

ОТЗЫВ

официального оппонента Клименова Василия Александровича на диссертационную работу **Жданка Александра Александровича** на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы **«Композиции на основе нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, для модифицирования серых чугунов и стали 110Г13Л»**

Актуальность темы диссертации. Сплавы на основе железа (стали и чугуны) в настоящее время являются основными конструкционными материалами, которые обеспечивают высокий уровень механических и технологических свойств наряду с относительно низкой стоимостью. Одним из способов повышения качества литого металла является модифицирование. Модификаторы на основе нанодисперсных тугоплавких частиц оказывают влияние на процессы кристаллизации расплавов металлов. В результате модифицирования снижается физическая, химическая и структурная неоднородность, что приводит к увеличению эксплуатационных характеристик модифицированных металлов и сплавов (повышается прочность при разрыве, твердость, износостойкость, коррозионная стойкость и т.д.). При этом получение нанодисперсных тугоплавких частиц, пригодных для модифицирования сплавов, является актуальной и важной задачей.

На основе анализа проведённых в этом направлении научных исследований и их практических применений, формируется **научная проблема**, посвящённая разработке нанодисперсных тугоплавких эффективных композиций на основе применения самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) с предварительной механической активацией (МА) и их использованию для модифицирования сплавов на основе железа.

Целью данной работы является создание эффективных композиций модификаторов для чугуна и стали на основе нанодисперсных карбидов вольфрама и титана, полученных комбинированным методом – самораспространяющимся высокотемпературным синтезом в сочетании с предварительной механической активацией.

Основная идея диссертации заключается в применении тугоплавких нанодисперсных композиций, получаемых путём применения СВС-процесса с предварительной механоактивацией для модифицирования сталей и чугунов, позволяющая значительно повысить их эксплуатационные характеристики.

Наиболее значимыми результатами диссертации следует признать проведение комплексных исследований, включающих исследование процесса СВ-синтеза нанодисперсных карбидов вольфрама и титана в системе W-Ti-C; получение и исследование порошков композиций модификаторов на основе полученных карбидов с определением их основных свойств; исследование процессов модифицирования чугунов и стали 110Г13Л этими модификаторами и сравнение их эффективности с другими модификаторами подобного класса действия; исследование влияния различных технологических факторов на процесс модифицирования серого чугуна (конструкция, объем литейных форм, способ введения модификаторов и другие), обеспечивающих получение их повышенных характеристик.

Новыми научными результатами, полученными автором, являются:

1. Метод СВС в сочетании с предварительной МА для получения смеси нанодисперсных порошков карбидов вольфрама (WC , W_2C) и титана (TiC). Для СВ-синтеза карбидов вольфрама был использован СВ-синтез карбида титана в системе вольфрам–титан–сажа.

В результате исследования процесса СВС было установлено:

- для инициирования процесса необходимо оптимальное количество титана в смеси вольфрам–титан–сажа;
- выход карбидов вольфрама существенно зависит от состава смеси вольфрам–титан–сажа и времени ее механической обработки;
- максимальное содержание карбида вольфрама в полученных составах составляет 80% (в пересчете на WC);
- размер ОКР, полученных частиц карбидов вольфрама и титана, составляет ~ 30 нм.

2. На основе нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана с различными металлами-протекторами получены эффективные модификаторы для обработки чугунов и сталей:

- получены модификаторы состава $WC : TiC = 70 : 30$ с плакирующими металлами железом, медью, никелем, хромом, цирконием;
- эффективность модификаторов была исследована на примере внутриформенного модифицирования серых чугунов СЧ15...СЧ30 российского и китайского производства и стали 110Г13Л;
- исследовано влияние концентрации модификаторов (керамической фазы) в пределах 0,001...0,22%;
- исследовано влияние технологических параметров (конструкция, объем литейной формы, способ введения модификаторов) на служебные характеристики серого чугуна;

- проведено сравнение эффективности полученных модификаторов с другими подобного класса действия.

Получены результаты по модифицированию серых чугунов:

- микроструктурными исследованиями было установлено, что модификаторы влияют на соотношение фаз (феррит÷перлит) – увеличивают перлитную составляющую; меняют форму, длину и распределение графитовых включений (меняют пластинчатый графит на более компактный);

- увеличение предела прочности при растяжении модифицированных образцов в зависимости от технологических условий составило в пределах 20...29%;

- относительная коррозионная стойкость в соляной кислоте может увеличиваться до 40...45%, причем в толстых отливках – до 59%;

- увеличение относительной износостойкости – до 69%.

В результате модифицирования стали 110Г13Л (смесью карбидов вольфрама и титана, при концентрации керамической фазы – 0,033%) увеличение временного сопротивления разрыву составило 18,0%; относительного удлинения – 40%; размер зерна уменьшился в 5,5...6,8 раз.

3. На примере модифицирования серых чугунов и стали 110Г13Л показана наибольшая эффективность полученных модификаторов по сравнению с другими того же класса действия.

Следует отметить, что разработанная методика получения нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана, модификаторов на их основе может быть рекомендована для применения. Автором получен патент РФ № 2508249 «Способ получения нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана методом СВС». БИ № 6, 27.02.14.

Лицензия на данный способ «Получение смеси карбидов вольфрама и титана методом СВС и подготовка модификатора для обработки железоуглеродистых расплавов (чугунов) при внутриформенном модифицировании» была передана КНР. Оказана помощь в передаче результатов китайской стороне.

Достоверность полученных результатов. Степень обоснованности научных положений, выводов и достоверность представленных в диссертации результатов основывается на следующем: 1) в ходе выполнения диссертационной работы был выполнен достаточный объем экспериментальных исследований, обеспечивающий достоверность результатов; 2) результаты измерения характеристик порошковых композиций и получаемых при модификации сплавов сравниваются с данными других исследователей; 3) в ходе исследования использовались

различное современное аналитическое оборудование; 4) работа прошла достаточно широкую апробацию на многочисленных конференциях, включая международные; по теме диссертации опубликовано 26 работ.

Общая оценка работы. Диссертационная работа Жданка А.А. выполнена на актуальную тему на высоком научном уровне, является законченным научным исследованием.

Структура диссертации включает введение, четыре главы, заключение, список используемых источников и приложения. Материал работы изложен на 161 странице, включая 31 рисунок, 22 таблицы и 2 приложения, список использованных источников включает 205 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели исследования, задачи, научная новизна и практическая значимость работы, основные научные положения, выносимые на защиту.

Автором диссертационной работы проведен достаточно полный аналитический обзор информационных источников по нескольким темам, актуальным в рамках диссертационной работы.

В разделе 1.1 рассмотрены методы получения наночастиц, в разделе 1.2 подробно рассмотрены вопросы получения наночастиц методом СВС.

В разделах 1.3, 1.4 рассмотрены следующие темы:

- 1) общие представления о модифицировании металлов и сплавов;
- 2) теоретические основы модифицирования металлов;
- 3) процесс зарождения твердой фазы в расплаве на ультрадисперсных частицах тугоплавких соединений;
- 4) типы добавок-модификаторов и их эффективность;
- 5) модификаторы на основе нанодисперсных тугоплавких частиц;
- 6) методы ввода модификаторов в расплавы чугуна и сталей;
- 7) описание некоторых модификаторов российского и импортного производства, а также компаний-поставщиков.

Следующие три главы работы – экспериментальные. Вторая глава включает описание объектов и методов исследования, реактивов, материалов и оборудования.

Третья глава посвящена исследованию процесса СВС для получения нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана. Исследование влияния МА на инициирование процесса СВС и выход продуктов.

Четвертая глава состоит из трех разделов.

В первом разделе 4.1 приведено описание способа получения модификаторов на основе синтезированных карбидов вольфрама и титана. Для получения модификаторов (композитов керамических частиц и

металлов-протекторов) также применялся метод механохимической обработки. Исследование эффективности синтезированных модификаторов проводили при внутриформенном модифицировании серых чугунов с использованием нанодисперсных модификаторов различного химического состава и подобного класса действия, но полученных другими методами (термическим в сочетании с МА, плазмохимическим, методом МА).

В разделах 4.2 и 4.3 показана эффективность разработанных модификаторов на примере внутриформенного и ковшевого модифицирования серых чугунов и стали 110Г13Л.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором. Основное содержание диссертации отражено в 26 печатных работах, в том числе, в 8 научных статьях, входящих в перечень рецензируемых научных журналов ВАК, и в 18 работах, опубликованных в других изданиях.

Содержание автореферата и публикаций соответствует содержанию основных положений текста диссертации.

Замечания по работе:

1) Обзорная глава диссертации по объёму диссертации составляет почти треть работы, при этом в оригинальных разделах работы излагается много экспериментальных результатов, для анализа которых чувствуется недостаток использования результатов других авторов.

2) В работе приводится много оригинальных результатов, полученных соискателем, однако в разделе работы, посвящённом методикам исследований, описание их явно недостаточно.

3) Диссертационная работа содержит достаточно много экспериментальных данных, однако аналитических зависимостей, позволивших бы установить некоторые закономерности и провести обобщение результатов в работе нет.

4) В работе показана реализация лицензионного соглашения зарубежному потребителю, в тоже время техническая сущность изобретения, на которое была продана лицензия, в работе не раскрыта.

5) Приведённые в работе металлографические фотографии не содержат масштабных меток, что затрудняет оценку размеров элементов структуры, когда обсуждаются вопросы, связанные с измельчением структуры.

Приведенные замечания не снижают достоинства работы в целом и не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертация Жданка Александра Александровича соответствует специальности 05.16.06 – порошковая металлургия и композитные

материалы, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи получения нанодисперсных тугоплавких композиций и их применения для модифицирования сплавов на основе железа, имеющей существенное значение для порошковой металлургии и получению композитных материалов.

Диссертационная работа «Композиции на основе нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, для модифицирования серых чугунов и стали 110Г13Л» соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Жданок Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композитные материалы.

Официальный оппонент

доктор технических наук по специальности

01.04.07 – физика конденсированного состояния, профессор,

профессор кафедры «Прикладная механика и материаловедение»

Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования

Томского государственного архитектурно-строительного

университета



Клименов Василий Александрович

Подпись Клименова В.А. заверяю,

Ученый секретарь

ФГБОУ ВО ТГАСУ



Какушкин Юрий Александрович

Дата: « 02 » апреля 2018 г.

Почтовый адрес:

634003, Россия, Томская обл., г. Томск, пл. Соляная, 2, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет».

Телефон: 8(3822)653-265, e-mail: nauka@tsuab.ru.