



127051, г. Москва, ул. Петровка 24

ИНН 7707028980, КПП 770701001

☎ : +7(495) 312-30-27;

факс: +7(495) 311-03-23

e-mail: [info@niat.ru](mailto:info@niat.ru)

от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

на № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы «Разработка композитного радиационно-защитного покрытия для радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов» Вилкова Фёдора Евгеньевича, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

**Актуальность** темы основывается на необходимости защиты от ионизирующих излучений космического пространства наиболее критичных элементов бортовой аппаратуры с помощью радиационно-защитного покрытия, имеющего высокие экранирующие характеристики.

### **Достоверность научных выводов**

Полученные в диссертационной работе экспериментальные данные подтверждаются их воспроизводимостью при стандартных условиях эксперимента, согласованностью с результатами других авторов, применением независимых, взаимодополняющих методов анализа морфологии, структуры и свойств покрытий.

В ходе теоретической и экспериментальной частей работы Вилковым Ф.Е. был осуществлен подбор компонентов для покрытия, теоретически обоснована многослойная структура покрытия как наиболее эффективная с точки зрения радиационной защиты, установлено оптимальное содержание наполнителей в структуре разрабатываемого покрытия, были проведены исследования физико-химических характеристик, а так же микро- и фазовой структуры разрабатываемого покрытия. Проведены радиационные испытания разработанного композита на базе НИЯУ МИФИ.

Вилковым Ф.Е. получены интересные научные результаты: установлено влияние объёмной степени наполнения порошками вольфрама и гексагонального нитрида бора композитного покрытия на его механические свойства, выявлено влияние модификации неорганической матрицы на водостойкость композитного покрытия, исследовано воздействие рентгеновского излучения на структуру и микротвёрдость покрытия.

## **Практическая ценность**

1. На основе исследования влияния состава на функциональные свойства покрытий разработан состав нового композитного радиационно-защитного покрытия.

2. В результате проведения технологической отработки процесса получения композитного радиационно-защитного покрытия установлены оптимальные параметры технологического процесса синтеза композита, включающие высокую степень наполнения, максимальную прочность, а также водостойкость.

3. В едином комплексе исследованы физико-химические и структурно-механические свойства радиационно-защитного материала на основе натриевого жидкого стекла, модифицированного кремнефтористым натрием, и добавками-наполнителями: ультрадисперсным порошком вольфрама и нитридом бора.

4. По результатам диссертационного исследования была изготовлена опытная партия радиационно-защитного композита для комплекта приборов модуля НЭМ Международной космической станции (заказчик ЗАО «Орбита») и успешно прошла эксплуатационные испытания.

Представленные результаты получены с привлечением современных методик изучения состава, структуры и свойств материалов: растровой электронной микроскопии, лазерной спектрометрии и др. Проведены исследования характеристик микротвёрдости и электрического сопротивления сформированных композитов, радиационной стойкости образцов с покрытием.

Изготовленная опытная партия радиационно-защитного композита для комплекта приборов модуля НЭМ Международной космической станции (заказчик ЗАО «Орбита») успешно прошла эксплуатационные испытания.

Отмечая положительные стороны работы, вместе с тем, по реферату диссертационной работы следует сделать несколько замечаний:

1. В автореферате не указан метод нанесения покрытия на подложку.
2. В описании четвёртой главы присутствуют ошибочные ссылки на рисунок 9.

## **Заключение**

Отмеченные замечания не снижают уровня выполненной работы, который в полной мере отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы», а её автор, Вилков Фёдор Евгеньевич, заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук.

Заместитель Генерального директора по  
научно-исследовательской деятельности,  
к.т.н.



А.Б. Коваленко