

В этом году экспозиция объединила ведущих российских и зарубежных производителей сварочного оборудования и материалов, которые представили новейшие технологии и продемонстрировали их внедрение в сварочное производство на промышленных предприятиях. Свою продукцию и разработки презентовали более 100 компаний.

Традиционно на выставке состоялись премьерные показы сварочных технологий, оборудования и материалов. Главная новинка этого года — разработка НПУ «УТС-Интеграция» — серийный самоходный агрегат лазерной сварки САЛС-1, готовый решать производственные задачи в условиях трассового строительства для предприятий нефтегазовой отрасли. Это уникальная, не имеющая мировых аналогов технология для сварки труб большого диаметра на основе волоконных лазеров, разработана в России. САЛС способен обеспечивать ведение строительства магистральных трубопроводов как поточно-расчлененным способом, так и строительство с выполнением сварки всех слоев стыка на одном посту.

Среди новинок также высокотехнологичное оборудование от ООО «ТБК»: машина сварочная внутренняя автоматическая АСМТ-1420 («ТБК»,

«ЭСО», Санкт-Петербург), предназначенная для автоматической сборки стыка, сварки корневого прохода в сварочно-монтажном потоке строительства магистральных трубопроводов. Разработка, производство и сборка машины АСМТ проводится силами российского производства.

Среди новинок систем неразрушающего контроля — измерительные системы контроля качества сварных соединений от компании «MT-Solutions GmbH».

В этом году экспозиция выставки была существенно расширена за счет Китайской национальной экспозиции, организованной партнером выставки — Китайским машиностроительным обществом (CMES). Высокотехнологичное сварочное оборудование, принадлежности и средства защиты сварщиков представили 17 компаний.

«Сварка/Welding» — ведущий форум передовых сварочных технологий в России и крупнейшая отраслевая площадка для конструктивного диалога власти, бизнеса и научного сообщества по вопросам развития сварочной индустрии.

Более подробная информация о выставке-конгрессе на сайте: [www.welding.expoforum.ru](http://www.welding.expoforum.ru)

По материалам пресс-релиза

## СЕССИЯ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО НОВЫМ МАТЕРИАЛАМ

16–17 мая 2017 г. в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины (г. Киев) проходила ежегодная 22-я сессия Научного совета по новым материалам при Комитете по естественным наукам Международной ассоциации академий наук (МАН). В заседании сессии приняли участие ученые и специалисты в области материаловедения из Беларуси, Грузии и Украины.

16 мая состоялось заседание секции «Конструкционные и функциональные наноматериалы для медицины».

Пленарное заседание сессии (17 мая 2017 г.) открыл чл.-кор. НАН Беларуси Ю. М. Плещачевский (Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого, г. Гомель, Беларусь). В этом году пленарное заседание посвящено композиционным функциональным материалам. На нем было представлено 11 докладов по этой теме.

Первым на пленарном заседании заслушали доклад «Композиционные наноструктурные материалы и электронно-лучевая технология их получения», подготовленный академиком НАН Украины Б. А. Мовчаном (ИЭС). Известно, что процессы испарения и конденсации различных веществ в вакууме представляют уникальный

комплекс методов получения новых материалов и покрытий с микро- и наноразмерной структурой. Особого внимания заслуживает электронно-лучевое испарение и конденсация неорганических веществ в вакууме или процесс EB PVD. В докладе представлен краткий обзор работ ИЭС Украины по исследованию и разработке новых материалов и технологий их производства.

Электронно-лучевое испарение неорганических веществ в вакууме позволяет получать твердые композиционные неорганические вещества; жидкие композиционные вещества (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 (сплава) с равномерным распределением наночастиц неорганических веществ, получают испарением компонентов двумя независимыми электронно-лучевыми источниками с последующей конденсацией смешанного парового потока

на поверхности с температурой  $T_{\text{п}}$ , достаточной для формирования равновесных структур.

Жидкие композиционные вещества получают электронно-лучевым испарением металлов и последующим осаждением парового потока на поверхность жидкой органики. Испарение осуществляют с помощью испарителей реакторного типа, формирующих 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.

Электронно-лучевое оборудование, разработанное и изготовленное в ГП «Международный центр электронно-лучевых технологий ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ» обеспечивает реализацию всех рассмотренных технологических вариантов получения композиционных наноструктурных материалов и покрытий.

Чл.-кор. НАН Беларуси Ю. М. Плещачевский представил на сессии доклад «Системный анализ физико-химических процессов в наполненных полимерных композитах». Основная часть доклада посвящена современному состоянию и перспективам применения полимеров и композитов на их основе в XXI веке. К полимерам относятся: традиционные массового потребления, полученные по новым технологиям на усовершенствованных каталитических системах; конструкционные; для здравоохранения; полимерные диэлектрики и проводники для электроники; проводящие металлополимеры; для фотоники; полимерные светоиспускающие диоды; термостабильные и атмосферостойкие полимеры; биополимеры; неорганические; функциональные и модификаторы; «умные».

Также достаточно широки области применения полимерных композитов: активная поверхность гражданской и военной техники; «умные» рыболовные сети; адаптивные паруса и корпуса судов; самоклеящиеся материалы; воспроизводство тканей, сосудов и органов человека; искусственные мускулы, кожа, хрящ, кости; разлагающиеся полимеры для инъекций; «умные» мембраны и фильтры; пары трения, не подверженные износу; вегетативно синхронные удобрения; избирательно и программно действующие лекарства.

Доклад «Самосмазывающиеся композиции металл — нанокристаллический нитрид бора» представил д-р техн. наук Л. С. Чхартишвили (ИММ им. Фердинанда Тавадзе, г. Тбилиси, Грузия). В докладе предложен метод получения самосмазывающихся металлических композиций на основе латуни и железа. В качестве модификатора трения

использовали гексагональный нитрид бора h-BN. Оптимальное количество модификатора трения составляет приблизительно 1 мас. %. Для получения композитного сплава латунь + 1 мас. % h-BN плакированный химическим методом нанокристаллический h-BN непосредственно вводили в расплавленную латунь (матрицу).

Размеры и морфология продуктов изнашивания показывают, что модификатор трения изменяет механизм изнашивания и значительно снижает его интенсивность, о чем свидетельствует изменение морфологии и линейных размеров частиц изнашивания при «катастрофической» нагрузке (225 Н).

Академик НАН Украины С. А. Фирстов (ИПМ им. И. Н. Францевича НАН Украины, г. Киев) выступил на сессии с докладом «Высокоэнтропийные сплавы как основа для создания новых композитов». В высокоэнтропийных сплавах нет элемента, который мог бы служить его основой, поэтому нельзя сказать: сплав на основе такого-то элемента. В качестве примера можно привести сплавы  $\text{Ti}_{15}\text{Zr}_{15}\text{V}_{15}\text{Cr}_{15}\text{Ni}_{10}\text{Cu}_{10}\text{Fe}_{10}\text{Sn}_5\text{Si}_5$  или  $\text{Cr}_{20}\text{Mo}_{20}\text{V}_{20}\text{Ta}_{10}\text{Ti}_{10}\text{Ni}_{10}\text{Nb}_8\text{Si}_2$ .

Изготавливают высокоэнтропийные сплавы с применением литейных технологий, закалки из расплава, механического легирования, осаждения пленок. Высокоэнтропийные сплавы используют в композиционных материалах в качестве матрицы, в виде высокоэнтропийных термостабильных покрытий, радиационноустойчивых материалов из малоактивируемых элементов, керамических высокоэнтропийных материалов — нитридов, карбидов, оксидов.

На основе высокоэнтропийных сплавов могут быть созданы новые поколения твердых сплавов, легких сталей и чугунов за счет использования новых матриц с более низким удельным весом. Перспективна разработка новых жаропрочных материалов для температур эксплуатации 600...700, 1000...1150 °С и др. с удельными характеристиками выше, чем у традиционных жаропрочных материалов.

«Формирование структуры композиционных алмазосодержащих материалов при интенсивном электроспекании» — тема доклада чл.-кор. НАН Украины А. Л. Майстренко (Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев). В ИСМ была разработана технология горячего прессования композиционных алмазосодержащих материалов (КАМ) в графитовых прессформах. В процессе исследований установлены следующие недостатки КАМ: недостаточная прочность композита; разупрочнение алмазов в результате термического воздействия (растрескивание, графитизация); отсутствие адгезии по границам взаимодействия алмаз–связка.

Для обеспечения адгезии по границам взаимодействия алмаз–связка предложено взамен алмазных использовать алмазно-твердосплавные гранулы, также для повышения качества КАМ — интенсивное электроспекание при давлении 180 МПа. Сравнение удельных энергозатрат и продолжительности процессов спекания КАМ различными технологическими способами показало значительное преимущество технологии изготовления КАМ способом интенсивного электроспекания при повышенном давлении.

Доклад «Электрические, теплофизические и механические свойства полимерных композитов, определяемые топологией проводящей фазы» был представил д-р физ.-мат. наук Е. П. Мамуней (Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины, г. Киев). Электропроводящие полимерные композиты (ЭПК) представляют собой двухфазные неупорядоченные системы, состоящие из полимера-изолятора и проводящего наполнителя. Используются следующие типы проводящих наполнителей: дисперсные металлы; графит, сажа; углеродные нанотрубки или графеновые нанопластины; углеродные и металлические волокна; металлизированные полимер-минеральные частицы; проводящая керамика; полимеры с собственной проводимостью. Основное требование к проводящей фазе — высокая проводимость при минимальном содержании наполнителя. Топология проводящей фазы должна обеспечивать контакт частиц друг с другом при их минимальном содержании в композите.

Доклад «Разработка композиционных углеродных наноматериалов для электродов термоэмиссионных преобразователей тепловой и солнечной энергии в электрическую» представил д-р физ.-мат. наук М. М. Нищенко (Институт металлофизики им Г. В. Курдюмова НАН Украины, г. Киев). Термоэмиссионный преобразователь (ТЭП) — это тепловая машина, рабочим телом в которой является «электронный газ» (электроны «испаряются» с эмиттера-нагревателя и «конденсируются» на коллекторе-холодильнике. ТЭП состоит из двух электродов — катода (эмиттера) и анода (коллектора) из тугоплавких металлов (W, Mo, Re), разделенных вакуумным промежутком. ТЭП основан на двух физических явлениях — термоэлектронной эмиссии и контактной разности потенциалов (КРП) между электродами. Наиболее эффективно ТЭП работает в дуговом режиме при ионизации атомов цезия.

Для определения эмиссионно-адсорбционных характеристик электродов высокотемпературных ТЭП (до 3300 К) в Институте металлофизики разработан сверхвысоковакуумный технологический и измерительный комплекс.

С использованием этого комплекса были исследованы электронные свойства ряда наноматериалов: углеродных нанотрубок (УНТ); графена, окисленного графена с УНТ, их композитов с металлами (Cu, Al), полупроводниками и полимерами. В результате исследований установлено, что наиболее эффективными эмиттерами электронов оказались УНТ.

Главный недостаток высокотемпературных ТЭП — высокие рабочие температуры. Для применения ТЭП в солнечной энергетике необходимо снизить рабочие температуры с 2000 до 1000 К, стоимость, увеличить ресурс эксплуатации.

Доклад коллектива авторов из Физико-технологического института металлов и сплавов НАН Украины, Национального университета биоресурсов и природопользования Украины и Тохоку университета (г. Сендай, Япония) «Композиционные наномодификаторы» представил на сессии канд. техн. наук Р. А. Сергиенко (ФТИМС НАН Украины, г. Киев). Под наномодифицированием понимают процесс, при котором в металлы и сплавы добавляют частицы размером менее 100 нм. Для успешного модифицирования наночастицы должны иметь следующие свойства: близкие параметры кристаллических решеток наночастиц и сплава, который кристаллизуется; размер наночастиц должен соответствовать размерам критических зародышей (< 100 нм), а их количество при введении в расплав должно быть достаточным для получения мелкодисперсной структуры в отливке; наночастицы — нерастворимые или малорастворимые в матричном расплаве; энтальпия образования модифицирующих наночастиц должна превышать энтальпию образования расплава.

Во ФТИМС разработана технология получения порошков наномодификаторов газовым распылением для модифицирования сплавов на основе черных и цветных металлов. Опытно-промышленная проверка показала, что замена традиционного модификатора  $K_2ZrF_6$  на разработанный наноразмерный позволяет увеличить на 10...15 % механические характеристики сплавов, уменьшить брак и выделение вредных веществ при выплавке.

«Композиционные градиентные термобарьерные покрытия» — тема доклада канд. техн. наук К. Ю. Яковчука (ГП «Международный центр электронно-лучевых технологий ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ»). Традиционно термобарьерное покрытие состоит из внешнего керамического слоя  $ZrO_2-Y_2O_3$  толщиной 125...250 мкм, который осаждается на предварительно нанесенный на поверхность жаропрочного сплава (перо лопатки) металлический жаростойкий связующий слой на основе алюминидов или сплава Me-Cr-Al-Y.

Достоинства промежуточного слоя на основе NiAl – высокая жаростойкость, низкая плотность, незначительное различие в термических коэффициентах линейного расширения с жаропрочными сплавами. Легирование слоя NiAl иттрием, гафнием или диспрозием позволяет в 8...14 раз повысить термоциклическую долговечность композиционных термобарьерных покрытий, получаемых электронно-лучевым испарением и конденсацией в вакууме. Наиболее высокой термоциклической долговечностью обладают композиционные термобарьерные покрытия NiAlDy/ZrO<sub>2</sub>-8%Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с градиентным распределением диспрозия в слое NiAl. Установлено, что вводимый диспрозий выделяется внутри и по границам зерен NiAl в виде частиц фаз типа Ni<sub>x</sub>Al<sub>y</sub>Dy<sub>z</sub> размером от 5 нм до 20 мкм, а также в слое окалина Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на границе раздела металл–керамика в виде соединения DyAlO<sub>3</sub>.

Позитивный эффект от легирования диспрозием обеспечивается за счет: уменьшения размера зерна NiAl в 4...5 раз; повышения термической стабильности связующего слоя NiAl за счет замедления диффузионных процессов на 25...30 %; повышения адгезии слоя окисла Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на границе раздела металл–керамика за счет прорастания частиц на основе оксида диспрозия внутрь слоя NiAl.

Чл.-кор. НАНУ и НАМНУ И. С. Чекман (Национальный медицинский университет им. Богомольца, г. Киев) выступил на сессии с докладом «Нанонаука: медико-биологические основы». Наноматериалы занимают промежуточное положение между отдельными атомами, молекулами и макроструктурами и имеют уникальные физические, химические, физико-химические, биологические, фармакологические свойства благодаря малому размеру, химическому составу, структуре, большой площади поверхности и форме. Изучение наноразмерных материалов показало, что такие структуры имеют много новых свойств, которые не характерны для таких же материалов других размеров. При исследовании уникальных свойств наноматериалов следует учитывать их размер, форму, методы получения и множество других параметров.

Анализ результатов собственных исследований и данные мировой литературы относительно теоретических и практических основ нанонауки позволили автору доклада предположить, что при переходе от макроразмеров к наноразмерам происходят изменения корпускулярно-волновых свойств наноразмерных частиц.

Исследование физико-химических, фармакологических, токсикологических, биохимических, биофизических свойств, а также механизмов взаимодействия наночастиц с биологическими объектами (клетками макро- и микроорганизмов) и их молекулярными составляющими поможет не только выяснить их позитивное или негативное влияние на физиологические и биохимические процессы и окружающую среду, но и будет способствовать поиску среди них эффективных и безопасных протекторов функциональной активности клеток и органов.

Доклад коллектива авторов из Института проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины и Института сцинтиляционных материалов НАН Украины «Сравнительный анализ влияния наночастиц GdYVO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup> на функциональную активность опухоль-индуцирующих и нормальных стволовых клеток» представил академик НАН Украины А. М. Гольцев (Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, г. Харьков). В настоящее время онкологические заболевания занимают второе место после сердечно-сосудистых по смертности населения в мире. Выяснение механизмов инициации и роста злокачественных новообразований, поиск путей инактивации этих процессов является сверхзадачей современной фундаментальной и прикладной онкологии.

Методами люминесцентной микроскопии и спектрофотометрии установлена различная способность синтезированных наночастиц сферической и веретенноподобной форм взаимодействовать с опухоль-индуцирующими и гемопозитическими стволовыми клетками (ГСК). Установлено, что наночастицы, проявляющие максимальную ингибирующую активность в отношении опухоль-индуцирующих клеток, в значительно меньшей степени инактивировали функцию ГСК.

Участники сессии имели возможность в ходе дискуссии обменяться мнениями о представленных докладах, состоянии работ в области разработки новых материалов в своих странах, оценить работу Научного совета по новым материалам, 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 2018 г. Предварительная тематика сессии «Композиционные материалы».

И. А. Рябцев, д-р техн. наук