

В диссертационный совет Д 212.092.07
ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»
по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина, 27

О Т З Ы В

официального оппонента

на диссертацию Ву Ван Гюи «Цементация низкоуглеродистых сталей с использованием плазменного нагрева графитсодержащих покрытий и технологических газовых сред», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 «Материаловедение (машиностроение)»

Диссертация **Ву Ван Гюи** посвящена проблемам, **актуальность** которых очевидна, поскольку повышение износостойкости деталей машин и инструментов 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 с применением высококонцентрированных источников нагрева (лазер, электронный луч, плазменная струя) с использованием различных типов графитового покрытия. 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, непротиворечащих существующим научным представлениям. Исследования сопровождались оценкой изменений фазового состава в поверхностном слое с использованием лицензионного программного пакета SYSWELD для математического моделирования.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, основных выводов, списка использованных источников литературы из 161 наименования и приложений А - Д; она изложена на 185 страницах машинописного текста, содержит 109 рисунков, 17 таблиц.

Во **введении** обоснованы актуальность и цель исследования, его новизна и практическая ценность, а так же положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору методов цементации и постановке задач исследований. Проведенный литературный обзор показал, что цементация с использованием высококонцентрированных источников нагрева (электронный луч,

лазер, плазменная струя) позволяет существенно сокращать длительность процесса вплоть до долей секунд. Проанализированы возможности плазменной дуги и плазменной струи при нагреве металлов. Указано, что практически не исследован вопрос применения плазменной дуги для насыщения поверхности углеродом. Обозначены проблемы, связанные с формированием цементированных слоев, сформулированы задачи исследования.

Вторая глава посвящена выбору материала, описанию оборудования и используемых экспериментальных методов. Сделано обоснование выбора состава углеродосодержащего покрытия (обмазки). Для проведения эксперимента по плазменной цементации использованы образцы сталей СтЗсп и сталь 20.

В третьей главе диссертантом приводятся результаты экспериментальных исследований влияния энергетических параметров процесса плазменной цементации на формирование различных агрегатных состояний поверхностного слоя. В разделе 3.1 показаны полученные характеристики поверхностного слоя металла: режим микроплавления, скорость обработки поверхности плазменной струей, глубина цементуемого слоя. В разделе 3.2 определялся диаметр пятна нагрева в соответствии с методикой применительно для случая плазменного поверхностного упрочнения. В разделе 3.3 представлены результаты моделирования процесса плазменного поверхностного нагрева в программе Visual Environment 8.6 на основе использования полученного диаметра пятна нагрева. В разделе 3.4 определены зависимости глубины цементации от силы тока плазменной дуги.

В четвертой главе приведены результаты исследований: описаны параметры поверхности после обработки, приведены результаты определения концентрации углерода в цементуемых слоях, представлены описания микроструктуры цементированного слоя. Раздел 4.1 посвящён изучению параметров шероховатости поверхности после цементации для режимов микроплавления и оплавления (большая ванна). В разделе 4.2 представлены результаты определения процентного содержания (концентрации) углерода в цементированном слое рентгенофлуоресцентным (РФА) и оптико-эмиссионным искровым анализом так же для разных режимов наплавления. Раздел 4.3 посвящен изучению структуры цементированного слоя, полученного после плазменной цементации. Показаны микроструктуры поверхностного цементированного слоя и распределение микротвердости по глубине, ледебуритная эвтектика, аустенит и мартенсит. В разделе 4.4 исследовалась теплостойкость цементуемого слоя после т/о в печи при различных температурах. В разделах 4.5 и 4.6 приведены исследования факторов так называемого «перекрытия» при обработке поверхности плазменной дугой, а так же оценивалась износостойкость цементуемого слоя при абразивном изнашивании.

Пятая глава содержит результаты промышленной реализации проведенных исследований: технология упрочнения штампов, технология восстановления втулки шпинтона тележки.

Новизна исследования связана с предложенной автором возможностью применения плазменного источника нагрева для цементации с получением различных агрегатных состояний поверхности металла (без оплавления, микроплавление, с оплавлением); выявленной закономерностью формирования структуры и свойств цементированных слоев в зависимости от температурно-временных режимов плазменного поверхностного нагрева низкоуглеродистых сталей; определены закономерности формирования структуры цементированного слоя, включающей ледебуритную эвтектику, аустенит, мартенсит.

Практическая значимость: разработана методика определения диаметра пятна нагрева при плазменной обработке, разработаны технологические основы высокоскоростной плазменной цементации, обеспечивающей формирование науглероженных слоев толщиной от 20 мкм до 2 мм за время 0,07 до 0,35 с. Кроме этого, результаты исследований прошли промышленные испытания (штамп, втулка).

Замечания по работе следующие:

1. Трудно согласиться с некоторыми пунктами новизны, отмеченными автором, по выбору методов насыщения поверхности углеродом без оплавления и с оплавлением с применением плазменной дуги и углеродосодержащих паст, а так же самих режимов поверхностной плазменно-дуговой обработки, то же касается и применительно к выбору обмазки (п.п. 1.6 и 2.2 стр. 50-53 диссертации).
2. В разделе диссертации 4.2 (стр. 120, рисунок 4.13, таблица 4.1) отображены градиенты распределения углерода, кислорода, железа, кремния и марганца на исследуемой поверхности. Однако показанное стандартное отклонение, которое для каждого элемента составило ноль процентов, заставляет усомниться в правильности аналитического подхода к общему замеру химического состава методом рентгеновской флуоресценции. Показанная концентрация свободного кислорода так же вызывает сомнение.
3. В диссертации достаточно широко освещены вопросы замеров микротвёрдости по толщине цементруемого слоя, но нет указаний по изменению химического состава от поверхности и вглубь слоя, учитывая то обстоятельство, что были применены различные способы нанесения: без оплавления, микроплавление, с оплавлением.

Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены в дальнейшей работе.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертационная работа Ву Ван Гюи является завершённой научно-квалификационной работой, в которой автор на высоком научно-практическом уровне решил задачу повышения износостойкости деталей машин и инструментов с целью увеличения срока службы, снижения эксплуатационных затрат путём использования плазменного нагрева

поверхности обрабатываемых поверхностей низкоуглеродистых сталей Ст3сп и 20 с применением графитсодержащих покрытий и технологических газовых сред.

Диссертационная работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения учёных степеней. Считаю, Ву Ван Гюи достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - «Материаловедение (машиностроение)».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Материаловедение и технология новых материалов»
ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет» проспект Ленина, 27,
тел.: (4217)25-69-05 E-mail: s_lon54@mail.ru

С.З. Лончаков

Подпись официального оппонента заверяю:

Первый проректор



И.В. Макурин