

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Черезова Никиты Петровича
**Синтез, свойства и применение порошков на основе титана, полученных
методом СВС-гидрирования и термического дегидрирования,**
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества

Общие сведения о диссертации. Диссертация Черезова Никиты Петровича *Синтез, свойства и применение порошков на основе титана, полученных методом СВС-гидрирования и термического дегидрирования* состоит из Введения, пяти глав, общих выводов и списка литературы, сформулированных на 156 страницах, содержащих 66 иллюстраций и 19 таблиц. К диссертации приложена копия патента на изобретение «Способ получения мелкодисперсного порошка гидрида титана» и письма ООО Метсинтез с сообщением о заинтересованности во внедрении разработанной технологии в производство.

Актуальность и практическая значимость темы.

Актуальность темы очевидна. Во-первых, титановый порошок используется в традиционных технологиях порошковой металлургии. Во-вторых, он востребован в развивающихся технологиях 3D-печати. Наконец, в-третьих, он находит применение в технологиях получения новых волоконных композитов. Поэтому разработку «безотходных», менее энергоёмких, нежели традиционные, технологий получения титановых порошков, которым посвящена диссертационная работа, следует считать актуальной. Изложенное выше свидетельствует и о практической значимости работы.

Научная новизна диссертационной работы.

Диссертант Н.П. Черезов излагает своё видение научной новизны на страницах 6 – 8 диссертации. С точки зрения настоящего оппонента, наиболее важными является пп. 1 и 2 в изложении диссертанта. Действительно, диссертант исследовал механизм горения титановой губки в

режиме СВС, установив последовательность процессов в развиваемой технологии: формирование твердого раствора водорода в титане на поверхности губки – диффузия водорода вглубь губки - образование твердого раствора водорода в титане в объеме губки - образование TiH_2 на стадии догидрирования при остывании продукта до температуры $\sim 750^\circ\text{C}$ - дегидрирование порошка гидрида титана (750°C - 5 ч), приводящее к формированию частиц со средним размером 35 мкм.

Остальные пункты развивают и уточняют детали процесса.

Достоверность полученных Н.П. Черезовым результатов определяется, прежде всего, систематическим применением современных методов исследований на каждом этапе работы. Важным обстоятельством является и то, что диссертант в своей работе опирался на огромный опыт носящего имя А.Г. Мержанова коллектива – первопроходца в СВС-технологиях.

Глава 1 представляет собой обзор литературных данных по получению порошка титана и его сплавов, рассмотрены особенности получения гидрида титана и технологии гидрирования-дегидрирования.

Глава 2 представляет собой отличную иллюстрацию синергетического эффекта в результате наложения на предыдущий опыт современных методов исследования микро- и макроструктуры продукта СВС. В частности, диссертант подчеркивает «Пакет компьютерных программ «ТЕРМО» был разработан для расчета термодинамического равновесия в сложных многокомпонентных гетерофазных системах в Институте структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова РАН»

В **Главе 3** *Синтез и свойства порошков титана из титановой губки, полученных методом СВС-гидрирования и термического дегидрирования*, прежде всего, следует отметить наблюдение горения титановой губки в водороде (рис. 15), которое позволило автору сформировать представление об этапах процесса. Далее автор пользуется хорошо известным охрупчиванием титана водородом для измельчения порошка и проводит дегидрирование. Важным представляется оценка получаемых порошков в технологии порошковой металлургии (раздел 3.2). Еще более важным, с

точки зрения оппонента, является технология сфероидизации порошка с целью его применения в аддитивных технологиях (раздел 3.3).

Важными с точки зрения «безотходности» производства титановых изделий являются результаты **Главы 4** *Разработка метода СВС-гидрирования и термического дегидрирования для получения порошков на основе титана из стружки. Свойства полученных порошков.*

В **Главе 5** *Практическое применение порошков титана, полученных методом СВС-гидрирования и термического дегидрирования. Оценка экономической эффективности метода* научный и практический интерес представляют данные по получению и исследованию микроструктуры сплавов на основе никелидов титана.

Автор опубликовал свои результаты в высокорейтинговых журналах, доложил на ряде конференций, изложил свои результаты достаточно полно в автореферате, т.е. выполнил все формальные требования к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Всё изложенное выше свидетельствует о достаточно высоком качестве диссертационной работы в целом.

В то же время, нельзя не обратить внимание на некоторые недостатки и оплошности автора диссертации.

1. Представляется излишним в диссертации на соискание степени кандидата **технических** наук количественный анализ экономической эффективности разработанного процесса (Глава 5). Это дело экономистов, наше дело – качественные оценки.
2. В той же главе 5 подробно рассказывается о слишком хорошо известном - о мех испытаниях и измерении модуля упругости в зависимости от пористости образца.
3. Утверждение диссертанта «Модуль упругости титана при комнатной температуре, в зависимости от ориентировки кристаллов, находится в пределах 100-120 ГПа. Относительно низкий модуль упругости титана – один из недостатков этого металла, так как в отдельных случаях для придания необходимой жесткости конструкции приходится их

утяжелить» является, мягко выражаясь, спорным: удельный модуль всех используемых в качестве конструкционных металлов (за исключением бериллия и ниобия) – одинаков.

4. Описки и некоторые синтаксические ошибки – присутствуют во всех такого рода работах. Хорошо бы их избегать.

Эти замечания никаким образом не влияют на общую оценку диссертационной работы.

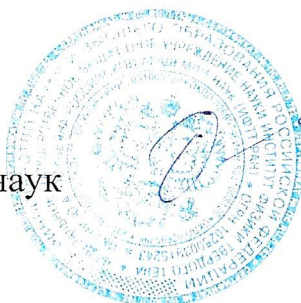
Диссертационная работа Черезова Н.П. «Синтез, свойства и применение порошков на основе титана, полученных методом СВС-гидрирования и термического дегидрирования» представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (с изменениями и дополнениями от 30 июля 2014 г., 21 апреля, 2 августа 2016 г., 29 мая, 28 августа 2017 г., 1 октября 2018 г., 20 марта, 11 сентября 2021 г., 26 сентября 2022 г., 26 января, 18 марта, 26 октября 2023 г., 25 января, 16 октября 2024 г), и её автор Черезов Никита Петрович, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института физики твердого тела им. Ю.А. Осипьяна РАН
142432, г. Черноголовка. Московская обл.
ул. Академика Осипьяна, д. 2
e-mail: mileiko@issp.ac.ru тел.: 8(49652) 21176



С.Т. Милейко
29 апреля 2025

Подпись С.Т. Милейко заверяю
Зам. директора ИФТТ РАН
Доктор физико-математических наук



Э.В. Девятов