ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Кима Евгения Давидовича на тему «Получение методом СВС-металлургии новых металломатричных сплавов и электродных материалов для электроискрового легирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (в машиностроении)»

Актуальность избранной темы

Создание новых композиционных металлических материалов обусловлено проблемой увеличения прочности, надежности и срока эксплуатации конструкционных изделий, деталей машин и механизмов, испытывающих значительные механические и тепловые нагрузки. Уникальные свойства композитов достигаются внедрением армирующих твердых компонентов (карбидов, боридов, интерметаллидов и др.) в пластичную матрицу. В зависимости от способа получения композиционных материалов, соотношения концентраций компонентов, распределения армирующих элементов в матрице характеристики композитов могут варьироваться в широких пределах. Кроме того, особое значение имеет совместимость составляющих композита, прочность связи по границах разделах. Выяснение этих вопросов, а также установление технологических условий, приводящих к улучшению эксплуатационных свойств разрабатываемых материалов, снижению ресурсо- и энергозатрат на его производство, требуют проведения широкого комплекса исследовательских работ. Одним из перспективных способов получения материалов с заданными свойствами является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Этот метод успешно реализован для создания тугоплавких соединений металлов как в форме наноразмерных порошков, так и в форме компактных изделий. Выполняются исследования по применению метода СВС для комплексной переработки минерального сырья. Поэтому диссертационная работа Кима Е.В., посвященная разработке технологий получения новых комплексно-легированных металломатричных сплавов на основе алюминия, никеля и вольфрама из оксидных соединений и рудных концентратов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и анодных материалов для использования при нанесении износостойких покрытий на стали 45 электроискровым легированием, является достаточно актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения и выводы, представленные в диссертации, основываются на результатах выполненных соискателем экспериментальных исследований по формированию и изучению структуры и свойств новых металлических сплавов, электроискровых покрытий на основе алюминия, никеля, вольфрама и циркония с различными добавками. Сформулированные в работе выводы обоснованы в полной мере.

Научная и практическая значимость диссертационной работы:

1. Разработана технология получения Al-Zr-W сплава совместным алюмотермическим восстановлением металлов из бадделеитового и шеелитового концентратов и вольфрамовых сплавов совместным восстановлением шеелитового концентрата и оксидов различных металлов (Cr_2O_3, MoO_3, V_2O_3).

2. Алюмотермическим восстановлением оксидов вольфрама, молибдена, хрома, никеля, титана с добавками редкоземельных металлов (Ce и La) получены комплексно-легированные сплавы, основу которых составляют твердые растворы вольфрама, молибдена, никеля.

3. Методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из алюминия, оксида никеля и бадделеитового концентрата получены металломатричные Al-Ni сплавы с упрочняющими фазами – интерметаллидными соединениями алюминия (AlNi, Al_3Ni_2, Al_3Ni, Al(Zr,Ni), Al_2(Zr,Ni) и др.) и циркония (Zr_3(Al,Ni) и Zr_3(Ni,Al,Hf)). Установлено влияние концентрации циркония на микроструктуру, характер распределения элементов и свойства структурных составляющих сплава Al-Ni.

4. Показано, что синтезированные Al-Ni-Zr сплавы можно применять в качестве электродных материалов для нанесения электроискровых покрытий, износостойкость и микротвердость которых выше, чем у стальной подложки, в 2,8 и 6 раз соответственно.

Исходя из списка опубликованных работ, можно судить о том, что содержание диссертации полностью отражено в оригинальных публикациях в рецензируемых научных журналах с участием соискателя, в том числе в 9 публикациях в изданиях, входящих в базы данных Web of Science и Scopus. Результаты работы были представлены на международных и всероссийских конференциях, на конкурсах молодых ученых.

Достоверность и новизна полученных результатов и выводов

В ходе выполнения диссертационной работы применены широко используемые в материаловедении методы оптической и электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, термического дифференциального анализа, измерена микротвердость компонентов сплавов, проведены испытания на износостойкость сформированных электроискровых покрытий, поэтому достоверность полученных результатов не вызывает сомнения.

В диссертации в достаточно большом количестве представлены СЭМ-изображения микроструктуры синтезированных материалов и покрытий, а также данные микрорентгеноспектрального анализа в виде таблиц со значениями концентраций элементов в различных областях, что позволяет оценить правдивость сделанных заключений.

Новизна полученных результатов состоит в следующем:

1. Изучены процессы совместного алюмотермического восстановления циркония и вольфрама из бадделеитового и шеелитового концентратов ДВ-региона. Установлены закономерности формирования соединений (Al_3Zr, Al_4W, ZrN) с повышенной микротвердостью в Al-Zr-W сплавах, полученных методом СВС-металлургии.

2. Выявлены особенности структуры и распределения элементов в вольфрамовых сплавах, полученных при алюмотермическом восстановлении

шеелитового концентрата совместно с оксидами легирующих элементов Cr_2O_3, MoO_3, V_2O_3.

3. Установлено влияние циркония на состав, распределение и микротвердость структурных составляющих алюмоматричных сплавов со структурой Al_3Ni и Al_3Ni_2 с упрочняющими соединениями алюминия и циркония, которые были сформированы в процессе алюмотермического восстановления оксида никеля и бадделеитового концентрата.

4. Изучены кинетика эрозии электродов и массоперенос при электроискровом осаждении на сталь 45 покрытий из никель-алюминиевых сплавов, которые были синтезированы СВС методом из оксидов металлов. Определены режимы электроискрового легирования и составы анодных материалов, использование которых позволяет формировать покрытия с высокой микротвердостью и износостойкостью.

Новизна технических решений подтверждена двумя патентами Российской Федерации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, каждая из которых заканчивается основными выводами, заключения, списка цитируемой литературы из 158 отечественных и зарубежных источников. Текст автореферата соответствует содержанию диссертации.

Критические замечания к диссертационной работе

1. В литературном обзоре необходимо было больше внимания уделить анализу исследований по созданию металломатричных сплавов и электроискровых покрытий, в которых упрочняющими компонентами являются интерметаллиды, поскольку именно им посвящена большая часть работы.

2. В диссертации практически отсутствуют результаты рентгенофазового (рентгеноструктурного) анализа синтезированных сплавов и электроискровых покрытий. Использование этого метода позволило бы более точно идентифицировать наблюдаемые интерметаллиды, твердые растворы и соединения.

3. В работе используется неоднозначная система обозначения полученных сплавов. Часто можно встретить названия сплавов как совокупность компонентов исходной смеси для алюмотермического восстановления. Например, на стр.87 в подписи к рис. 4.3 сплав указан как NiO-Cr_2O_3-MoO_3-WO_3-Al, хотя, по сути, это многокомпонентный сплав Ni-Cr-Mo-W-Al. Аналогичное можно сказать и о неудачных обозначениях сплавов А, Б, В, Г, используемых в качестве анодных материалов для создания покрытий.

4. Таблицы 3.3 и 3.4 можно было объединить с таблицей 3.5, поскольку часть информации в них дублируется. Помимо средних значений концентраций элементов достаточно было показать интервал разброса соответствующих значений в различных точках.

5. Известно, что при микрорентгеноспектральном анализе концентрация легких элементов, таких как кислород и азот, определяется с повышенной погрешностью, поэтому не имело смысла приводить значения атомных концентраций этих элементов с точностью второго знака после запятой.

6. В главе 5 не приведена информация о составе и структуре электроискровых покрытий, полученных при нанесении сплавов Ni-Al-Ti, Ni-Al-Ti-Zr-Fe, Ni-Al-Cr-Zr-Fe, Ni-Al-Cr-Ti-Zr-Fe.

7. На графиках, изображенных на рис. 5.7, неверно указаны подписи к осям абсцисс и ординат. Вместо «износостойкости» следовало было написать «убыль массы образца», а вместо «времени обработки» - «время истирания».

8. В тексте диссертации встречаются многочисленные опечатки, орфографические ошибки, отсутствуют или стоят лишние знаки препинания. Например, в названии раздела 4.2.3 указано, что обсуждаются результаты по влиянию циркона, хотя должно рассматриваться влияние циркония. На стр. 68 в пункте 3 разброс концентрации железа составляет от 0,53 до 1,05 ат.%, при этом среднее значение по непонятным причинам равно 7,79 ат.%.

Заключение

В целом диссертационная работа Кима Е.Д., несмотря на отмеченные недостатки, является законченной, содержит необходимый объем исследований и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (в машиностроении).

Доктор физ.-мат. наук по специальности
01.04.07 – физика конденсированного состояния,
профессор кафедры
«Физика и теоретическая механика»
Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Дальневосточный государственный
университет путей сообщения» Пячин Сергей Анатольевич

«01» марта 2021 г.

680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, д. 47, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», тел.: (4212) 40-76-14, e-mail: pyachin@mail.ru

Подпись Пячина С.А.
(подпис
Начальн
отдела ка