

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

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

Диссертация Ким Е.Д. актуальна, поскольку посвящена решению важной научно-практической задачи, направленной на разработку технологий получения новых комплексно-легированных металломатричных сплавов на основе Al, Ni и W из оксидных соединений и рудных концентратов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и анодных материалов для использования при нанесении износостойких покрытий на стали 45 электроискровым легированием. Актуальность работы подтверждается ее выполнением в соответствии: с Государственным заданием № 11.3014.2017/ПЧ «Исследование возможности получения РЗМ-Ni-содержащих лигатур для модифицирования металлических сплавов»; стипендии Президента РФ СП-1904.2019.1 «Разработка энергосберегающей технологии получения металломатричных композитных материалов из минерального концентрата (шеелит) для формирования покрытий с повышенными износостойкими свойствами методом ЭИЛ на стальных изделиях».

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Установлены и научно обоснованы закономерности формирования структурных составляющих цирконий-вольфрамсодержащего алюмоматричного сплава Al-Zr-W с использованием бадделеитового и шеелитового концентратов ДВ-региона методом СВС металлургии. Дана термодинамическая оценка и выполнен термический анализ реакций синтеза композитного материала.

2. Методами рентгенофазового и микрорентгеноспектрального анализов элементов идентифицированы интерметаллидные фазы  $Al_3Zr$  и  $Al_4W$  с микротвердостью 5800...6400 МПа и 3960...5430 МПа соответственно; кроме этих фаз в структуре идентифицированы нитрид циркония  $ZrN$  с микротвердостью 23500...27200 МПа, алюминид Zr с  $Si$   $Al_3(Si,Zr)$  и эвтектика переменного состава по содержанию Si, Mn, Zr; микротвердость эвтектики колеблется от 1000 до 1800 МПа. По данной технологии можно получить сплавы Al-Zr-W с заданными структурными составляющими при использовании минеральных концентратов – бадделеита и шеелита.

3. Установлены и научно-обоснованы особенности формирования структуры и закономерности изменения характера распределения элементов (ликвационные процессы) и микротвердости структурных составляющих сплавов при совместном восстановлении шеелитового концентрата и оксидов

легирующих элементов  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-MoO}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-MoO}_3\text{-V}_2\text{O}_3$  (Cr, Cr-Mo, Cr-Mo-V) при СВС-металлургии.

4. Получены новые результаты по влиянию циркония на структурообразование, характер распределения элементов и свойства сплава Al-Ni, полученного из шихты состава, мас. %: 51 NiO; 23,5 Al; 20  $\text{CaF}_2$  и 6,5  $\text{NaNO}_3$ . Идентифицированы структурные составляющие в сплавах Al-Ni-Zr. На основании проведенных исследований получены алюмоматричные сплавы со структурой  $\text{Al}_3\text{Ni}$  и  $\text{Al}_3\text{Ni}_2$  с упрочняющими фазами алюминидов и цирконидов. Установлена связь между микротвердостью и характером распределения элементов в структурных составляющих сплавов Al-Ni-Zr и даны научные обоснования полученным зависимостям.

5. Установлены и научно обоснованы закономерности изменения кинетики эрозии анодных материалов из сплавов Al-Ni-Zr с различными содержаниями циркония и привеса катода стали 45, распределения элементов по сечению покрытий, микротвердости и износостойкости легированного слоя, полученного при ЭИЛ в режимах обработки ( $t_{\text{ск}}/t_{\text{р}} = 50/40$  и  $25/80$ ) в аргоне и на воздухе.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

1. Разработана технология синтеза цирконий- и вольфрамсодержащего алюмоматричного сплава Al-Zr-W с использованием бадделеитового и шеелитового концентратов ДВ-региона методом СВС-металлургии.

2. Разработана технология получения комплексно-легированных вольфрамовых сплавов совместным восстановлением шеелитового концентрата и оксидов легирующих элементов (Cr, Cr-Mo, Cr-Mo-V) алюмотермией.

3. Разработана технология получения цирконийсодержащих алюмоматричных сплавов Al-Ni-Zr с различными алюминидами Zr.

4. Разработана технология получения комплексно-легированных сплавов Al-Ni-X (X=Cr, Mo, W, V, Ti, PЗМ), состоящих только из непрерывных твердых растворов на основе W, Cr, Mo или только из алюминидов никеля и других элементов.

5. Использование анодных сплавов системы Al-Ni-Zr с 3,52 мас. % Zr для получения покрытия на стали 45 при ЭИЛ позволило повысить микротвердость и износостойкость в 2,8 раз.

6. Результаты диссертационной работы используются при чтении лекций и проведении лабораторных работ по курсу «Теоретические и технологические основы синтеза металлических сплавов из минеральных концентратов» для студентов магистратуры по специальности 22.04.02 Metallurgy.

Основные результаты диссертационной работы были доложены, обсуждены и одобрены на профильных материаловедческих международных и всероссийских конференциях.

Основные научные результаты изложены в объеме значительно превышающем для кандидатской диссертации, в том числе: 6 статей в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ и 9 в рецензируемом издании,

входящем в библиографическую и реферативную базу данных Scopus и Web of Science, получены 2 патента на изобретение РФ и др.

Замечания:

1. Из текста реферата не ясно, какова экономическая эффективность решения важной научно-практической задачи, направленной на разработку технологий получения новых комплексно-легированных металломатричных сплавов на основе Al, Ni и W из оксидных соединений и рудных концентратов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и анодных материалов для использования при нанесении износостойких покрытий на стали 45 электроискровым легированием.

2. Из текста реферата не ясно, каковы перспективы дальнейшей разработки темы.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки выполненной работы.

В целом диссертационная работа «Получение методом СВС-металлургии новых металломатричных сплавов и электродных материалов для электроискрового легирования» представляет собой законченное научное исследование, основные результаты которого представляют научный и практический интерес для специалистов в области материаловедения и машиностроения.

Судя по автореферату диссертационная работа «Получение методом СВС-металлургии новых металломатричных сплавов и электродных материалов для электроискрового легирования» соответствует требованиям п. 9...11, 13, 14 «Положение о порядке присуждения учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 01.10.2018 г.), а ее автор, Ким Евгения Давидовича, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – **Материаловедение (в машиностроении).**

  
Агеева Екатерина Владимировна

  
Ученая степень: кандидат технических наук.

Шифр специальности, по которой защищена диссертация: 02.00.04 «Физическая химия».

Основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» кафедра технологии материалов и транспорта.

Должность: доцент.

Почтовый адрес: 305040, РФ, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94.

Адрес электронной почты: [ageeva-ev@yandex.ru](mailto:ageeva-ev@yandex.ru).

Телефон: 8(910)310-33-36.