

обработкой материалов, но и благодаря инновационности идеи УСД, решать как вопросы входного контроля качества керамических материалов, так выходную диагностику бронезилов путем имитирующего воздействия.

Данное исследование проводилось в рамках гранта президента РФ №16.120.11.5069-МД и гранта РФФИ № 12-08-00802-а «Разработка научных основ ультразвуковой диагностики материалов и изделий машиностроения».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов В.А., Полухин А.Н. Оценка геометрических параметров формируемой поверхности при гидроструйной обработке. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». - №1(86). – 2012. – с. 107-116.

2. Эванс А.Г., Ленгдон Т.Г. Композиционная керамика – М.:Металлургия, 1980. – 256с.

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОПЛЕНОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ И ОЦЕНКА ИХ СВОЙСТВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВИАСТРОЕНИИ

© 2012 Гамлицкий Е.Ю.¹, Гелиев А.В.^{1,2}, Семенов В.Н.^{1,2}

¹ Московский физико-технический институт, г. Жуковский,

² Центральный аэрогидродинамический институт (ФГУП «ЦАГИ»), Жуковский.

FABRICATION, PROPERTIES AND POSSIBILITY OF THE APPLICATION TO AIRCRAFT BUILDING ESTIMATION OF NANOFILM COMPOSITES

© 2012 Gamlitsky E.Y., Geliev A.V., Semenov V.N.

Technology of the nanofilm coating on the rubber substrate is developed. Elastic-strength, electric and other properties of rubber-like composites are studied. Technology of fabrication of the nanosize film, particularly Al₂O₃-nanofilm on the aluminum surface, is proposed. Temperature and acceleration voltage dependence of the ion free path in the substrate crystal lattice is investigated.

Поверхности технических объектов, в том числе летательных аппаратов (ЛА), необходимо защищать от климатических

воздействий и явлений, таких как обледенение, соленость среды, солнечное излучение, резкие перепады температуры. Необходимо также обеспечить получение новых свойств для материалов конструкции и ее элементов: адаптационных, электропроводных, радиотрагательных, фрикционных, обливковых и иных, необходимых для создания конструкций, адаптирующихся к режиму полета [1].

Приведены результаты использования метода магнетронного распыления для нанесения металлических и металлооксидных пленок на техническую резину. Описаны режимы напыления и параметры пленочного покрытия. Приведены результаты влияния

механического воздействия на свойства пленок. Показано, что наноразмерные покрытия при больших деформациях по структуре и свойствам существенно отличаются от макроструктурного металлического покрытия. Скольжение кластеров – блоков из нанослоев относительно друг друга сохраняет полное перекрытие площади упругой подложки металлом при больших относительных деформациях (псевдоэластичность). нанопленок. При больших обратимых деформациях резины или упругого пластика с нанесенной пленкой их внешний вид, величина адгезии и в значительной мере проницаемость не меняются. Исследуется возможность создания на основе таких покрытий тензодатчиков для лабораторных работ.

Развита технология нанесения нанопленок на резиновую подложку и

изучены упругопрочностные, гистерезисные, адгезионно - усталостные и электрические свойства резиноподобных композитов, а также структура нанопленок. Представлены результаты исследования структуры и свойств металлических и металлооксидных нанопленок, нанесенных на техническую резину с использованием метода магнетронного распыления с помощью установок УРН75-РЗ и ОРТОРИЯ-9. В качестве материала пленки использованы: углерод, оксид титана, медь, латунь. Толщина наращиваемой пленки варьировалась от 150 до 5000 Å. При толщине пленки, не превышающей экспериментально получаемого значения критической толщины, она имеет многослойную кластерную структуру, что обеспечивает квазиупругое растяжение пленки до относительного удлинения при растяжении $\varepsilon=1.4$ и возвращение ее в исходное состояние с восстановлением уровня физических свойств [2].

Предложена технология создания наноразмерных пленок, в частности, Al_2O_3 на поверхности алюминия. Технология основана на разгоне ионных пучков Al и O, исходящих из испарителей. Скорость роста толщины пленки регулируется посредством дозирования потоков ионов. Система сведения пучков, фокусировки и диагностики позволяет создавать управляемый микрорельеф поверхности с точностью толщин до нескольких нанометров. Имеется механизм перемещения и системы нагрева и охлаждения подложки. Описана теория взаимодействия однократно ионизированных ионов алюминия с алюминиевой подложкой. Теоретически [2] и экспериментально исследована зависимость средней длины свободного пробега (внедрения) иона λ (мкм), в кристаллическую решетку подложки от температуры и ускоряющего напряжения $U(V)$. Для каждой фиксированной температуры подложки существует критическое напряжение $U_{кр}(V)$, при превышении которого λ практически не возрастает, и оно

составляют соответственно, около 800, 3000 и 7000 В. Произведено вычисление некоторых констант и коэффициентов свойств вещества на наноуровне. В частности показано, что в зависимости от индексов хиральности (n,m) углеродной нанотрубки (УНТ), она имеет свойства изолятора, полупроводника либо проводника. Для трубок (n,0) при n кратном 3 сопротивление имеет значение порядка Ком в диапазоне температур от 100 К до 300 К. Если же, например $n=10$ и $L_y=1$ мкм, то при $T=300^\circ K$, то $R = 7.6 * 10^{10}$ Ом. Мощность джоулева тепла, выделяющегося при протекании тока в нанотрубке, равна

$$\frac{dQ}{dt} = \sigma U^2 = \frac{4e^2}{h} U^2 \sum_{m=1}^n \left[\frac{1}{e^{\frac{|j|}{kT} \sqrt{1+4\cos^2 \frac{\pi m}{n}} \left| \cos \frac{\pi m}{n} \right| \cos \frac{\pi \alpha_y}{l_s} + 1}} - \frac{1}{e^{\frac{|j|}{kT} \sqrt{1+4\cos^2 \frac{\pi m}{n}} + 1}} \right]$$

Видно, что помимо физических констант на сопротивление УНТ определяющее влияние оказывают индексы хиральности. Расчет показал возможность использования нанотрубок в качестве нагревательных элементов поверхности для плавления тонкой прослойки льда – одного из традиционных способов борьбы с обледенением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенов В.Н. Улучшение прочностных и функциональных свойств авиационных конструкций путем использования наномодифицированных материалов // Всероссийская конф. "Механика и наномеханика структурно-сложных гетерогенных сред". М. Издание ИПРИМ РАН, 2010. с. 62-71.
- Еремкин О.И., Гамлицкий Е.Я., Гелиев А.В., Семенов В.Н. Технологии нанесения наноразмерных пленок на разномодульные материалы. // VIII Международная научно-практическая конференция "Нанотехнологии-производству -2012". Фрязино. 2012. с. 9-10.