенитета нашей страны. Большое значение сегодня и на перспективу придаётся разработкам в сфере создания новых материалов. Это направление развивают в Институте материаловедения (ИМ) ДВО РАН, работая над технологиями создания материалов с заданными свойствами и эксплуатационными характеристиками.

В настоящее время институт включает лаборатории: порошковой металлургии; конструкционных и инструментальных материалов; физико-технических основ технологии материалов, работающие в рамках государственного задания по теме: «Создание и исследование новых металлических, керамических, интерметаллидных, композиционных материалов и наноструктурных покрытий с высокими физико-химическими и эксплуатационными свойствами».

Что нового?

По словам врио директора технических наук Сергея Викторовича Николенко среди основных научных результатов двух последних лет можно отметить следующие. Впервые в результате переработки отходов твёрдого сплава карбидов вольфрама и титана с кобальтом методом электроэрозионного диспергирования (ЭЭД) получен ультрамелкозернистый сплав с повышенной твёрдостью и вязкостью.

Изделия из широко востребованной нержавеющей стали AISI304 сильно подвержены изнашиванию из-за низкой твёрдости. Впервые предложена методика электроискрового осаждения интерметаллидных Fe-Al покрытий, армированных карбидом вольфрама, на стали AISI304 с использованием нелокализованного электрода из гранул состава $Fe_{40}Al_{60}$ с порошком WC. Показано, что добавление карбида вольфрама к гранулам $Fe_{40}Al_{60}$ при электроискровой обработке стали AISI304 приводит к получению металлокерамических WC-FeAl покрытий, повышающих твёрдость поверхности стали и жаростойкость в 5 и 9,4 раза соответственно, снижающих коэффициент трения на 40 % и износ в 19 раз.

(Продолжение на стр. 4)

Почему едим импортный картофель

Как дальневосточные учёные могут помочь обеспечить Приморье собственным «вторым хлебом»



И.В. Гафицкая



И.В. Ким

В Приморье в 2025 году резко вырос импорт картофеля. По данным регионального Россельхознадзора, с начала января по март в Приморский край импортировано 13,6 тыс. тонн картофеля из-за рубежа, что составило более чем 10-кратный рост по сравнению с тем же периодом 2024 года (1,2 тыс. тонн).

Сократить импортозависимость региона от поставок одного из самых востребованных продуктов у населения не получается — наоборот, импорт стремительно увеличился. Как уверены эксперты, главные причины столь резкого роста объёмов завоза иностранного «второго хлеба», скорее всего, связаны с сокращением посадочных площадей и снижением урожайности. Если первый фактор не подвластен учёным, то над решениями, позволяющими собрать картофеля с гектара больше и хорошего качества дальневосточные учёные работают давно и успешно. Но есть ряд проблем, мешающих наладить эффективную связку науки и практики, рассказали исследователи Дальневосточного отделения РАН, занимающие селекцией посадочного материала и защитой от болезней.

За дальневосточной селекцией выстроились в очередь дачники

По словам главного научного сотрудника отдела картофелеводства и овощеводства ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки

доктора сельскохозяйственных наук Ирины Вячеславовны Ким, в числе основных проблем, затрудняющих развитие картофелеводческой отрасли в Дальневосточном регионе, стала нехватка рабочих рук. Всё меньше желающих заниматься сельским хозяйством, молодёжь покидает село, наработанный опыт передавать некому.

Ещё одна серьёзная проблема — сокращение посадочных площадей. И дело не только в том, что фермеры не спешат их наращивать: порядка 70% посадочных площадей под картофель в регионе (и по всей России) приходится на личные подсобные хозяйства, дачные участки. В последние годы всё больше людей отказываются от огородов. При этом потребление картофеля остаётся на прежнем уровне, и, чтобы удовлетворить спрос, приходится наращивать импорт.

— Это, на мой взгляд, две ключевые причины увеличения объёмов завоза иностранного картофеля в Приморье, — говорит Ирина Вячеславовна.

— Какова роль науки в развитии картофелеводства в регионе?

— Вклад науки — в создании новых перспективных сортов, конкурентоспособных с импортными, которые фермеры смогут выращивать на своих полях. Но тут стоит отметить, что культура номер один в регионе — соя, она рентабельна и экономически выгодна, поэтому большинство фермеров занимаются именно ею. Картофелю, который хоть и считается «вторым хлебом», в фермерских хозяйствах уделяется значительно меньше внимания. Поэтому научный выход — это создание новых интересных сортов и улучшение качества семенного материала, поскольку именно от семян во многом зависит урожай картофеля.

— Какие сорта картофеля наиболее перспективны для Приморья? Есть ли новые разработки?

— Для нашего региона актуальны сорта, устойчивые к фитофторозу. Это ключевое заболевание картофеля в Приморском крае из-за особенностей климата: муссонный режим, перепады ночных и дневных температур. Фитофтороз поражает картофель и все паслёновые культуры — томаты, баклажаны, перцы.

(Продолжение на стр. 7)

Материаловеды отвечают на вызовы времени

(Начало на стр. 1)

Для получения износостойких покрытий на стали 45 (катод) использовали метод электроискрового легирования (ЭИЛ) и комплексно легированные (Cr, Si, Zr, Mo) сплавы NiAl (анод). Аноды выплавляли из оксидов и баддеелит-циркониевого минерального концентрата. Микроструктура анодов состоит из легированных Cr зёрен NiAl и твёрдых растворов на основе Ni и Cr, расположенных по границам зёрен. Микроструктура покрытий представлена комплексно легированными столбчатыми кристаллитами NiAl и поперечными микротрещинами. Все полученные покрытия увеличивают абразивную износостойкость стали 45 от 1,1 до 5 раз. Установлена корреляция между хрупкостью покрытий и абразивной износостойкостью. Минимальный балл хрупкости и максимальную износостойкость имеют покрытия, сформированные комплексно легированными анодами, содержащими молибден.

Учёными изучена миграция интеркалированного кислорода в перовските YCrO_3 . Показано, что наличие междоузельного атома кислорода приводит к изменению степени окисления двух соседних атомов хрома. При этом связывающая молекулярная орбиталь образуется за счёт перекрывания орбиталей атомов хрома и кислорода, являющихся мостиковыми лигандами. В основе окислительно-восстановительного процесса лежит разрыв связи между мостиковым междоузельным атомом кислорода и одним из атомов хрома в степени окисления 4+, с дальнейшим образованием новой химической связи с атомом хрома в степени окисления 3+. Движение атома кислорода вызывает повышение энергии уровня связывающей орбитали атома Cr^{3+} , в направлении которого происходит миграция. Таким образом, описанный окислительно-восстановительный процесс является лимитирующей стадией миграции междоузельного атома кислорода. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании ионных проводников и катализаторов.



Сергей Викторович Николенько

Материаловедами впервые получены металлокерамические покрытия Fe-TaC на нержавеющей стали AISI304. Покрытия получены методом электроискрового легирования с использованием нелокализованного электрода (НЭ), состоящего из железных гранул и порошка карбида тантала. Применение разработанных покрытий позволяет сократить износ изделий из стали AISI304 в десятки раз. Полученные результаты могут быть использованы в области теплоэнергетики, машиностроения и химической промышленности.

С использованием плазменной установки в процессе синтеза получены бориды вольфрама на подложке Al_2O_3 в виде покрытия толщиной до 400 мкм с высокой адгезионной прочностью. Бориды вольфрама состоят преимущественно из кристаллов дендритов. Частицы в основном сплавлены и образуют более крупные сферообразные структуры. Формирование кристаллов на подложке протекает в процессе резкого изменения градиента температур. Полученные результаты являются научной основой для разработки промышленных установок плазменного синтеза боридов тугоплавких металлов.

Обеспечено дальнейшее повышение жаро- и износостойких свойств покрытий, полученных методом ЭИЛ, и интерметаллидными сплавами системы Ni-Al, ограниченное наличием поперечных микротрещин. Для уменьшения влияния микротрещин формировали двухслойные покрытия на стали (катод), состоящие из нижнего слоя (Ni или Cu) и верхнего – сплавы системы Ni-Al. Показано, что нижний слой исполняет роль демпфера, препятствуя проникновению микротрещин из верхних слоёв покрытия к поверхности катода. Формирующиеся в двухслойных покрытиях структуры являются градиентными,

состоящими из столбчатых кристаллитов, концентрация компонентов в которых постепенно и закономерно изменяется по высоте покрытия. Механизм структурообразования в двухслойных покрытиях не изменяется при использовании для верхнего слоя сложнолегированных (Cr, Si, Mo, Zr) интерметаллидных сплавов. Полученные результаты позволяют определить перспективы использования метода ЭИЛ для формирования новых градиентных интерметаллидных покрытий в области машиностроения.

Вниманию инноваторов!

Ряд научных разработок Института материаловедения характеризуется высоким инновационным потенциалом. Так, например, разработана экспериментальная установка плазмохимического синтеза, включающая реакционную камеру, концентратор-плазматрон, генератор СВЧ-поля. Исследованы вопросы позиционирования плазматрона на волноводной камере и формирование СВЧ-потока плазмы в зоне конфузора с последующим выходом потока в концентратор. При обработке на установке смеси, состоящей из вольфрамсодержащего концентрата с добавками борсодержащих компонентов, получены бориды вольфрама. Установлено, что увеличение в продуктах реакции боридов вольфрама ограничивается взаимодействием бора с химическими элементами, входящими в состав концентрата.

Показана возможность получения металлического вольфрама, структура которого представлена частицами в виде глобул и дендритов. Проведённым анализом полученных результатов обоснована перспектива использования плазменных технологий для синтеза тугоплавких соединений на основе бора и вольфрама из шеелитового концентрата. Возможная сфера применения: использование плазмохимического синтеза для получения карбидов и боридов тугоплавких соединений из вольфрам/титан / цирконий содержащего минерального сырья.

Методом пиролиза полимер-солевых композиций синтезирован ортохромит иттрия. Параметры интервала горения сажи указывают на возможность использования данного состава в качестве эффективного катализатора. Полученные значения кислородной нестехиометрии и ширины запрещённой зоны легли в основу моделирования дефектной структуры YCrO_3 . Изучено наличие междоузельного кислорода и кислородных вакансий в YCrO_3 при кислородной

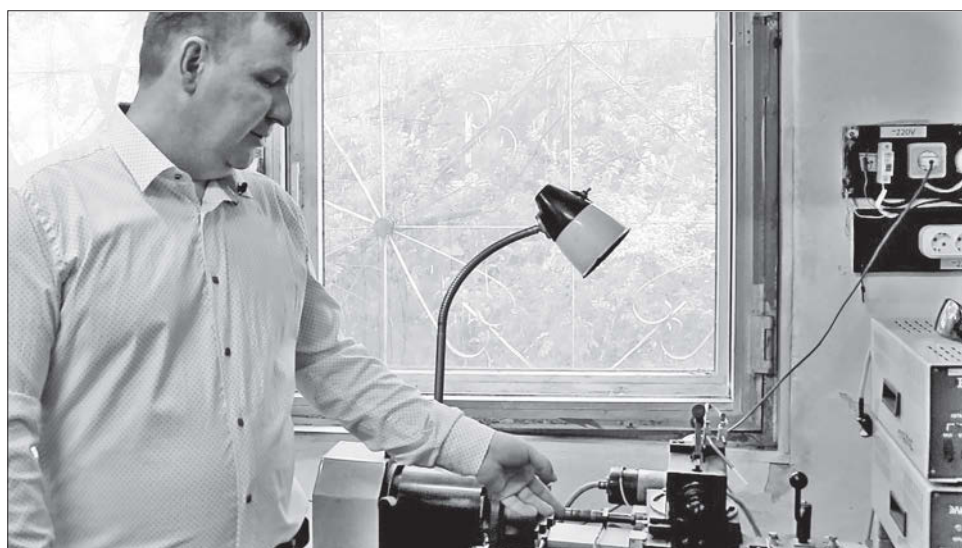
нестехиометрии, близкой к экспериментальному значению. Полученные результаты позволяют предполагать, что механизм окисления сажи будет включать стадию, связанную с миграцией междоузельного кислорода.

Способ электроэрозионного нанесения интерметаллического покрытия на деталь (катод) с использованием смеси электродов-гранул (анод) предусматривает, что смесь помещают в контейнер (токопровод), изготовленный из того же металла, что и деталь. Вращение контейнера обеспечивает перемешивание смеси электродов-гранул и прерывание электрического контакта для образования электроискровых разрядов между деталью, электродами-гранулами и контейнером, при пропускании электрических импульсов тока. Это обеспечивает образование интерметаллических соединений на поверхностях электродов-гранул и осаждение интерметаллического покрытия с поверхностей электродов-гранул (анод) на деталь (катод). Способ нанесения покрытия на деталь защищён патентом.

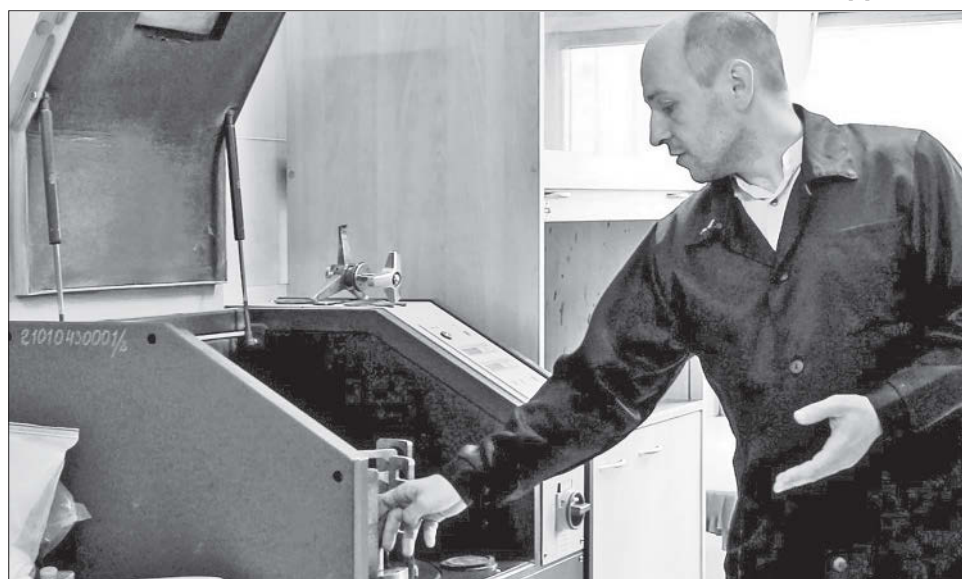
Разработан способ получения нанопорошка боридов вольфрама, включающий в себя этапы приготовления первичной порошковой смеси, восстановление вольфрама из его триоксида и синтез с бором в термической плазме. Процесс синтеза осуществляется при помощи подачи и распыления первичной смеси порошка в зону термической плазмы, генерируемой плазменной установкой. В результате высокотемпературного воздействия происходит диспергирование частиц первичного порошка до однокомпонентных химических элементов и восстановление вольфрама. Синтез восстановленного вольфрама и бора, находящихся в момент плазменного воздействия в атомарном состоянии, осуществляется после прохождения критической термонагруженной зоны до точки начала реакции при охлаждении парокотельной и атомарной фазы и последующем осаждении на стенках реакционной камеры и кристаллизации. Способ получения нанопорошка боридов вольфрама защищён патентом.

Руководство ИМ ДВО РАН надеется, что результаты фундаментальных исследований учёных института будут реализованы на практике, а кадровый состав подразделений пополнится и ещё успешнее будет выполнять новые задачи, достойно отвечая на вызовы непростого времени.

Александр КУЛИКОВ
Фотографии из архива
ИМ ДВО РАН



Зав. лабораторией «Физико-химических основ технологии материалов» кандидат физико-математических наук Александр Анатольевич Бурков демонстрирует покрытие на стали, полученное электроискровой обработкой электродом из вольфрамсодержащего твёрдого сплава



Зав. лабораторией «Порошковой металлургии» кандидат технических наук Максим Иванович Дворник проводит механоактивацию минерального сырья на шаровой планетарной мельнице