

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Быкадорова А.Н. «Исследование теплового расширения Al-Li сплавов, трип-сталей и композитных покрытий  $ZrO_2/Al_2O_3$ », представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. – Порошковая металлургия и композиционные материалы

**Актуальность работы.** Термический коэффициент линейного расширения (ТКЛР) является одной из важнейших характеристик современных конструкционных материалов. Особое значение этот коэффициент приобретает для композитов и защитных, функциональных покрытий. Для таких гетерогенных материалов различия в ТКЛР компонентов приводят к формированию на межфазных границах высоких внутренних напряжений при любых термических воздействиях, что снижает работоспособность изделий и могут привести к преждевременному разрушению изделий. Разница величин ТКЛР отдельных фаз в многофазных сплавах и покрытиях также приводит к несовместности термических деформаций и может служить источником разрушений, в особенности крупнозернистых полуфабрикатов, в частности слитков. Стандартным методом измерения ТКЛР является дилатометрия. Однако дилатометрический метод не применим для целого ряда важных материалов, таких как покрытия, а также материалы с гетерогенными поверхностными слоями, для которых применим только метод высокотемпературной рентгеновской съемки.

В этой связи диссертационная работа Быкадорова А.Н., в которой исследовали закономерности процессов термического расширения в сплавах системы Al-Cu-Li, трип-сталях и магнетронных покрытиях и оценки значений ТКЛР в этих материалов методом высокотемпературной рентгенографии является актуальной.

Важные в научном и практическом плане результаты получены при определении величин ТКЛР в многофазных магнетронных покрытиях, которые могут быть эффективно использованы для оптимизации выбора компонентов при конструировании многослойных покрытий. При этом автору удалось решить целый ряд важных методических проблем, которые позволили повысить точность определения ТКЛР оксидных фаз с тетрагональной и гексагональной кристаллическими решетками. Результаты работы используются в ООО Научно-технический центр «СИЛАТЕ» при

выполнении работ по нанесению износостойких покрытий на оснастку и инструменты порошкового производства.

В качестве замечания отметим, что в 5-й главе приведены интересные результаты определения ТКЛР отдельных фаз в многофазных покрытиях, при этом практическая значимость этого результата снижается из-за утверждения, что для оценки ТКЛР всего покрытия нельзя использовать правило аддитивности.

В целом диссертация выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, практической ценностью, является самостоятельной и законченной научно - исследовательской работой и удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 , а ее автор, Быкадоров Артем Никитич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Заведующий кафедрой  
Материаловедения, литья и сварки  
ФГБОУ ВО «Рыбинский  
государственный авиационный  
технический университет имени П.А.  
Соловьева, д.т.н. по специальности  
05.16.04 «Литейное производство»,  
профессор

Шатульский  
Александр  
Анатольевич

152934, г. Рыбинск, улица Пушкина 53.  
тел 89066358225  
E-mail: [Shatulsky@rsatu.ru](mailto:Shatulsky@rsatu.ru)

Подпись Шатульского  
Анатольевич подтверждаю  
секретарь Ученого совета  
П.А. Соловьева



Волков  
Сергей  
Александрович