

## ОТЗЫВ

на диссертацию Лабутина Александра Андреевича «Разработка синтеза малогабаритных оболочечных конструкций из слоистого композита Nb/Mo с защитным покрытием на основе метода магнетронного распыления», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Рецензируемая работа посвящена разработке тонкостенных изделий из многослойных композиционных материалов Nb/Mo, изготавливаемых методом вакуумно-дугового напыления, работоспособность которых определяется их жаропрочностью. Химическая стойкость разрабатываемых изделий из композиционных материалов при высоких температурах обеспечивается за счет нанесения на оболочечные изделия защитного покрытия, содержащего дисилицид молибдена, характеризующийся высокой стабильностью при повышенных температурах. Таким образом, настоящая работа посвящена исследованию современного композиционного материала, дополнительно подвергнутого химико-термической обработке – силицированию, обладающего уникальным комплексом эксплуатационных свойств, обеспечивающих его работоспособность при повышенных температурах. В этой связи актуальность работы не вызывает сомнений.

Научная новизна работы определяется, прежде всего, всесторонним исследованием технологического процесса синтеза на основе напыления системой инвертированных магнетронов тонкостенных жаропрочных оболочечных конструкций из слоистых металлокомпозитов, а также установлением механизма формирования остаточных напряжений в многослойных покрытиях Mo/Nb, основанный на взаимной компенсации термических напряжений.

Автор результативно использовал методы рентгеновской дифрактометрии, электронной микроскопии, а также иных современных методов исследований, применяемых в науке о материалах. В частности, автором выполнены прецизионные измерения толщины покрытий интерферометрическим методом по уступу, сформированному на образце-свидетеле, с помощью бесконтактного профилометра.

Вместе с тем, по работе имеется ряд замечаний и вопросов.

1. На страницах 1 и 2 автореферата помимо аббревиатуры СМК (слоистые металлокомпозиты), раскрытой автором, систематически используется в аналогичном смысле аббревиатура СКМ, не раскрытая автором.

2. Вольфрам, являющийся близким химическим аналогом молибдена, обладает более низким коэффициентом самодиффузии при высоких температурах, что указывает на его более высокую жаропрочность. Кроме того вероятно, что жаропрочность молибдена может быть увеличена за счет его легирования другими элементами, в том числе за счет дисперсных частиц интерметаллидов. Таким образом, мотивы выбора автором твердого раствора на основе молибдена в качестве компонента слоистого композиционного материала из автореферата ясны не в полной мере.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки научной значимости и практической ценности работы. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, связанные с получением слоистых композиционных материалов на основе системы Nb/Mo, имеющие существенное значение для развития отечественной аэрокосмической отрасли. Настоящая работа соответствует паспорту научной специальности 2.6.5.

По актуальности темы, научной новизне, практической значимости и достоверности результатов представленная работа, личному вкладу автора, полноте опубликования результатов в ведущих рецензируемых изданиях представленная диссертационная работа в полной мере соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, содержащимся в пунктах 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного

постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842. Автор диссертационной работы, Лабутин Александр Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Профессор кафедры «Материаловедение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), доктор технических наук (научная специальность 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»),

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2023 г.

Семенов Михаил Юрьевич

Заведующий кафедры «Материаловедение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), доцент, кандидат технических наук (научная специальность 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»),

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2023 г.

Плохих Андрей Иванович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, 105005.

Тел. +7 (499) 263-6391, email: bauman@bmstu.ru, <http://bmstu.ru>

Подписи Семенова Михаила Юрьевича, доктора технических наук, профессора кафедры "Материаловедение" и Плохих Андрея Ивановича, кандидата технических наук, заведующего кафедры "Материаловедение" заверяю:



  
А. Г. МАТВЕЕВ

И. М. НАЧ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ

ТЕЛ: 8499-263-67-69