

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный конструктор АО КБХА,

д.т.н.

  
В.Д. Горохов



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

*Логачевой Аллы Игоревны*

*«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 по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Разработка ракетно-космической техники нового поколения предъявляет повышенные требования к качеству материалов, и прежде всего к стабильности физико-механических свойств в экстремальных условиях. Этим требованиям отвечают конструкционные и интерметаллидные материалы, получаемые методом горячего изостатического прессования мелких гранул.

В качестве основных материалов диссертантом выбраны никелевые и титановые сплавы, а также интерметаллидные сплавы системы титан-никель и никель-алюминий, адаптированные для технологий порошковой металлургии и обеспечивающие сверхстабильный уровень свойств в изделиях ракетной техники.

Актуальность диссертационной работы выражается в модернизации технологического цикла производства изделий методом порошковой металлургии, разработке нового поколения жаропрочных и функциональных материалов для РКТ, технологических процессах изготовления тонкостенных герметичных трубчатых элементов сложной 3Д конфигурации из гранул титановых сплавов для рам разгонных блоков, бесшовных топливных баках и лейнерах для композиционных

баллонов, а также в технологиях изготовления жаростойких сплавов на основе интерметаллидов с температурой эксплуатации сверх  $1250^{\circ}\text{C}$  для камер сгорания.

В рамках диссертационной работы решались задачи по разработке научно-технического подхода к изготовлению высокопрочных конструкций ЖРД методом порошковой металлургии с последующим горячим изостатическим прессованием гранул с целью получения сплавов нового поколения в виде отдельных деталей и узлов, обеспечивающих требования передовых конструкторских и материаловедческих разработок по тонкостенности и герметичности; по модернизации структуры и свойств выбранных групп сплавов (титановых, никелевых, интерметаллидов), включая функциональные характеристики, за счет химической и структурной однородности исходных материалов.

В работе автора представлена научная новизна:

- обоснован подход к изготовлению тонкостенных элементов (с помощью профильных оболочек) из сферических порошков титановых и никелевых сплавов, состоящий в возможности получения изотропных сложнопрофильных изделий без сварных соединений, с высоким уровнем свойств, которые невозможно получить традиционными способами;
- установлены закономерности процесса центробежного распыления вращающегося электрода (скорость вращения до 35000 об/мин) из титановых и никелевых сплавов при получении сферических порошков дисперсностью менее 100 мкм;
- установлены закономерности влияния гранулометрического состава на физико-механические свойства порошков гранул (уменьшение размеров гранул обеспечивает мелкозернистую структуру, свободную от неметаллических включений, что положительно сказывается в повышении характеристик материалов);
- разработаны принципы универсального легирования порошковых жаростойких сплавов элементами, повышающими когезионную прочность границ зерен и матрицы (для сплавов нового поколения – СТ6У и НГК-6);
- предложена научно-обоснованная комплексная технология производства функциональных интерметаллидных сплавов на основе никелида титана, сочетающая порошковую металлургию и винтовую прокатку (для тонкостенных замковых соединений).

Личный вклад автора заключается:

- разработке принципов совершенствования технологии производства мелких

(до 100 мкм) порошков из титановых и никелевых сплавов на усовершенствованной установке распыления гранул;

- разработке систем легирования порошковых жаропрочных сплавов на титановой и никелевой основах;

- разработке подхода для оценки показателей когезивной прочности границ зерен и матрицы в сплавах;

- разработке комплексной технологии изготовления втулок замковых соединений из сплава ТН-1 с эффектом памяти форм и трубчатых тонкостенных элементов из титановых сплавов для РКТ.

Результаты диссертационной работы доведены до стадии промышленного внедрения:

- разработана и изготовлена установка нового поколения «УЦРТ-9», позволяющая получать мелкие гранулы размером менее 100 мкм за счет введения механизма управляемого охлаждения гранул в полете;

- разработаны технологические процессы изготовления тонкостенных герметичных трубчатых элементов (№ 932.0102.068.00-2012) и технические условия (ТУ 1791-539-56897835) на их получение методом металлургии гранул из титановых сплавов ВТ14 и ВТ23;

- разработаны инновационные технологии изготовления бесшовных топливных баков методом металлургии гранул из титанового сплава ВТ23 (№ 932-0102-13ТП-2009 и № 932.01100.15900);

Основное содержание диссертации опубликовано в 52 печатных работах, в том числе в 23 статьях в журналах, в 14 патентах РФ.

Представленная работа выполнена высоким научно-техническим уровне, имеет важное народно-хозяйственное значение и отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Логачева А.И. заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Председатель НТС, д.т.н



В.С. Рачук

Главный металлург



В. М. Астрединов