

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Логачевой Аллы Игоревны

на тему «Комплексная технология изготовления тонкостенных элементов методом порошковой металлургии для производства деталей из конструкционных и функциональных сплавов на основе титана и никеля для изделий ракетно-космической техники», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук на соответствие специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Переход к новому поколению ракетно-космической техники (РКТ) предъявляет повышенные требования к уровню физико-механических свойств материалов, предназначенных для работы в экстремальных условиях эксплуатации.

Особое внимание уделяется никелевым и титановым сплавам, которые обладают уникальным сочетанием химических, физико-механических и эксплуатационных свойств, таких как высокая температура плавления, химическая стабильность, высокая жаростойкость и коррозионная стойкость. Несмотря на вышеперечисленные достоинства данные сплавы являются труднообрабатываемыми, а интерметаллидные материалы на основе Ni_3Al , $NiAl$, $TiAl$ до сих пор не получили широкой промышленной реализации, что связано с их недостаточной технологичностью ввиду практически нулевой пластичности и низкой прочности при комнатной температуре. Для повышения сопротивления ползучести сплава при повышенных температурах проводят микролегирование сплавов элементами, которые способствуют образованию на границах зерен сегрегаций, препятствующих развитию пластической деформации.

Получение этих сплавов классическими металлургическими приемами с последующей механической обработкой осложнено высокой хрупкостью материалов. Решение данной проблемы стало возможным благодаря порошковой металлургии, в частности аддитивным 3d-технологиям, позволяющим спекать изделия заданной геометрической формы, в том числе тонкостенных элементов конструкций. Применение сферических порошков с плотной и дисперсной микроструктурой из жаропрочных никелевых и титановых сплавов обеспечивает воспроизводимость технологического процесса получения качественных изделий для ответственных узлов РКТ (диски ротора, крыльчатки двигателя и др.).

В этой связи актуальными являются задачи создания промышленного производства узкофракционных гранул правильной сферической формы и регламентированной зернистости, а также разработки комплексной технологии сложнопрофильных изделий для РКТ.

Для выполнения поставленных задач в диссертационной работе Логачевой А.И. была развита концепция микролегирования никелевых и титановых жаропрочных сплавов, методом компьютерного конструирования оптимизирован химический состав жаропрочного никелевого сплава НГК-6, исследованы закономерности процесса центробежного распыления

вращающегося электрода при получении сферических гранул зернистостью менее 100 мкм на промышленной установке УЦРТ-9, разработана технология изготовления тонкостенных герметичных трубчатых элементов.

В диссертационной работе предложена методика оценки энергии когезии границ зерен, основанная на теории функционала электронной плотности. При этом влияние микролегирования на прочность границ зерен оценивалось по значению парциальной молярной энергии когезии. Полученные значения энергии когезии модельных сплавов были использованы для определения оптимального химического состава сплавов. Изучены особенности процесса центробежного распыления электродов, и определены условия получения порошковых гранул зернистостью менее 100 мкм. Установлены закономерности влияния гранулометрического состава порошков на их физико-химические свойства, а также на механические свойства спеченных сплавов.

Разработана технология изготовления тонкостенных герметичных трубчатых элементов сложной формы из гранул титановых сплавов для систем разгонных блоков. Предложена комплексная технология получения сплавов ТН-1 на основе никелида титана с эффектом памяти формы с управляемой микроструктурой и пониженным содержанием примесей, сочетающая в себе порошковую металлургию с винтовой прокаткой. Данная технология обеспечила выпуск тонкостенных замковых соединений для изделий РКТ. Разработаны технологические процессы изготовления сплава ИНГК-5 на основе Ni_3Al , работоспособного при температуре 1250 °С, предназначенного для камер сгорания жидкостных ракетных двигателей. Крупным достижением автора является создание промышленной технологии изготовления сложнопрофильных тонкостенных изделий из гранул титановых сплавов ВТ6, ВТ23, СТ6У с повышенными тактико-техническими характеристиками. Впервые показана принципиальная возможность изготовления бесшовных топливных баков методом металлургии гранул. Предложена технологическая схема изготовления капсул для тонкостенного титанового лайнера.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением современных методов исследований, сопоставлением полученных закономерностей с результатами других исследователей.

По теме диссертации опубликовано 52 работы, в том числе 23 статьи в журналах из Перечня ВАК, получено 14 патентов. Результаты докладывались на многочисленных конференциях и симпозиумах, в том числе международных.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Пункты 5 и 6 из раздела «Научная новизна результатов работы» следовало бы перенести в раздел практической значимости, т.к. в них приведены достижения автора в части практической реализации комплексной технологии производства интерметаллидных сплавов

на основе никелида титана TiNi, алюминида никеля Ni₃Al и сложно профильных изделий из них.

2. Рисунок 4б показывает, что внутри гранул отсутствует пористость, но разрешение и увеличение не позволяют характеризовать структурные составляющие полученных гранул. Представляет большой интерес проследить наследственность структуры сплава от литого электрода к гранулам и далее к спеченной заготовке.

Однако указанные замечания не снижают ценность и положительную оценку представленной научной работы. Диссертация Логачевой А.И. является завершенной научно-исследовательской и опытно-конструкторской работой, выполнена на высоком научном уровне, по актуальности проблемы, научной и практической ценности отвечает всем требованиям ВАК РФ.

Считаю, что представленная к защите работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Логачева Алла Игоревна, несомненно заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Заведующий кафедрой порошковой металлургии
и функциональных покрытий,
директор Научно-учебного центра СВС,
д.т.н., профессор



Е.А. Левашов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119991, г. Москва, Ленинский проспект, 4.

Левашов Евгений Александрович

Тел.: (495)638-4500, (499)236-5298, e-mail: levashov@shs.misis.ru

Заведующий кафедрой ПМиФП, директор НУЦ СВС,

Специальность 01.04.17 и 05.16.06



ПОДПИСАНО
Проректор
по общим вопросам
НИТУ «МИСиС»

ЗАВЕРЯЮ

И.М. ИСАЕВ