

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 212.092.07 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № 3

Решение диссертационного совета от 16 октября 2017 года № 1

о **присуждении** Живетьеву Андрею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Управление структурой и свойствами отливок из меди и оловянной бронзы путем термической, термоскоростной обработки расплава и модифицирования» 05.16.04–Литейное производство принята к защите 5 июля 2017, протокол № 3, диссертационным советом Д 212.092.07 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, «КнАГТУ», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, приказ Минобрнауки России от 24 июня 2016 г. № 787/нк.

Соискатель Живетьев Андрей Сергеевич 1988 года рождения, в 2010 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ТОГУ») с присуждением квалификации инженера по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов». В 2013 году закончил очную аспирантуру при ФГБОУ ВО «ТОГУ». Был прикреплен к КнАГТУ для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук без освоения программы аспирантуры по специальности 05.16.04 – Литейное производство с 08.02.2017 согласно приказу ректора 08.02.17 № 17-А. В настоящее время работает заведующим лабораторией кафедры ЛПиТМ ФГБОУ ВО «ТОГУ».

Диссертация выполнена на кафедрах «Литейное производство и технология металлов» в ФГБОУ ВО «ТОГУ» и кафедре «Машиностроение и металлургия» ФГБОУ ВО «КНАГТУ».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Дмитриев Эдуард Анатольевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», ректор университета.

Официальные оппоненты:

Брусницын Сергей Викторович, доктор технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра «Литейное производство и упрочняющие технологии», профессор, г. Екатеринбург.

Дубровин Виталий Константинович, доктор технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», кафедра «Пирометаллургические и литейные технологии», профессор, г. Челябинск

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ МИСиС), г. Москва в своём положительном заключении, подписанным Беловым Владимиром Дмитриевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Литейные технологии и художественная обработка материалов», и Коль Ольгой Алексеевной, старшим преподавателем, ученым секретарем кафедры «Литейные технологии и художественная обработка материалов» и утверждённым, проректором по науке и инновациям д.т.н., профессором Филоновым М.Р., указала, что диссертация Живетьева А.С. соответствует паспорту специальности 05.16.04 – Литейное производство, представляет собой завершённую научно-квалифицированную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи, связанной с изучением закономерностей изменения строения расплава,

кристаллизационных параметров, ликвационных процессов, структурообразования и свойств меди и оловянной бронзы при тепловой обработке расплава и модифицировании, а также особенностей перераспределения компонентов оловянной бронзы между α -твердым раствором и эвтектоидом при тепловой обработке расплава и модифицировании.

Диссертация является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Живетьев Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации 21 работу, из которых 10 работ в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК. Авторский вклад в подготовку работ состоит в непосредственном участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальной части работы, а также выполнении теоретической части работы и интерпретации экспериментальных данных.

Наиболее значимые работы:

1. Ри Хосен. Термическая и термоскоростная обработка меди и оловянной бронзы в жидком состоянии/ Хосен Ри, Э.Х. Ри, А.С. Живетьев, С.Н. Химухин, А.И. Булачок// Металлургия машиностроения. 2011. № 4. С. 6-12.

2. Ри Э.Х. Влияние введения малых добавок компонентов на характер их распределения в структурных составляющих сплавов системы Cu-Sn/ Э.Х. Ри, Хосен Ри, А.С. Живетьев, А.В. Сулицин// Литейщик России. 2014. № 1. С. 28-31.

3. Дмитриев Э.А. Влияние температурных режимов плавки и легирования меди на ее структуру и механические свойства/ Э.А. Дмитриев, А.С. Живетьев, Э.Х. Ри, Хосен Ри// Металлургия машиностроения. 2016. № 3. С. 6-8.

4. Дмитриев Э.А. Влияние модифицирования на строение жидкой фазы, кристаллизационные параметры и на характер распределения компонентов в различных структурных составляющих оловянной бронзы/ Э.А. Дмитриев, А.С.

Живетьев, Э.Х. Ри, Хосен Ри// Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2016. Т. 1. № 3 (27). С. 57-64.

5. Дмитриев Э.А. Влияние внешних воздействий на строение жидкой фазы, процессы кристаллизации, структурообразование меди/ Э.А. Дмитриев, А.С. Живетьев, Э.Х. Ри, Хосен Ри// Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2016. Т. 1. № 3 (27). С. 65-71.

6. Живетьев А.С. Термическая и термоскоростная обработка расплава комплексно-легированной оловянной бронзы/ А.С, Живетьев, Э.Х.Ри, Хосен Ри// Материалы конференции «Фундаментальные исследования в области технологий двойного назначения». – Комсомольск-на-Амуре; -2011 г.

7. Живетьев А.С. Влияние температурных режимов плавки меди и ее легирования на структуру и механические свойства / А.С, Живетьев, Э.Х. Ри, Хосен Ри// Материалы конференции «Фундаментальные исследования в области технологий двойного назначения». – Комсомольск-на-Амуре; -2011 г.

8. Живетьев А.С. Прогнозирование структуры и свойств меди путём термической и термоскоростной обработки жидкой фазы / А.С, Живетьев, Э.Х. Ри, Хосен Ри// Материалы конференции «Фундаментальные исследования в области технологий двойного назначения». – Комсомольск-на-Амуре; -2011 г.

9. Живетьев А.С. Влияние модифицирования на строение жидкой фазы и процесс кристаллизации оловянной бронзы / А.С, Живетьев, Э.Х. Ри, Хосен Ри// Материалы конференции «Фундаментальные исследования в области технологий двойного назначения». – Комсомольск-на-Амуре; -2011 г.

10. Дмитриев Э.А. Управление структурой и свойствами меди путем термической и термоскоростной обработки жидкой фазы. Э.А. Дмитриев, А.С. Живетьев, Э.Х. Ри, Ри Хосен/ Материалы VII всероссийского научно-технического семинара «Взаимодействие науки и литейно-металлургического производства» - Самара; -2016 г.

11. Дмитриев Э.А. Влияние температурных режимов плавки меди и ее легирования на структуру и механические свойства. Э.А. Дмитриев, А.С. Живетьев, Э.Х. Ри, Ри Хосен/ Материалы VII всероссийского научно-технического семинара «Взаимодействие науки и литейно-металлургического производства» - Самара; -2016 г.

12. Ри Э.Х. Влияние облучения жидкой фазы наносекундными электромагнитными импульсами на процессы кристаллизации и структурообразования, свойства меди и оловянистой бронзы/ Э.Х. Ри, Хосен Ри, С.В. Дорофеев, А.С. Живетьев, Т.С. Зернова, Г.А. Князев// «Литейное производство и металлургия 2012. Беларусь». Литье и металлургия. 2012. № 3. С. 136-139.

13. Sulitcin A.V. Thermal and thermo-speed processing of complex-doped tin bronze/ A.V.Sulitcin, A.S. Zhivetiev, Ri Hosen, E.H. Ri/ Advanced Materials and Processing Technology – 2012: Materials by International XIIIth Russian-Chinese Symposium Proceeding. – Khabarovsk: Published Pacific National University. 2012.

14. Sulitcin A.V. Modifying influence of the structure of liquid phase and process for crystallization tin bronze / A.V.Sulitcin, A.S. Zhivetiev, Ri Hosen, E.H. Ri/ Advanced Materials and Processing Technology – 2012: Materials by International XIIIth Russian-Chinese Symposium Proceeding. – Khabarovsk: Published Pacific National University. 2012.

15. Sulitcin A.V. Effect of temperature regime melting copper and alloying on the structure and mechanical properties/ A.V.Sulitcin, A.S. Zhivetiev, Ri Hosen, E.H. Ri/ Advanced Materials and Processing Technology – 2012: Materials by International XIIIth Russian-Chinese Symposium Proceeding. – Khabarovsk: Published Pacific National University. 2012.

16. Sulitcin A.V. Prediction of the structure and properties of copper by thermal and thermo-speed processing of the liquid phase/ A.V.Sulitcin, A.S. Zhivetiev, Ri Hosen, E.H. Ri/ Advanced Materials and Processing Technology – 2012: Materials by International XIIIth Russian-Chinese Symposium Proceeding. – Khabarovsk: Published Pacific National University. 2012.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные, указывается основное отражение замечаний):

Отзыв на диссертацию ведущей организации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», имеет основные замечания: 1. При изложении результатов проведенных исследований рекомендуется воздержаться от стиля подачи результатов в виде постулирования

и использования броских терминов, таких как «аномальное изменение» и «истинный» расплав». 2. В данной работе приводятся результаты измерений удельной электропроводности расплавов, однако в разделе «Методики исследований» отмечается лишь, что для этих измерений использовалась высокотемпературная установка для измерения электросопротивления. При проведении измерений в разделе методики рекомендуется приводить ссылку на нормативный документ, регламентирующий методику, или краткое описание сути методики с указанием используемого оборудования. Оборудование необходимо обозначить с точки зрения модели, если оно является серийным, или также с помощью краткого описания принципа работы в случае, если оборудование является уникальным. 3. Сложно не согласиться с автором в том, что работы, отмечающие эффект «наследственности» и эффективность ТВО и ТСО, достаточно известны, но при этом в части медных расплавов их относительно немного. Однако следует отметить, что вклад наследственности в формирование структуры и свойств сплава не является ведущим, а входит в совокупность других факторов, таких как качество приготавливаемого расплава, а также температурные параметры литья и формы. 4. Демонстрируемый по результатам работы прирост в механических свойствах вызывает большой интерес, однако желательно рассматривать эти данные в комплексе с другими свойствами. Например, провести дополнительный анализ влияния ТВО на образование газовой пористости в отливках, а также на конечное усвоение легирующих элементов в сплаве по отношению к введённым количествам. 5. В рассмотренной диссертации проведено весьма большое количество практических экспериментов, результаты которых представлены в виде графиков. При этом не указываются доверительные интервалы измеренных величин. Очевидно, что любое практическое измерение имеет доверительный интервал, величина которого важна для правильного восприятия полученных результатов. В противном случае имеется вероятность получения результатов с доверительным интервалом, сопоставимым с самим результатом или величиной его изменения в ходе исследований. 6. Во вступительной части автореферата диссертации приводятся данные о 18 публикациях автора. в заключительной - о 21 печатной работе.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Брусницын С.В. имеет основные замечания: 1. При изучении влияния температуры перегрева сплава Cu-5% Al на уровень механических свойств установлено, что происходит одновременное повышение значений временного сопротивления разрушению при растяжении σ_b и относительного удлинения δ (рис. 3.1 на с. 52). Из текста диссертации неясно, с чем это связано? 2. Не ясно, с какой целью в параграфе 2.3.2 (с. 48) приведена методика исследования жаростойкости сплавов. Исследование жаростойкости в работе не проводилось. С какой целью определялось удельное электросопротивление олова (рис. 3.2 на с. 53)? 3. В параграфе 3.2.1 (с. 54) исследовалось влияние температуры перегрева и скорости охлаждения расплава меди на кристаллизационные параметры. Неясно, какими были размеры образцов для исследования? 4. Неясно, почему значения теплопроводности меди в зависимости от температуры перегрева расплава существенно отличаются и составляют менее 100 Вт/(м·К), а значения твердости по Бринеллю изменяются от 30 до 54 (рис. 3.9 на с. 68). Известно, что теплопроводность меди составляет 390 Вт/(м·К). 5. На с. 69 написано, что резкое уменьшение плотности и теплопроводности меди по мере повышения температуры начала термоскоростной обработки до 1350 °С связано с измельчением структуры, приводящим к увеличению протяженности границ раздела зёрен, и повышением газонасыщенности жидкой фазы. Чем это подтверждается? В работе отсутствуют фотографии структуры образцов. 6. В качестве объекта исследования выбрана бронза следующего состава, мас. %: 6,0 Sn, 1,4 Al, 1,0 Pb, 1,0 Mg, Cu - остальное (с. 76). Такой бронзы в государственных стандартах на литейные и деформируемые бронзы нет. С какой целью выбрана эта бронза и где она применяется? 7. Автор исследовал влияние температуры перегрева и скорости охлаждения на кристаллизационные параметры комплексно-легированной оловянной бронзы (рис. 4.1 на с. 78). Неясно, с чем связано существенное снижение температуры начала кристаллизации t_n , при различном перегреве и почему значения t_n , разные? 8. Нет количественной оценки микроструктуры комплексно-легированной оловянной бронзы, поэтому безосновательно судить об изменении микроструктуры при различных температурах перегрева и скоростях охлаждения сплава (рис. 4.2 на с. 80). 9.

Автором изучено влияние термоскоростной обработки расплава на процесс усадки комплексно-легированной оловянной бронзы (рис. 4.5 на с. 87). Неясно, с чем связана значительная разница в температурах начала усадки t^y сплава? 10. На с. 124 вывод об увеличении доли эвтектоида и измельчении структурных составляющих оловянной бронзы при увеличении скорости охлаждения расплава ничем не подтверждается, так как их объемная доля в структуре сплава в работе не определялась. 11. С чем связано повышение температуры солидус оловянной бронзы при модифицировании цирконием (рис. 5.1 на с. 131) и кальцием (рис. 5.2 на с. 132)? Почему отличается температура $t_{\text{выд}}$ (рис. 5.2)? 12. На с. 151 автор пишет: «В процессе модифицирования в первую очередь происходит раскисление оловянной бронзы - обеспечение возможно меньшего содержания вредных примесей (O_2 , N_2 , H_2) в металле и образование продуктов реакции - неметаллических включений эндогенного происхождения (оксидов, нитридов, оксинитридов и др.). Однако при раскислении происходит связывание кислорода и эта операция не связана с удалением азота и водорода из расплава. Кроме того, азот никак не влияет на свойства меди и медных сплавов. Целью модифицирования является измельчение структуры и повышение уровня механических свойств сплавов. 13. Автор ставил в работе цель разработать рациональную технологию подготовки расплава и заливки меди и оловянной бронзы для повышения механических и эксплуатационных свойств. Однако в тексте диссертации не представлены ни отливка, ни технология ее получения. 14. В тексте диссертации встречаются многочисленные грамматические ошибки и некорректные выражения, например, с. 3 «...свойства комплексно-лигированной...», с. 6 «В связи с этим, представляется большой научный и практический интерес проведение...», с. 12 «Анализ современных уровней развития способов...», с. 19 «... во всем объеме форме или слитка...», с.30 «... может достигать перетектической точки...», с. 47 «... определения твердости по Бринелю», с. 71 «...а длинна...», с. 78 «... от темппературы перегрева...», с. 91 «...концентрация магния ...», с. 117 «Скорость охлаждения ...», с. 121 «... измерения микротвердости...», с. 155 «... дендридов а-твердого раствора ...» и др. В списке использованных источников 140 позиций, однако в тексте диссертации

присутствуют ссылки на источник 141 (с. 83), 144 (с. 130). Источник № 53 повторяет источник № 50.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Дубровина В.К. имеет основные замечания: 1. В 1 главе диссертации имеются повторы текста на страницах 6, 15, 42. 2. В диссертации сосредоточен большой объем научного материала, экспериментально зафиксированный на современном научно-исследовательском оборудовании. Однако, не всегда представлено объяснение механизма изменения тех или иных свойств сплава. 3. Непонятно, о какой свинцовой бронзе идет речь на с. 92...95 диссертации? 4. На с. 150... 151 диссертации представлены данные по увеличению содержания кислорода в сплаве при обработке лигатурой Al-Ti-B, что объясняется автором повышенным содержанием кислорода в лигатуре. Вместе с тем, результатов анализа самой лигатуры в диссертации не представлено. 5. В диссертации показано влияние термической, термоскоростной обработки и модифицирования на характер изменения структуры, физические параметры медных сплавов, износостойкость, жаростойкость. Однако, практически не отражены литейные свойства сплавов (жидкотекучесть, усадка, интервал кристаллизации). 6. Из диссертации неясно, возможно ли полученные научные результаты и тенденции применить для других медных сплавов. Желательно было представить в диссертации практические рекомендации применения полученных научных результатов для различных способов литья медных сплавов. с участием атомов модифицирующих элементов (Xv) и кислорода (O): $Cu_xSnyOzXv$

Отзыв на автореферат Никитина Владимира Ивановича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Литейные и высокоэффективные технологии», Самарского государственного технического университета содержит замечания: 1. Какие модели расплавов (и их авторы) известны автору диссертации? На основе какой модели объясняются полученные результаты? Что понимается под «разрыхлением» структуры расплава? 2. Как реально осуществляется охлаждение расплава с $t_{пер}$ до $t_{зал}$ и с какой скоростью? 3. На какой основе осуществляли выбор модификаторов? Cd и Ca указаны как модификаторы, а они действуют как раскислители. В каком виде вводили Ti и Zr?

4. Учитывалось ли наследственное влияние структуры шихтовых материалов (например, структура лигатур) на свойства меди и бронз?

Отзыв на автореферат Беляева Сергея Владимировича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Литейное производство», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ), содержит замечания: 1. В автореферате на графиках изменения исследуемых факторов в зависимости от скорости охлаждения, представленных на рисунках 3, 4, 5, 6, 7, не соблюдается цена делений вдоль оси абсцисс: цена деления от 0 до 20 почему-то равна делению от 20 до 140? Все это искажает характер вида графической зависимости. 2. Из материалов автореферата не ясно, на основе каких критериев для исследования выбраны три значения скоростей охлаждения: 6, 20 и 140°С и значения температур нагрева: 1200, 1250, 1300, 1350, 1400 °С, для которых определяются исследуемые факторы процесса кристаллизации?

Отзыв на автореферат Савинова Александра Сергеевича, доктора технических наук, доцента, директора института металлургии машиностроения и материалобработки Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МГТУ им. Г.И. Некрасова», содержит замечания: 1. В автореферате не представлены фотографии микроструктур образцов исследованных сплавов, выплавленных с рациональным температурным режимом и обработанных термической и термоскоростной обработки и без нее, что затрудняет понимание изменений в их микроструктуре. 2. Не представлены данные по литейным свойствам комплексно-легированной оловянной бронзе (БрОАСМ 6-1,4-1-1) обработанной термической и термоскоростной тепловой обработкой и без нее. 3. В тексте автореферата не приведена оценка экономического эффекта от внедрения разработанных режимов и технологий.

Отзыв на автореферат Усольцева Александра Александровича, кандидата технических наук, доцента кафедры «Материаловедения, литейного и сварочного производства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет». Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными специалистами в исследуемой области, а ведущая организация широко известна достижениями работающих в ней специалистов в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Предложен и экспериментально подтвержден выбор рационального температурного режима плавки меди и ее легирования, заключающийся в перегреве расплава выше температурного порога аномального изменения электросопротивления жидкой меди (1320 °С) на 30 °С, для достижения максимальных механических свойств.

Установлены и научно обоснованы закономерности изменения параметров жидкого состояния, процессов кристаллизации и структурообразования и физико-механических свойств меди и комплексно-легированной оловянной бронзы от термической и термоскоростной обработки расплавов. Выявлено, что с увеличением скорости охлаждения расплава микроструктура α -твердого раствора и эвтектоида резко измельчается и возрастает их микротвердость.

Выявлены закономерности растворения компонентов (Sn, Al, Mg) в α -твердом растворе в зависимости от ТО, ТСО расплава и местонахождения кристаллов α -твердого раствора относительно электронного соединения $Cu_xSn_yAl_zMg_v$. Повышение скорости охлаждения и расплава при ТСО увеличивает микротвердость α -твердого раствора вблизи электронного соединения и в самом эвтектоиде. ТО и ТСО расплава влияют на стехиометрию электронных соединений $Cu_xSn_yAl_zMg_v$, но электронная концентрация остается без изменений как у электронного соединения $Cu_{31}Sn_8$ ($\mathcal{E} = \frac{21}{13}$).

Установлены и научно обоснованы закономерности изменения параметров жидкого состояния и кристаллизации, растворимости кислорода и характера распределения компонентов в структурных составляющих оловянной бронзы и ее свойств от величины добавки модификаторов (Cd, Zr, Ca, Al-Ti-B). Модифицирование способствует повышению твердости оловянной бронзы

вследствие увеличения микротвердости α -твердого раствора и эвтектоида. Наиболее эффективно повышают износостойкость оловянной бронзы цирконий и лигатура Al-Ti-B, увеличивающие ее соответственно в 1,7 и 2,4 раза.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана перспективность использования температурных режимов плавки и легирования меди (ее сплавов) путем установления температурного порога аномального изменения электросопротивления жидкой фазы при нагреве;

раскрыты закономерности изменения параметров жидкого состояния (степени уплотнения $-\Delta J_{\text{ж}}$ и коэффициента термического сжатия $\alpha_{\text{ж}}$), кристаллизации, физико-механические и эксплуатационные свойства меди и оловянной бронзы (БрОАСМ 6-1,4-1-1) от термической (ТО) и термоскоростной (ТСО) обработки жидкой фазы;

изложены и научно обоснованы закономерности изменения параметров жидкого состояния, кристаллизации, растворения кислорода и характера распределения компонентов в структурных составляющих оловянной бронзы и ее свойств от величины модифицирующих добавок (Cd, Zr, Ti, Cu-Ca, Al-Ti-B). При модифицировании оловянной бронзы наблюдается изменение структурных составляющих вследствие образования зародышевых центров кристаллизации – электронных соединений типа $\text{Cu}_x\text{Sn}_y\text{O}_z\text{X}_v$;

доказано, что при ТО и ТСО расплава кристаллизуются электронные соединения различных стехиометрических формул, но их электронная концентрация остается без изменения $\left(\frac{21}{13}\right)$ как у $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы современные методы и средства исследования структур и свойств:

– метод определения кристаллизационных параметров с применением гамма-проникающих излучений (изменение плотности, объема, термического сжатия расплава в жидком, твердо-жидком и твердом состояниях) и термического анализа;

– метод микрорентгеноспектрального анализа на аналитическом комплексе на базе FE-SEM SU-70, производства «Hitachi» с приставками для элементного

(энергодисперсионного «Ultra Dry» и волнового Magna Ray) анализа, производства Япония.

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

разработанные рациональные температурные режимы плавки и легирования меди и ее сплавов повышают их механические свойства;

созданы технологии термической и термоскоростной обработки расплавов, которые могут быть использованы на практике для повышения функциональных свойств отливок из медных сплавов;

результаты научных разработок могут быть использованы также в учебном процессе.

Оценка достоверности результатов выявила:

для экспериментальных работ использовалось сертифицированное современное оборудование и измерительные приборы; аналитические исследования выполнены с привлечением современных методов исследования;

теория построена на известных данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе известных данных – термообработки и термоскоростной обработке жидкой фазы;

установлено, что полученные результаты согласуются с известными результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использовано согласование с известными результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методы сбора и обработки исходной информации, обеспечивающие достоверность результатов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в выполнении основного объема исследований, обосновании закономерностей изменения кристаллизационных параметров меди и медных сплавов, структурообразования и свойств при ТО и ТСО, а также при модифицировании.

Заключение:

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

На заседании 16.10.2017 г. диссертационный совет Д 212.092.07 принял решение присудить Живетьеву Андрею Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.16.04–Литейное производство за разработку рациональных режимов плавки и легирования меди и оловянной бронзы с целью повышения ряда функциональных свойств материалов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человека, из них 9 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председательствующий

Евстигнеев Алексей Иванович

Учёный секретарь
диссертационного совета
16 октября 2017 года

Григорьева Анна Леонидовна

