

**ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ПЛАЗМЕННЫХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ
НА ЭЛЕМЕНТАХ ЭКРАННОЙ
ПРОТИВОМЕТЕОРНОЙ ЗАЩИТЫ**

БНТУ, Минск

Научный руководитель Асташинский В.М.

Эффективность защиты объектов от повреждений при высокоэнергетическом воздействии определяется противоударной стойкостью используемых материалов. Применительно к противометеорной защите космических аппаратов высокопрочные материалы должны удовлетворять основным требованиям – минимальная плотность, высокие вязкопластичные свойства, твердость. Таким характеристикам соответствуют керамические плазменные покрытия.

Целью данной работы является разработка принципов формирования композиционных многослойных покрытий на моделях элементов экранов противометеорной защиты из порошков различного состава, высокотемпературная обработка полученных образцов.

В качестве покрытий была нанесена твердая оксидная керамика (Al_2O_3) на подслой из металлического порошка (NiAl). Изменение параметров процесса, которые определяют, главным образом, уровень, разброс и распределение по радиусу пятна напыления температуры и скорости частиц, интенсивность теплового воздействия на поверхность детали, оказывает существенное влияние на прочность сцепления плазменного покрытия с основой. Для покрытий из металлических порошков NiAl силы сцепления между ламелями ограничиваются величиной остаточных и критических напряжений. Для Al_2O_3 основной механизм релаксации остаточных напряжений

заключается в образовании микротрещин. Поэтому относительный уровень критических напряжений разрушения покрытия Al_2O_3 выше, чем $NiAl$. Оптимизация параметров напыления проводилась на основании получения максимального коэффициента использования материала (КИМ). На оптимальных режимах для $NiAl$ (расход плазмообразующего газа азота 45 л/мин, ток 500 А, дистанция напыления 100 мм, фракция порошка 40–63 мкм, расход порошка 4,5 кг/ч) получены покрытия с КИМ 78%. На оптимальных режимах для Al_2O_3 (расход плазмообразующего газа азота 50 л/мин, ток 500 А, дистанция напыления 90 мм, фракция порошка 40–63 мкм, расход порошка 4,0 кг/ч, относительная скорость перемещения подложки $V_{п} = 300$ мм/с) получены покрытия с КИМ 61%. На основе разработанной технологии изготовлены модели элементов экранов с двухслойным композиционным покрытием – вязкий металлический слой $NiAl$ и слой из твердой оксидной керамики Al_2O_3 .

Обработка поверхности напыленного композиционного покрытия компрессионным плазменным потоком.

Обработку поверхности модели элементов экранов с двухслойным композиционным покрытием (вязкий металлический слой $NiAl$ и слой из твердой оксидной керамики Al_2O_3) компрессионным плазменным потоком производили, во-первых, для того чтобы вызвать в поверхностном слое оксидной керамики нестационарные процессы плавления и перекристаллизации, приводящие к формированию высокопрочного поликристаллического слоя, во-вторых, чтобы в результате теплового импульсного воздействия улучшить характеристики сцепления вязкого металлического слоя $NiAl$ и слоя из твердой оксидной керамики Al_2O_3 . С целью достижения достаточно высокой однородности воздействия компрессионного плазменного потока на технологическую поверхность выбирали оптимальное расстояние между установкой магнитоплазменного компрессора (МПК) и элементом противометеорной защиты

в теплоотводящей оправке. В качестве рабочего газа использовали азот. Обработку поверхности модели элементов экранов с двухслойным композиционным покрытием проводили на установке, представленной на рисунке 1, при давлении остаточных газов в вакуумной камере 0,5 торр, емкость батареи конденсаторов МПК 600 мкФ. Напряжение на батарее конденсаторов МПК 7,3кВ. Результаты фоторегистрации процесса взаимодействия компрессионно-плазменного потока с поверхностью элемента противометеорной защиты показаны на рисунке 2.

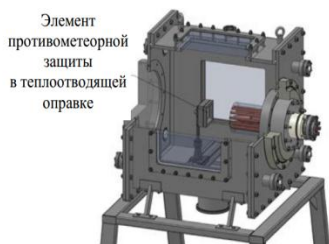


Рисунок 1 – Общий вид взаимного расположения установки магнито-плазменного компрессора и элемента противометеорной защиты в теплоотводящей оправке

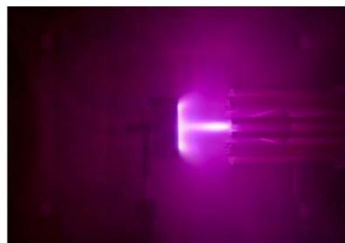


Рисунок 2 – Взаимодействие компрессионно-лазменного потока с поверхностью элемента противометеорной защиты

Общий вид элементов экранов с двухслойным композиционным покрытием – вязкий металлический слой NiAl и слой из твердой оксидной керамики Al_2O_3 – приведен на рисунке 3.

После обработки поверхности двухслойных композиционных покрытий компрессионным плазменным потоком на ней в результате нестационарных процессов плавления и перекристаллизации образовался высокопрочный поликристаллический слой.

При этом те области поликристаллического слоя, где были металлические вкрапления, оказались окрашенными в различные цвета в зависимости от химического состава вкрапления.



Рисунок 3 – Образцы элементов экранов с двухслойным композиционным покрытием: а – до обработки; б – после обработки магнитоплазменным компрессором

УДК 621.793

Есипович Д.А., Опиок А.А.

РЕЗИСТИВНОЕ НАПЫЛЕНИЕ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Комаровская В.М.

Тонкие пленки, наносимые в вакууме, широко применяются в производстве дискретных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Получение высококачественных и воспроизводимых по электрофизическим параметрам тонкопленочных слоев является одним из важнейших технологических процессов формирования структур как дискретных диодов и транзисторов, так и активных и пассивных элементов интегральных микросхем.

Таким образом, от совершенства технологических процессов нанесения тонких пленок в значительной степени зависят надежность и качество изделий микроэлектроники, технический уровень и экономические показатели их производства.