

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Астрашаба Евгения Викторовича «Структурно-фазовые превращения в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износо- и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения», представленный на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Актуальность представленного исследования обусловлена недостаточным уровнем свойств покрытий, при упрочнении и восстановлении вышедших из строя деталей машиностроения методом высокоскоростной металлизации. Наиболее перспективным путем решения данной проблемы представляется использование композиционных покрытий, которые могут обладать повышенными эксплуатационными свойствами.

Комплекс проведенных автором экспериментальных исследований позволил установить структурно-фазовые превращения в композиционных покрытиях на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при их получении и последующем отжиге. Исследуемые композиционные покрытия в исходном состоянии обладают повышенной коррозионной стойкостью по сравнению с покрытиями из одного материала, а после отжига повышенной износостойкостью и адгезионной прочностью по сравнению с исходным состоянием.

Разработаны также рекомендации по выбору материалов для высокоскоростной металлизации Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al композиционных покрытий, а также режимам их отжига, обеспечивающие повышение износо- и коррозионной стойкости. Разработан типовой технологический процесс напыления и отжига (Ni-Cr)-Al покрытия, который используется на ООО «МАД» при изготовлении запасных частей для оборудования высокоскоростной металлизации.

Большой интерес представляет установленные закономерности формирования структурно-фазового состояния и свойств композиционных покрытий при их отжиге. В соответствии с представленным механизмом структурно-фазовых превращений представлено, что реакционная диффузия во множестве диффузионных пар с различным соотношением содержания компонентов композиционного покрытия приводит к одновременному образованию интерметаллидных соединений $AlFe$, $AlFe_3$ и $Al_{13}Fe_4$, Al_3Fe , Al_3Fe_2 в покрытиях Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и $AlNi$, $AlNi_3$ и Al_3Ni , Al_3Ni_2 в покрытиях (Ni-Cr)-Al, расположенных в виде отдельных частиц и распределенным в объеме покрытий случайным образом. Отжиг композиционных покрытий приводит к повышению их твердости до 1,3 раз,

микротвердости до 1,8 раз, адгезионной прочности до 1,4 раз и износостойкости до 24 раз.

Полученные результаты существенно расширяют представления о структурно-фазовых превращениях в композиционных покрытиях, полученных методом высокоскоростной металлизации. Экспериментальные исследования проведены с использованием современного аналитического и испытательного оборудования, что позволяет говорить об их достоверности.

По результатам исследований опубликовано 14 научных работ и получен 1 патент на изобретение в Евразийском патентном ведомстве. Результаты исследований были представлены на международных конференциях и симпозиумах.

В качестве замечаний необходимо указать следующее:

1. Из автореферата не ясно, какой размер имеют частицы (отдельные компоненты переменного состава) композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al.

2. В связи с чем повышается адгезионная прочность композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al после их отжига.

3. Как влияет повышение пористости композиционных покрытий на их износо- и коррозионную стойкость.

Приведенные замечания не снижают актуальность и значимость проведенных исследований и выполненных работ. Квалификационная работа Астрашаба Евгения Викторовича «Структурно-фазовые превращения в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износо- и коррозионноустойчивых покрытий для деталей машиностроения», соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным исследованиям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение), а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Профессор кафедры
материаловедения и технической
эксплуатации автомобилей ГрГУ им. Янки Купалы,
д.т.н., доцент

Е.В.Овчинников

Копия заверена
И.С. Зекан
Филош



2023/12/04 14:30

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Е. В. Астрашаба «Структурно-фазовые превращения в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износо- и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 Материаловедение (машиностроение)

Разработка композиционных материалов с высокой износостойкостью открывает в настоящее время новые возможности для расширения областей их применения в машиностроении, энергетике и авиастроении.

В диссертационной работе Астрашаба Е.В., посвященной изучению структурно-фазовых превращений в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al, получены новые экспериментальные данные по разработке износо- и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения. В работе установлены закономерности формирования структуры и фазового состава покрытий переменного состава на стадии их напыления и последующей реакционной диффузии между компонентами при отжиге покрытий, что приводит к образованию интерметаллидов систем AlFe, AlFe₃/AlNi, AlNi₃ с высокой коррозионной стойкостью. Показано влияние температуры и времени выдержки при отжиге на структуру и фазовый состав полученных композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al, что позволяет регулировать пористость и содержание хрупких интерметаллидных соединений AlFe.

На основе разработанных в диссертации экспериментально-статистических математических моделей влияния температуры отжига на износостойкость композиционных покрытий доказана возможность управления режимами отжига для достижения высоких триботехнических свойств исследованных сплавов. Полученные результаты обладают научной новизной и открывают новые возможности для расширения областей использования композиционных покрытий, полученных методом высокоскоростной металлизации.

Результаты исследований, полученные Астрашаба Е.В., опубликованы в научных изданиях, докладывались на международных симпозиумах и научно-практических конференциях. По результатам исследований разработаны рекомендации по выбору материалов для высокоскоростной металлизации композиционных покрытий, а также разработан типовой технологический процесс напыления и отжига (Ni-Cr)-Al покрытия (ТП № 01271.0041.000), который используется в НП ООО «МАД». В качестве замечания к автореферату необходимо отметить следующее:

1. В автореферате диссертации не описано диффузионное взаимодействие между компонентами покрытия и материалом подложки, а также в микрообъеме

между соседними частицами в покрытиях на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа Асташаба Евгения Викторовича является законченным научным исследованием, выполненном на актуальную тему и на высоком научном уровне, соответствует заявленной специальности и удовлетворяет требованиям ВАК Республики Беларусь, а ее автор, Асташаб Евгений Викторович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 Материаловедение (машиностроение).

Доктор технических наук
(специальность 05.16.01
Материаловедение и термическая
обработка металлов и сплавов),
профессор, главный научный сотрудник
Института физики прочности и
материаловедения Сибирского отделения РАН

Сизова
Ольга Владимировна

Подпись О.В. Сизовой удостоверяю:
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН
к. ф-м. н. Матольская Н.Ю.



Я, Сизова Ольга Владимировна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и публикацию отзыва в сети Интернет.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Астрашаба Евгения Викторовича**
«Структурно-фазовые превращения в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износо- и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение)

В настоящее время разработка и использование композиционных материалов (КМ) является перспективным направлением материаловедения. КМ могут обладать эксплуатационными свойствами, превышающими свойства традиционно используемых материалов. Свойства КМ в значительной степени зависят от их структуры и фазового состава, что зачастую определяется методом их получения и режимами окончательной термической обработки. В связи с этим необходимость управления структурно-фазовым состоянием КМ, с целью повышения их рабочих характеристик является актуальной задачей.

Вместе с тем методы получения КМ, зачастую являются низкопроизводительными, энергозатратными и требующими как специального дорогостоящего оборудования, так и высокой квалификации специалистов. В то же время в настоящее время интенсивно развивается высокопроизводительный и относительно экономичный метод получения КМ, а именно – высокоскоростная металлизация (ВМ) покрытий. Метод ВМ позволяет упрочнять и восстанавливать разрушенные рабочие поверхности деталей. Однако в современной литературе практически не представлены результаты систематических исследований по формированию необходимой структуры и фазового состава композиционных покрытий, полученных методом ВМ, а также по установлению влияния на свойства покрытий дополнительной термической обработки. Таким образом, цель диссертационной работы характеризуется новизной и является актуальной.

Научный интерес представляют полученные в работе результаты исследований по изучению закономерностей формирования структуры, фазового состава и свойств (твердости, адгезионной прочности, износо- и коррозионной стойкости) композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al в процессе их напыления, а также при последующем отжиге. Установление условий получения гетерофазного состояния композиционных покрытий, включающих интерметаллидные соединения $AlFe$, $AlFe_3$ и $Al_{13}Fe_4$, Al_3Fe , Al_5Fe_2 в сталь-алюминиевых покрытиях и $AlNi$, $AlNi_3$ и Al_3Ni , Al_3Ni_2 в никельхром-алюминиевых

покрытиях, позволяет управлять свойствами покрытий. Изучение роли температурно-временных параметров отжига в формировании структуры покрытий дает возможность целенаправленно регулировать их пористость, повысить содержание в них высокопрочных интерметаллидных соединений $AlFe$, $AlFe_3$ / $AlNi$, $AlNi_3$, а также увеличить адгезионную прочность покрытий (до $\approx 40\%$), твердость и микротвердость (до 1,8 и 1,3 раз) и износостойкость (до 24 раз) КМ. Разработка экспериментально-статистических математических моделей влияния режимов отжига на износостойкость при трении композиционных покрытий в различных условиях, позволило установить режимы отжига, обеспечивающие максимальную износостойкость покрытий. Практическую значимость работы подтверждает разработка типового технологического процесса напыления и отжига (Ni-Cr)-Al покрытия.

Достоверность исследований обеспечивается использованием современного научно-исследовательского оборудования, а также специализированного программного обеспечения.

Результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в научных публикациях (14 научных работ), новизна подтверждена наличием патента в Евразийском патентном ведомстве.

В целом диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Асташаб Евгений Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 «Материаловедение (машиностроение)».

Директор
Государственного научного учреждения
«Институт технологии металлов
НАН Беларуси», д.т.н.

А.Н.Жигалов

Подпись
секретаря



Жигалова
приёмной

А.Н. удостоверяю:

Е.В. Жигалова

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Астрашаба Евгения Викторовича** «Структурно-фазовые превращения в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износостойких и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение)

Разработка новых материалов, полученных высокопроизводительными и экономически эффективными способами, а также повышение их эксплуатационных характеристик является актуальной задачей. Перспективным направлением для восстановления и упрочнения различных деталей является использование композиционных покрытий. Препятствием для широкого использования, распространения и использования покрытий, является их недостаточная износостойкость или коррозионная стойкость, а также возможное преждевременное разрушение вследствие низкой адгезионной прочности, высокой пористости, повышенного содержания оксидов, образования большого количества хрупких интерметаллидных соединений и др. В связи с этим диссертационная работа Астрашаба Е.В., направленная на изучение структурно-фазовых превращений при получении композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al и их последующем отжиге, характеризуется научной актуальностью и практической значимостью.

В работе Астрашаба Е.В. научно обоснован и разработан подход к получению износостойких и коррозионностойких композиционных покрытий, напыленных методом высокоскоростного напыления. Кроме того, в работе изучено влияние отжига композиционных покрытий на их структуру и свойства. Показано, что отжиг композиционных покрытий способствует повышению их адгезионной прочности (до 1,4 раз), твердости/микротвердости (до 1,3/1,8 раз) и износостойкости (до 24 раз), вследствие образования в них прочных интерметаллидных соединений $AlFe$, $AlFe_3$, $AlNi$, $AlNi_3$ и $Al_{13}Fe_4$, Al_3Fe , Al_5Fe_2 , Al_3Ni , Al_3Ni_2 . Изучен механизм одновременного образования интерметаллидных соединений $AlFe$, $AlFe_3$ и $Al_{13}Fe_4$, Al_3Fe , Al_5Fe_2 в покрытиях на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al, а также фаз $AlNi$, $AlNi_3$, Al_3Ni , Al_3Ni_2 в покрытии системы (Ni-Cr)-Al. В работе соискателя установлены режимы отжига композиционных покрытий, обеспечивающие их максимальную износостойкость при трении без смазочного материала и трении со смазочным материалом. Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по выбору материалов для формирования композиционных покрытий и режимам их отжига, обеспечивающим получение покрытий с высокими эксплуатационными характеристиками, что подтверждается полученным патентом на изобретение и актом внедрения разработанного типового технологического процесса.

В качестве замечания следует отметить, что в автореферате не представлены классы и виды деталей, для восстановления которых наиболее применимы предложенные материалы.

Научная новизна результатов подтверждается опубликованием соискателем 14 научных работ, участием автора в международных научных конференциях и полученным патентом на изобретение.

В целом диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, предъявляемым к диссертациям, а ее автор – **Астрашав Евгений Викторович** заслуживает присуждению ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Мы, Дудан А.В. и Иванов В.П., даем свое согласие на публикацию отзыва в сети Интернет.

Декан механико-технологического факультета УО «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», кандидат технических наук, доцент



Дудан А.В.

Профессор кафедры автомобильного транспорта УО «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», доктор технических наук, профессор



Иванов В.П.

Подпись Астрашав Е.В.
Иванов В.П. удостоверяю
Инспектор по кадрам



отзыв поступил
секретарь *Ивета*

23.11.2023
Лон - Лагушина

О Т З Ы В

на автореферат диссертации

Астрашаба Евгения Викторовича «Структурно-фазовые превращения в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износо- и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Диссертационная работа Астрашаба Е.В. посвящена изучению процессов формирования структуры, фазового состава и свойств композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при их металлизации, а также последующем отжиге. Восстановление рабочих свойств поверхностей методом напыления износо- и коррозионностойких покрытий является актуальной задачей. В связи с этим актуальность и практическая значимость работы не вызывает сомнения. Автором получен целый ряд оригинальных и важных научных результатов, в частности:

- установлены закономерности формирования структуры, фазового состава при получении композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al. Установлено, что контактное взаимодействие расплавленных компонентов приводит к их частичному смешению и образованию частиц железо-алюминиевого сплава переменного состава, что приводит к снижению окисления стальных частиц. Установлено, что частичное смешение компонентов на стадии формирования (Fe-Cr-Ni)-Al композиционного покрытия из аустенитной хромоникелевой стали 06X19H9T и алюминиевого сплава АД1 приводит к образованию большого количества метастабильной фазы α -Fe (≈ 30 об.%), что связано с сильным ферритизирующим действием алюминия в стальных частицах. Показано, что Fe-Al композиционное покрытие имеет в 4,2 раза более высокую коррозионную стойкость по сравнению с покрытием из стали 08Г2С, а покрытие состава (Fe-Cr-Ni)-Al - в 1,6 раза более высокую коррозионную стойкость по сравнению с покрытием из стали 06X19H9T.

- исследованы структурно-фазовые превращения, протекающие при отжиге композиционных покрытий. Обнаружены особенности диффузионного взаимодействия частиц композиционных покрытий при напылении и последующей термической обработке. Установлено, что при отжиге Fe-Al и (Fe-Cr-Ni)-Al покрытий образуются упрочняющие железо-алюминиевые интерметаллидные соединения $AlFe$ и $AlFe_3$, а также Al_5Fe_2 , $Al_{13}Fe_4$, Al_3Fe . Показано, что отжиг (Ni-Cr)-Al покрытия приводит к образованию в нем никель-алюминиевых интерметаллидных соединений $AlNi_3$, $AlNi$ и Al_3Ni_2 , Al_3Ni . Установлены закономерности изменений износостойкости и твердости композиционных покрытий Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al в зависимости от режимов их термической обработки. Установлено, что образование интерметаллидных соединений в покрытиях приводит к повышению их триботехнических характеристик.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы обусловлена корректностью постановки задач исследования, комплексным подходом к их решению с использованием современного исследовательского оборудования.

Результаты работы Астрашаба Е.В. докладывались на многих международных научно-технических конференциях и семинарах.

По теме диссертации опубликовано 14 научных работах, в том числе в 6 статьях в изданиях, входящих в перечень ВАК Республики Беларусь, 5 статьях в научных журналах иностранных государств, 3 статьях в сборниках научных трудов и конференций. Получен 1 патент на изобретение в Евразийском патентном ведомстве.

Разработанные рекомендации по выбору материалов для напыления и режимам отжига композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al

явились основой для разработки типового технологического процесса напыления и отжига (Ni-Cr)-Al покрытия (ТП № 01271.0041.000), который используется в НП ООО «МАД» при изготовлении запасных частей для оборудования высокоскоростной металлизации, в частности повышения их износо- и коррозионной стойкости.

Результаты проведенных исследований могут быть применены в учебном процессе в учреждениях образования при подготовке специалистов технического профиля различного уровня.

В качестве замечания необходимо отметить, что в автореферате не объяснена причина повышения интенсивностей линейного изнашивания композиционных покрытий (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при их отжиге 650 °С с выдержкой в течение 40-60 минут (рисунок 7 д, е).

Указанное замечание не снижает значимость полученных в работе результатов. По моему мнению, работа выполнена на высоком профессиональном уровне, удовлетворяет требованиям ВАК Республики Беларусь, а соискатель, Астрашаб Евгений Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Ведущий научный сотрудник лаборатории физики металлов государственного научного учреждения
 “Институт технической акустики
 Национальной академии наук Беларуси”,
 доктор физико-математических наук, доцент

Михаил Михайлович Кулак

Я, Кулак Михаил Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись *Кулака М.М.* удостоверяю
 Ведущий юрисконсульт *Ф. С. М. Шендик*
 13.11.2013



Отзыв

на автореферат кандидатской диссертации Астрашаба Евгения Викторовича на тему «Структурно-фазовые превращения в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износо- и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Долговечность деталей машиностроения в значительной степени определяется, кроме прочностных характеристик, их износостойкостью и коррозионной стойкостью. С ростом нагрузок на узлы и механизмы к функциональным свойствам рабочих поверхностей деталей предъявляются всё более жёсткие требования, которые могут быть обеспечены композиционными материалами или специальными покрытиями. Успешное решение данного вопроса невозможно без изучения структурно-фазовых превращений, протекающих в месте контакта биметаллов в процессе высокоскоростной металлизации и в ходе термической обработки.

Поэтому диссертационная работа Астрашаба Е.В., направленная на изучение структурно-фазовых превращений в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износо- и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения с выбором материалов покрытия и режимов из отжига с целью повышения эксплуатационных свойств, является актуальной и представляет научный и практический интерес.

Актуальность работы подтверждается также её соответствием приоритетному направлению научной, научно-технической и инновационной деятельности по разделу 4 «Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы: «Композиционные и многофункциональные материалы» и выполнением ряда заданий в рамках ГПНИ.

Научная новизна работы состоит в:

- установлении закономерности формирования структуры и фазового состава композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al, что позволило сформировать многокомпонентные композиционные покрытия, содержащие фазы AlFe, AlFe₃ в системах Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и фазы AlNi, AlNi₃ в системе (Ni-Cr)-Al, снизить концентрацию оксидов Fe-Al покрытий (до 5-8 об.%) по сравнению с покрытиями из сталей, повысить коррозионную стойкость Fe-Al и (Fe-Cr-Ni)-Al покрытия в 4,2 и 1,6 раза соответственно;
- установлении, что образование расплавов компонентов с переменным составом на стадии напыления композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al приводит к одновременному образованию интерметаллидных соединений различного стехиометрического состава при отжиге покрытий, что позволяет получать железо-алюминиевые и никель-алюминиевые покрытия, содержащие интерметаллидные соединения AlFe, AlFe₃, Al₁₃Fe₄, Al₃Fe, Al₅Fe₂ (до ≈ 60 об.%), а также AlNi, AlNi₃ и Al₃Ni, Al₃Ni₂ (до ≈ 50 об.%).

- установлении влияния температуры и времени выдержки при отжиге на структуру и фазовый состав композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al, что позволяет управлять их пористостью, микротвёрдостью, адгезионной прочностью и износостойкостью;
- разработке экспериментально-статистических математических моделей по влиянию режимов отжига на износостойкость композиционных покрытий на основе систем (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al, при трении без смазочного материала и со смазочным материалом с режимами отжига покрытий.

Новизна технического решения защищена патентом EA039515B1 от 04.02.2022.

Практическая значимость работы состоит в разработке типового технологического процесса напыления и отжига (Ni-Cr)-Al покрытия (ТП №01271.0041.000), который используется в НП ООО «МАД» при изготовлении запасных частей для оборудования высокоскоростной металлизации, в частности повышения их износо- и коррозионной стойкости.

Диссертационные исследования выполнены с использованием современного оборудования, апробированы на ряде международных конференций и симпозиумов, опубликованы в 14 научных работах, в том числе в 6 статьях из изданий перечня ВАК и 5 статьях в научных журналах иностранных государств.

По тексту автореферата имеются следующие замечания:

1. В некоторых экспериментах при напылении композиционных покрытий использовали в качестве исходного материала сплав АК12, который в своём составе содержит 10-13 % кремния, однако на приведенных фрагментах рентгеновских дифрактограмм не прослеживаются кремнийсодержащие фазы.
2. Соискатель получил хорошие результаты по повышению коррозионной стойкости и износостойкости покрытий, было бы желательно это оценить в денежном выражении применительно к конкретным изделиям.

Отмеченные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе.

Диссертационная работа Астрашаба Е.В. соответствует паспорту специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение), удовлетворяет требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Евгений Викторович Астрашаб заслуживает присуждения искомой степени по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Заведующий кафедрой
«Металлургия чёрных и
цветных сплавов» БНТУ,
д.т.н., профессор

Неменёнок 29.11.23

Б. М. Неменёнок



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Астрашаба Евгения Викторовича «Структурно-фазовые превращения в материалах систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при получении износо- и коррозионностойких покрытий для деталей машиностроения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение)

Диссертация Астрашаба Е.В. посвящена изучению структурно-фазовых превращений в износостойких и коррозионностойких композиционных покрытиях на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при их формировании и последующем отжиге.

В работе установлены закономерности формирования структуры, фазового состава композиционных покрытий на основе систем Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al и (Ni-Cr)-Al при их напылении. Установлен механизм одновременного образования интерметаллидных соединений различного состава $AlFe$, $AlFe_3$ и $Al_{13}Fe_4$, Al_3Fe , Al_5Fe_2 в Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al покрытиях и $AlNi$, $AlNi_3$ и Al_3Ni , Al_3Ni_2 в (Ni-Cr)-Al покрытиях, распределенных случайным образом в объеме покрытия, заключающийся в протекании реакционной диффузии во множестве диффузионных пар с различным соотношением компонентов. Большой практический интерес представляют данные по повышению износостойкости покрытий с помощью проведения их отжига (до 24 раз), а также данные по повышенной коррозионной стойкости покрытий в исходном состоянии Fe-Al, (Fe-Cr-Ni)-Al по сравнению с покрытиями из одной стали. Установлен механизм взаимодействия стальных / никель хромовых частиц и частиц алюминия с различной концентрацией компонентов в ограниченных микрообъемах покрытия при отжиге композитов, что приводит к одновременному образованию интерметаллидных соединений различного стехиометрического состава, оказывающих существенное влияние на эксплуатационные свойства покрытий.

Проведенные исследования имеют научную новизну в части установления формирования структуры и фазового состава композиционных покрытий при их получении методом высокоскоростной металлизации, а также в части исследования их свойств (твердость, пористость, адгезионная прочность, коррозионная стойкость и износостойкость) в зависимости от режимов отжига.

На основе проведенных экспериментальных исследований автором разработаны рекомендации по выбору материалов для металлизации композиционных покрытий, включающих алюминий. Разработаны экспериментально-статистические модели зависимости интенсивностей изнашивания композиционных покрытий от температуры и времени выдержки при отжиге, что позволяет выбирать режимы отжига для достижения их повышенной износостойкости.

Практическая значимость результатов исследований определяется возможностью восстановления изношенных деталей методом высокоскоростной

металлизации композиционных покрытий, а также подтверждается полученным патентом на изобретение и использованием разработанного типового технологического процесса.


Имеется замечание. В автореферате не представлены классификация и распределение пор по размерам в композиционных покрытиях, которые образуются при отжиге покрытий.

Указанные замечания не снижают общего научного уровня диссертационной работы, которая является завершенной научно-квалифицированной работой, имеет теоретическую и практическую ценность.

В целом диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, а также требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение), а ее автор – Астрашаб Евгений Викторович, заслуживает присвоения искомой ученой степени.

Я, Шаркеев Юрий Петрович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и на их дальнейшую обработку.


Доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

 (Юрий Петрович Шаркеев)

21.11.2023

Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, +79138062814, sharkeev@tpu.ru

Подпись Шаркеева Ю. П. заверяю
Ученый секретарь ТПУ

 (Екатерина Александровна Кулинич)