ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.05 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.06.2016 г. № 6

О присуждении Ивкину Максиму Олеговичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технология полунепрерывного литья заготовок из сложнолегированной латуни для автомобилестроения» по специальности 05.16.04 – Литейное производство принята к защите 12 апреля 2016 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 212.285.05 на базе ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России; 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Ивкин Максим Олегович, 1990 года рождения.

В 2012 г. окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов»; в 2015 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» по специальности 05.16.04 – Литейное производство; работает в должности ведущего инженера-технолога бюро металлургии технического отдела ОАО «Ревдинский завод по обработке цветных металлов» (г. Ревда, Свердловская обл.).

Диссертация выполнена на кафедре литейного производства и упрочняющих технологий Института материаловедения и металлургии ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, старший научный сотрудник, Брусницын Сергей Викторович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт материаловедения и металлургии, кафедра литейного производства и упрочняющих технологий, профессор.

Официальные оппоненты:

Кулаков Борис Алексеевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, кафедра «Металлургия и литейное производство», заведующий кафедрой;

Худорожкова Юлия Викторовна, кандидат технических наук, доцент, ФГБУН Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Отдел содействия научным исследованиям, руководитель отдела,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск – в своем положительном заключении, подписанном Вдовиным Константином Николаевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой литейного производства и материаловедения, указала, что диссертационная работа Ивкина М.О. является самостоятельной научно-квалификационной работой, решающей важную и актуальную технологическую задачу в области полунепрерывного литья слитков латуни; работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней (п. 9), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – Литейное производство.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 2.

Другие публикации представлены в виде 6 статей и 1 тезиса доклада, опубликованных в ежегодном научно-практическом издании (1), сборниках материалов международных (4) и всероссийских (2) научно-практических конференций. Общий объем опубликованных работ – 4,7 п.л., авторский вклад – 1,8 п.л.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК:

1. Ивкин М.О. Особенности производства литых заготовок из медных сплавов / Р.К. Мысик, С.В. Брусницын, А.В. Сулицин, М.О. Ивкин, А.В. Карпинский // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. – 2014. – Т.14. – №2. – С. 26–34 (0,375 п.л. / 0,2 п.л.).

2. Ивкин М.О. Исследование микроструктуры и механических свойств износостойкой сложнолегированной латуни / М.О. Ивкин, С.В. Брусницын, Р.К. Мысик А.В. Сулицин // Литейщик России. – 2015. – №1. – С. 14–17 (0,167 п.л. / 0,1 п.л.).

Другие публикации:

3. Ivkin M.O. Structure of complex alloyed copper alloy CuZnMnAlSiNiCr / R.K. Mysik, S.V. Brusnitsyn, M.O. Ivkin / 2014 Sino-Russian Symposium on Advanced Materials and Processing Technology: Abstract. – Qingdao, China, 2014. – P. 22 (0,04 п.л. / 0,02 п.л.).

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. От Забалуева Александра Викторовича, начальника управления лабораторно-испытательных работ, и Святкина Алексея Владимировича, кандидата технических наук, начальника лаборатории металловедения и

технической диагностики отдела технологии металлов и термообработки, ОАО «АВТОВАЗ», г. Тольятти. В отзыве содержатся замечания: 1) изготовление деталей не заканчивается на штамповке. Заготовки подвергают старению для получения эксплуатационных свойств, между тем износостойкость сплава в термообработанном состоянии не анализировалась; 2) в приведенном уравнении регрессии, расшифровка параметров не приведена, тем более, что t, видимо время, в тексте не расшифровано вообще; 3) на рис. 12 подписаны не все концентрационные линии; 4) в выводах автореферата определены критические точки сплава и результаты измерения твердости интерметаллидов, в самом тексте они не приведены.

2. От Ганеева Альмира Амировича, доктора технических наук, профессора кафедры «Машины и технология литейного производства», и Бакерина Сергея Васильевича, кандидата технических наук, доцента кафедры «Машины и технология литейного производства» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа. В отзыве содержатся вопросы: 1) в таблице 1 исследованные составы по содержанию хрома имеют небольшой интервал варьирования, возможно ли в производственных условиях обеспечить предполагаемое содержание хрома для обеспечения заданной структуры и свойств литой заготовки?; 2) в таблице 1 составы 6 и 7 имеют твердость НВ 290, а при изготовлении сплава с применением рекомендуемой лигатуры CuSi17Cr10 на образцах получена твердость НВ 228. С чем связана такая разница в твердости и как это скажется на интенсивности изнашивания сплава?

3. От Гамова Евгения Степановича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Дизайн и технология художественной обработки материалов» ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк. В отзыве содержатся замечания: 1) некоторые утверждения в тексте автореферата недостаточно аргументированы (например, на стр. 16, а именно: «Анализ полученной зависимости…»); 2) на стр. 30 автореферата: «…разработан технологический

регламент плавки и …». И далее «Предложенная технология…». Почему на данные разработки не поданы заявки на изобретение или получение патента?

4. От Евстигнеева Алексея Ивановича, доктора технических наук, профессора, советника при ректорате, профессора кафедры «Машиностроение и металлургия» ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», г. Комсомольск-на-Амуре. Без замечаний.

5. От Ри Эрнста Хосеновича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Литейное производство и технология металлов», и Ри Хосена, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки РФ, профессора кафедры «Литейное производство и технология металлов», ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск. Без замечаний.

6. От Ивановой Валерии Анатольевны, кандидата технических наук, доцента, заведующей кафедрой «Технология материалов, стандартизация и метрология» ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль. В отзыве содержатся замечания: 1) в автореферате отсутствует характеристика используемых методов обработки статистических данных, значения экспериментальных данных не имеют доверительных интервалов, отсутствует описание методики подготовки образцов для исследований; 2) в работе делается вывод об отсутствии наследственного влияния лигатуры CuSi17Cr10 на структуру латуни на основании того, что в структуре сплава не обнаружены интерметаллиды состава $CrSi_2$ и CrSi. Однако экспериментальные данные, представленные в главе 4, свидетельствуют о зависимости структуры выплавляемой латуни от применяемой лигатуры; 3) установленная точность метода стереометрической металлографии не приемлема для количественной оценки микроструктуры слитка номер 2 (таблица 1), так как составляет 33,33 % от экспериментального значения.

7. От Коровина Валерия Александровича, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Металлургические технологии и оборудование» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород. В отзыве содержатся замечания: 1) в автореферате в микроструктурном анализе отмечается важность вида и соотношения α-фазы и β'-фазы, а на всех приведенных рисунках изображения только интерметаллидных включений; 2) в заключении указываются 14 пунктов, что не соотносится ни с задачами, ни с положениями, выносимыми на защиту. Пункты 1, 3, 9 лишние, а пункты 4, 7 как минимум следовало объединить.

8. От Игнатова Михаила Николаевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Сварочное производство и технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь. В отзыве содержатся замечания: 1) на стр. 11, рис. 5, б представлено изображение интерметаллида стержневидной формы и показана спектральная характеристика на участке, охватывающем сам интерметаллид и фазы сплава вокруг него. Согласно представленных данных в металлической фазе вокруг интерметаллида отсутствуют какие-либо элементы кроме меди и цинка, хотя с точки зрения автора отзыва, велика вероятность наличие в этой фазе некоторого количества хрома или железа. Может ли автор пояснить, почему кроме меди и цинка в данной зоне нет других элементов; 2) на стр. 11 сказано «...использование лигатур CuSil7Cr10 и CuCr10 обеспечивает полное усвоение хрома в сплаве и отсутствие скоплений частиц хрома», а на стр. 18 сказано «... использование лигатуры CuCr10...приводит к неравномерности распределения хрома по сечению и высоте слитка, а также скоплению частиц не растворившегося хрома...», как автор объясняет такую разницу в поведение лигатуры в эксперименте и в производственных условиях; 3) изображения микроструктур на стр. 19 отражающие состояние микроструктуры до и после обработки опрессовыванием представлены в

разных масштабах, что не позволяет получить представление о том, как механически обработка давлением влияет на размер и морфологию металлических фаз и интерметаллидов структуре сплава, как по мнению автора каков характер этого влияние?; 4) хотелось бы уточнить, контролировалось ли загрязнённость сплава неметаллическими включениями, и если да, то влияет ли использование разных лигатур на данный показатель?

9. От Волкова Сергея Михайловича, кандидата технических наук, заместителя директора по инвестициям и стратегическому развитию ООО «УГМК-ОЦМ», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл. В отзыве содержатся вопросы: 1) рекомендованные в работе параметры литья сплава ЛМцАКНХ 62-3-2-0,8-0,4-0,2 определяют температуру разливки, давление охлаждающей воды и скорость литья. Достаточно ли данных параметров для полного определения теплового баланса процесса кристаллизации? Какие параметры для контроля и управления процессом кристаллизации возможно дополнительно применить для повышения стабильности (повторяемости) процесса кристаллизации?; 2) в ходе обработки опытных слитков из сплава ЛМцАКНХ62-3-2-0,8-0,4-0,2 изготовлены трубные заготовки для изготовления колец синхронизаторов на ОАО “АВТОВАЗ”. Получен ли официальный отзыв от ОАО “АВТОВАЗ” на данную опытную партию трубной заготовки? Каковы перспективы промышленного внедрения вновь разработанного сплава?

10. От Белова Владимира Дмитриевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Литейные технологии и художественная обработка материалов», и Тэна Эдиса Борисовича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Литейные технологии и художественная обработка материалов» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва. В отзыве содержатся замечания: 1) из 14 пунктов заключения только последний посвящен технологии полунепрерывного литья заготовок, а все остальные –

закономерностям формирования структуры и свойств сложнолегированной латуни. Однако последнее никак не отражено в названии диссертационной работы; 2) в работе опробованы три варианта легирования латуни хромом. При этом температурно-временные зависимости усвоения хрома приведены только для случая легирования латуни металлическим хромом. К сожалению, в автореферате отсутствуют аналогичные данные для случая легирования латуни лигатурами CuCr10 и CuSi17Cr10.

11. От Деева Владислава Борисовича, доктора технических наук, главного научного сотрудника Инжинирингового центра «Литейные технологии и материалы», профессора кафедры «Литейные технологии и художественная обработка материалов» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва. В отзыве содержатся вопросы: 1) автор в работе описывает механизм формирования интерметаллидов округлой морфологии. Однако в структуре сложнолегированной латуни присутствуют также интерметаллиды стержневидной формы. Какой механизм их формирования?; 2) следовало бы в автореферате привести графическую зависимость интенсивности изнашивания сложнолегированной латуни от количества интерметаллидов округлой формы и твердости сплава.

12. От Корчмита Антона Викторовича, кандидата технических наук, доцента кафедры «Материаловедение и технологии металлов»; Мельникова Александра Григорьевича, кандидата технических наук, доцента кафедры «Материаловедение и технологии металлов», и Костикова Кирилла Сергеевича, кандидата технических наук, заведующего кафедрой «Материаловедение и технологии металлов», заместителя директора по научной работе Института физики высоких технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск. В отзыве содержатся замечания: 1) исходя из автореферата неясно, проводились ли измерения микротвердости матрицы, хотя в выводах автореферата говорится об исследовании микротвердости интерметаллидов.

На стр. 14 автореферата, снижение твердости при повышении хрома свыше 0,23 мас.% объясняется тем, что «матрица не в полной мере выполняет функцию по удержанию интерметаллидов». Вероятно, снижение микротвердости матрицы происходит за счет ее обеднения кремнием и марганцем, которые связаны с хромом в интерметаллиды, что приводит к снижению твердости. Не приведены данные о влиянии легирования хромом на размер включений интерметаллидов округлой формы, что также должно влиять на изменение твердости, но указано, что их количество возрастает в 3-7 раз. Возможно, этот материал имеется в самой диссертации, но в автореферате об этом не упоминается; 2) в автореферате, при исследовании заготовок из прессованной трубы, ничего не говорится о степени деформации, при которой проводилось прессование, и не приводятся данные механических свойств. Известно, что материалы с ГЦК решеткой сильнее упрочняются наклепом, что имеет большое практическое значение; 3) упомянутые в работе интерметаллиды округлой формы, возможно, тройные и имеют стехиометрическую формулу $Mn_xCr_ySi_z$. Использование качественного рентгеноструктурного анализа позволило бы автору более детально изучить этот вопрос; 4) не приведен ожидаемый экономический эффект от внедрения практических результатов в промышленность.

13. От Самойлова Игоря Викторовича, главного технолога, и Рожина Андрея Владимировича, кандидата технических наук, начальника департамента по развитию литейного производства, АО «Производственное объединение «Уральский оптико-механический завод» имени Э.С. Яламова», г. Екатеринбург. В отзыве содержатся замечания: 1) приведет ли внедрение разработанного технологического регламента плавки и полунепрерывного литья сложнолегированной латуни марки ЛМцАКНХ 62-3-2-0,8-0,4-0,2 к сокращению производственных издержек?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями среди научно-технической общественности и специалистов в данной отрасли

науки, их высокой научной компетентностью в области получения литых заготовок из сплавов на основе цветных металлов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **изучено** влияние содержания хрома в составе сложнолегированной латуни на её структуру, механические и эксплуатационные свойства;
- **установлены** особенности формирования структуры сложнолегированной латуни, полученной при различных способах легирования хромом;
- **разработан** технологический регламент плавки и полунепрерывного литья слитков сложнолегированной латуни марки ЛМцАКНХ 62-3-2-0,8-0,4-0,2 для последующей пластической обработки со структурой и свойствами, обеспечивающими регламентированный уровень свойств готовых деталей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **выявлен** механизм формирования интерметаллидов округлой формы в структуре сложнолегированной латуни, содержащей хром, сердцевина которых представляет силицид хрома, а периферия – силицид марганца;
- **установлена** взаимосвязь между содержанием хрома в составе сложнолегированной латуни, объемной долей интерметаллидов округлой формы в структуре и интенсивностью изнашивания сплава;
- **определены** критические температуры при затвердевании и исследованы теплофизические свойства сложнолегированной латуни в зависимости от температуры;
- **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** фундаментальные закономерности и основные положения теории непрерывного литья, методы математической обработки статистических данных.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **разработан** технологический регламент плавки и литья сложнолегированной латуни марки ЛМцАКНХ 62-3-2-0,8-0,4-0,2;
- **определено** содержание хрома в составе сложнолегированной латуни, которое обеспечивает высокую твердость и минимальную интенсивность изнашивания сплава;
- **определены** теплофизические свойства сложнолегированной латуни марки ЛМцАКНХ 62-3-2-0,8-0,4-0,2 (удельная теплопроводность, удельная теплоемкость, плотность) в зависимости от температуры.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ: измерения осуществлялись сертифицированной контрольно-измерительной аппаратурой, для обработки результатов использовалась современная вычислительная техника и программное обеспечение;

- **теория** построена на известных закономерностях процесса непрерывного литья и подтверждается экспериментальными данными, полученными диссертантом;
- **идея базируется** на обобщении передового опыта полунепрерывного литья заготовок и особенностях формирования структуры сложнолегированных латуней;
- **использованы** экспериментальные данные, полученные в ходе лабораторных и опытно-промышленных испытаний на установке полунепрерывного литья заготовок.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач и выборе методик исследования, непосредственном участии в проведении научных экспериментов, обработке и интерпретации результатов, полученных в лабораторных и опытно-промышленных условиях, личном участии в апробации результатов исследования и подготовке публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа Ивкина М.О. является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п. 9 Положения о

присуждении ученых степеней, в которой содержатся научно обоснованные технологические решения в области производства качественных литых заготовок из сложнолегированной латуни для автомобилестроения методом полунепрерывного литья, вносящие существенный вклад в развитие экономики Российской Федерации и решения задачи импортозамещения.

На заседании 24.06.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Ивкину М.О. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета Паобойченко Станислав Степанович

Ученый секретарь
диссертационного совета Сулицин Андрей Владимирович

«24» июня 2016 г.