

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации С.С. Володько

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

Интерметаллический сплав нитинол $TiNi$ обладает уникальными свойствами памяти формы и находит применение в различных областях техники и в медицине. Для расширения и повышения эффективности применения нитинола необходимо совершенствовать технологию его получения и улучшать его функциональные свойства. В связи с этим не вызывает сомнения актуальность диссертационной работы С.С. Володько, посвященной разработке технологии получения компактных заготовок из порошковых интерметаллидов $TiNi$ и $(Ti,Hf)Ni$ на основе гидридно-кальциевого синтеза и исследованию их свойств.

При проведении соответствующих исследований диссертант получил ряд новых важных научных результатов. Впервые установил возможность синтеза интерметаллида $(Ti,Hf)Ni$ и сплавов системы $Ti-Ni-Hf$ на его основе с гомогенным фазовым составом в условиях гидридно-кальциевого процесса. Экспериментально показал, что процесс гидридно-кальциевого синтеза $(Ti,Hf)Ni$ контролируется массопереносом компонентов через жидкую фазу и гетеродиффузией восстановленных металлов (титана и гафния) через межчастичные контакты в твердой фазе с образованием сначала промежуточных соединений бинарных систем $Ni-Hf$ и $NiTi$, а затем интерметаллида $(Ti,Hf)Ni$. Установил влияние горячей пластической деформации (ротационная ковка, радиально-сдвиговая прокатка и экструзия) на структуру и свойства бинарного порошкового $TiNi$. Показал, что все схемы пластической деформации приводят к развитию процессов динамической рекристаллизации (измельчению зеренной структуры), повышению плотности заготовок, повышению механических и функциональных свойств относительно исходного спеченного состояния. Показал, что после гидридно-кальциевого синтеза порошка и последующего вакуумного спекания гомогенное распределение элементов в матрице порошковых сплавов на основе интерметаллидов $TiNi$ и $(Ti,Hf)Ni$ полностью не достигается. Неоднородное распределение элементов влияет как на характер (стадийность), так и на величину температурного интервала мартенситного превращения. Впервые экспериментально установил области температурно-скоростных параметров деформации для сплава $Ti_{29,7}Ni_{50,3}Hf_{20}$ % ат, где наименее вероятно образование различных дефектов структуры.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что показана возможность получения порошкового бинарного сплава $TiNi$ как с наибольшей величиной сверхупругости, так и с наибольшей величиной одностороннего эффекта памяти формы в сочетании с узким интервалом формовосстановления. При этом для бинарных порошковых сплавов $TiNi$ структура с размером зерна менее 40 мкм формирует уровень механических свойств, удовлетворяющих требованиям ТУ 1-809-215-85 на литой горячедеформированный сплав ТН-1. Построены карты деформационного поведения

порошкового сплава $\text{Ti}_{29,7}\text{Ni}_{50,3}\text{Hf}_{20}$ % ат., где показано, что для исследуемого сплава область, где величина диссипации энергии (η -критерий) достигает наибольших значений, лежит в диапазоне температур 850 – 1000 °С и скоростей деформации 0,003 – 0,05 с⁻¹. На основе полученных карт предложены возможные схемы и температурно-скоростные параметры термомеханической обработки сплава $\text{Ti}_{29,7}\text{Ni}_{50,3}\text{Hf}_{20}$, обеспечивающие деформируемость материала. На созданную технологию получения заготовок сплава TiNiHf получен патент РФ № 2708487 от 29.05.2019 на изобретение «Способ получения заготовок сплавов TiHfNi ».

По содержанию автореферата возникли следующие замечания.

- 1) Не приведено сравнение разработанного метода гидридно-кальциевого синтеза и свойств полученного продукта с другим порошковым методом - самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) нитинола.
- 2) При обсуждении результатов исследования деформационного поведения синтезированных сплавов на страницах 15-16 не пояснены использованные критерии η и ξ .

Однако эти замечания не имеют существенного значения. В целом работа выполнена на высоком научном уровне и имеет большое научное и практическое значение. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, в том числе п. 9, к кандидатским диссертациям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. Автор диссертации, Володько Сергей Сергеевич, достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Автор отзыва дает согласие на обработку персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Володько С.С.

Зав. кафедрой «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», доктор физико-математических наук (01.04.17 – Химическая физика, в том числе физика горения и взрыва), профессор

Амосов
Александр Петрович

Тел. (846) 242-28-89. E-mail: egundor@yandex.ru.
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, главный корпус.

Подпись А.П. Амосова удостоверяю.
Ученый секретарь ФГБОУ ВО «СамГТУ»,
доктор технических наук

27.10.2022



Ю.А. Малиновская