

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.092.01 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 № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 23 декабря 2016 г. № 8

О присуждении **Медневой Анастасии Витальевне**, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Синтез комплексно-легированных алюминидов никеля из оксидных соединений алюминотермическим методом» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) принята к защите 23 декабря 2016 г., протокол № 4 диссертационным советом Д 212.092.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» (Россия, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27, приказ о создании диссертационного совета №714/нк от «2» ноября 2012 г., приказ №350/нк от «29» июля 2013 г., приказ №419/нк от «15» июля 2014 г., приказ №633/нк от «12» ноября 2014 г., приказ №423/нк от «28» апреля 2015 г., приказ №512/нк от «28» апреля 2016 г.).

Соискатель Меднева Анастасия Витальевна, 1991 года рождения.

В 2013 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск. В 2016 году закончила очную аспирантуру при ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет».

Работает инженером в Управлении научно-исследовательских работ (УНИР) «Тихоокеанского государственного университета».

Диссертация выполнена на кафедре «Литейное производство и технология металлов» ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет».

**Научный руководитель** – заслуженный деятель науки, доктор технических наук, профессор Ри Хосен, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», кафедра «Литейное производство и технология металлов».

**Официальные оппоненты:**

Николенко Сергей Викторович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Институт материаловедения» Хабаровского научного центра ДВО РАН, лаборатория функциональных материалов и покрытий;

Комаров Олег Николаевич, кандидат технических наук, ФГБУН

«Институт машиноведения и металлургии» ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре, ведущий научный сотрудник;

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» («ДВФУ», г. Владивосток) в своем положительном заключении, подписанном Андреевым Вадимом Вячеславовичем, кандидатом технических наук, доцентом, указала, что по своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Меднева Анастасия Витальевна достойна присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

Значимость полученных результатов для развития науки не вызывает сомнений и заключается в следующем:

– разработана технология получения комплексно-легированных алюминидов никеля с квазиэвтектиками в сплавах системы. Определены основные условия получения алюминидов никеля NiAl, легированных комплексно Cr, Mo, W, Ti, V при алюминотермическом восстановлении их оксидов.

– получены композиционные материалы NiAl + Mo; NiAl +  $\beta$ -MoV + Mo; NiAl + WC и NiAl + Ni<sub>2</sub>Al<sub>3</sub> + W<sub>2</sub>B<sub>5</sub>.

Таким образом, разработана новая технология получения сложнолегированных сплавов и композиционных материалов. Полученные сплавы применены в качестве электродного материала для ЭИЛ и в качестве модификатора.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, из них 6 – в соавторстве в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 1 – в соавторстве в издании, входящем в международную базу SCOPUS, 1 – в соавторстве в издании, входящем в международную базу Web of Science.

Вклад соискателя Медневой А.В. в работы, опубликованные в соавторстве, не вызывает сомнения и состоит в непосредственном участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальных исследований, а также выполнении теоретической части работы, интерпретации экспериментальных данных научных экспериментов.

Наиболее значимые работы соискателя:

I. Публикации в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Гостищев В.В., Астапов И.А., Ри Хосен, Химухин С.Н., Середюк А.В. Высокотемпературный синтез сложнолегированных никелидов алюминия. Перспективные материалы №12. – 2014. С. 59 – 65.

2. Ри Хосен, В. В. Гостищев, А.В. Середюк, И. А. Астапов, С. Н. Химухин. Синтез сложнолегированных никелидов алюминия металлотермией оксидов металлов. Вестник ТОГУ. 2015. № 2(37). С. 53 – 60.

3. В. В. Гостищев, И. А. Астапов, А.В. Середюк, С. Н. Химухин, Ри Хосен. Высокотемпературный синтез композитов на основе алюминидов никеля. Неорганические материалы, 2016, том 52, №4. С. 56 – 59.

4. В.В. Гостищев, И.А. Астапов, А.В. Середюк, Хосен Ри. Высокотемпературный синтез литого композита на основе алюминида никеля и борида молибдена. Химическая технология. 2015. №8, с.469 – 474.

5. В.В. Гостищев, И.А. Астапов, А.В. Меднева, Ри Хосен, С.Н. Химухин. Получение легированных никелидов алюминия металлотермией оксидов металлов. «Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия» №6, 2015г. С. 63 – 69.

6. Гостищев В.В., Астапов И.А., Меднева А.В. Получение композитов на основе алюминида никеля и боридов молибдена. Вопросы материаловедения. 2015. №4 (84). С. 45 – 50.

II. Публикации в рецензируемых изданиях, входящих в библиографическую и реферативную базу данных Scopus и Web of science:

1. V.V. Gostishchev, I.A. Astapov, A.V. Medneva, Ri Khosen, S.N. Khimukhin. Fabrication of Alloyed Aluminum Nickelides by Metallurgy of Metals Oxides. Russian Journal of NonFerrous Metals, 2016, Vol. 57, No. 1, pp. 41–46.

2. V. V. Gostishchev, I. A. Astapov, A. V. Seredyuk, S. N. Khimukhin, and Ri Hosen. High-Temperature Synthesis of Composites Based on Nickel Aluminides. Inorganic Materials, 2016, Vol. 52, Issue 4, pp.419 – 422.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От ведущей организации ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (г. Владивосток). Отзыв положительный. Имеются замечания: 1. Автор допустил небрежности в оформлении рисунков и текста. Например, на рисунках с термограммами исследованных материалов (рис. 3.2, например) показаны масштабированные оси координат. На самих рисунках показаны также кривые ДТА с цифровыми указателями температур превращений, которые не согласованы с осями координат. 2. Касаемо второй главы. Автор подробно расписывает известные методики, например, даже методику приготовления шлифов. Достаточно было сослаться на соответствующие нормативные документы. 3. По третьей главе «Исследование и разработка технологии синтеза алюминидов никеля методом металлотермии из оксидных соединений» имеются следующие вопросы и замечания: 3.1. Почему в разделе 3.2 (с. 55) приведены частные реакции восстанавливаемых оксидов молибдена с карбидами бора и оксидами бора, если они относятся к главе 4 и в ней подробно рассматриваются (с. 94 и 99)? 3.2. Как измеряется микротвердость легированных алюминидов никеля (с. 64)? Это средние значения микротвердости включений? 3.3. Как измерялась микротвердость сложнолегированных алюминидов никеля (с. 78)? 3.4. В выводе 3.6 (п. 2, с.

90) ошибочно вместо 658°C напечатано 659°C. Если рассматривать термограммы смесей на рисунке 3.2 (с. 56), то там получена температура 658°C. 4. По четвертой главе «Исследование и разработка технологии высокотемпературного синтеза на основе алюминидов никеля и тугоплавких соединений молибдена и вольфрама» имеется вопрос: В какой среде выполнялась металлотермическая плавка? 5. По пятой главе «Перспективы применения синтезированных легированных сплавов для повышения эксплуатационных свойств покрытий и оловянной бронзы» также имеется вопрос: Почему в качестве электродного материала и модификатора не были использованы сплавы на основе никеля и тугоплавких соединений (NiAl – Mo<sub>2</sub>B<sub>5</sub>; NiAl – β-MoB – Mo) и вольфрама (NiAl – Ni<sub>2</sub>Al<sub>3</sub> – W<sub>2</sub>B<sub>5</sub>; NiAl – WC)? 6. Почему по результатам работы нет документов на объекты интеллектуальной собственности?

2. От официального оппонента Николенко Сергея Викторовича, доктора технических наук, ведущего научного сотрудника ФГБУН «Институт материаловедения» Хабаровского научного центра ДВО РАН, лаборатория функциональных материалов и покрытий. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1. В диссертационной работе имеются повторы текста, опечатки и грамматические ошибки. 2. Литература оформлена не по ГОСТ. 3. По 1 главе: Стр. 34 «Известно, что хром (Cr) уменьшает хрупкость кислорода при повышенных температурах и является основным легирующим элементом, который обеспечивает необходимые показатели жаростойкости [71]». Сомневаюсь, что другим это известно. Ссылка думаю, не соответствует. 4. По 2 главе: 4.1. Чересчур подробные описания приготовления шлифов и т.д. 4.2. В методике по кинетике процесса электроискровой обработки, не раскрыто, зачем вообще происходит данное исследование. Ничего нет об определении оптимального времени ЭИЛ, расчете коэффициента переноса и подсчете эффективности процесса. 5. По 3 главе: 5.1. В тексте отсутствуют ссылки на рис. 3.7 и 3.8. 5.2. Автор пишет, что «из рисунка 3.10 следует, что исследованные сплавы состоят из β'-фазы с растворенными в ней легирующими элементами». Из микроструктуры, полученной на оптическом микроскопе этого не видно. 5.3. Автор в выводах п.1. пишет «Произведен расчет и дана оценка термодинамических характеристик (Q и ΔG) металлотермических реакций восстановления кислородных соединений никеля, хрома, молибдена, вольфрама, титана и ванадия». Расчет для ванадия в главе отсутствует. 6. По 4 главе: В одних случаях автор указывает микротвердость в ГПа, а в других в МПа. 7. По 5 главе: 7.1. Автор пишет «для определения кривых массопереноса проводилось легирование поверхностей одинаковой площади в течение 3 – 10 минут с одинаковым числом импульсов». В работе нет ни одного графика массопереноса в зависимости от числа импульсов. 7.2. Не понятно, почему автор не провел полный цикл исследований, который состоит из определения удельного и суммарного привеса катода и удельной и суммарной эрозии анода, а ограничился только суммарным привесом. 7.3. Не совсем понятно для чего автор проводил модифицирование оловянистой бронзы и как

повышение микротвердости структурных составляющих повлияло на ее эксплуатационные свойства.

3. От официального оппонента Комарова Олега Николаевича, кандидата технических наук, ФГБУН «Институт машиноведения и металлургии» ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре, ведущего научного сотрудника. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1. Имеются не точности в оформлении работы: в диссертации отмечено, что работа изложена на 164 страницах, а в автореферате числится 175 страниц, на самом деле 201 страница; в автореферате указано содержание в работе 50 рисунков и 36 таблиц, а в диссертации 54 рисунка и 31 таблица, реальное содержание 53 рисунка и 31 таблица; в диссертации указан список используемой литературы из 149 позиций в автореферате указано 150. Литературный обзор выполнен не в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1. В тексте имеются опiski и опечатки, причем повторяющиеся, в некоторых случаях нет подписей осей графиков (рис. 3.5, 3.8), не указано увеличение микроструктуры (рис. 4.2, 4.3). 2. Не совсем ясно, зачем автор в литературном обзоре рассматривает способы получения алюминидов титана, если работа в целом посвящена получению алюминидов никеля. 3. Во введении, в задачах, решаемых в рамках данной диссертационной работы значится термодинамическая оценка и термический анализ реакций восстановления металлов из их оксидных соединений, в частности  $V_2O_3$ , однако в пункте 1.4 “Влияние легирующих элементов”, ванадий не рассматривается. В пункте 1.6 также не указан ванадий и его соединения в качестве исследуемых материалов, а в пункте 2.9 не приведены используемые исходные вещества, содержащие ванадий. В пункте 3.2 не рассматриваются дифференциально-термический и термогравиметрический анализ взаимодействия алюминия и оксида ванадия. 4. На странице 42 указано, что оптический микроскоп МИМ-7, помимо всего прочего, использовался для исследования фазового состава алюминидов никеля, не понятно, что хотел сказать автор. 5. Из текста диссертации (пункт 2.9), не ясно применялся ли вакуум, воздух или инертный газ при проведении синтеза материалов в реакторе (согласно его схемы). 6. В пункте 3.1 представлены уравнения: общий вид металлотермической реакции и возможности ее протекания, рассмотренные до этого в пункте 1.3.1 и 1.3.3, следовательно, достаточно было сделать ссылку на них. Там же при рассмотрении условий получения алюминидов никеля, не указано использование оксидов титана и ванадия, что не соответствует поставленным задачам. 7. В пунктах 2.6 и 3.2 не приводится, в какой среде производится дифференциально-термический анализ смесей. Автор в пункте 3.2 при анализе результатов пишет: “Экзотермический эффект в данном случае отвечает взаимодействию алюминия с оксидами металла, при котором начинается увеличение массы образца”. Не совсем понятно, что автор хотел сказать. Как известно сумма веществ вступивших в реакцию равна сумме веществ полученных в ее результате. Следовательно, увеличение массы происходит не за счет реакции между компонентами смеси, а за счет

присоединения к реагирующей системе газовой составляющей из окружающей среды, например кислорода. 8. В таблице 3.3 автор приводит результаты получения алюминидов никеля, в частности химический состав сплавов, в том числе усредненный. Возникает вопрос, для чего усредняется химический состав и свойства сплавов, полученных при использовании разных составов исходных шихт. 9. В пункте 5.2 определены параметры массопереноса исследуемых сплавов в зависимости от времени, при этом сказано, что параметры процесса во всех случаях одинаковы, при этом параметры электроискрового легирования не приведены. На рис. 5.1 наилучшие показатели массопереноса показывает алюминид никеля легированный хромом, далее следует сплав Ni-Al-Cr-Mo-W, что указано в автореферате, однако с текстом диссертации имеются разночтения, где сплав Ni-Al-Cr-Mo-W определен как материал наилучшим массопереносом. Необходимо внести изменения и в пункт 5.6. 10. В пункте 5.5 рассматривается легирование оловянной бронзы экспериментальными сплавами, однако не описывается используемое оборудование, материалы, способы выплавки и легирования.

4. Ершова М.Ю., доктора технических наук, профессора, зав. кафедрой «Машины и технология литейного производства» ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» и Малярова А.И., профессора, кандидата технических наук. Отзыв положительный. Замечания: 1. Из автореферата не ясно, какие машиностроительные детали были изготовлены из разработанных автором комплексно-легированных алюминидов никеля и композиционных материалов? 2. Не понятно также как обеспечивалась однородность полученных сплавов и композиционных материалов? 3. В реферате нет сведений об ожидаемом экономическом эффекте при использовании разработанной технологии?

5. Бабкина Владимира Григорьевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Материаловедение и технология обработки материалов» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» ПИ. Отзыв положительный. Замечания: 1. В тексте автореферата не указана размерность исходных порошков оксидов, применяемых для получения алюминидов никеля и их легирования тугоплавкими металлами. 2. Определялось ли содержание газовых примесей в получаемых слитках и как происходило разделение целого продукта от шлаковой фазы? 3. В автореферате отсутствуют экспериментальные данные о кристаллическом строении алюминидов, которые необходимо учитывать для оценки модифицирующей способности лигатур.

6. Никитина В.И., доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Литейные и высокоэффективные технологии» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». Отзыв положительный. Замечания: 1. Как (в какой установке) осуществляется процесс СВС? 2. На с. 9 указано, что выход годного сплава составляет 70 – 90 %. А остальные 10 – 30 % - в каком виде получали? 3. На рис. 7 показана только макроструктура композиционного сплава NiAl –  $\beta$ -MoB – Mo. Справа

рис. 7 «Нанотвердость кристалла...». Как определили «нанотвердость» фаз?  
4. На с. 18 не указана марка бронзы.

7. Еремина Ильи Евгеньевича, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры информационных и управленческих систем, ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет». Отзыв положительный. Замечаний нет.

8. Огнева Юрия Федоровича, доктора технических наук, профессора, директора филиала ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (г. Арсеньев Приморского края). Отзыв положительный. Замечания: 1. На странице 20 в п.5 приведены погрешности достаточно высоких значений изменения нанотвердости, а в пункте 6 при значительно меньших величинах нанотвердости, возможно соизмеримых с погрешностями измерений, они не указаны. 2. В списке публикаций на странице 21 – 22 в ряде работ указана фамилия «А.В. Середюк». Вероятно, в процессе работы над диссертацией произошло изменение фамилии автора, но читателю об этом приходится только догадываться.

9. Слепцова Олега Ивкентьевича, заведующего отделом «Технологий сварки и металлургии» ФГБУН «Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова» СО РАН (г. Якутск), доктора технических наук, профессора. Отзыв положительный. Замечания: 1. При проведении дальнейших исследований было бы необходимо подтвердить практическую ценность разработанной технологии получения сплавов интерметаллидов Ni – Al патентом или авторским свидетельством. 2. Допущены незначительные шероховатости, обнаруженные при чтении автореферата, например, на странице 5 (Разработана технология позволяет получать...), не согласованы падежные окончания терминов. 3. В автореферате не приводится рисунок (структурный снимок) наглядно показывающий процесс массопереноса катода стали Ст. 30 от времени ЭИЛ алюминиды никеля, легированными Cr, W и Mo.

10. Ковалевича Е.В., доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника АО «НПО «ЦНИИТМАШ». Отзыв положительный. Замечаний нет.

11. Кулакова Бориса Алексеевича, профессора, доктора технических наук, заведующего кафедрой пирометаллургических и литейных технологий ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ). Отзыв положительный. Замечания: 1. Известно, что интерметаллиды имеют низкую пластичность и склонны к хрупкому разрушению. Поэтому наряду с оценкой твердости сплавов целесообразно оценить и другие их физико-механические свойства. 2. Некорректно определение «нанотвёрдость сплава». По-видимому, это твёрдость структурных составляющих сплава, имеющих наноразмеры.

12. Заведующего кафедрой «Металлургические технологии и оборудование» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, доктора технических наук, профессора Леушина Игоря Олеговича и Васильева Виктора Александровича, доктора

технических наук, профессора кафедры «Металлургические технологии и оборудование» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Отзыв положительный. Замечания: 1. При ранжировании исследуемых сплавов по нанотвердости не дана оценка влияния W, C, Mo, V. 2. На рис. 2 сплав Ni – Al – W и на рис. 3б сплав Ni – Al – W видно неравномерное распределение квазиэвтектики, а это не позволяет получить однородное покрытие. Что было предпринято для обеспечения равномерного распределения элементов?

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Выбор ведущей организации обусловлен широкой известностью ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) достижениями в различных отраслях науки, в том числе в материаловедении (в машиностроении).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны и научно обоснованы** новые закономерности формирования структурных составляющих ( $\beta'$ -фазы и квазиэвтектики) и свойств (микротвердости и нанотвердости) при совместном алюминотермическом восстановлении оксидов Cr, Mo, W, V, Ti, боридов Mo и карбида W и разработан на этой основе новый способ получения комплексно-легированных алюминидов никеля из оксидных соединений алюминотермией с применением СВС-металлургии;

**предложена и экспериментально подтверждена** новая технология получения композиционных материалов на основе комплексно-легированных алюминидов никеля и тугоплавких соединений молибдена (боридов) и вольфрама (карбида) в одну стадию при использовании оксидов исходных металлов в отличие от традиционных технологий (литье по выплавляемым моделям и порошковой металлургии). Практическая реализация полученных комплексно-легированных алюминидов никеля в качестве электродных материалов при электроискровом легировании поверхностей материалов и в качестве лигатур для модифицирования литейных сплавов позволяет существенно повысить их функциональные свойства;

**доказана** перспективность использования предлагаемого подхода для получения комплексно-легированных алюминидов никеля путем совместного алюминотермического восстановления исходных оксидов металлов с применением СВС-металлургии. Это существенно упрощает технологию и снижает себестоимость получения новых высокотемпературных жаропрочных материалов, перспективных для энергетики, авиа- и автомобилестроения. При этом в перспективе в будущем слитки, полученные алюминотермией при СВС-металлургии, должны использовать в качестве основных шихтовых материалов при переплаве для синтеза новых жаропрочных конструкционных материалов;



**введены** новые термины и трактовки:

- анодные материалы при ЭИЛ из сложнолегированных алюминидов никеля;
- лигатура из комплексно-легированных алюминидов никеля для модифицирования металлических сплавов (медных и железных сплавов – сталей и чугунов) для получения высоких показателей функциональных свойств.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** перспективность применения методики синтеза комплексно-легированных алюминидов никеля с тугоплавкими и высокотвердыми боридами и карбидами W и Mo путем совместного алюминотермического восстановления исходных оксидов металлов с применением СВС-металлургии в одну стадию в отличие от традиционных технологий – литейной и порошковой металлургии; применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых и современных методов исследования, сбора и обработки информации, обеспечивающие достоверность результатов исследования:

- микрорентгеноспектральный анализ на аналитическом исследовательском комплексе на базе FE – SEM Hitachi SU-70 (Япония) с приставками энергодисперсионного (Thermo Scientific UltraDry) и волнового (Thermo Scientific MagnaRay) микрорентгеноспектрального анализа;
- рентгеновский анализ на дифрактометре «Дрон-7» в медном излучении с использованием базы дифракционных данных;
- исследование жаростойкости (окалиностойкости) проводили с применением дериватографа Q- 1000 фирмы MOM.

**изложены** закономерности формирования структурных составляющих сплавов на основе систем никель-алюминий (Ni – Al, Ni – Al – Cr, Ni – Al – Mo, Ni – Al – W, Ni – Al – Ti, Ni – Al – Cr – Mo – W, Ni – Al – Cr – Mo – W – Ti, Ni – Al – Cr – V, Ni – Al – Cr – V – Mo) и их твердости в зависимости от состава шихты из оксидных соединений и количества восстановителя алюминия;

**раскрыты** закономерности структурообразования и свойства алюминидов никеля, легированных тугоплавкими и высокотвердыми соединениями Mo<sub>2</sub>B<sub>5</sub>, MoB, W<sub>2</sub>B<sub>5</sub>, WC, для синтеза композиционных сплавов;

**изучены** составы исходной шихты, дана термодинамическая оценка и выполнен термический анализ реакций синтеза новых композиционных материалов на основе никельалюминиевой матрицы с тугоплавкими металлами и их боридами. Результаты анализа указывают на высокую вероятность получения композиционных материалов.

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

**разработана и апробирована** технология получения сплавов

интерметаллидов Ni-Al, легированных хромом, молибденом, вольфрамом, титаном, ванадием, и технология получения комплексно-легированных алюминидов в одну стадию совместным алюминотермическим восстановлением оксидов исходных металлов при СВС-металлургии;

**определены** перспективы практического использования полученных сплавов в качестве анодных материалов для создания жаростойких покрытий методом ЭИЛ на стали 30 и в качестве модифицирующих добавок в оловянной бронзе;

**создана** модель эффективного применения новых знаний, полученных при синтезе новых композиционных материалов из комплексно-легированных алюминидов никеля, для разработки практических рекомендаций по эффективному использованию их в качестве анодных материалов при ЭИЛ поверхностей сталей и модифицирующих добавок в черных (сталях и чугунах) и цветных сплавах (Al – Si, Al – Cu, Cu – Sn, Cu – Zn и др.);

**представлены** методические рекомендации по получению композиционных материалов из комплексно-легированных алюминидов никеля для повышения их функциональных свойств.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном современном оборудовании и измерительных приборах; 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 - металлотермии;

**использовано** сравнение данных, полученных ранее другими научными организациями по рассматриваемой тематике, с авторскими данными;

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

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

**Личный вклад соискателя состоит в:**

участии на всех этапах процесса, в получении исходных данных и научных экспериментах, личном участии в апробации результатов исследования, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке публикаций по выполненной работе. Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследований и результатами, полученными экспериментально.

Диссертация Медневой Анастасии Витальевны является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований разработаны физико-химические основы получения комплексно-легированных алюминидов никеля на основе оксидных

