

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ С НАНОСТРУКТУРНЫМ РЕЗИСТИВНЫМ СЛОЕМ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Богданович¹ В.И., Барвинок¹ В.А., Кирилин² А.Н., Небога² В.Г.,
Китаев² А.И., Молчанов² В.С.

¹ Самарский государственный аэрокосмический университет
² ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара

При решении прикладных задач проведения высокоточных измерений и обработки информации в космическом и околоземном пространстве требуется долговременная эффективная работа специальных систем терморегулирования бортовой аппаратуры космических аппаратов. Разработка некоторых видов таких систем терморегулирования потребовала создания технологии изготовления высоконадёжных гибких малогабаритных (30×100 мм, 30×200 мм) электронагревателей с потребляемой электрической мощностью в пределах (2-15) Вт, рабочим напряжением до 30 В, температурой нагрева до (50-150) °С и гарантированным ресурсом работы не менее 50 тыс. часов в условиях открытого космического пространства.

Анализ существующих технологий изготовления электронагревателей показал, что их изготовление размещением и креплением на изолирующей основе резистивного слоя в виде металлической проволоки или фольги приводит к низкой технологичности, а для ряда видов нагревателей к принципиальной нереализуемости процесса их изготовления из-за необходимости размещения и крепления резистивного элемента большой длины и тонкого сечения в заданных небольших габаритах. Кроме того, электронагреватели, изготовленные по такой технологии обладают недостаточной технологичностью при сборке космического аппарата и невысокой надёжностью при их эксплуатации.

В связи с этим был разработан принципиально новый [1-3] для технологии машиностроения способ изготовления тонкопленочных гибких электронагревателей (ПЭН), основанный на создании резистивного слоя нанесением вакуумного ионно-плазменного

наноструктурного покрытия толщиной в пределах (1-10) мкм на высокоинертную полиимидную пленку толщиной (40-60) мкм с последующей герметизацией резистивного слоя приклеиванием внешнего слоя такой же пленки. Топологический образ заданной геометрии резистивного слоя формировался нанесением покрытия через специальные маски, а припайка токопроводящих проводов проводилась через медное покрытие, напыляемое в заданных местах резистивного слоя.

Покрытия наносились на модернизированной установке ННВ-6.6И1 с электродуговой генерацией металлической плазмы из катодов, материал которых определял состав получаемого покрытия. Структура покрытия создавалась в виде слоистой 2D наноструктуры за счет периодического перемещения образца через зону воздействия плазменного потока напыляемого материала.

На рис.1 приведены типовые результаты измерения удельного электрического сопротивления покрытий из хромоникелевого

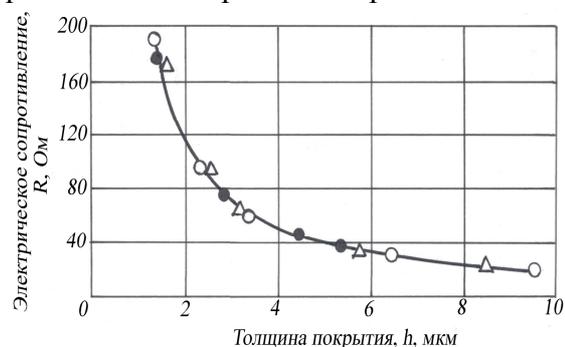


Рис.1. Удельное электрическое сопротивление покрытий из материала ХН65МВ (-Δ-) и 12Х18Н10Т (-○-; -●-) в зависимости толщины покрытия для тока дуги 75А (-●-) и 120А(-○-;Δ-)

сплава ХН65МВ и нержавеющей стали 12Х18Н10Т на одном из вариантов режима получения наноструктурного покрытия с размером структурного зерна в пределах (0,06-0,15) мкм.

Таким образом, проведенные исследования показали, что резистивные слои покрытий, получаемые вакуумным ионно-плазменным методом имеют в (3-5) раз большее удельное электрическое сопротивление по сравнению с материалом покрытия, но в состоянии металлургической поставки. Разработанная технология получения резистивных слоев из хромоникелевых сплавов позволила разработать новую технологию изготовления тонкопленочных гибких электронагревателей для систем терморегулирования бортовой аппаратуры космических аппаратов.

Библиографический список

1. В.И. Богданович, В.А. Барвинок, Молчанов В.С. Тонкопленочные электронагреватели с наноструктурным резистивным слоем для терморегулирования бортовой аппаратуры космических аппаратов / Тез. докл. международного форума по нанотехнологиям, 3-5 декабря 2008 г. М.: Изд. «Роснано». – Т.1. – 2008. – С. 372-373.

2. Тонкопленочный гибкий электронагреватель. Патент на изобретение № 2379857/ Богданович В.И., Барвинок В.А., Асмолов А.Н., Небога В.Г., Молчанов В.С., Китаев А.И.

3. Барвинок В.А., Богданович В.И. Физические основы и математическое моделирование процессов вакуумного ионно-плазменного напыления. – М.: Машиностроение, 1999. – 309 с.

УДК 629.78

РАЗРАБОТКА СИЛОВОГО ПРИВОДА ИЗ СПЛАВА С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ УЗЛА РАСЧЕКОВКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Барвинок В. А., Ломовской О. В., Грошев А. А.

Самарский государственный аэрокосмический университет

Большие перспективы применения материалов обладающих эффектом памяти формы (ЭПФ) существуют при создании устройств многоразового действия, применяемых в конструкции космических аппаратов. Наиболее рационально использовать материалы с ЭПФ в силовом реверсивном приводе с ЭПФ в конструкции захватов, замков, толкателей, саморазворачивающихся антенн, солнечных батарей и т.п., в механизмах ориентации солнечных батарей.

Устройства с силовым приводом с ЭПФ не создают импульсных нагрузок на элементы конструкции космических аппаратов и не вносят дополнительных возмущений в его положение.

На кафедре ПЛА и УКМ разработан силовой привод из сплава с ЭПФ, предназначенный для использования в конструкции узла расчеховки гибких тяг для расфиксации подвижных элементов конструкции

малых космических аппаратов с целью исключения ударных нагрузок в процессе расфиксации.

Разрабатываемая чека с силовым приводом из сплава с ЭПФ по своим параметрам имеет технический уровень не ниже аналогов, а по показателю трудоемкости отработки и испытаний превосходит известные аналоги.

Для успешного внедрения силового привода из сплава с ЭПФ в системах и механизмах космического аппарата, необходимо было обеспечить повторяемость его рабочих характеристик в процессе испытаний и в эксплуатационных условиях. Разработанный силовой привод с ЭПФ обладает свойством реверсивности.

Существует разброс физических свойств для данного материала даже в рамках одной партии поставки. Поэтому наблюдается различия деформационно-силовых