

ОТЗЫВ

официального оппонента, д.ф.-м.н. Столина Александра Моисеевича на диссертационную работу Назарова Алмаза Юнировича «Разработка композиционных покрытий на основе интерметаллидов системы Ti-Al, синтезированных в среде реакционных газов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – порошковая металлургия и композиционные материалы.

Актуальность темы диссертации

Проблема износа металлорежущего инструмента всегда являлся актуальной проблемой в машиностроении и авиадвигателестроении, где большую доля применяемых материалов являются титановые, никелевые, высоколегированные, жаропрочные, жаростойкие сплавы. Интерметаллидные материалы на основе системы Ti-Al является одним из самых распространенных покрытий для упрочнения металлорежущих инструментов, так как обладают уникальными свойствами, не присущим другим материалам (высокая твердость, химическая стабильность, высокая температура плавления). Для дальнейшего увеличения эксплуатационных характеристик данных покрытий производители добавляют различные легирующие элементы, что естественно увеличивает их стоимость.

На сегодняшний день в научной литературе практически отсутствуют работы по получению покрытий на основе интерметаллидов, синтезированных в среде реакционных газов. Поэтому диссертационная работа Назарова А.Ю., целью которой является разработка и исследование композиционных покрытий на основе интерметаллидов системы Ti-Al, синтезированных в среде различных реакционных газов для нанесения на металлорежущий инструмент, является актуальной.

Научная новизна

Основная научная новизна работы состоит в детальном исследовании процесса послойного нанесения покрытия путем осаждения с двух однокомпонентных катодов из Ti и Al и при нагреве детали до температуры 450 °С. В результате проведенного исследования разработан новый способ получения композиционных покрытий на основе интерметаллидов, карбидов, оксидов, и нитридов системы Ti-Al непосредственно на поверхности инструмента из плазмы вакуумно-дугового разряда, отличающийся тем, что в покрытие наряду с оксидами, карбидами и нитридами образуются интерметаллиды системы Ti-Al различного фазового состава, а именно фазы TiAl, Ti₃Al. Установлена зависимость влияния толщин слоев на микротвердость покрытий.

На основе математической модели формирования элементного состава композиционного покрытия даны рекомендации и прогноз по выбору оптимальных режимов нанесения покрытия в зависимости от реакционного газа (N₂, O₂, C₂H₂) и технологических параметров процесса нанесения покрытий (давление газа, ток дуги электродуговых испарителей, напряжение смещения и расстояние от центра стола).

Практическая значимость.

1. Запатентован новый способ получения износостойкого покрытия на основе интерметаллида системы Ti-Al, согласно которому на детали формируют интерметаллидные соединения системы Ti-Al, синтезируемых в среде реакционных газов (азот, кислород, ацетилен) путем осаждения с двух однокомпонентных катодов из Ti и Al и при нагреве детали до температуры 4500С.
2. Разработанная математическая модель, может быть использована на машиностроительных предприятиях для выбора оптимальных режимов, тем самым уменьшая длительность технологической подготовки процесса осаждения покрытий. Разработанные режимы позволили увеличить стойкость металлорежущего инструмента до 10 раз по сравнению с

инструментом без покрытия и в 2 раза по сравнению с инструментом фирмы «Starrag» с покрытием TiAlN. Повторяемость результатов подтверждена актами производственных испытаний и серийной обработкой инструментов в количестве более 1000 штук.

Достоверность полученных результатов.

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается проведением большого объема экспериментальных работ и применением современных методов исследования, а так же проведением производственных испытаний на базе ПАО "ОДК-УМПО" и внедрением полученных результатов в производство.

Замечания к диссертационной работе:

1. В диссертационной работе для определения процентного содержания элементного состава покрытия применен метод энергодисперсионного анализа. Как известно, данный метод имеет определенную погрешность при измерении различных групп элементов. В работе не приводится погрешность данного метода применительно к исследуемым элементам.
2. В третьей главе разработана математическая модель и программа для ЭВМ, однако не приводится на каком языке написана программа, и отсутствует листинг кода программы.
3. В работе в недостаточной мере отражены методические вопросы, связанные со стабильностью эксплуатационных свойств получаемых покрытий и их воспроизводимостью от партии к партии.
4. На странице 13 автореферата, в предложении: «Умножая время обработки на количество оборотов и на количество слоя, наносимого за один оборот», вернее было бы написать: «Умножая время обработки на количество оборотов и на толщину слоя, наносимого за один оборот», поскольку читателю не понятно, о каком количестве слоя идет речь: масса, площадь, объем или толщина.
5. На странице 14, делается вывод о значительном влиянии интерметаллидных фаз $TiAl$ и Ti_3Al на физико-механические свойства

покрытий. Более того, по данным РФА, в полученном покрытии эти фазы преобладают. Однако, автор не раскрывает, какое именно влияние оказывают данные фазы.

6. В п.1 выводов говорится об увеличении процентного содержания фазы $TiAl_3$ и $TiAl$ с уменьшением толщины слоев с 50 нм до 5 нм. В п.1 Положений, выносимых на защиту, автор заявляет об увеличении содержания фаз AlN , TiC , Al_2O_3 с уменьшением толщины слоев с 50 нм до 5 нм. Такое разночтение требует пояснение.

Заключение:

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно - квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения получения композиционных покрытий на основе интерметаллидов системы $Ti-Al$, синтезированных в среде реакционных газов, а также повышение ресурса металлорежущего инструмента.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 10 научно-технических конференциях, опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 1 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, 4 работы индексируются в Scopus и Web of Science, 3 работы опубликованы в изданиях, входящих в базу цитирования РИНЦ, получено 4 патента на изобретения в соавторстве. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области машиностроения, для повышения эксплуатационных характеристик металлорежущих инструментов.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа 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 Назаров Алмаз Юнирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Официальный оппонент

д.ф-м.н., Заведующей лабораторией

пластического деформирования

материалов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения

им. А.Г. Мержанова Российской академии наук (ИСМАН)



А. М. Столин

29.11.2019г.

Диплом доктора физико-математических наук

ФМ № 002006 от 19 августа 1983 года

Адрес: 142432 Московская обл., г. Черноголовка, ул. академика Осипяна, д. 8,

тел.: 8 496 52 46 395 ;

amstolin@ism.ac.ru

Столин Александр Моисеевич

Подпись А.М. Столина
удостоверено зам. дир. ИСМАН
П. М. Овчинников



29.11.2019г.