



**ММЗ
АВАНГАРД**



АО «КОНЦЕРН ВКО «АЛМАЗ-АНТЕЙ»
АО «МОСКОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «АВАНГАРД»
Клары Цеткин ул., д. 33, Москва, 125130
Тел.: +7 (495) 639-99-90 (многоканальный) Факс: +7 (495) 639-99-90 доб.12-24
E-mail: avangardmos@mmza.ru
ИНН/КПП 7743065177/774550001
ОГРН: 1027743012890, ОКПО: 07512111

19.05.2025 № _____

На № _____ от _____

**Учёному секретарю
диссертационного Совета 24.1.124.01
к.т.н., доц. Петрову Е.В.**

131432, Московская обл., г.Черноголовка,
ул. Академика Осипяна д.8, ИСМАН

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **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

В центре экономической политики нашего государства находятся вопросы ускорения развития на базе более полного использования достижений научно-технического прогресса.

Одной из важнейших задач народного хозяйства является широкое внедрение современных способов изготовления деталей из различных сплавов, обладающих пониженной массой, что обеспечивает высокие тактико-технические и эксплуатационные свойства изделий.

При механической обработке изделий из металлов и сплавов, полученных литьём или другими методами, образуются технологические отходы в виде значительного количества стружки.

Стружковые отходы, например магния, титана чаще всего отправляются на длительное хранение или в переплав, что наносит значительный ущерб экономической составляющей производственного процесса.

Следовательно, подобные технологические отходы необходимо перерабатывать и снова отправлять их в производство.

Диссертационная работа Черезова Н.П. и посвящена разработке способа переработки технологических стружковых отходов титанового производства

в порошок методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Получаемый порошок титана может использоваться в самых различных технологических процессах современного машиностроения (порошковая металлургия, аддитивные технологии и др.), что делает тему настоящей диссертационной работы, несомненно, **актуальной и перспективной**.

Цель настоящей диссертационной работы – создание технологии получения порошков на основе титана из таких продуктов, как титановая губка и стружка методом СВС-гидрирования с последующей термическим дегидрированием.

Автором установлены технологические режимы получения и изучены свойства получаемых порошков.

Разработанная схема СВС-гидрирования позволила получить мелкодисперсные порошки на основе титана с минимальным содержанием примесей, пригодных для использования в аддитивных технологиях.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современных методов исследований, анализа и обработки экспериментальных данных, а также практическим использованием результатов при разработке технологических процессов.

Основные материалы диссертационной работы обсуждались на различных научно-практической конференциях и изложены автором в 21 опубликованной научной работе, в том числе в 9 в рецензируемых изданиях, автором в соавторстве получен 1 патент РФ на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, общих выводов, библиографического списка из 119 наименований.

Автореферат диссертации содержит общую характеристику работы, основное содержание, выводы, достаточное количество таблиц и рисунков.

Судя по тексту реферата, диссертационная работа состоит из нескольких основных частей. В главах 1 и 2 приведены современное состояние изучаемых в работе вопросов и методики проведения экспериментов. Следует отметить глубокую проработку изучаемого материала и уникальность разработанных и созданных экспериментальных установок.

В главе 3 приведены результаты синтеза и изучения свойств порошков титана из губки, полученных методом СВС-гидрирования и дегидрирования. По результатам экспериментов предложен механизм горения титановой губки в водороде и получен гидрид титана с содержанием водорода 4,2 масс. %.

Автором установлено, что в процессе СВС-гидрирования в исходной титановой губке уменьшается количество примесей углерода и кислорода, что важно при разработке технологии изготовления из полученного порошка титана конкретных деталей.

В главе 4 разработан метод получения и изучены свойства порошков из титановой стружки методом СВС-гидрирования и термического дегидрирования. Получение порошков из титановой стружки несомненно

более перспективно, чем из губки, т.к. стоимость последней на порядок выше стоимости стружки. Следует отметить, что химический состав исходной стружки совпадает с химическим составом порошка, полученного из стружки.

Получены образцы порошков с минимальным содержанием примесей, что очень важно, т.к. качество изделий из титановых порошков напрямую зависит от содержания примесей.

Кроме того, обработав полученный порошок в плазме, автор получил порошок, частицы которого имели сферическую форму, пригодную при изготовлении изделий с помощью различных видов аддитивных технологий.

В главе 5 приведены результаты промышленного опробования разработанного способа и приведены экономические показатели, свидетельствующие о несомненной **практической значимости** работы.

Научная и техническая новизна представленной работы, на наш взгляд, может быть выражена следующими положениями:

- теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность применения метода СВС-гидрирования с последующим термическим дегидрированием для получения порошков на основе титана как из титановой губки, так и из стружковых отходов титановых сплавов,
- предложен механизм горения титановой стружки в водороде,
- определено влияние размеров частиц гидрида титана при дегидрировании на свойства конечного продукта,
- впервые, после обработки в плазме получены сферические частицы порошков титана, полученных разработанным способом.

В качестве нескольких замечаний и пожеланий, которые, несомненно, не снижают ценности диссертационной работы следует отметить:

1. Исследовал ли соискатель процесс получения порошка из стружковых отходов других титановых сплавов предложенным им методом гидрирование / дегидрирование ?
2. Изменяется ли химический состав порошка после его обработки в плазме ?
3. Возможно ли применение разработанного способа для переработки стружковых отходов других сплавов, в частности, магниевых и алюминиевых ?

Автор продемонстрировал системный подход в решении заявленных задач, в рассматриваемой работе научные результаты, выводы, установленные закономерности базируются на результатах многочисленных экспериментов. Наиболее значимые результаты получены при использовании современных методов исследования, современных технических средств и программного обеспечения.

Разработанные в обсуждаемой диссертационной работе методики и технологические процессы могут быть рекомендованы для перспективных изделий из титановых сплавов, востребованных в народном хозяйстве.

Считаем, что из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что представленная диссертационная работа Черезова Н.П. актуальна, представляет собой законченное исследование, содержащее научную и практическую новизну и имеющее практическую значимость.

Указанные замечания не снижают общего высокого уровня диссертационной работы. Автореферат отражает содержание диссертации, а достоверность результатов не вызывает сомнения.

Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п.8 Положения о присуждении учёных степеней, а её автор Черезов Никита Петрович, заслуживает присвоение ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Генеральный директор
АО «ММЗ «АВАНГАРД» Д.В.Н.

ПОПКОВ Д.В.

Главный металлург
АО «ММЗ «АВАНГАРД»

КОШЕЛЕВ О.В.

Подписи Попкова Д.В. и Кошелева О.В.

удостоверяю

Заместитель генерального директора
АО «ММЗ «АВАНГАРД»

по персоналу и социальным вопросам

ДИБРОВА О.К.