

623405, Свердловская обл.  
г. Каменск-Уральский  
ул. Заводская, 5

Тел. (3439) 39-53-00  
Факс (3439) 39-50-18  
e-mail: any@kumw.ru

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Быкадорова Артема Никитича «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**

Результаты исследования ТКЛР в конструкционных и функциональных материалах необходимы для оценки работоспособности градиентных материалов, к которым относятся композиты и защитные покрытия в связи с проблемами несовместности термических деформаций их компонентов. Проблемы термической несовместимости могут иметь место в многофазных сплавах из-за разницы ТКЛР составляющих их фаз. При этом это касается не только твердорастворной матрицы и интерметаллидных частиц, такие различия могут иметь место и для двух твердых растворов, например аустенит и мартенсит в сталях, величины ТКЛР которых отличаются почти в 1,5 раза.

Следует отметить методический аспект этой проблемы, связанный с тем, что для защитных покрытий, для которых очень важна информация о разнице в значениях ТКЛР покрытия и подложки или между отдельными слоями многослойных покрытий, использование для этих целей дилатометра невозможно. Поэтому метод высокотемпературной рентгенографии является единственным экспериментальным методом для измерения ТКЛР. Однако до сих пор дифракционные методики практически не используются для этих целей. Кроме того, высокотемпературная рентгенография позволяет определить термические свойства отдельных фаз в многофазных монокристаллических материалах и покрытиях, а также разницу в значениях ТКЛР в различных кристаллографических направлениях для фаз с отличной от кубической кристаллической решеткой на основе экспериментов на поликристаллических образцах.

В этой связи актуальной является диссертационная работа **Быкадорова А.Н.**, направленная на изучение закономерностей формирования термических свойств в многофазных магнетронных покрытиях, высокопрочных трип-сталях и Al-Cu-Li сплавах.



Важным в научном и практическом плане являются результаты измерения методом высокотемпературной рентгенографии величин ТКЛР в отдельных оксидных фазах многофазных магнетронных покрытий. Эти результаты являются основой прогнозирования работоспособности многослойных покрытий, содержащих исследованные в работе оксиды. При этом в процессе этих исследований были решены различные методические проблемы, которые могут быть использованы при решении сходных задач при использовании метода высокотемпературной рентгенографии. Эти результаты нашли применение в ООО Научно-технический центр «СИЛАТЕ» в работах по нанесению износостойких покрытий на оснастку и инструменты порошкового производства.

В работе установлены важные в научном и практическом плане закономерности влияния легирующих элементов на физико-механические свойства сплавов системы Al-Cu-Li. Показано, что повышение отношения содержания лития к меди приводит к повышению модуля Юнга и понижению величины ТКЛР.

Имеется замечание: не ясно какое влияние оказывает соотношение лития к меди и количества фазы  $T_1$  в сплавах Al-Cu-Li, исследованию которых посвящена 3 глава диссертации, на их пластические свойства, в частности на относительное удлинение при испытании на разрыв.

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.

Ученый секретарь,  
кандидат технических наук



Овсянников Борис Владимирович  
06.12.2023 г.

ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» (ОАО «КУМЗ»)  
623405, г. Каменск-Уральский, Свердловская обл., ул. Заводская, д. 5.,  
телефон: +7(922) 226-21-38  
Электронная почта: [OvsyannikovBV@kumw.ru](mailto:OvsyannikovBV@kumw.ru)

Подпись Овсянникова Бориса Владимировича  
заверяю:

Директор по технологии, к.т.н.,  
Разинкин А.В.

