

## ОТЗЫВ

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

В настоящее время композиционные материалы (КМ) находят все большее применение в авиа- и двигателестроении, в энергетике, автомобилестроении и других областях промышленности. Наибольшее распространение на практике получил метод химического восстановления оксидных соединений металлотермий. Основным недостатком этого способа является его многостадийность и высокая стоимость. В связи с этим разработка технологии получения комплексно-легированных алюминидов никеля и сплавов с неограниченными твердыми растворами и других металломатричных композиционных сплавов из оксидных соединений является актуальной.

Выполненный анализ известных технологий получения металломатричных композитных сплавов и влияния легирующих элементов на их свойства позволил диссидентанту сформулировать цель и задачи исследования.

В работе выполнен термический анализ реакций восстановления металлов из чистых оксидов переходных металлов, который показал, что восстановление оксидов вступает в активную фазу после плавления алюминия при 658...659°C и протекает через гетерогенный механизм при 750...1100°C. Автором разработана технология восстановления вольфрама и циркония с использованием шеелитового и бадделеитового концентратов ДВ-региона металлотермий с применением СВС-металлургии. Показано, что выход тугоплавких металлов составляет: циркония – 37...40%; вольфрама – 93...96%. В результате получен алюноматричный сплав состава, мас. %: 65,63 Al; 22,15 Zr; 8,95 W, который представляет собой композитный материал с гетерофазной структурой. В работе также представлена технология получения комплексно-легированных сплавов совместно с восстановлением шеелитового концентрата и оксидов легирующих элементов. Изучена микроструктура сплавов W-Cr-Al и Al-W-Cr-Mo-V, изучена микротвердость структурных составляющих. Показано, что микротвердость алюминида никеля  $Al_3Ni_2$  увеличивается с ростом содержания Ni и Si в нем, а микротвердость кристаллов  $Al_3Ni$  мало зависит от содержания циркония в сплаве Al-Ni до 1,67 мас. % Zr, а существенное ее повышение наблюдается при содержании Zr 3,52 мас. % и достигает 9195,5 МПа. В результате сделан вывод, что для существенного повышения микротвердости сплава Al-Ni необходима добавка циркония 3,52 мас. % и более. В работе изучена износостойкость покрытия на стали 45 с использованием комплексно-легированных анодных сплавов Al-Ni, полученных металлотермий. Установлено, что износостойкость покрытия из анодных сплавов Al-Ni-Zr в процессе ЭИЛ зависит от содержания циркония в сплаве. Большая часть диссертационной работы посвящена изучению особенностей формированию структуры в алюноматричных композитах, полученных методом СВС-металлургии.

Техническая новизна работы подтверждена патентами РФ. Результаты диссертационного исследования достаточно полно опубликованы в печати, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК.

По тексту автореферата имеются следующие вопросы и замечания:

1. Из автореферата неясно, при каких технологических параметрах осуществлялось восстановление вольфрама и циркония с использованием шеелитового и бадделейтового концентратов ДВ-региона металлотермий с применением СВС-металлургии?

2. В чем состоит взаимосвязь между микротвердостью и характером распределения элементов в структурных составляющих сплавов системы Al-Ni-Zr?

3. В автореферате идет речь о высоких механических свойствах сплава Ni-Cr-Mo-W-Al, однако значения этих свойств не приводятся.

Несмотря на высказанные замечания по автореферату, считаем, что диссертационная работа Кима Е.Д. отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ким Евгений Давидович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

Профессор кафедры «Литейное производство и упрочняющие технологии», д-р техн. наук

Мысик  
Раиса Константиновна

Профессор кафедры «Литейное производство и упрочняющие технологии», д-р техн. наук

Брусницын  
Сергей Викторович

Профессор кафедры «Литейное производство и упрочняющие технологии», д-р техн. наук

Сулицин  
Андрей Владимирович

18.02.2021 г.

Подпись  
заверяю

ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА  
УДИОВ  
Р.А. УЛЬЯНОВА

620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет  
И имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Тел. (343) 375-44-76, E-mail: kafedralp@mail.ru