



НОВОЕ В ИСПЫТАНИЯХ И ИССЛЕДОВАНИЯХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

NEW IN TESTS AND STUDIES OF MATERIALS PROPERTIES

Д.Георгиев / printcomrussia@mail.ru
D.Georgiev

17 февраля во Всероссийском научно-исследовательском институте авиационных материалов (ВИАМ) состоялась VIII Всероссийская конференция по испытаниям и исследованиям свойств материалов "ТестМат". В конференции приняли участие научные группы и ученые из ВИАМ, НПО "Энергомаш", МГТУ им. Н.Э.Баумана, ВНИИНМ, ТИСНУМ, МИСиС и других российских научных центров. В более чем 30 докладах рассматривались методики и результаты исследований конструкционных материалов и функциональных покрытий с применением оптической и электронной микроскопии, рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализа. Ряд сообщений относились к сфере нанотехнологий.

On February 17 the All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials "VIAM" hosted the VIII All-Russian conference on tests and researches of material properties "TestMat". The conference brought together research groups and scientists of VIAM, NPO Energomash, Bauman MSTU, VNIINM, TISNCM, MISIS and of other Russian scientific centers. The methodology and results of studies of structural materials and functional coatings using optical and electron microscopy, x-ray diffraction and x-ray analysis have discussed in more than 30 reports. A number of reports belonged to the field of nanotechnology.

Открывая конференцию, начальник испытательного центра ВИАМ Алексей Луценко отметил важность материаловедческих исследований для развития науки и техники в Российской Федерации.

Выступление Евы Лукиной из лаборатории металофизических исследований ВИАМ было посвящено современным методам аналитической электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа в разработке конструкционных материалов. Докладчица отметила, что изучение закономерностей структурно-фазового состояния материалов требует всестороннего исследования структуры на макро-, микро- и наноуровнях. При этом целесообразно оценивать состояние материала в целом с применением интегральных дифракционных и микроструктурных методов, а также изучать строение отдельных структурных составляющих с помощью локальных дифракционных методов. В качестве примера всестороннего исследования структуры был представлен проект по оценке влияния энергетических параметров лазера на структуру образцов жаропрочного никелевого сплава.

Татьяна Дмитриева из компании "Системы для микроскопии и анализа" представила результаты исследования микроструктуры и состава нанокompозитных сверхтвердых покрытий карбонитрида кремния, полученных с применением лазерно-плазменного синтеза. Сканирующая электронно-ионная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия позволили получить данные о наноструктурных особенностях и химическом составе пленок. На базе этой информации оптимизирован технологический процесс получения функциональных защитных антифрикционных и антикоррозионных покрытий на основе карбонитрида кремния, которые находят широкое применение в оборудовании для нефтедобычи и переработки, производстве режущего, штамповочного инструмента и металлоконструкций.

Анна Чайникова (ВИАМ) рассказала об исследовании процессов фазообразования и спекания полученной золь-гель методом алюмосиликатной стеклокерамики и композиционных материалов на ее основе с применением высоко-



температурной дилатометрии, дифференциальной сканирующей калориметрии, электронной микроскопии и рентгенофазового анализа. В качестве достоинства золь-гель технологии была отмечена возможность синтеза порошков с нанокристаллической структурой при пониженных температурах. Исследование показало, что получение композиционных материалов по методу искрового плазменного спекания требует меньших температур по сравнению с традиционным обжигом или горячим прессованием. Таким образом, использование стронцийалюмосиликатной стеклокерамики, полученной золь-гель методом, позволяет синтезировать композиционные материалы при температурах на 200–350°C меньших, чем при применении барийалюмосиликатной матрицы.

Доклад Евгения Куршева (ВИАМ) был посвящен применению сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа для микроструктурных исследований и определения элементного состава неметаллических композиционных материалов. Разработанные методики позволили провести отбор и подготовку образцов неметаллических композиционных материалов к исследованиям и выявить структуру композита на макро-, микро- и наноуровнях. Проект показал возможность практического использования сканирующей электронной микроскопии для выявления тонкой структуры композиционных материалов, включений, дефектов и неоднородностей. При этом метод рентгеноспектрального микроанализа оптимален для определения включений не только неорганических, но и органических соединений. Сканирование пучком электронов участка поверхности образца позволяет получить его спектр, который дает полную информацию о присутствии тех или иных химических элементов.

Алексей Усеинов из ТИСНУМ представил обзор современных методов анализа механических свойств композиционных материалов, сделав акцент на определении твердости и модуля упругости с помощью инструментального наноиндентирования. Он отметил, что в различных модификациях индентирования используются разные способы анализа кривых нагружения-разгрузки. В основу международного стандарта ISO 14577 заложен метод Оливера – Фара, при котором твердость рассчитывается как отношение силы нагружения к проекции отпечатка на нормальную к силе плоскость.

Помимо нагружения с трапецеидальным профилем зависимости силы от времени, применяют режимы многоциклового нагружения с постоянной и увеличивающейся амплитудой. При постоянной амплитуде такие режимы позволяют исследовать усталостные свойства материала, процессы релаксации напряжений и восстановления деформации после разгрузки. Метод многоциклового нагружения с возрастающей нагрузкой и частичной разгрузкой индентора дает возможность получить зависимости твердости и модуля упругости от глубины. Методы индентирования, в которых частичная разгрузка осуществляется за счет осциллирующего движения, наложенного на поступательное углубление индентора в материал, позволяют измерять также модуль потерь (мнимую составляющую нормальной контактной жесткости). Докладчик отметил тенденцию развития методов индентирования от статического к динамическому нагружению и от измерений в одной точке к построению двухмерных и объемных карт распределения твердости.

Евгения Наумова из МГТУ им. Н.Э.Баумана сообщила результаты исследования структуры и свойств эвтектических сплавов на основе системы Al-Sa с добавкой скандия при отжиге. Также было рассмотрено влияние формоизменения эвтектических интерметаллидов на твердость и свойства выделяющихся в процессе распада алюминиевого твердого раствора наноразмерных частиц фазы Al₃Sc. Распад алюминиевого твердого раствора был исследован непосредственно в процессе нагрева в колонне электронного микроскопа.

Участники конференции выразили уверенность, что регулярное проведение подобных мероприятий важно для развития фундаментальных и прикладных исследований в различных областях науки и промышленности. В резолюции конференции отмечена необходимость создания новых методик и нормативных документов в связи с расширением возможностей современного исследовательского оборудования и появлением новейших подходов к исследованию структурно-фазовых превращений при разработке, производстве и эксплуатации материалов. Также решено признать одним из важных условий повышения уровня фундаментально-ориентированных исследований расширение экспериментально-исследовательской базы федеральных центров коллективного пользования. ■