

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 Чудиной Ольги Викторовны
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)»

1. Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, библиографического списка, включающего 224 источника. Работа изложена на 207 страницах машинописного текста, содержит 106 рисунков. 24 таблицы и 2 приложения.

По теме диссертационной работы автором опубликовано 16 работ. Объем публикаций и апробация результатов работы позволяют дать положительную оценку ее значимости.

2. Актуальность темы диссертационной работы

Работа направлена на расширение технологических возможностей для повышения износостойкости деталей с использованием плазменного нагрева.

Поверхностное упрочнение стальных изделий с использованием концентрированных потоков энергии широко применяется в промышленности в основном для повышения характеристик прочности и износостойкости. Для целенаправленного модифицирования стальной поверхности путем создания композиций с высокими эксплуатационными свойствами обработка должна проводиться в режиме оплавления поверхности. В своей работе диссертант в состав легирующей композиции добавил медь, которая, как известно, обладает особыми электро- и теплофизическими свойствами. В 1956 году известными трибологами

Гаркуновым Д.Н. и Крагельским И.В. был открыт эффект избирательного переноса, характерный только для медных сплавов, при котором резко снижается интенсивность изнашивания трущихся поверхностей, а коэффициент трения в паре трения со сталью составляет 0,01...0,05. К сожалению эти исследования не получили должного развития, в основном из-за ограниченного применения медных сплавов в качестве конструкционного материала, а также из-за отсутствия в то время технологических решений модифицирования поверхности.

Вместе с тем, следует отметить, что композиционный сплав, в состав которого входит медь, по сравнению со сталью будет иметь более высокую электро- и теплопроводность, что позволит эффективно рассеивать тепловую энергию, возникающую в зоне фрикционного контакта в процессе трения, предотвращая распад мартенситных структур. Карбиды хрома также являются фазой, способной эффективно упрочнять модифицированный слой.

В связи с этим, представленная на оппонирование диссертационная работа по теме «Поверхностное упрочнение низкоуглеродистой стали методом плазменного поверхностного плавления обмазки оловянной бронзы и карбида хрома», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является актуальной.

3. Научная новизна. Достоверность основных выводов и полученных результатов

В результате исследований автор получил ряд важных научных результатов:

1. Выявлены закономерности формирования структуры легированных слоев в поверхностном слое низкоуглеродистой конструкционной стали в результате плазменного оплавления обмазки, состоящей из смеси оловянной бронзы и карбида хрома, в зависимости от режима плазменного нагрева (тепловой мощности плазменной дуги, скорости обработки) и подготовки обмазки (толщины слоя, размера частиц и состава). Глубина легированных слое составляет 800 – 1300 мкм, значения микротвердости 400 – 700 НV.

2. Установлено, что при формировании оплавленного слоя на поверхности конструкционной стали основными фазами и структурами 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' -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 (Fe₃C), твердый раствор меди с оловом α -Cu, карбид M₂₃C₆. Идентифицированы два вида частиц ϵ -Cu: первого типа размерами 20 – 30 мкм и второго типа со средним размером ~ 250 нм.

3. Определено, что устойчивость конструкционной стали (с легирующим поверхностным слоем) к абразивному износу уменьшается в ряду: легированный слой системы Fe-Cr-C-Cu-Sn > Fe-C-Cu-Sn > Cu-Sn. При сухом трении скольжения износостойкость легированного слоя системы Fe-Cr-C-Cu-Sn в 2 – 3 раза выше по сравнению с легированными слоями систем Cu-Sn, Fe-Cu-Sn и литейной оловянной бронзой.

4. Установлено, что в растворе NaCl с концентрацией 3 мас. % и кислотностью pH 6,5 коррозионная стойкость увеличивается в ряду систем легированных слоев: Fe-Cu-Sn < Fe-Cr-C-Cu-Sn < Cu-Sn.

Достоверность результатов подтверждается сравнением с литературными источниками, использованием современных средств и методик проведения исследований, согласованностью теоретических выводов с результатами экспериментов.

4. Теоретическая и практическая значимость работы:

1. Полученные при выполнении исследований результаты работы расширяют представления о структурных и фазовых превращениях, происходящих при плазменном поверхностном оплавлении смеси сплава системы Cu-Sn с упрочняющей добавкой карбида хрома, с получением легированного поверхностного слоя на конструкционной стали системы Fe-Cr-C-Cu-Sn. Полученные в работе новые данные в дальнейшем будут учитываться другими исследователями в процессе выбора различных типов обмазок для получения поверхностно-легируемых слоев на конструкционных сталях по технологии плазменного поверхностного оплавления.

2. Продемонстрирована возможность сочетания сплава меди (оловянной бронзы) и карбида хрома для создания на конструкционной стали

поверхностного легированного слоя с оптимальными свойствами (по твердости, износостойкости и коррозионностойкости) в режиме оплавления.

3. 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.

4. Доказана возможность повышения поверхностной твердости деталей машин и инструментов, работающих в условиях трения скольжения до 600 – 700 HV с использованием обмазки смеси оловянной бронзы и карбида хрома.

5. Замечание по работе

1. В автореферате и в тексте диссертации говорится, что исследования проводились для низкоуглеродистой конструкционной стали, однако все эксперименты проведены для стали СтЗсп. В соответствии с ГОСТ 380-2005 это строительная сталь с повышенным содержанием вредных примесей, в ней имеются добавки марганца, никеля и кремния в значимом количестве. Для получения более объективной картины целесообразнее было бы в качестве модельного материала использовать армко-железо или конструкционную сталь 20.

2. Во второй главе «Материалы и методы исследования» дано слишком подробное описание стандартных методик приготовления шлифов, измерения твердости, проведения химического анализа, принципов работы твердомеров, микроскопов, анализаторов, что не является объектом исследований автора.

3. На стр. 58 во втором абзаце фраза «...в составе стали легированных элементов мало...», а должно быть «легирующих элементов мало».

4. На стр. 59 диссертации фраза «В качестве добавки упрочняющего компонента используется карбид хрома, изготовленный из обмазки сварочного электрода» требует пояснения.

5. В автореферате на стр. 8 в описании содержания второй главы фраза «В ходе экспериментов в процессе поверхностного оплавления образцы охлаждались на воздухе до *комнатной* температуры *после прекращения оплавления обмазки*». Надо написать «...до затвердевания обмазки».

6. На стр. 85 диссертации в подрисуночной подписи к рисунку 3.7 дважды повторяется слово «зависимость».

7. На стр. 115 на рисунке 3.29 не указано, что откладывается по горизонтальной оси. Из подрисуночной подписи можно предположить, что это толщина обмазки. Тогда не ясно, почему при большей толщине обмазки твердость легированного слоя ниже, ведь концентрация легирующих элементов в зоне плавления должна быть больше.

8. На стр.135 и 143 диссертации в выводах по четвертой главе, на стр. 16 (последний абзац) и в четвертом пункте Заключения в автореферате имеется ряд неточностей. В частности, при описании фазового состава δ - и β' - фазы, являющиеся химическими соединениями $Cu_{41}Sn_{11}$ и $Cu_{13,7}Sn$ названы твердыми растворами; цементит Fe_3C назван эвтектическим карбидом, а карбиды хрома обозначены как карбид металлов $M_{23}C_6$, в то время как в исследуемой системе легирования кроме железа и хрома других карбидообразующих элементов нет.

9. К сожалению в работе при проведении испытаний на износ не фиксировался коэффициент трения. Результаты металлографических исследований, представленные на рис. 4.10, 4.11, 4.13, 4.14 убедительно свидетельствуют о том, что упрочненный слой имеет гетерофазное строение, в котором на микроуровне реализуется принцип Шарпи (мягкая основа – твердые включения), что обеспечивает низкий коэффициент трения и высокую износостойкость поверхностей трибосопряжений.

Все замечания носят частный характер, и на общую положительную оценку работы не влияют.

6. Оценка содержания работы

Работа Нгуен Ван Чьеу написана технически грамотным языком, стиль изложения – научный. Иллюстративный материал дает наглядное представление об использованных методах и установленных закономерностях.

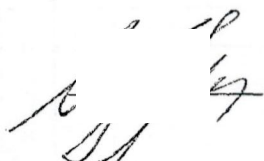
7. Заключение

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Нгуен Ван Чьеу на тему «Поверхностное упрочнение низкоуглеродистой стали методом плазменного поверхностного плавления обмазки оловянной бронзы и карбида хрома» отвечает п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», является научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение, а ее автор, Нгуен Ван Чьеу – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).


Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Технология
конструкционных материалов», ФГБОУ ВО
«Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет
(МАДИ)», г. Москва, Ленинградский проспект,
д.64. Тел.: +7 (499) 155-03-55.

Email: chudina_madi@mail.ru

 Чудина Ольга Викторовна

Подпись официального оппонента
Чудиной Ольги Викторовны заверяю
Проректор по научной работе

 М.Ю. Карелина

29.12.2022