



Рисунок 1 – Образцы применения композиционных материалов
 а) – шестерня, б) – биметаллическая втулка, в) – композиционная втулка для велок компании REG AG (Германия)

Заключение. Рассмотрены особенности синтеза литых композиционных материалах на основе меди с макронеоднородной структурой, высокой износостойкости для работы в высоконагруженных узлах трения строительных машин и механизмов с малыми линейными скоростями. Из разработанных материалов можно изготавливать изделия практически любой геометрической формы и размеров, включая биметаллические детали, предназначенные для использования в узлах трения различных типов машин и механизмов, используемых в современном строительном производстве.

Литература

1. Concise Encyclopedia of Composite Materials / Ed. by A. Kelly. — Elsevier Science, 1994. – 378 p.
2. Композиционные материалы. Справочник / Под общей ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.
3. Гуляев А.П. Металловедение, изд.6-е, М.: Металлургия, 1986. – 546с.

УДК 535.137

ЛАЗЕРНЫЙ СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ СРЕД ДЛЯ ФОТОАКУСТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Микитчук Е.П., Козадаев К.В.

*Белорусский государственный университет
 e-mail: m.helenay@yandex.by, kozadaeff@mail.ru*

Abstract. *Surface nanostructures synthesized by means of pulsed laser deposition at atmospheric pressure are studied from the viewpoint of performance of fiber-optic photoacoustic generators. Wide variety of surface nanostructures is investigated theoretically as well as experimentally. Optical absorption spectral properties are manipulated by means of the control of the nanoparticles shape, surface occupation density and aspect ratio.*

Поверхностные структуры, содержащие металлические наночастицы (НЧ), находят широкое применение для фотоакустической генерации ультразвука в современных системах диагностики и неразрушающего контроля [1,2]. Широкополосные ультразвуковые сигналы могут генерироваться путем облучения поверхности поглощающего материала модулированным лазерным сигналом: падение лазерного излучения высокой интенсивности на фотоакустический поглощающий материал приводит к его тепловому расширению/сжатию (сжатие происходит в момент отсутствия излучения). Тепловой механический эффект (сжатие

и расширение поглощающего материала) приводит к генерации упругих колебаний, что в свою очередь возбуждает акустические волны в окружающей среде [1].

Существует ряд сложностей, связанных с предельными (максимальными) достижимыми рабочими частотами и размером таких преобразователей, задаваемыми эффектами объемной оптики. Например, принципиально важно обеспечить однородность фронта акустической волны, генерируемой с помощью воздействия модулированного лазерного излучения в как можно более тонком слое материала фотоакустического преобразователя [1,3]. Для эффективности фотоакустической генерации также важен поглощающий материал, который должен обладать высоким оптическим коэффициентом поглощения на длине волны лазерного излучения, при этом также и высоким коэффициентом теплового расширения [2].

Применение НЧ благородных металлов позволяет значительно увеличить эффективность фотоакустической генерации за счет высокого поглощения оптического излучения на частотах плазмонного резонанса. В общем случае полоса поверхностного плазмонного резонанса (ППР), в частности, ее спектральное положение и форма зависят от материала и формы НЧ, а также взаимного расположения НЧ относительно друг друга. Например, использование различных материалов в качестве подложки приводит к заметному изменению положения максимума и ширины пика ППР в оптических спектрах, положение максимума в спектре экстинкции неоднородных НЧ существенно зависит от объемной доли металла в наноструктуре, что позволяет создать эффективные поглотители. Ранее также установлено, что увеличение показателя преломления окружающей среды вокруг НЧ может приводить к незначительному красному сдвигу в оптическом спектре [3–5].

Толщина нанокompозита также оказывает влияние на ширину полосы частот генерации ультразвука: высокочастотные компоненты ультразвукового сигнала в твердом теле ослабляются быстрее, чем низкочастотные, поэтому для качественной широкополосной фотоакустической генерации ультразвука важно обеспечить минимально возможную толщину фотоакустического преобразователя.

Для формирования поверхностных наноструктур благородных металлов возможно применение метода импульсной лазерной абляции монометаллических мишеней [6]. Процесс формирования НЧ проходит в атмосфере воздуха с последующим нанесением их в виде монослоя на подложку. Процесс формирования НЧ в абляционном факеле обеспечивает выталкивание атмосферных газов, что в свою очередь обеспечивает синтез НЧ благородных металлов с высокой химической чистотой без оксидной/ гидроксидной оболочки [6]. При лазерной абляции с помощью неодимового лазера (Nd:YAG с длиной волны 1064 нм), генерирующего импульсы длительностью 20 нс и со средней энергией ~200 мДж, возможно формировать НЧ благородных металлов на поверхности подложки (в том числе, оптического волокна), а также управлять плотностью заполнения ими поверхности.

В работе получены монослои с НЧ Ag на стеклянной и кремниевой подложках, полученные методом лазерной абляции в атмосфере воздуха (рис. 1). Характерные изображения формируемых наноструктур приведены на рисунке 1. Для случая, когда диаметр окружности, описанной около основания НЧ, примерно равен высоте НЧ, наибольшее поглощение имеет место в наноструктурах с НЧ Ag, форма которых близка к цилиндрической, при этом максимальная величина поглощения может достигать 80–90%.

Установлено, что на этапе синтеза наноструктур путем вариации формы наночастиц, а также путем изменения линейных размеров и плотности заполнения поверхности наночастицами, возможно достигать коэффициента поглощения оптического излучения свыше 80%.

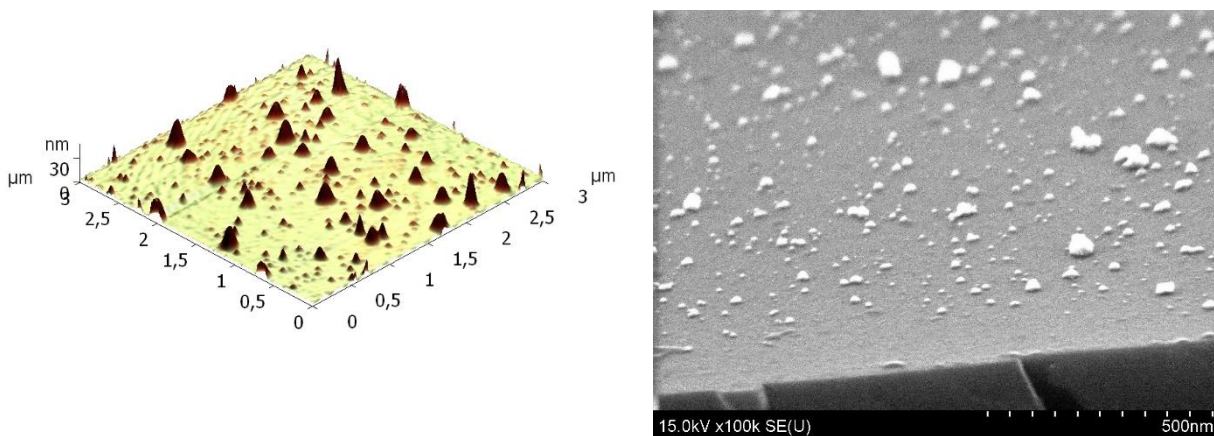


Рисунок 1 – Наноструктура с НЧ Ag на стеклянной и кремниевой подложках, соответственно, полученная методом лазерной абляции в атмосфере воздуха

Список использованных источников

1. Numerical simulation of fiber-optic photoacoustic generator using nanocomposite material / Ye Tian [et al.] // J. of Comput. Acoustics. – Vol. 21. – art. No. 1350002.
2. Nondestructive characterization for PDMS thin films using a miniature fiber optic photoacoustic probe / Xiaotian Zou [et al.] // Proc. of SPIE - The Int. Soc. for Opt. Eng. – Vol. 8694. – P. 86940-86940.
3. Микитчук Е. П. Моделирование электромагнитных свойств серебряных наноструктур на подложке в атмосфере воздуха / Е. П. Микитчук, К. В. Козадаев // Журнал. Бел. гос. ун-та. Сер. Физика. – 2017. – № 1. – С. 100–107.
4. Микитчук Е.П. Моделирование взаимодействия между серебряными наночастицами в двумерном массиве на стеклянной подложке / Е.П. Микитчук, К.В. Козадаев // Ж. Прикл. Спектроскоп. – 2016 – Т. 83, № 6. – С. 947–952.
5. Goncharov V.K. Diagnostics of the monolayer silver nanostructures on a solid substrate using the bifactorial analysis of the SPR band / V.K. Goncharov, K.V. Kozadaev, A.P. Mikitchuk // High Temp. Mat. Processes: Int. Quarterly of High-Technol. Plasma Processes. – 2014. – V.18, №3. – P. 217–229.
6. Goncharov V.K. Investigation of noble metals colloidal systems formed by laser synthesis at air / V.K. Goncharov, K.V. Kozadaev, D.V. Shchegrikovich // Adv. in Opt. Tech. – No. 907292.

УДК 721.021.23

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ AUTODESK И DYNAMO В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

Мусиенко Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: musienko97@yandex.ru

Abstract. *In this article the speech about expediency of application of BIM of modeling will go to tunneling. We will review a concrete example of modeling of a tunnel with application of a linking of Revit and Dynamo. I will tell you about benefits on economic indicators and you will be pleasantly surprised.*

Autodesk – лидер в 3D проектировании, инженерного и развлекательном программном обеспечении. Если вы когда-либо управляли высокоэффективным автомобилем, восхищались высоким небоскребом, использовали смартфон или посмотрели крутой фильм, возможно вы испытали то, что испытывают миллионы клиентов, работающих с продуктами Autodesk.