

УДК 544.653

DOI: 10.17223/00213411/63/7/146

*А.И. МАМАЕВ, Ю.Н. ДОЛГОВА, А.А. ЕЛЬЦОВ, Г.В. ПЛЕХАНОВ, А.Е. РЯБИКОВ, Т.А. БАРАНОВА, В.А. МАМАЕВА*

**ОКСИДНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ГЕТЕРОГЕННЫЕ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ  
В СРЕДНЕЙ И БЛИЖНЕЙ ИК-ОБЛАСТЯХ ПОКРЫТИЯ,  
СОДЕРЖАЩИЕ МАГНИТОАКТИВНЫЕ ФАЗЫ НИКЕЛЯ, КОБАЛЬТА И ЖЕЛЕЗА,  
СФОРМИРОВАННЫЕ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО МИКРОПЛАЗМЕННОГО  
ОКСИДИРОВАНИЯ \***

Гетерогенные покрытия, обладающие высокой способностью к поглощению электромагнитного излучения в средней ( $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ ) и ближней ( $11000\text{--}2000\text{ см}^{-1}$ ) ИК-областях, сформированы методом импульсного микроплазменного оксидирования на алюминиевых и титановом сплавах в неорганических электролитах, содержащих соединения никеля, кобальта, железа. Поглощение электромагнитного излучения обеспечивает не только само оксидное покрытие, но и, главным образом, введенные в его поры методом микроплазменного оксидирования под действием постоянного магнитного поля гетерогенные металлические частицы никеля, кобальта, железа, образующие дисперсную металлическую фазу и обладающие магнитными свойствами. Проведено исследование влияния состава электролитов и параметров импульсного микроплазменного оксидирования на структуру, состав и радиопоглощающие свойства покрытий. Выявлено, что лучшую поглощательную способность имеют покрытия, сформированные в фосфатно-богатом электролите с добавлением никеля при напряжении 300 В, длительности импульса 100 мкс, продолжительности процесса 5 мин.

**Ключевые слова:** радиопоглощающие покрытия, импульсное микроплазменное оксидирование, магнитоактивные фазы, поглощение в средней и ближней ИК-областях, оксидно-металлические гетерогенные покрытия.

### Введение

Разработка способа конструирования неорганических покрытий, которые не только надежно защищают поверхность металла-основы от воздействия сложных физических условий эксплуатации, но и эффективно поглощают электромагнитное излучение, является одной из актуальных проблем науки.

Цель работы – разработка способа получения оксидных металлоконтактных покрытий на сплавах алюминия и титана, поглощающих электромагнитное излучение в средней ( $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ ) и ближней ( $11000\text{--}2000\text{ см}^{-1}$ ) ИК-областях и исследование их способности к поглощению электромагнитного излучения в этих диапазонах. Достижение указанной цели невозможно при формировании гомогенной структуры покрытий, поэтому в данной работе применен ряд способов формирования гетерогенной структуры, содержащей магнитные частицы в составе пористых оксидных структур. Это предполагает использование набора различных приемов конструирования слоев, выбор метода формирования покрытий, разработку составов электролитов, определение оптимальных электрохимических параметров процесса формирования покрытий, исследование заданного элементного состава полученных радиопоглощающих покрытий и изучение их способности к поглощению электромагнитного излучения в средней и ближней ИК-областях.

В качестве метода получения радиопоглощающих покрытий выбран один из самых перспективных – импульсное микроплазменное оксидирование (МПО). Специализированное МПО-оборудование, разработанное под руководством профессора А.И. Мамаева [1–4], – высокотехнологичное, компактное, несложное в эксплуатации, позволяет легко изменять технологические параметры (напряжение тока  $U$ , длительность импульса  $\tau$ ) процесса с целью получения требуемых характеристик покрытий.

Ранее методом импульсного микроплазменного оксидирования получены наноструктурные неметаллические неорганические покрытия, обладающие самыми разнообразными функциональными свойствами (износостойкостью, коррозионной стойкостью, высокой устойчивостью к термическим и ударным нагрузкам, хорошей адгезией к материалу сплава и т.д.) [5–9], исследованы их свойства [10] и построены математические модели микроплазменного процесса их формирова-

\* Результаты получены в рамках выполнения госзадания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 16.9621.2017/8.9.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>