



“УТВЕРЖДАЮ”

Директор ИТМ СО РАН
Член-корр. РАН

А.Н. Шиплюк

27 апреля 2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук на диссертационную работу Жданка Александра Александровича «Композиции на основе нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, для модифицирования серых чугунов и стали 110Г13Л», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – порошковая металлургия и композиционные материалы.

Актуальность темы

Повышение эксплуатационных характеристик конструкционных материалов на основе железа является актуальной задачей. Работы над этой проблемой ведутся уже многие годы, но ещё далеки до своего завершения. Одним из способов повышения качества отливок из чугунов и сталей является управление процессом кристаллизации, для получения более мелкой структуры затвердевшего металла и, как следствие, достижения высоких механических свойств. Применение наноразмерных модификаторов для увеличения количества центров и скорости кристаллизации, снижения структурной неоднородности отливок является одним из быстро развивающихся направлений, имеющим хорошие перспективы широкого применения.

В связи с этим диссертационная работа А.А. Жданка, посвященная получению модификаторов на основе тугоплавких ультрадисперсных частиц, исследование влияния механической активации на инициирование и прохождение процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для получения композиций наноразмерных модификаторов и последующего получения чугунов и сталей с повышенными прочностью, коррозионной стойкостью, износостойкостью и т. д., несомненно актуальна и имеет больше научное, а также прикладное значение.

Целью диссертационной работы является создание композиций модификаторов для чугуна и стали на основе нанодисперсных карбидов вольфрама и титана, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) после предварительной механической активации, для повышения эксплуатационных свойств конструкционных материалов. Для достижения поставленной цели **решались задачи** по исследованию:

- влияния механической активации смеси вольфрам–титан–сажа на инициирование и прохождение процесса СВС и получение нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана;
- состава исходной смеси на фазовый состав и выход конечных продуктов процесса СВС;
- результатов модифицирования чугунов и сталей и влиянию различных технологических факторов на процесс кристаллизации.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Общий объем работы составляет 161 стр., в том числе 22 таблицы и 31 иллюстрация. Список литературы содержит 205 наименований.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы диссертационной работы, цель и задачи исследования, применяемые методы, указывается научная новизна полученных результатов их практическая и научная ценность, личный вклад автора, приводится информация об апробации работы, формулируются положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации содержит обзор литературы, анализ проблемы и ее современное состояние. Проводится обзор информационных источников по методам получения тугоплавких наноразмерных частиц, включая самораспространяющийся высокотемпературный синтез, рассматриваются теоретические основы и общие представления о модифицировании металлов, типы модификаторов, их эффективность и технологии применения для чугунов и сталей.

Во второй главе рассмотрены объекты исследования – нанодисперсные порошки карбидов вольфрама и титана, используемые реактивы, материалы и оборудование. Детально описываются методы аттестации полученных порошков модификаторов и физико-механические методы исследования свойств образцов чугуна и стали, в частности, по определению предела прочности при растяжении, микроструктуры, твердости по Бринеллю, износо- и коррозионной стойкости.

Третья глава посвящена исследованию процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для получения нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана. Для синтеза карбидов вольфрама был использован метод СВС карбида титана в смеси вольфрам–титан–сажа. В ходе исследований определялось минимальное количество титана для прохождения синтеза и изучалось влияние механической активации на продукты реакции. Экспериментально определены условия получения методом СВС карбидов вольфрама в зависимости от состава исходной смеси и условий механической активации. Получены смеси карбидов вольфрама и титана со средним размером частиц порядка 30 нм.

В четвёртой главе представлены результаты экспериментальных исследований по модифицированию металлов нанодисперсными композициями на основе карбидов вольфрама и титана. Порошки подвергаются предварительной механической активации. Модифицирование серого чугуна осуществлялось в литейные формы различных конструкций с использованием разных формовочных смесей. Для большей объективности исследований использовались модификаторы, полученные по разным технологиям. Для полученных образцов оценивалась твердость по Бринеллю, предел прочности на растяжение, износостойкость, коррозионная стойкость, структура затвердевшего металла.

По результатам исследований делается вывод, что применение наномодификаторов на основе смеси карбидов вольфрама и титана более эффективно для улучшения эксплуатационных характеристик серого чугуна по сравнению с другими применяемыми модификаторами и способствует изменению соотношения фаз феррит–перлит в сторону увеличения перлитной составляющей, и как следствие, повышает предел прочности при растяжении, твердость, устойчивость к абразивному износу и коррозионную стойкость чугуна.

В результате проведенных экспериментов определено, что применение дисперсных модификаторов, содержащих карбид бора и смесь карбидов вольфрама и титана при внутрiformенном модифицировании стали 110Г13Л способствует равномерному распределению карбидов, выделившихся внутри и по границам зерен, значительному уменьшению размера зерна и увеличению временного сопротивления разрыву по сравнению с другими модификаторами. Ряд образцов продемонстрировали значительное увеличение временного сопротивления разрыву и возможность значительного уменьшения (в 5-6 раз) среднего диаметра зерна по сравнению с контрольными образцами. Применение

разработанного модификатора дополнительно привело к повышению относительного удлинения на 40 %.

В приложении представлены Патент РФ о способе получения нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и лицензия «Получение смеси карбидов вольфрама и титана методом СВС и подготовка модификатора для обработки железоуглеродистых расплавов (чугунов) при внутриформенном модифицировании» переданная в КНР.

Таким образом, можно констатировать, что цели диссертации, сформулированные во введении, достигнуты.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации. Выводы аргументированы и полно отражают основные научные достижения автора.

Научная новизна полученных результатов.

Предложен комбинированный способ получения смеси нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана, основанный на процессе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с предварительной механохимической активацией исходного материала для использования в качестве модификатора для чугунов и сталей. Определены условия получения карбидов вольфрама и их максимального содержания в смеси порошков. Проведены исследования по оценке влияния модификаторов на основе нанодисперсных карбидов вольфрама и титана на эксплуатационные характеристики серых чугунов и стали 110Г13Л. В результате экспериментов получен большой фактический материал для дальнейших исследований, выработки научных основ и технологических рекомендаций модифицирования металлов. Рассмотрено влияние условий затвердевания и способов введения модификаторов на эксплуатационные характеристики серого чугуна.

Обоснование и достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается корректностью поставленных задач, применением апробированных методик исследования, подтверждением полученными экспериментальными данными и их согласованностью с теоретическими предпосылками. Сформулированные основные выводы имеют ясный смысл и согласуются с результатами, опубликованными другими авторами. Результаты диссертации докладывались на российских и международных научных конференциях, опубликованы в различных изданиях, включая рецензируемые журналы, в том числе, 8 работ – в изданиях из перечня ВАК, а одна охвачена базами данных ISI и SCOPUS. Всё это позволяет считать полученные результаты обоснованными и достоверными.

Научно-практическая значимость результатов работы.

Разработан метод получения нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана основанный на применении самораспространяющегося высокотемпературного синтеза после предварительной механической активации исходного материала для последующего использования в качестве модификаторов при обработке чугунов и сталей. По результатам экспериментов показано преимущество данных модификаторов по сравнению с другими того же класса действия. В частности определено, что: для серых чугунов предел прочности при растяжении увеличивается на 20-29 %; относительная коррозионная стойкость в соляной кислоте – до 40-45%; относительная износостойкость – до 69%; для стали 110Г13Л временное сопротивление разрыву увеличивается на 18%; относительное удлинение на 40%; размер зерна уменьшается в 5-6 раз. Передача лицензии в КНР предполагает широкое практическое использование полученных результатов.

Несмотря на высокий научный уровень полученных результатов, по диссертационной работе имеются следующие **замечания**.

1. К сожалению, в работе отсутствует информация о повторяемости результатов при модифицировании чугунов и стали.

2. Следовало бы проводить более глубокий анализ представленных результатов экспериментов, который в ряде случаев фактически отсутствует и сводится лишь к перечислению полученных изменений по сравнению с контрольными образцами.

3. В охлаждающемся расплаве железа имеется большое количество дисперсных частиц, которые могут стать зародышами. В связи с этим, почему именно частицы модификатора являются центрами зародышеобразования и оказывают влияние на кристаллизацию расплава?

Сделанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Автореферат написан понятным языком и дает полное представление о выполненной работе.

Материалы диссертационной работы А.А. Жданка были заслушаны и поддержаны на семинаре «Физико-химическая механика и технологии» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук.

Заключение

В целом диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, имеющее несомненное научно-практическое значение, которое вносит важный вклад в понимание внутренних механизмов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и механохимической активации для получения модификаторов и развитие новых технологий в металлургии, соответствует требованиям паспорта специальности 05.16.06 и п.9 "Положения о присуждении учёных 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 композиционные материалы.

Главный научный сотрудник
Лаборатории термомеханики и
прочности новых материалов
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института теоретической и
прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения Российской академии наук
доктор физико-математических наук



Попов Владимир Николаевич

Дата: «2» «апреля» 2018 г.

Попов Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук по специальности 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях, старший научный сотрудник;
главный научный сотрудник лаборатории термомеханики и прочности новых материалов
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского Отделения Российской Академии Наук (ИТПМ СО РАН)
630090, Новосибирск, ул. Институтская, 4/1, ИТПМ СО РАН
т. 8(383)3-302-713, e-mail: popov@itam.nsc.ru
Сайт организации: <http://itam.nsc.ru/>