



www.npotitan.ru

107045, г. Москва, Сретенский б-р, д. 3, пом/ком 6/5

Тел.: (495) 772-07-39, (906) 772-07-39

E-mail: polkin@npotitan.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы:

**«РАЗРАБОТКА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПАКТНЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ
ПОРОШКОВЫХ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ $TiNi$ и $(Ti,Hf)Ni$ НА ОСНОВЕ
ГИДРИДНО-КАЛЬЦИЕВОГО СИНТЕЗА»**

Володько Сергея Сергеевича, представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности

2.6.5. – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Сплавы никелида титана, в том числе легированные другими элементами, являются перспективным классом материалов, сочетающие высокие конструкционные и функциональные свойства, что обуславливает их востребованность. В настоящее время широко распространены такие методы получения никелида титана, как дуговая и индукционная плавки в вакууме. Использование вакуума необходимо для предотвращения взаимодействия кислорода с расплавом, однако, даже такие меры не способны подавить образование таких фаз, как Ti_4Ni_2O . Данный факт в совокупности с ликвацией элементов в расплаве из-за их разности плотностей приводит к нежелательному и необратимому изменению функциональных и механических свойств полуфабрикатов никелида титана.

Методы порошковой металлургии могут быть полезны для получения структурно однородных заготовок из сплавов $Ti-Ni$, без кислородо-содержащих соединений. Известны попытки получения никелида титана методами порошковой металлургии с помощью реакционного спекания чистых компонентов и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, которые, к сожалению, не дали позитивных результатов, как методы получения компактных заготовок.

Представленная диссертация направлена на решение проблемы создания новых технологий получения функциональных сплавов систем $Ti-Ni$ и $Ti-Ni-Hf$ интерметаллидного класса, используя методы металлотермического восстановления оксидного сырья гидридом кальция, что указывает на актуальность диссертационной работы.



Участник международной ассоциации «Титан»

Основная научная новизна диссертации заключается в том, что установлена возможность гидридно-кальциевого синтеза сплавов на основе интерметаллида $(\text{Ti,Hf})\text{Ni}$ с однородным фазовым составом. Экспериментально установлены и объяснены результаты, подтверждающие процесс синтеза трехкомпонентного интерметаллида $(\text{Ti,Hf})\text{Ni}$ в условиях гидридно-кальциевого процесса, где взаимодействие компонентов комплексное и идет путем твердофазной диффузии и переносом вещества через жидкий кальций. Установлено влияние пластической деформации на их механические и функциональные свойства бинарных сплавов никелида титана.

Практическая значимость работы заключается в том, что исследовано деформационное поведение порошкового сплава $\text{Ti}_{29,7}\text{Ni}_{50,3}\text{Hf}_{20}$ % ат. методом высокотемпературного одноосного сжатия. Разработаны карты деформации и установлены наиболее благоприятные режимы деформации исходя из максимума коэффициента диссипации энергии (η), которые лежат в диапазоне температур 850 – 1000 °С и скоростей деформации 0,003 – 0,05 с⁻¹. На созданную технологию получения заготовок сплава TiNiHf получен патент РФ. Автором показано, что ротационная ковка и радиально-сдвиговая прокатка позволяют получать наибольшую величину одностороннего эффекта памяти формы в сочетании с узким интервалом формовосстановления, а наибольшая величина сверхупругости достигается в образцах после экструзии.

Однако к автореферату имеются следующие замечания:

1. Автор указывает, что в структуре спеченных заготовок бинарных сплавов Ti-Ni обнаружены включения оксида титана « TiO_x ». По тексту автореферата не понятно, присутствовали ли эти включения в синтезированном порошке или же образовались во время вакуумного спекания или деформации, а также какого их влияние на свойства;

2. В автореферате приводятся исследования деформационного поведения порошкового сплава $\text{Ti}_{29,7}\text{Ni}_{50,3}\text{Hf}_{20}$ % ат. по результатам которых автор строит карту деформации и выделяет на ней температурно-скоростные в которых возможно применение различных схем термомеханической обработки. Но, не исследованы структуры в деформированном состоянии, неясно какие реализуются механизмы структурообразования при пластической деформации. В связи с чем выводы о возможности применения

