

Отзыв

научного консультанта Колокольцева Валерия Михайловича

на диссертационную работу

Молочковой Ольги Сергеевны «Комплексное воздействие легирования, микролегирования, модифицирования и условий охлаждения при кристаллизации на структурно-фазовое состояние и свойства жароизносостойких белых чугунов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Молочкова Ольга Сергеевна, 1983 года рождения, после окончания в 2006 году с отличием ГОУ ВПО Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова по специальности «Металловедение и термическая обработка металлов» работала в научно-исследовательском секторе в должности инженера. В 2010 году принята на должность ассистента кафедры материаловедения и термической обработки металлов. В 2012 году переведена на должность старшего преподавателя кафедры материаловедения и термической обработки металлов.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Выбор состава и исследование структуры, свойств жароизносостойких комплексно-легированных белых чугунов» Молочкова О.С. защитила в 2012 году, в диссертационном совете Д 212.111.05 на базе ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова. Ученая степень кандидата технических наук присуждена решением диссертационного совета Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова от 16 октября 2012 г. №7 и выдан диплом ДКН № 173880 решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ № 1/нк-25 от 10 января 2013 г. В 2014 году переведена на должность доцента кафедры литейного производства и материаловедения.

Ученое звание доцента по специальности «Материаловедение» присвоено приказом Министерства образования и науки РФ от 1 апреля 2020 г. № 401/нк-2 и выдан диплом серия ДОЦ № 002994.

Диссертация Молочковой Ольги Сергеевны «Комплексное воздействие легирования, микролегирования, модифицирования и условий охлаждения при кристаллизации на структурно-фазовое состояние и свойства жароизносостойких белых чугунов» выполнена на кафедре литейных процессов и материаловедения в ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». В период подготовки диссертации соискатель работала доцентом указанной кафедры.

Проблема, решаемая в настоящей диссертационной работе в области разработки комплексно-легированных жароизносостойких белых чугунов, представляется актуальной не только с научной точки зрения, но и с практической, в виду широкого использования таких сплавов в металлургии, сельхозтехнике, строительно-отделочных машинах, деталях размольного, дробеметного и горношахтного оборудования, а также коксохимическом производстве. Например, эта уникальная группа сплавов может использоваться как материал для грунтовых центробежных насосов (грунтовых, песковых, шламовых),

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА	
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»	
за №	
Дата регистрации	16.06.2025
Фамилия регистратора	

которые применяются для перекачивания абразивных гидросмесей на горно-обогатительных и горно-металлургических предприятиях, в технологических линиях дробления и т.п. Доля импорта центробежных насосов в промышленном секторе достигает 60-90%. Внедрение жароизносостойких белых чугунов позволит обеспечить создание и развитие производства центробежных насосов внутри страны, более конкурентоспособных на внутреннем рынке по сравнению с импортируемыми.

Диссертационная работа Молочковой О.С. представляет собой законченный научный труд, в котором установлены закономерности комплексного влияния легирования, микролегирования, модифицирования и условий охлаждения при затвердевании на структурно-фазовое состояние, механические и специальные свойства литейных жароизносостойких чугунов, выявлены рациональные технологические параметры их производства. Получены новые научные данные о влиянии бора на структуру и свойства комплексно-легированных белых чугунов. Показано, что модифицирование бором сплавов системы Fe-C-Cr-Mn-Ni-Ti приводит к дисперсионному твердению в литейной форме за счет образования карбидов типа M_7C_3 . Для сплавов системы Fe-C-Cr-Mn-Ni-Ti-Al-Nb выявлено, что бор влияет на тип вторичных карбидов; вторичное твердение в форме происходит за счет выделения дисперсных комплексных карбидов ниобия (без бора - за счет карбидов хрома). Установлено, что с добавлением бора также меняется химический состав первичных и эвтектических карбидов.

Впервые определено, что модифицирующий эффект бора зависит от скорости охлаждения при кристаллизации, определяющейся характеристиками отливки. Показано, что с увеличением скорости охлаждения при затвердевании снижается влияние бора на параметры дендритной структуры и карбидных фаз. Для достижения максимального модифицирующего эффекта бора необходимо увеличивать его количество от 0,01% для сплавов, залитых в сухую ПГФ до 0,03% для сплавов, залитых в кокиль. Необходимое количество модификатора для крупных отливок (деталей) должно быть меньше, чем для мелких.

Полученные Молочковой О.С. математические зависимости, описывающие связь химического состава, твердости, износостойкости и жаростойкости чугунов, кристаллизующихся с различными скоростями охлаждения, могут использоваться в качестве базы данных для выбора и разработки новых жароизносостойких сплавов. Впервые получены математические зависимости твердости, окалиностойкости и износостойкости от параметров карбидной фазы и ряды влияния параметров микроструктуры на свойства чугунов оптимального состава, дополнительно легированных алюминием и ниобием.

В результате диссертационного исследования определены необходимые количества бора и кальций-стронциевого карбоната для сплавов различных систем легирования, которые обеспечивают повышение всего комплекса специальных свойств: окалиностойкости, ростоустойчивости, износостойкости одновременно.

Разработан новый состав белого жароизносостойкого чугуна (патент РФ № 2777733, С22С 37/06). Химический состав, мас. %: углерод 2,0-2,3; кремний 0,4-0,7; марганец 4,0-4,5; хром 18,0-19,0; титан 0,2-0,6; никель 1,0-1,2; ниобий 1,5-2,0; алюминий 1,5-2,0; бор 0,01-

0,03; железо – остальное. Новый состав белого жароизносостойкого чугуна обеспечивает лучшие показатели специальных свойств по сравнению с прототипом: на 9,3-29% выше износостойкость; в 2-5 раз выше окислительная стойкость; ростоустойчивость равна нулю.

Исследованные сплавы прошли промышленное опробование для производства деталей, эксплуатируемых в условиях абразивного изнашивания при повышенных температурах (до 800-1000°C), что подтверждено актами промышленных испытаний:

- в условиях ПАО «Гайский ГОК» из разработанного состава белого износостойкого чугуна ИЧ220Х18Г4Ю2Б2НТ были изготовлены облицовочные плиты, идущие на комплектацию тушильных вагонов для коксохимического производства. Это позволило значительно продлить срок эксплуатации облицовочных плит (более чем в два раза) и привело к сокращению количества текущих и капитальных ремонтов самих тушильных вагонов;

- в условиях ООО «Буруктальский металлургический завод (г. Светлый)» проводились производственные испытания экспериментальной брони желоба агломерата, изготовленной из легированного чугуна ИЧ220Х18Г4Ю2Б2НТ. Проведенными испытаниями установлено, что к моменту планового ремонта агломерационной машины брони из ранее применяемых сплавов имеют сквозные дыры диаметром до 190 мм, а бронь, изготовленная из чугуна ИЧ220Х18Г4Ю2Б2НТ, оказалась более стойкой к износу при высоких температурах;

- на предприятии ЗАО «Южуралвормет» (г. Челябинск) проводились промышленные испытания колосников спекательных тележек, изготовленных из комплексно-легированного белого чугуна ИЧ220Х18Г4Ю2Б2НТ. В среднем срок службы колосников из ранее использованной стали составляет 5 месяцев, применение нового состава чугуна для данного типа отливок увеличило срок их службы более чем в 2 раза. Увеличение срока эксплуатации, снижение трудоемкости изготовления колосников (за счет лучших литейных свойств и отсутствия термической обработки чугуна ИЧ220Х18Г4Ю2Б2НТ в сравнении с ранее применяемой сталью), а также сокращения количества ремонтов спекательных тележек позволило получить экономический эффект более 2 млн. рублей в год;

- в условиях предприятия ООО «УралЭнергоРесурс» проведены производственные испытания экспериментальных образцов конус-клиньев, отлитых из белого чугуна ИЧ220Х18Г4Ю2Б2НТ. Применение нового чугуна для данного типа отливок увеличило несущую способность до 90 кН, срок службы более, чем в 2 раза и исключило потерю несущей способности вследствие увеличенных физико-механических свойств. При этом достигаемый экономический эффект при изготовлении обеспечил сокращение себестоимости изделия на 30% за счет отсутствия термической обработки чугуна в сравнении с ранее применяемой сталью, а также дополнительный эффект для горнодобывающих предприятий (определить расчетом затруднительно) за счет сокращения количества объемов перекрепки и восстановления анкеров.

Выполнение диссертационного исследования потребовало от автора привлечения различных современных экспериментальных методов изучения структуры, фазового состава и специальных свойств жароизносостойких белых чугунов. Результаты

диссертационной работы получили положительную оценку при широком обсуждении на национальных и международных конференциях.

Количество статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК, а также публикаций в изданиях, входящих в наукометрические базы Web of Science и Scopus удовлетворяет требованиям, предъявляемым к защите докторских диссертаций.

Диссертационная работа Молочковой О.С. является оригинальной и новой. По объему, актуальности и новизне полученных результатов соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, а ее автор заслуживает присвоения искомой степени.

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор,

советник при ректорате

Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова
(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»)

Колокольцев В.М.

455000, Челябинская область,
г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
Тел.: +7 (3519) 29-84-05
E-mail: kwm@magtu.ru,
www.magtu.ru

