

В результате выполнения работы отработана методика нанесения трехслойной композиции кремний-магний-кремний на ситалловые подложки. Проведено компьютерное моделирование изменения температуры от времени в системе Si-Mg-Si-ситалл при импульсной фотонной обработке, на основании которого определены оптимальные температуры и длительности импульса для синтеза силицида магния.

Характерные зависимости изменения температуры от времени в исследуемых нами режимах приведены на рис. 1.

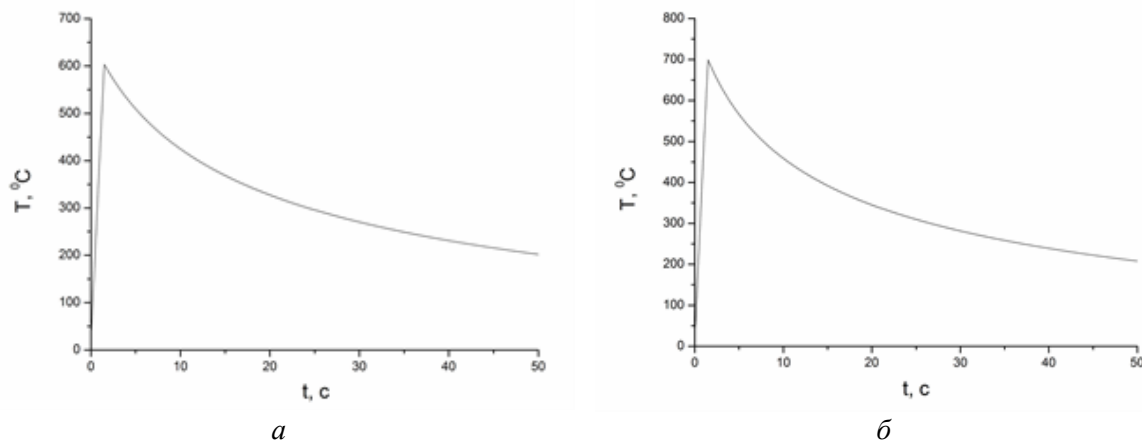


Рис. 1. Изменения температуры образца в зависимости от времени при плотности энергии 288 Дж/см² (а), 337,5 Дж/см² (б) (длительность импульса 1,5 с)

Как показывает анализ полученных зависимостей, температура достигает максимального значения в течение первых секунд импульсного воздействия и затем наблюдается ее постепенное снижение.

УДК 621

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫЕ ПОКРЫТИЯ TiN И AlN

Студент гр. 11310119 Баган Н. П.¹

Кандидат техн. наук Лапицкая В. А.^{1,2},

д-р техн. наук, профессор Чижик С. А.^{1,2},

ст. научный сотрудник Николаев А. Л.³, мл. научный сотрудник Садырин Е.³

¹Белорусский национальный технический университет,

²Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь,

³Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

Функционально-градиентные материалы представляют собой новые композиционные материалы с постепенными изменениями состава и структуры по всему объему и изменением таких свойств как механические и трибологические. Слои, сформированные на основе нитридных и карбидных соединений, получили широкое практическое применение в машиностроении, среди которых можно выделить нитрид алюминия [1] и нитрид титана. Покрытия нитрида титана (TiN) успешно зарекомендовали себя как средство повышения долговечности обрабатываемых инструментов за счет повышенной износостойкости [2]. Нитрид алюминия (AlN), обладающий диэлектрическими свойствами с низким коэффициентом теплового расширения и высокой теплопроводностью является перспективным материалом для практической реализации таких покрытий за счет своих теплофизических свойств. Покрытия из нитрида алюминия используются в качестве износостойких и ударопрочных покрытий с диэлектрическими свойствами для элементов электронной аппаратуры [1]. Производство градиентных покрытий на основе TiN и AlN путем изменения содержания азота по глубине покрытия способно значительно увеличить износостойкость покрытий, что было экспериментально продемонстрировано в [3]. В [4] показано преимущество градиентных TiN покрытий по сравнению с однослойными покрытиями при

сопротивлении циклическим ударным нагрузкам. Градиентные TiN покрытия по сравнению с однослойными покрытиями показывают повышение трибологических характеристик при испытаниях на трибометре в режиме «блок-кольцо» в паре трения с упрочненной сталью без присутствия смазки [5], что делает их перспективными в направлении «зеленой трибологии», уменьшающих нагрузку на экологию. Комплексное исследование механических свойств, адгезии покрытия к подложке, микроструктуры и химического состава было проведено в [6] для ряда покрытий TiN разной композиции. Наилучшие результаты показало градиентное покрытие.

Практически во всей научной литературе встречаются градиентные покрытия AlN только в качестве промежуточного слоя, например, использование его как промежуточного слоя с переменной твердостью для создания гибридного покрытия, на которое наносится алмазоподобное покрытие (АПП) [7], которое позволяет уменьшить распределение механического напряжения в АПП и увеличить адгезионную прочность. Встречается использование AlN в многослойных покрытиях с чередованием CrN и AlN различной толщины, что позволило создать градиент в атомной и электронной структурах за счет наличия фазовых превращений и, таким образом, улучшить комплекс свойств покрытий.

Благодарности. Латицкая В. А. благодарит за поддержку грант БРФФИ №Т23РНФ-132, Николаев А. Л. благодарит грант Российского научного фонда № 23-49-10062

Литература

1. Formation of transition gradient layers in the process of creating a surface composite “steel coating (Al, Al-N)” at vip treatment / L. M. Petrov [et al.] // Journal Of Physics. – 2019. – № 1281.
2. Gerth, J. The influence of metallic interlayers on the adhesion of PVD TiN coatings on high-speed steel / J. Gerth, U. Wiklund // Intelligent Information Management. – 2009. – Vol. 1, № 3. – P. 885–892.
3. Fukumoto, M. Fabrication of functionally graded TiN coating by reactive plasma spraying / M. Fukumoto, S. Itoh, S. Itoh // Surface Engineering. – 1997. – Vol. 13, № 4. – P. 315.
4. Cao, X. A method for evaluating the impact wear behavior of multilayer tin/ti coating / X. Cao, W. Xu, W. He // Science and technology on plasma dynamics laboratory, air force engineering university. – 2020. – Vol. 2, № 10. – P. 132.
5. Microstructure and wear performance of gradient Ti/tin metal matrix composite coating synthesized using a gas nitriding technology / Z. D. Cui [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2005. – Vol. 3, № 190. – P. 309–313.
6. Microstructure and mechanical properties of gradient Ti (C, N) and tin/Ti (C, N) multilayer PVD coatings / L. Chen [et al.] // Materials Science and Engineering: A. – 2008. – Vol. 2, № 478. – P. 336–339.
7. Wear and Friction Characteristics of AlN/Diamond-Like Carbon Hybrid Coatings on Aluminum Alloy / N. Masashi [et al.] // Journal of Materials Engineering and Performance. – 2015. – Vol. 10, № 24. – P. 3789–3797.

УДК 621

ПРИМЕНЕНИЕ БИОСЕНСОРОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Студент гр. 11310119 Баган Н. П.

Ст. преподаватель Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Безопасность пищевых продуктов – один из самых важных вопросов, непосредственно связанных со здоровьем и благополучием населения любой страны.

Надзор за качеством и безопасностью пищевых продуктов является важной глобальной проблемой. Мониторинг уровня безопасности и качества пищевых продуктов имеет решающее значение для обеспечения того, чтобы пищевые продукты, поступающие к потребителям, были безопасными для употребления.

Пищевые продукты часто сохраняют на желаемом уровне характеристики качеств, чтобы гарантировать сохранение их полезных свойств. Поскольку приготовление и хранение пищевых продуктов нуждаются в надлежащем контроле, то крайне важно полностью понимать влияние методов сохранения пищевых продуктов и каждый шаг, связанный с обработкой пищевых продуктов.