

## ОТЗЫВ

научного руководителя, д.т.н., профессора Лозована Александра Александровича о диссертационной работе Иванова Николая Андреевича «Исследование и разработка многослойных композитных покрытий Ta/W, напыленных системой инвертированных магнетронов», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы

Диссертационная работа Иванова Н.А. посвящена решению актуальной задачи – Исследованию и разработке многослойных композитных покрытий Ta/W, получаемых с помощью системы инвертированных магнетронов, обеспечивающей высокую скорость осаждения покрытий с широким диапазоном толщин слоев – от толстых до наноразмерных.

В качестве объекта исследования были выбраны покрытия системы Ta-W.

В ходе теоретических и экспериментальных исследований соискателем получены закономерности влияния параметров напыления на текстуру, фазовый состав, морфологию и остаточные напряжения в монослойных и многослойных покрытиях, напыленных инвертированными магнетронами. Исследованы процессы формирования толстых и мультискалярных многослойных композитных покрытий Ta/W системой инвертированных магнетронов. Представлены результаты экспериментальных исследований структуры, фазового состава и морфологии многослойных композитных покрытий Ta/W.

Работа по теме диссертации проводилась в МАИ при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 22-19-00330) и АО «Композит», где соискатель работает в должности ведущего инженера в секторе специальных покрытий и композиционных материалов. В период подготовки диссертации соискатель Иванов Николай Андреевич обучался в очной аспирантуре МАИ, которую закончил в 2022 г. по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

При выполнении диссертационной работы Иванов Н.А. проявил себя грамотным специалистом, способным решать комплексные аналитические и технологические проблемы материаловедческого характера применительно к процессам разработки и исследования многослойных композитных покрытий. Соискателем получен ряд значимых результатов, научная новизна, достоверность и объективность которых не вызывает сомнения. Разработанные материалы и технологические принципы востребованы современной промышленностью, о чём свидетельствует прилагаемый акт использования результатов диссертации.

Результаты, полученные в ходе диссертационных исследований Иванова Н.А., используются в учебном процессе МАИ, являясь составной

частью оригинальных лекционных курсов для проведения практических и лабораторных занятий со студентами. Он участвует в научных мероприятиях различного уровня.

В целом соискателем успешно решены поставленные перед ним задачи, в полной мере реализованы планы исследований, что очевидным образом отражает содержание автореферата и диссертационной работы.

Результаты работы достаточно полно опубликованы в 12 научных работах, из них 2 в изданиях, входящих в перечень ВАК и 4 в журналах, включенных в международные системы цитирования, доложены на 6 всероссийских и международных научных конференциях.

Считаю, что диссертация Иванова Николая Андреевича выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную работу, обладающую несомненной научной новизной, практической значимостью и внутренней целостностью, удовлетворяет требованиям ВАК, а диссертант является сложившимся научным исследователем и заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры 1101 ФГБОУ ВО  
«Московский авиационный институт  
(Национальный исследовательский  
университет)»

*Лозов* 25.09.2022.  
Лозован Александр Александрович

125993 г. Москва, Волоколамское  
шоссе, д.4  
+7-916-198-47-63  
e-mail: loz-plasma@yandex.ru

Подпись А. А. Лозована удостоверяю:



*Лозован АА*