

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук  
Зарыпова Марата Саитовича  
«ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЗАЩИТНЫХ  
ПОКРЫТИЙ НА ЖАРОПРОЧНЫХ НИКЕЛЕВЫХ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ»

В настоящее время при поверхностной обработке разнофункциональных изделий все более заметную роль играют комбинированные покрытия, получаемые последовательным нанесением нескольких слоев различными методами формирования внутренних и внешних покрытий. Подобные комплексные технологии позволяют существенно повысить эксплуатационные свойства изделий с подобными покрытиями по сравнению с однослойными вариантами. В диссертации Зарыпова М.С. исследуются различные варианты формирования комбинированных покрытий на жаропрочных никелевых и титановых сплавах с целью обеспечения высокой работоспособности лопаток газотурбинных двигателей в условиях действия агрессивных газовых сред при высоких температурах. В работе изучается сочетание порошкового, газового циркуляционного, шликерного, вакуумно-плазменного и деформационного методов формирования комбинированных покрытий. Подобные исследования практически отсутствуют. Соответственно диссертационная работа Зарыпова М.С. является актуальной.

При проведении диссертационных исследований М.С. Зарыповым получен ряд новых научных результатов.

Установлено, что перенос компонентов порошковой смеси системы Cr-Si-Co-NH<sub>4</sub>Cl-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в покрытие происходит по механизму диспропорционирования для Al, Cr и Si, и по механизму замещения для Co.

Установлено, что иттрий, присутствующий в покрытиях систем Ni-Cr-Al и Al-Si, выполняет роль раскислителя конденсатов покрытий, что обеспечивает повышение их чистоты.

Разработан новый состав компонентов для газового циркуляционного кобальтохромирования с активатором CoCl<sub>2</sub> при обработке жаропрочных никелевых сплавов.

Установлено, что горячее изостатическое прессование при температуре 1000 °С после газового циркуляционного алитирования в 3-4 раза уменьшает размер зерна в покрытии за счет процессов динамической рекристаллизации.

Практическая значимость полученных результатов исследований.

Разработана двухстадийная порошковая технология получения диффузионного покрытия системы (Co-Cr-Si)+(Cr-Al) на лопатки из жаропрочных никелевых сплавов. Это позволило на порядок увеличить стойкость сплава ЖС6У к высокотемпературной солевой коррозии.

Разработана двухстадийная технология нанесения диффузионного покрытия на лопатки газовым циркуляционным кобальтохромированием с последующим шликерным алюмосилицированием. Это позволило почти в три раза повысить стойкость к высокотемпературной солевой коррозии.

Разработан вакуумно-плазменный способ нанесения покрытия АЖ-8 на жаропрочные титановые сплавы на интерметаллидной основе.

Разработан способ нанесения комбинированного покрытия на лопатки из сплава ЖС26-ВИ с промежуточным горячим изостатическим прессованием, что позволило повысить предел выносливости лопаток на 40-50 МПа.

По содержанию автореферата возникли следующие замечания.

1. Не понятно, на основании каких исследований установлен рациональный состав порошковой смеси системы Co-Cr-Si.
2. Не ясно, какие испытания проводились на образцах, а какие – на лопатках.
3. Нет обоснования метода получения катодов (мишеней) системы Ni-Cr-AL-Ta-W-Hf-Si-Y (АЖ-8) при нанесении вакуумно-плазменного покрытия.
4. Отсутствуют данные по толщине покрытия АЖ-8.
5. Не раскрыта сущность разработанного метода нанесения вакуумно-плазменного покрытия АЖ-8 на жаропрочные титановые сплавы.
6. Обозначение оси ординат по рис. 4. Указано: «Время испытаний». Следует: «Время до появления следов солевой коррозии».

Однако эти недостатки не снижают значимости работы. В целом работа выполнена на высоком научном уровне и имеет большое научное и практическое значение. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, в том числе п. 9, к кандидатским диссертациям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. Автор диссертации Зарыпов Марат Саитович достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы (технические науки).

Автор отзыва дает согласие на обработку персональных данных.

Доцент кафедры «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», к.т.н. (05.03.05 процессы и машины обработки давлением), доцент по специальности 2.6.17. Материаловедение

  
Хамин Олег Николаевич

Тел. (846) 242-28-89. E-mail: out87@mail.ru.  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, главный корпус.

Подпись О.Н. Хамина удостоверяю  
Ученый секретарь ФГБОУ ВО «СамГТУ»  
доктор технических наук



  
Ю.А. Малиновская

02.12.2024