В диссертационный совет 24.2.316.01
ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»
по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина, 27

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Нгуен Ван Чьеу «Поверхностное упрочнение низкоуглеродистой стали методом плазменного поверхностного плавления обмазки оловянной бронзы и карбида хрома», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 «Материаловедение (технические науки)»

Диссертация Нгуен Ван Чьеу посвящена проблемам, актуальность которых очевидна, поскольку повышение износостойкости деталей машин и механизмов, работающих в условиях, как воздействия абразивных частиц, так и трения скольжения с целью увеличения срока службы, а так же снижения эксплуатационных затрат, является важнейшей задачей современного машиностроения, так как работоспособность деталей машин во многом определяется состоянием поверхностных слоев, поскольку в них зарождаются и развиваются дефекты, снижающие срок службы машин и агрегатов. Эта прикладная задача предполагает решение фундаментальной научной проблемы: совершенствование технологии поверхностного упрочнения металлов и сплавов, работающих в условиях трения скольжения с применением высококонцентрированных источников нагрева (лазер, электронный луч, плазменная струя) с использованием покрытия на основе смеси оловянной бронзы и карбида хрома. Таким образом, прикладная и научная сторона выполненной работы оказываются взаимосвязанными.

Обоснованность и достоверность результатов и выводов обеспечивается согласованностью и воспроизводимостью экспериментов, полученных с использованием различных методов, не противоречащих существующим научным представлениям. Исследования сопровождались оценкой изменений фазового состава в поверхностном слое с

использованием лицензионного программного пакета VISUAL-ENVIRONMENT 8.6 для математического моделирования.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, основных выводов, списка использованных источников литературы из 224 наименования и приложений А, Б; она изложена на 207 страницах машинописного текста, содержит 106 рисунков, 24 таблицы. Во введении обоснованы актуальность и цель исследования, его новизна и практическая ценность, а так же положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу материалов на основе сплавов системы Fe-Cu, методов обработки поверхностных легированных слоев и постановке задач исследований. Проведенный анализ используемой литературы показал, что материалы системы Fe-Cu-Sn обладают наилучшими механическими и трибологическими свойствами по сравнению с материалами систем Fe-Cu и Fe-Sn. В исследованиях отмечается, что добавление хрома обеспечивает улучшение свойств композитных материалов и покрытий системы Fe-Cu, а сочетание хрома и углерода в виде карбида обеспечивает твердые фазы, повышающие твердость. При обработке лазером, термическом напылении было обнаружено, что основными недостатками полученных покрытий являются неоднородность слоя (подслои, нерастворимые частицы), дефекты (поры, трещины) и низкая твердость. При исследовании покрытий Fe-Cr-C-Cu-Sn было отмечено, что качество покрытий связано с дисперсностью несмешивающейся системы, зависящей от соотношения компонентов, их взаимной растворимости, температуры и условий обработки.

Вторая глава посвящена описанию исследуемых материалов и методов исследования. В качестве подложки используется сталь Ст3сп. Выбраны материалы для создания обмазки: основной сплав – оловянная бронза (ПРВ-БрО10) с размером частиц менее 150 мкм; упрочняющий компонент, содержащий карбид хрома; связующий материал (канцелярский силикатный клей).

В третьей главе содержатся результаты полученых легированных поверхностных слоев при плазменном нагреве обмазки смесей оловянной бронзы и карбида хрома. В разделе 3.1 представлены результаты моделирования процесса оплавления поверхности стали с помощью программного комплекса VISUAL-ENVIRONMENT 8.6. В разделе 3.2

показаны результаты получения легированного слоя с оплавлением оловянной бронзы с применением различных толщин обмазки и различных токов. В разделе 3.3 показаны результаты получения легированного слоя после плазменного оплавления смеси оловянной бронзы и карбида хрома с его различной фракцией и долей при токе 140 А и толщине слоя обмазки 0,25 мм. В разделе 3.4 представлено влияние толщины обмазки на формирование поверхностного легированного слоя из смеси оловянной бронзы и карбида хрома. В разделе 3.5 показаны результаты формирования легированного слоя с перекрытием дорожек при плазменном нагреве смеси оловянной бронзы и карбида хрома. В разделе 3.6 приведена сравнительная оценка твердости легированных слоев Fe-Cr-C-Cu-Sn при упрочнении плазмой и лазером.

В четвертой главе приведены результаты определения химического и фазового составов, изучены особенности микроструктуры полученных слоев. Раздел 4.1 посвящён исследованию механизма формирования легированного слоя, влияния конвекции Марангони и вязкого взаимодействия на процесс проплавления металлов. В разделе 4.2 представлены результаты определения химического и фазового состава в легированных слоях. Показаны основные фазы и структуры легированного слоя системы Fe-Cu-Sn являются твердый раствор углерода в α и γ-Fe, твердый раствор меди с оловом α-Cu, ε-Cu, δ-Cu41Sn11 и β'-Cu13.7Sn, а для легированного слоя системы Fe-Cr-C-Cu-Sn: твердый раствор углерода в α и γ-Fe, мартенсит, эвтектический карбид (Fe_3C), твердый раствор меди с оловом α-Cu, карбида металлов $M_{23}C_6$. Раздел 4.3 посвящён изучению особенности формирования легированных слоев, полученных оплавлением смеси оловянной бронзы и карбида хрома.

Пятая глава содержит результаты исследования свойств поверхностных легированных слоев. В разделе 5.1 приведены результаты испытаний легированных слоев систем Cu-Sn, Fe-Cu-Sn, Fe-Cr-C-Cu-Sn на абразивную износостойкость. Показано увеличения изностойкости полученных слоев по следующей последовательности: Cu-Sn < Fe-Cu-Sn < Fe-Cr-C-Cu-Sn. В разделе 5.2 приведены результаты испытаний легированных слоев систем Cu-Sn, Fe-Cu-Sn, Fe-Cr-C-Cu-Sn на износостойкость в условиях сухого трения скольжения. Показано, что износостойкость легированного слоя системы Fe-Cr-C-Cu-Sn в 2 – 3 раза выше легированных слоёв систем Cu-Sn, Fe-Cu-Sn и литейной оловянной бронзой. В разделе 5.3 исследовалась теплостойкость легированных слоев

систем Cu-Sn, Fe-Cu-Sn, Fe-Cr-C-Cu-Sn после термической обработки в печи при различных температурах. В разделе 5.4 приведена сравнительная оценка коррозионной стойкости полученных слоев при электрохимическом поведении в растворе NaCl с концентрацией 3 мас. %. В разделе 5.5 представлено практическое применение легированных слоев системы Fe-Cr-C-Cu-Sn. Разработана технология изготовления износостойкой пластины из двух материалов: базовая сталь с легированным слоем системы Fe-Cr-C-Cu-Sn обеспечивает замену бронзового материала, обладающего низкой износостойкостью и высокой стоимостью.

Научная новизна исследования:

- автором предложена возможность применения плазменного источника нагрева для получения поверхностного слоя на основе сплава Fe-Cu с оплавлением;

- выявлена закономерностью формирования структуры легированных слоев в поверхностном слое низкоуглеродистой конструкционной стали состоящей из смеси оловянной бронзы и карбида хрома;

- определенна закономерность формирования структуры оплавленных слоев, включающей для легированного слоя системы Fe-Cu-Sn: твердый раствор углерода в α и γ-Fe, твердый раствор меди с оловом α-Cu, ε-Cu, δ-$Cu_{41}Sn_{11}$ и β'-$Cu_{13.7}Sn$, а для легированного слоя системы Fe-Cr-C-Cu-Sn: твердый раствор углерода в α и γ-Fe, мартенсит, эвтектический карбид (Fe_3C), твердый раствор меди с оловом α-Cu, карбид $M_{23}C_6$.

Практическая значимость: Разработаны технологические основы для создания на поверхности низкоуглеродистой конструкционной стали поверхностного слоя системы Fe-Cr-C-Cu-Sn, толщиной 1 – 2 мм из обмазки системы Cu-Sn с упрочняющей добавкой карбида хрома, при толщине наносимого на поверхность стали слоя обмазки 0,5 мм, скорости обработки 2 – 3 мм/с и силе тока 100 – 140 А.

Замечания по работе следующие:

1. Не ясно может ли на потерю массы влиять смола, которой заполнена карбидокремниевая бумага?

2. В диссертации нет данных о проведении испытание исследуемых материалов на износостойкость после нагрева при высоких температурах, а также в условиях низких температур.

3. Нет данных по исследованию прочности сцепления оплавленного слоя и основного металла.

4. В диссертации достаточно широко освещены вопросы замеров микротвёрдости по глубине оплавленного слоя, однако нет данных по изменению состава.

5. В работе даны рекомендации по использованию предлагаемой технологии для упрочнения деталей, однако не ясно проводились ли эксплуатационные испытания в условиях ударных нагрузок?

6. В тексте диссертации не корректно использован термин «стойкость к истиранию». Согласно ГОСТ 29104.17-91 термин «стойкость к истиранию» относится к тканям.

7. Цели и задачи работы не совпадают с общими выводами.

Замечания по диссертации, отмеченные выше, можно признать несущественными, не указывающими на противоречия современным научным представлениям, не снижающими научно-практическую ценность, и не ставящими под сомнение актуальность, обоснованность и достоверность теоретических и практических результатов исследований.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертационная работа Нгуен Ван Чьеу является завершенной научно-квалификационной работой, в которой автор на высоком научно-практическом уровне решил задачу повышения износостойкости металлических сплавов работающих в условиях воздействия абразивных частиц, трения скольжения с целью увеличения срока службы, снижения эксплуатационных затрат путём использования плазменного нагрева поверхности обрабатываемых поверхностей сталей Ст3сп с применением предварительного покрытия смеси оловянной бронзы и карбида хрома.

Выводы, закономерности и рекомендации, полученные в результате новых экспериментальных и теоретических данных научно обоснованы, подтверждаются общепринятыми положениями в соответствующих областях знаний, пополняют представления в области материаловедения и имеют важное научно-практическое значение. Результаты работы неоднократно докладывались в профильных подразделениях научных и образовательных организаций, достаточно полно отражены в 16 публикациях автора.

Структура диссертационной работы логична, материал, изложенный в ней, легко воспринимается, отсутствует нарушение причинно-следственных

связей. Автореферат диссертации полностью отражает её суть и основное содержание, включает наиболее важные аспекты работы, раскрывает общий смысл проводимых исследований, содержит анализ результатов, положения выносимые на защиту и сформулированные выводы.

Диссертационная работа отвечает критериям, установленными пунктами 9-14, «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. и паспорту специальности 2.6.17, а её автор Нгуен Ван Чьеу достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение (технические науки)».

Официальный оппонент:
Кандидат технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение), доцент кафедры Транспортно-технологических комплексов, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», г. Хабаровск, ул. Серышева, дом 47
Тел.: +7(4212) 407-667, Email: atenia@mail.ru

Атеняев Александр Валерьевич

Подпись официального оппонента заверяю:

По
(по
Зам
дел
нач

(заверяю).

стровский