

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Медневой Анастасии Витальевны “Синтез комплексно-легированных алюминидов никеля из оксидных соединений алюминотермическим методом” представленную на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Медневой А.В. посвящена получению интерметаллидных сплавов на основе системы никель-алюминий легированных как отдельно, так и совместно хромом, молибденом, вольфрамом, титаном, ванадием, упрочненных их карбидами и боридами, из оксидных соединений с применением метода СВС-металлургии, для использования их в различных направлениях промышленности, в частности, в качестве электродных материалов при электроискровом легировании сталей и модификаторов при выплавке оловянных бронз.

Актуальность тематики исследований обуславливается рядом факторов. Во первых алюминиды никеля благодаря высоким показателям своих свойств, таким как: модуль упругости, твердость, жаропрочность, износостойкость и стойкость к окислению, являются перспективными и практически ценными конструкционными материалами, применение которых ориентировано на производство деталей двигателей, как автотранспорта, так и современных летательных аппаратов, работающих в агрессивных условиях при высоких температурах и большого количества теплосмен, а также используются для изготовления частей оборудования и оснастки металлургического производства. Легирование алюминидов никеля различными элементами является основным способом повышения показателей комплекса их свойств, направленных на устранение главного недостатка сплавов данной системы, ограничивающего область их применения, это низкая пластичность и трещиностойкость. В литературе недостаточно широко освещена информация о свойствах алюминидов, способах их получения, легирования и эффективности внедрения на

производстве. Во вторых применение способа СВС-металлургии позволяет наряду с существующими методами расширить границы возможностей получения композиционных материалов, при этом выгодным преимуществом рассматриваемого способа по сравнению с традиционными, является объединение операций получения алюминидов никеля и его легирования в один процесс, что позволит сократить время производственного цикла получения данных сплавов и исключить из технологического цикла традиционные плавильные агрегаты. Высокие температуры экзотермических реакций и их скоротечность, определяющие неравновесность процесса образования фаз, позволяют получать сложнолегированные сплавы с уникальными свойствами, как в области гомогенности, так и за ее пределами.

Анализ состояния вопроса позволил автору адекватно сформулировать цели и задачи, которые позволили установить механизмы образования и распределения элементов в различных структурных составляющих комплексно-легированных алюминидов никеля с использованием метода СВС-металлургии из оксидов металлов, влияющие на свойства получаемых и обрабатываемых материалов.

2. Научная новизна

Автор установил и научно обосновал закономерности образования структурных составляющих в алюминидов никеля, легированных Cr, Mo, W, Ti, V, полученных из оксидных соединений, в зависимости от состава шихты с применением метода СВС-металлургии.

Выявил, что свойства исследуемых алюминидов никеля, в частности параметры микротвердости, формируются на основе образования β' -фазы с переменным содержанием легирующих элементов и квазиэвтектики, состоящей из β' -фазы и интерметаллидных фаз легирующих элементов.

Определил вероятность получения композиционных материалов, состоящих из алюминидов никеля, легированных тугоплавких и высокотвердых соединений (Mo_2B_5 , MoB, W_2B_5 , WC), а также закономерности их структурообразования и изменения свойств

(нанотвердости) на основе термодинамического анализа реакций синтеза и экспериментальных данных.

3. Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, библиографического списка из 149 наименований и 3 приложений. Работа изложена на 201 странице машинописного текста, содержит 53 рисунка и 31 таблицу.

В диссертации приведена глубокая теоретическая проработка и результаты экспериментов по синтезу целого ряда легированных и композиционных сплавов на основе алюминидов никеля с применением метода СВС-металлургии. Представлены результаты дифференциально-термического и термогравиметрического анализа восстановления оксидов алюмотермией, а также элементного, микроструктурного и рентгенофазного анализа получаемых сплавов. Выявлены образующиеся в ходе реакции структурные составляющие экспериментальных сплавов, исследованы их свойства, а также определено их влияние на формирования параметров микротвердости и нанотвердости получаемых материалов.

Исследовательская работа, проведенная автором, подтвердила возможность получения легированных алюминидов никеля экспериментальным методом.

Согласно имеющимся результатам обработки экспериментальных данных были разработаны шихтовые составы и технологические рекомендации для получения алюминидов никеля с различной степенью легирования определенными элементами и их соединениями.

В диссертации представлены результаты использования экспериментальных сплавов (Ni-Al, Ni-Al-Cr, Ni-Al-Mo, Ni-Al-W, Ni-Al-Cr-Mo-W) в качестве анодных материалов при электроискровом легировании стали 30 и в качестве модификатора (Ni-Al) при плавке оловянной бронзы. В первом случае положительный эффект достигается повышением жаростойкости стального образца, во втором случае увеличением микротвердости фазового состава медного сплава.

В работе использованы известные, стандартные методы исследований, приборы и оборудование. Существенное количество проведенных исследований выполнено на новом высокоточном оборудовании с применением современных методов анализа, при этом выводы по результатам анализа экспериментальных данных основываются на существующих, на сегодняшний день постулатах теории материаловедения, что исключает сомнения в достоверности полученных результатов.

4. Практическая значимость работы

Разработана технология получения как легированных одним элементом так и сложнолегированных алюминидов никеля в одну стадию, с применением СВС-металлургии при использовании оксидов исходных металлов. Данная технология позволяет значительно сократить время технологического цикла получения исследуемых сплавов, исключить использование традиционных плавильных агрегатов, внедрить ее на производстве без серьезных изменений цеховой инфраструктуры, технического перевооружения и модернизации оборудования, а также появляется возможность получения экспериментальных материалов вне специализированных подразделений. Данные обстоятельства позволяют добиться решения одной из важных задач любого производства, это повышение конкурентоспособности продукции за счет снижения себестоимости ее получения.

Интерметаллидные сплавы (Ni-Al, Ni-Al-Cr, Ni-Al-Mo, Ni-Al-W, Ni-Al-Cr-Mo-W), полученные по экспериментальной технологии, применялись в качестве анодных материалов для повышения одного из важных эксплуатационных свойств металлов – жаростойкости путем создания жаростойких покрытий на поверхности образцов, изготовленных из стали 30, методом электроискрового легирования. При выбранных режимах электроискрового легирования стальных образцов и температурного диапазона их испытаний, жаростойкость при использовании всех получаемых сплавов повышается до 7,5 раз, исключением является сплав Ni-Al-Cr-Mo-W, обеспечивающий практически абсолютную жаростойкость образцов. Исходя

из этого данные материалы могут быть рекомендованы для создания жаропрочных покрытий на узлах и деталях, работающих в агрессивных средах при воздействии высоких температур, например, кристаллизаторы машин непрерывного литья заготовок, лопатки газотурбинных двигателей и т.д.

Одним из направлений использования экспериментально полученного сплава Ni-Al является введение его в качестве модификатора в расплав оловянной бронзы БрОФ6,5-0,15. При внесении его в медный сплав в количестве 0,15% по массе, микротвердость фаз оловянной бронзы возрастает до 2,7 раз. Увеличение микротвердости структурных составляющих может содействовать улучшению прочностных свойств и повышению значений износостойкости медного сплава, который может быть использован, например, для изготовления колес червячных передач, работающих при больших нагрузках сопряженных с высокими коэффициентами трения.

5. Замечания по работе

1. При оформлении работы допущены не точности: 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. 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 совсем 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.

6. Заключение

Диссертационная работа Медневой А.В. “Синтез комплексно-легированных алюминидов никеля из оксидных соединений алюминотермическим методом” представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены теоретические предпосылки и новые технологические решения получения сплавов на основе алюминидов никеля с применением СВС-металлургии. Диссертация содержит закономерности формирования свойств получаемых интерметаллидов, и рекомендации последующего использования их в качестве анодных материалов для улучшения свойств покрытий на сталях при электроискровом легировании, а также в качестве модификаторов при традиционных способах получения цветных сплавов. Полученные в результате анализа новых экспериментальных данных выводы, закономерности и рекомендации научно обоснованы и имеют важное научно-практическое значение, пополняющие знания в области материаловедения. Результаты исследовательской работы, достаточно полно нашли свое отражение в 17 публикациях автора.

Недостатки, отмеченные выше по диссертации, можно признать несущественными, касающимися в большей степени оформительской части, не снижающими научно-практическую ценность, и не ставящими под

сомнение актуальность, обоснованность и достоверность результатов исследований.

Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание, включает в себя обобщение наиболее важных аспектов работы, не искажая общей сути проводимых исследований, анализа результатов, положений выносимых на защиту и сделанных выводов.

В соответствии с выше изложенным, считаю, что представленная диссертационная работа соответствует требованиям пункта 9 “Положения о присуждении ученых степеней”, утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор Меднева А.В. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

Официальный оппонент

кандидат технических наук, доцент,

ведущий научный сотрудник лаборатории

“Химических и фазовых превращений в материалах”

Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Института машиноведения

и металлургии Дальневосточного отделения

Российской академии наук



Комаров Олег Николаевич

681005, г. Комсомольск-на-Амуре, ул. Металлургов, 1,

тел. (84217)549539, e-mail: olegnikolaevitsch@rambler.ru.

ПОДПИСЬ КОМАРОВА О.Н. ЗАВЕРЯЮ
Директор ИМиМ ДВО РАН

05.12.2016 г.

А.А. Буренин