

XXI СЕССИЯ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО НОВЫМ МАТЕРИАЛАМ ПРИ КОМИТЕТЕ ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК

23–24 мая 2016 г. в Киеве в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины проходила очередная ежегодная сессия Научного совета по новым материалам при Комитете по естественным наукам Международной ассоциации академий наук (МААН). В заседании сессии приняли участие более 100 ученых и специалистов в области материаловедения из академий наук, вузов и предприятий Беларуси, Грузии, России и Украины.

23 мая состоялось заседание секции «Конструкционные и функциональные наноматериалы для медицины» Научного совета, на котором было представлено 16 докладов.

Пленарное заседание сессии открыл заместитель председателя Научного совета по новым материалам академик Б. А. Мовчан. Борис Алексеевич напомнил, что это уже XXI сессия Научного совета и в этом году ее программа посвящена композиционным наноструктурным наноматериалам, их получению и применению. Затем приветственное послание от президента МААН, президента НАН Украины, директора ИЭС им. Е. О. Патона академика Б. Е. Патона зачитал ученый секретарь Научного совета к.т.н. А. В. Бабаев.

Первый доклад на пленарном заседании сделал академик НАН Украины *Б. А. Мовчан* (ИЭС им. Е. О. Патона, НАНУ, г. Киев, Украина). Доклад посвящен разработке электронно-лучевой технологии (ЕВ-PVD) получения твердых и жидких двухфазных композиционных материалов с наночастицами неорганических веществ. Электронно-лучевое испарение неорганических веществ в вакууме позволяет получать из них твердые композиты; жидкие композиты (жидкая органическая матрица с наночастицами металлов); дискретные наноразмерные металлические покрытия (островковые структуры) на порошках и гранулах неорганических и органических веществ.

Двухфазные твердые композиты, состоящие из металла (сплав) с равномерным распределением наночастиц неорганических веществ, получают испарением компонентов двумя независимыми электронно-лучевыми источниками и последующей конденсацией смешанного парового потока на поверхности с температурой, достаточной для формирования равновесных структур. Жид-

кие композиты изготавливают электронно-лучевым испарением металлов и последующим осаждением парового потока на поверхность жидкой органики. Испарение осуществляют с помощью испарителей реакторного типа, формирующего паровой поток заданной пространственной ориентации. Основные требования к жидкостям: совместимость с вакуумом (низкая упругость пара) и отсутствие химически активных центров (атомов, ионов, свободных радикалов и др.), образующих с вводимыми атомами новые структуры.

Для получения дискретных наноразмерных металлических покрытий используют испарители реакторного типа. Осаждение происходит на поверхностях механически перемешиваемых порошков или гранул.

В результате исследований разработаны жидкие композиты (коллоиды), содержащие жидкие неорганические вещества (политетрагидрофуран, глицерин, льняное масло и т.п.) и металлы (серебро, медь). Разработана технология получения дискретных и сплошных наноразмерных металлических покрытий на неорганических и органических порошках и гранулах. Препараты и субстанции с наночастицами металлов переданы для испытаний ряду медицинских учреждений Украины.

Существующее электронно-лучевое оборудование, разработанное и изготавливаемое Международным центром электронно-лучевых технологий ИЭС им. Е. О. Патона обеспечивает реализацию всех рассмотренных технологических вариантов получения композиционных наноструктурных материалов и покрытий.

Доклад «Разработка нанотехнологий получения композиционных материалов в Институте металлургии и материаловедения им. Ф. Тавадзе — достижения и перспективы» представили академик НАН Грузии *Г. Ф. Тавадзе* и д.т.н. *Л. С. Чхартшвили* (ИММ им. Ф. Тавадзе, г. Тбилиси, Грузия). Первая часть доклада посвящена результатам разработки ударостойких и броневых наноконпозиционных материалов, получаемых методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) в форме градиентных и мелкоструктурных керамик и металлокерамик. Разрабатываемые материалы предназначены для

изготовления броневых плит для индивидуальных средств защиты легкой бронетехники.

Следует отметить, что броневые конструкции из градиентных материалов в среднем в 1,7 раза легче, чем конструкции из специальной высокопрочной стали с такой же ударостойкостью.

Во второй части доклада, представленной д.т.н. *Л. С. Чхартушвили*, рассмотрены химические методы получения нанокompозитов. В ИММ им. Ф. Тавадзе разработан ряд технологий, позволяющих получать в наноструктурной форме те керамические материалы, которые служат прекурсорами важного класса твердых материалов. Это — карбид и нитрид бора, а также нанопорошки некоторых боридов и корунда. Известно, что карбид бора обладает уникальными физико-механическими свойствами: высоким модулем упругости, высоким отношением твердости и плотности, повышенной устойчивостью в агрессивных средах и т. д. Однако его применение ограничено из-за низкой ударной вязкости, хрупкости и невысокой теплопроводности. В ИММ разрабатываются так называемые гетеромодулярные керамики на основе карбида бора. Эти композиционные материалы удачно сочетают свойства высококомодулярной керамики и эластичного металлического связующего.

Чл.-кор. НАН Беларуси *Ю. М. Плещачевский* (Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого, г. Гомель, Беларусь) представил на сессии доклад «Деформирование и разрушение материалов и конструкций малоамплитудными нагрузками». По мнению автора доклада нагружаемое тело отзывается на изменение напряжения с некоторым запаздыванием. Время запаздывания автор называет инкубационным временем. Существование инкубационного времени реакции твердых тел на внешнее импульсное нагружение позволяет трактовать процессы деформирования и разрушения материалов и конструкций с позиций термодинамики неравновесных систем. При этом любая реакция твердого тела на внешнее воздействие является проявлением фундаментального термодинамического принципа Ле Шателье–Брауна.

Силовое или кинематическое воздействие на упругие тела, вызывающее в последних волны деформаций или напряжений, может иметь широкий диапазон последствий, вплоть до появления зон разрушения в некоторых областях этого тела. При этом к ситуациям возникновения волн деформаций большой амплитуды может приводить при определенных условиях совместное или периодическое действие незначительных нагрузок.

Затем с докладом «Новые подходы к получению и переработке сверхвысокомолекулярного полиэтилена в материалы с улучшенными прочностными и модульными характеристиками» выступил чл.-кор. РАН *С. С. Иванчев* (Санкт-Петербургский филиал Института катализа им. Г. К. Борескова, РФ). Известно, что полимеры представляют собой особый класс материалов, структура которых отличается необыкновенным многообразием (клубок, пачка, глобула, кристаллит). Физико-механические свойства полимерных систем зависят, в первую очередь, от молекулярного строения. Макромолекулярные образования и полимерные системы в силу особенностей своего строения всегда являются наноструктурными системами. Новые типы полимерных волокон нашли применение в индивидуальных и коллективных средствах бронезащиты (пуленепробиваемые и противоосколочные бронежилеты, боевые шлемы, бронепластины, пуленепробиваемые панели), авиа- и ракетостроении (элементы конструкций ракет и самолетов, парашютное оснащение, авиационные ремни и тросы), судостроении (корпуса катеров и яхт, надувные лодки, якорные и причальные канаты, буксировочные тросы, парусное оснащение, такелаж) и др.

В докладе «Формирование композиционных материалов в аддитивных технологиях» д.т.н. *М. Л. Хейфеца* (Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова, г. Минск, Беларусь) охарактеризованы основные технологические процессы аддитивного производства и представлена обобщенная модель способов изготовления деталей машин без формообразующей оснастки.

Чл.-кор. НАНУ *И. С. Чекман* (Национальный медицинский университет им. А. А. Богомольца, г. Киев, Украина) выступил с докладом «Композиционные наноструктуры: фармакологические и токсикологические свойства». Нанотоксикология изучает свойства нанопрепаратов, исследует возможность их применения в медицинской практике для профилактики, диагностики и лечения различных заболеваний с контролем биологической активности, фармакологического и токсикологического действия полученных продуктов или медикаментов. Наночастицы могут легко проникать в организм человека и, кроме того, из-за большой площади поверхности могут быть биологически очень активными.

В настоящее время в университете разрабатывается новая технология получения нанокompозита высокодисперсного кремнезема с наночастицами серебра. Этот нанокompозит относится к VI классу веществ по токсичности (относительно безвредные вещества); обладает выраженными противомикробными свойствами по отношению

к *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Candida albicans* (ATCC 885-653), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027); снижает токсичность противотуберкулезного препарата — изониазида.

В совместной лаборатории ИЭС им. Е. О. Патона и Национального медицинского университета им. А. А. Богомольца разработана оригинальная технология получения композитов нанометаллов с поливинилпирролидином.

Разработаны также лекарственные формы (мази, гели, присыпки, капсулы, сиропы, растворы) нанопрепаратов металлов и их композитов с органическими веществами (антибиотики, аскорбиновая кислота, изониазид), которые составляют основу для дальнейшего изучения и внедрения в медицинскую практику. Установлено, что в данных врачебных формах наночастицы серебра, меди и их композитов проявляют более выраженное противомикробное действие, чем эти металлы других размеров. Механизм действия модифицированных наночастиц меди и композитов меди с серебром реализуется путем блокирования синтеза РНК вирусов.

Таким образом, нанокompозиты являются субстанциями для разработки и внедрения в качестве новых оригинальных лекарственных средств.

С докладом «Алмазные нанокompозиты: получение при высоком давлении, применение в буровом и режущем инструменте» выступил д.т.н. А. А. Бочечка (Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАНУ, г. Киев, Украина). Для эффективной работы в инструменте алмазный поликристаллический нанокompозит, полученный спеканием алмазных нанопорошков, должен иметь высокий уровень физико-механических характеристик. Для улучшения спекания необходимо параллельно с дегазацией алмазных нанопорошков подобрать добавки, способные образовывать химические соединения с углеродом, и таким образом дополнительно связывать алмазные наночастицы при спекании.

Образцы нанокompозита алмаз–карбид вольфрама получены при высоком давлении реакционным спеканием смесей нанопорошков алмаза и

вольфрама различного генезиса. Перед спеканием осуществляли отжиг смесей в атмосфере водорода и дегазацию сформированных из них компактов в вакууме. Композит имеет структуру, в которой зерна алмаза и карбида вольфрама равномерно расположены и являются однородными по размеру.

Проведенные лабораторные испытания образцов бурового инструмента, оснащенного рабочими элементами из композита алмаз–карбид вольфрама на основе алмазных порошков двух уровней дисперсности, показали целесообразность его использования при бурении анкерных шпуров по породам твердостью до 168 МПа.

В докладе к.т.н. В. А. Щерецкого (ФТИМС НАНУ, г. Киев, Украина) «Антифрикционные алюмоматричные композиционные материалы, упрочненные наноразмерными частицами» проанализированы современные технологии изготовления металломатричных композиционных материалов, предложены пути внедрения наноразмерных упрочнителей в алюминиевую матрицу, оценены возможности применения разработанных технологических решений в промышленности и определены перспективные варианты внедрения.

С докладом «Получение углеродистых нанотрубок на установках дугового распыления в вакууме» выступил д.т.н. В. Е. Панарин (Институт металлофизики НАНУ, Киев, Украина).

Участники сессии имели возможность в ходе дискуссии обменяться мнениями о прочитанных докладах, о состоянии работ в области разработки новых материалов в своих странах, оценить работу Научного совета, высказать пожелания по ее улучшению. Проводимые ежегодно сессии Научного совета по новым материалам МААН позволяют сохранять и развивать творческие связи между учеными различных стран, способствуют интенсификации информационного обмена между ними.

Следующее заседание Научного совета по новым материалам запланировано провести в мае 2017 г. Предварительная тематика сессии «Композиционные функциональные материалы».

И. А. Рябцев