

## ОТЗЫВ

официального оппонента Яковлева Владимира Ивановича  
на диссертацию **Кузнецова Максима Александровича**  
на тему «Управление структурой и свойствами поверхностного слоя за счет  
модифицирования ультрадисперсными порошками», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.16.06 – порошковая металлургия и композиционные материалы

**Актуальность темы.** Диссертационное исследование направлено на решение важной научной задачи по формированию заданной структуры и повышению свойств поверхностного слоя металла введением порошковых модификаторов. В основе работы изложен принцип модифицирования слоя металла ультрадисперсными порошками вольфрама, молибдена и волокнами оксигидроксида алюминия. Разработка средств и методов управления структурой и свойствами поверхностного слоя в результате модифицирования ультрадисперсными порошками соответствуют новому повышенному уровню требований к современным материалам, и их внедрение в производственную практику является актуальной задачей, имеющей большое народно-хозяйственное значение.

**Основная идея диссертации** – разработка средств и методов управления структурой и свойствами поверхностного слоя металла в результате модифицирования ультрадисперсными порошками. На основании выполненных соискателем обзора литературы по теме обоснован выбор способа модифицирования поверхностного слоя ультрадисперсными порошками, вольфрама, молибдена и волокнами оксигидроксида алюминия обеспечивающего мелкозернистую структуру и повышенные физико-механические свойства. Определена рациональная концентрация ультрадисперсных модифицирующих порошков в транспортирующем газе, которая обеспечивает оптимальную кристаллизацию наплавляемого металла. Установлено, что наличие в поверхностном слое ультрадисперсных

порошков способствует измельчению структуры, а также смену дендритного строения поверхностного слоя металла на преимущественно полиэдрическое. На основе анализа структурных изменений поверхностного слоя определено влияние ультрадисперсных порошков-модификаторов на микротвердость, механические свойства и коррозионную стойкость. Оригинальность разработок подтверждена патентом РФ. Разработаны компьютерные программы, зарегистрированные в объединенном фонде электронных ресурсов.

**Наиболее значимыми результатами диссертации** следует признать:

- разработан способ модифицирования, заключающийся в дозированной подаче ультрадисперсных порошков в поверхностный слой через транспортирующий газ;
- определена рациональная концентрация порошков-модификаторов в поверхностном слое, позволяющая: уменьшить размеры структурных составляющих поверхностного слоя и повысить механические свойства поверхностного материала в зависимости от физико-химической природы применяемых порошков-модификаторов.

**Новыми научными результатами**, полученными автором являются:

- определено, что при введении ультрадисперсных порошков в поверхностный слой происходит формирование трех подслоев, структура которых различается, а именно:
  - первый подслой с полиэдрической зеренной структурой;
  - второй подслой с дендритной неориентированной структурой;
  - третий подслой с дендритной ориентированной структурой;
- установлено, что равновесное образование дендритов, и смена дендритного строения на преимущественно полиэдрическое наблюдается при использовании ультрадисперсных волокон оксигидроксида алюминия;
- на основе анализа безразмерной функции, связанной с конечным состоянием структурных элементов наплавляемого металла определена

рациональная концентрация порошков-модификаторов в поверхностном слое.

- установлено, что влияние на межкристаллитную коррозию при модифицировании поверхностного слоя обусловлено наличием тугоплавких фаз вольфрама и молибдена, введенных в вышеуказанный слой в виде ультрадисперсных порошков.

**Достоверность полученных результатов подтверждается.** Экспериментальные исследования осуществлены с применением современных методов и приборов исследований, последовательным подтверждением результатов исследований, выполненных с использованием различных методик, сопоставлением отдельных научных результатов с результатами полученными другими авторами.

Результаты исследования прошли апробацию в условиях производства и внедрены в ОАО «Металлургмонтаж», ООО НПО «СварПро» и ООО НПО «Вектор».

Полученные результаты могут быть рекомендованы для использования на различных предприятиях машиностроения, в т. ч. при получении поверхностных слоев с заданной структурой и свойствами.

Диссертация содержит 127 с. основного текста, приложения на 8 с., список литературы из 202 наименований.

По теме диссертации автором опубликовано 25 работ, из них 6 – в рецензируемых изданиях по списку ВАК, 6 – в статьях в журналах, входящих в международные базы Scopus и Web of Science, 1 – патент на изобретение и 2 – свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

#### **Замечания по работе:**

1. По тексту диссертационной работы присутствуют грамматические ошибки (например, стр.10, 20,32).
2. На мой взгляд, следовало бы в диссертационной работе привести сравнение полученных результатов по модифицированию порошковыми материалами

поверхностных слоев металлов с работами других авторов. Хотелось бы узнать, что подразумевается автором по приведенному на стр.76 термину «измельчение структуры»? Кроме того, не вполне обоснован выбор модифицирующих порошковых добавок. На стр. 40 диссертационной работы сказано, что «выбор добавок осуществлялся по некоторым источникам», однако автор не раскрывает, почему в исследованиях применялись порошки W, Mo и AlO(OH).

3. В разделе 3.4 диссертации (стр. 70) по отношению к подслоям применяются термины описательного характера: «наиболее ярко зеренный подслои выражен», «этот подслои слабо выражен». Для чего употреблять термины описательного характера, если в диссертации приведены конкретные цифры толщины каждого подслоя? Какое количество измерений производили в каждом подслое при измерении микротвердости (рис. 24) в пункте 3.4 диссертации (стр. 74)?
4. В диссертации (стр. 55) на рисунке 5 приведена микрофотография электровзрывных порошков алюминия. Из описания до конца не ясно, применяли ли данный порошок при проведении исследований?
5. В диссертации на рисунке 23 (стр. 73) представлены средние размеры дендритов, но не указаны минимальные и максимальные значения данного параметра.

Несмотря на указанные замечания, считаю, что диссертация Кузнецова Максима Александровича соответствует специальности 05.16.06 – порошковая металлургия и композиционные материалы и является завершенной научно-квалифицированной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена задача разработки средств и методов управления структурой и свойствами поверхностного слоя в результате модифицирования ультрадисперсными порошками, имеющая существенное значение для порошковой металлургии.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. № 842, а ее автор Кузнецов Максим Александрович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – порошковая металлургия и композиционные материалы.

Официальный оппонент:

доцент кафедры «Наземные

транспортно-технологические системы»

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный

технический университет им. И.И. Ползунова»

(АлтГТУ), кандидат технических наук,

Яковлев Владимир Иванович

17.03.2016 г.

Подпись Яковлева Владимира Ивановича заверяю:

*Служ. по кадрам:*

Яковлев Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Наземные транспортно-технологические систем» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (<http://www.altstu.ru/>).

Почтовый адрес:

656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, корпус «В», ауд. 403а

Тел: 8-913-216-02-76

E-mail: [anicpt@rambler.ru](mailto:anicpt@rambler.ru), [yak1961@yandex.ru](mailto:yak1961@yandex.ru)