

ОТЗЫВ

официального оппонента Левинского Юрия Валентиновича
на диссертационную работу Володько Сергея Сергеевича по теме:
«Разработка технологии получения компактных заготовок из порошковых
интерметаллидов TiNi и (Ti,Hf)Ni на основе гидридно-кальциевого синтеза»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Диссертация Володько С.С. посвящена актуальному вопросу создания материалов на основе интерметаллидов систем Ti-Ni и (Ti,Hf)-Ni. Эти материалы обладают высокими механическими и функциональными свойствами. Среди последних особого внимания заслуживают уникальные значения эффекта памяти формы и сверхупругости. Однако существующие технологии литья не позволяют в полной мере реализовать эти свойства на практике из-за особенностей процессов кристаллизации, связанных с ликвацией, приводящей к неоднородности слитков по составу. Вследствие этого весьма перспективным является разработка новых технологий, например, методами порошковой металлургии, не имеющих этих недостатков. Одним из таких вариантов является предложенная диссертантом технология, основанная на металлотермическом синтезе порошковых сплавов.

Диссертация состоит из 5 глав и изложена на 110 страницах.

Первая глава представляет собой анализ опубликованных в научной литературе данных по обсуждаемым далее вопросам. На основе этого анализа сформулированы основные цели и задачи работы.

Во второй и третьей главах описаны использованные материалы и методики исследования, а также подробно описаны технологические операции получения порошков интерметаллидов и компактных образцов из них, исследования структуры, фазовых превращений, некоторых механических и функциональных свойств.

Исследования деформационного поведения образцов, полученных из порошков системы Ti-Hf-Ni с высоким содержанием гафния, посвящена отдельная **глава 4**.

В 5 главе исследовано влияние трех схем термомеханической обработки (экструзии, ротационнойковки, радиально-сдвиговой прокатки) сплавов TiNi на структуру, пористость, условия мартенситных превращений, некоторые механические и функциональные свойства.

Диссертация насыщена экспериментальными данными. Приведены результаты многочисленных экспериментов как в области технологии получения порошков интерметаллидов, их компактирования, консолидации,

химико-термической обработки компактных образцов, так и в областях химического, фазового, структурного анализа образцов. Как следует из текста диссертации Володько С.С. отлично владеет особенностями использованных технологий и методов анализа, большинство экспериментов выполнено им лично или при его непосредственном участии.

Обработка и анализ экспериментальных данных выполнены корректно, из них сделаны обоснованные выводы. Все перечисленное свидетельствует о высокой профессиональной подготовке и грамотности Володько С.С.

С научной точки зрения, главным достижением и отличительной чертой диссертации является то, что в ней впервые изучены возможности и показана целесообразность использования порошков, указанных выше интерметаллидов, полученных гидридно-кальциевым восстановлением, для получения компактных образцов, обладающих высокими значениями некоторых механических и функциональных свойств. Преимущества разработанной технологии перед технологией литья, возможности её использования и пути её дальнейшего усовершенствования достигнуты благодаря уточнению условий консолидации и термомеханической обработки компактных образцов. Именно это и представляет основную **научную новизну работы**.

Предложенная технология получения компактных образцов из интерметаллидов систем Ti-Ni и Ti-Hf-Ni состоит из трёх последовательных этапов: получения порошков перечисленных интерметаллидов, консолидации порошков до компактных образцов, термомеханической обработки (ТМО) образцов. Каждый из этих трёх разделов так плотно насыщен новыми, интересными и содержательными экспериментальными данными, что любой из них при более подробном обсуждении, описании и анализе мог быть рассмотрен в качестве отдельной кандидатской диссертации.

Основные результаты работы опубликованы в 9 печатных работах, 8 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК, 7 из которых входят в базу цитирования «Scopus» (6 статей в виде переводных версий журналов ВАК).

Среди недостатков работы можно отметить следующие:

1. В диссертации подробно экспериментально исследовано гидридно-кальциевые восстановления оксидов с получением порошков интерметаллидов TiNi и (Ti,Hf)Ni. Путём анализа многочисленных экспериментов установлены значения параметров различных этапов восстановления, приводящие к получению порошков интерметаллидов с минимальным из полученных значений содержанием кислорода, которые во многом определяют свойства конечного материала.

К сожалению, к достижению этой цели не был привлечён термодинамический анализ, в диссертации нет ни одного хотя бы оценочного

расчёта условий синтеза, приводящих к минимальному равновесному содержанию растворённого в интерметаллидах кислорода. Такие расчёты помогли бы если и не уменьшению содержания кислорода в конечном продукте, но наверняка сократили бы расходы на экспериментальный поиск.

2. В диссертации неудачно подобран термин для обозначения конечного продукта работы – «компактные заготовки». Даже в заглавии указано «Разработка технологии получения компактных заготовок из порошков интерметаллидов». Содержание диссертации гораздо шире этого названия, так как оно содержит очень важный и ёмкий раздел термомеханической (ТМО) и высокотемпературной термомеханической (ВТМО) обработок этих заготовок, определение их свойств.

Правильнее и понятнее было бы назвать конечный результат «порошковыми сплавами на основе...» по аналогии с литыми, деформируемыми и т.д. Тогда последние главы следовало бы назвать «Исследование ТМО порошковых сплавов...», «Исследование структуры и свойств порошковых сплавов...».

3. В диссертации отсутствует статистическая обработка результатов испытания некоторых механических и функциональных свойств изученных сплавов. В частности, значения таких важных свойств как σ_B , $\sigma_{0,2}$, и δ приведены только по результатам одного испытания для образцов разных условий ТМО. Такие результаты, хотя в некоторых случаях они и выдающиеся, не определяют уровень свойств, а указывают только на перспективность дальнейших подробных исследований.

4. Диссертация задумана как разработка порошковой технологии получения компактного материала из интерметаллидов TiNi и (Ti,Hf)Ni, как альтернативы получения таких же по свойству материалов методами литья. В подтверждение целесообразности такого альтернативного метода в качестве основного соображения приводится следующее: методы литейной технологии имеют недостатки, которые заключаются в ликвидации элементов по объёму слитка и взаимодействии кислорода с расплавом. Последнее носит случайный характер, что является одной из главных сложностей производства никелида титана».

Совершенно справедливо отмеченные недостатки состояния литейных технологий свидетельствуют в первую очередь о необходимости устранения этих недостатков, а уже во вторую – о создании альтернативных методов. Поэтому разрабатываемый в диссертации порошковый метод получения интерметаллидных материалов следует рассматривать не как альтернативу литейным, а как один из возможных конкурентоспособных методов.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы и её общей положительной оценки. Полученные знания и опыт могут быть использованы при разработке других порошковых сплавов на основе интерметаллидов.

Заключение

Считаю, что диссертационная работа Володько С.С. «Разработка технологии получения компактных заготовок из порошковых интерметаллидов TiNi и (Ti,Hf)Ni на основе гидридно-кальциевого синтеза», представляет собой самостоятельное научно-квалификационное исследование, результаты которого имеют важное практическое значение.

Работа соответствует научной специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы» и отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г, а ее автор Володько Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Официальный оппонент: доктор технических наук (специальность: 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»), профессор, ведущий научный сотрудник ИСМАН РАН



Левинский Ю. В.

«28» 09.22 г.

Подпись Левинского Ю.В. заверяю



Выражаю свое согласие на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Володько С.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук (ИСМАН).

Адрес: 142432, г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 8, ИСМАН

Тел: +7-(499)-240-13-46, e-mail: levinsky35@mail.ru