

В диссертационный совет Д212.188.10
при ФГБОУ ВО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет»
614990, г. Пермь, Комсомольский
проспект 29

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Морозова Евгения Александровича
«Исследование влияния параметров лазерной термической обработки на
структуру и свойства порошковых сталей», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 –
Порошковая металлургия и композиционные материалы

Представленная диссертационная работа состоит из введения и пяти глав, общих выводов по работе, списка использованной литературы из 113 наименований и 3-х приложений, содержит 110 страниц машинописного текста, 40 рисунков, 10 таблиц.

Аннотация диссертации изложена на 16-ти страницах машинописного текста.

Износ - основная причина выхода из строя деталей машин и механизмов. Процесс износа локализуется на поверхности деталей и приводит к «выработке» т.е. к катастрофическому изменению размеров, значительно больше заложенных в конструкторской документации допусков. Искривление формы деталей в свою очередь приводит к выходу механизма из строя.

Для обеспечения длительной безотказной работы всего механизма, в условиях износа и с учётом его локализации деталям требуется твердый поверхностный слой и прочная, вязкая сердцевина.

Изготовление деталей машин и механизмов методом порошковой металлургии (прессованием и спеканием) имеет значительные эксплуатационные, экономические, технологические и экологические преимущества перед «традиционными» методами – литья и обработки металлов давлением. Методами порошковой металлургии возможно получать уникальные материалы и изделия с выдающимися эксплуатационными свойствами.

Изделия порошковой металлургии имеют физико-механические свойства, которые обусловлены их химическим составом, структурой и особой структурной составляющей, которая свойственна порошковым материалам – пористостью.

С целью увеличения износостойкости порошковых материалов, в случае соответствующего химического состава, их подвергают объемной термической обработке. Однако для эффективного сопротивления износу

повышение твердости материала детали по всему объему не требуется. Сформировать на поверхности спеченной порошковой детали упрочненный слой возможно с помощью лазерной поверхностной обработки.

Лазерное излучение является перспективным инструментом обработки поверхности материалов благодаря легкому управлению энергетическими параметрами, большой выходной мощности лазерного луча, монохроматичности излучения, высокой концентрации энергии лазерного излучения на малой площади обрабатываемого материала, что обеспечивает жесткий термический цикл нагрева и охлаждения, существенное снижение термических напряжений, эффективное управление тепловым вкладом в поверхность, небольшую зону термического влияния.

Высокоэффективные процессы производства деталей методом порошковой металлургии и лазерной поверхностной обработки позволяют изготавливать детали с благоприятной структурой для эффективного сопротивления износу.

Воздействие лазерного излучения на различные виды материалов порошковой металлургии изучено недостаточно, в работе рассмотрена небольшая часть материалов порошковой металлургии, однако, представленные в ней научные данные представляют собой несомненный интерес и несут новую информацию о происходящих процессах в порошковой стали ПА-ЖГр и псевдосплаве ПА-ЖГрД15 под воздействием лазерного излучения.

Разработка методов повышения стойкости поверхности деталей к износу, изучение механизмов и эффектов при воздействии лазерного излучения на порошковые материалы представляют несомненный научный интерес и в связи с вышеперечисленным тема диссертационной работы Морозова Евгений Александровича представляется актуальной и востребованной в настоящее время.

Научная новизна работы Морозова Е.А. состоит:

- в научном обосновании воздействия лазерного излучения на порошковую сталь ПА-ЖГр и псевдосплав ПА-ЖГрД15 с учетом их различной пористости и структурных факторов (меди, в виде свободной фазы). Такой подход позволил рассмотреть особенности формирования микроструктуры в поверхностном слое порошковых материалов, в случае стали ПА-ЖГр:

- мартенсито-аустенитный беспористый слой;
- мартенситный слой с наследованной пористостью;
- зона частичной закалки и роста исходного зерна с исходной пористостью;
- перлитный основа + карбидная сетка с исходной пористостью.

В случае инфильтрации исходной стали ПА-ЖГр медью т.е. получением материала ПА-ЖГрД15:

- мартенсито-аустенитный беспористый слой, утративший структурно-свободную медь;

- мартенситный слой с наследованной пористостью и включениями структурно-свободной меди;
- зона частичной закалки и роста исходного зерна с исходной пористостью и включениями структурно-свободной меди;
- перлитная основа + карбидная сетка с исходной пористостью и включениями структурно-свободной меди.
- в научном обосновании условий получения высокой твердости с учетом скорости теплоотвода для порошкового псевдосплава ПА-ЖГрД15. Качественно рассмотрены закономерности условий теплоотвода при лазерной термообработке псевдосплава ПА-ЖГрД15 сделан вывод о влиянии на микротвердость и структурообразование размера обрабатываемой детали;
- в научном обосновании методологии выбора режимов лазерной обработки для стали ПА-ЖГр и псевдосплава ПА-ЖГрД15 с целью упрочнения их поверхности при гарантированном исключении трещинообразования в ЗТВ. Рассмотрен широкий диапазон энергетических характеристик лазерного излучения при обработке стали ПА-ЖГр и псевдосплава ПА-ЖГрД15, использован обобщающий параметр лазерной обработки позволивший графически определить условия образования трещин при лазерной обработке.

Достоверность научных результатов и выводов обусловлена применением методов активного эксперимента при выполнении работы, применением современных методик исследований материалов, применением современного оборудования, применением статистической обработки полученных результатов, согласованностью полученных в работе результатов с ранее полученными данными.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций:

В работе приведены выводы после 3-5 глав и шесть основных выводов. Выводы основаны на теоретическом рассмотрении состояния вопроса и анализе экспериментальных данных. Сходимость экспериментальных данных с полученными в работе моделями достаточно высокая, что указывает на корректно поставленные задачи, методы обработки и корректность принятых допущений при моделировании методом конечных элементов.

Практические результаты работы представлены патентом на полезную модель электроцентробежного насоса с примененными в конструкции деталями из псевдосплава рабочие поверхности которого обработаны излучением лазера.

Материалы диссертации Морозова Е.А. использованы в учебном процессе ПНИПУ в рамках дисциплин «Теория и технология покрытий» и «Аддитивные технологии лазерной наплавки и восстановления изделий».

Анализ работы позволяет отметить наличие научной новизны, достоверности и обоснованности приведенных в работе выводов, положений и рекомендаций.

Научная и практическая значимость результатов работы:

Исследование структурообразования в зоне лазерной обработки стали ПА-ЖГр и псевдосплава ПА-ЖГрД15 позволяет сформировать в поверхностном слое благоприятную с точки зрения эксплуатации микроструктуру, обладающую высоким уровнем физико-механических свойств. Лазерная поверхностная обработка стали ПА-ЖГр и псевдосплава ПА-ЖГрД15 позволяет существенно увеличить твердость поверхности и износостойкость, не прибегая к объемной термической обработке.

В комплексе с исследованиями структурообразования методом конечных элементов было смоделировано квазистационарное температурное поле в процессе обработки лазером.

Комплексное рассмотрение процесса воздействия лазерного излучения позволили автору разработать номограмму выбора режима лазерной обработки псевдосплава ПА-ЖГрД15.

По результатам выполненных исследований разработана технология лазерной термической обработки осевых пар трения центробежных насосов для добычи нефти подготовленная к внедрению в ООО «Новомет-Пермь».

Все вышеперечисленное подтверждает научную и практическую значимость результатов работы Морозова Е.А.

Замечания и вопросы по диссертационной работе:

1. Не понятно сколько фактически исходное содержание углерода в стали ПА-ЖГр и псевдосплаве ПА-ЖГрД15? В тексте диссертации и автореферате указано ... ПА-ЖГр (1 мас. % графита и 99 мас. % железа)... это состав шихты или химический состав уже спеченных изделий? Если химически состав изделий, то каким методом он определен? Как учтено выгорание углерода в процессе спекания при составлении шихты?
2. На рисунке 6 (стр. 39) видимо ошибочно перепутаны местами фотографии микроструктуры «б» и «в» т.к. визуально пористость на рисунке «б» больше, чем на рисунке «в», а это противоречит подписи рисунка.
3. На рисунке 6 (стр. 39) не видно перлита и карбидов, по всей видимости это фотографии нетравленной микроструктуры.
4. В тексте на странице 40 ... (Рисунок 7, в), с небольшими участками остаточного аустенита (белого цвета)... корректнее участки аустенита нужно назвать - участками с меньшей травимостью.
5. В тексте на странице 40 ...Зона III соответствует закалке из твердого состояния (Рисунок 7, г). Структура материала в этой зоне представляет собой перлит с сеткой цементита... Разве продукты закалки из твердого состояния — это перлит?
6. Наличие остаточного аустенита по микроструктуре определить можно только с определенной степенью вероятности (пусть и высокой), для точной идентификации этой фазы следовало бы провести качественный рентгеноструктурный анализ.

7. Графики распределения микротвердости по глубине зоны термического влияния (ЗТВ) на рисунках 7-10 следует развернуть так, чтобы ось «Глубина от поверхности, мкм» была горизонтальной. Такое расположение графиков распределения микротвёрдости не является общепринятым.
8. Страница 43, рисунок 11. На рисунке приведен **характер** распределения микротвердости по глубине ЗТВ, потому что приведенные на нем зависимости получены при обработке разных материалов с разными энергетическими характеристиками лазерного излучения. Поэтому название рисунка должно быть **«Характер распределения микротвердости...»**.
9. Почему для стали ПА-ЖГр не приводятся уравнения регрессии по принятым факторам отклика? Изучение таблицы 3 позволяет предполагать, что режимы обработки были выбраны исходя из матрицы планирования экспериментов.
10. Доверительный интервал на всех графиках представлен отдельно стоящей меткой это некорректно. Доверительный интервал одинаковый для каждой точки на графике? По какой методике рассчитывался доверительный интервал?
11. Исходная твердость псевдосплава ПА-ЖГрД15 приводится на странице 50 и составляет 70-100 HRB, а измерялась ли твердость по Роквеллу стали ПА-ЖГр? Зачем приводятся данные твердости по Роквеллу? Этими данными было бы уместно дополнить раздел 2.2.
12. Глава 4 слишком мала для ее отдельного обособления. Материалы изложенные в 4 главе целесообразно добавить в 3 главу в качестве подраздела о трибологических свойствах.
13. Почему не были выполнены трибологические испытания для образцов из стали ПА-ЖГр?
14. Время воздействия лазерного излучения на образцы и опытные изделия не велико, к тому же после лазерной обработки опытных изделий они подвергались шлифованию, так ли необходимо при вышеперечисленных условиях применения высокочистого аргона для лазерной обработки? Так ли необходимо применение вообще какого-либо защитного газа?
15. Возможно ли для псевдосплава ПА-ЖГрД15 подобрать режимы поверхностной лазерной обработки без оплавления?
16. Текст диссертации имеет различное форматирование его разных частей.

Указанные замечания не являются принципиальными, носят рекомендательный характер, не снижают научной и практической ценности и не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК, основные результаты работы опубликованы в печати (7 печатных работ в изданиях рекомендованных ВАК РФ). Текст автореферата и публикации достаточно полно и точно отражают содержание диссертации.

Работа Морозова Е.А. выполнена на высоком уровне, представленные результаты вносят ощутимый вклад в развитие порошковой металлургии, в частности в исследования влияния лазерной обработки на структуру и свойства порошковых сталей и псевдосплавов.

Диссертационная работа Морозова Е.А. представляет собой законченную научную работу, в которой решена частная научно-практическая проблема, результаты работы апробированы на международных и всероссийских конференциях и соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013, а ее автор Морозов Е.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности – 05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Материаловедение, технология
Материалов и термическая обработка металлов»
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
Технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
научная специальность –
- 05.16.01 Металловедение и термическая
обработка металлов и сплавов



Беляев Евгений Сергеевич

28 мая 2019г

603950, Россия, Нижегородская область, г Нижний Новгород, ул.
Минина д. 24, nntu@nntu.ru, yaneck@bk.ru, +7(831) 436-63-22

Ученый секретарь Ученого совета НГТУ,
к.т.



Мерзляков И.Н.