



Акционерное общество «КОМПОЗИТ»

Пионерская ул., д. 4, г. Королёв, Московская область,
Россия, 141070

Телеграф БЕРЕЗА

тел. (495) 513-20-28, 513-23-29
канцелярия 513-22-56, факс (495) 516-06-17
e-mail: info@kompozit-mv.ru

ОКПО 56897835, ОГРН 1025002043813, ИНН / КПП 5018078448 / 501801001

13.02.2023 исх. № 0110-15

на № _____ от _____

Отзыв

на автореферат диссертации Каченюка Максима Николаевича на тему:
«Формирование структуры и свойств керамических материалов на основе соединений титана, циркония, кремния при консолидации искровым плазменным спеканием», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.6.5 - Порошковая металлургия и композиционные материалы

Высокоскоростной термомеханический метод обработки порошковых материалов за счет импульсов электрического тока (искровое плазменное спекание) и одновременного приложения нагрузки - обладает рядом преимуществ по сравнению с другими традиционными методами консолидации порошков. Кроме возможности получения практически беспористых материалов с пониженной склонностью к росту зерна и меньшим количеством микроструктурных дефектов, ИПС (искровое плазменное спекание) не предъявляет особых требований к размерам и форме порошков, их химическому составу и физико-механическим свойствам. Методом ИПС получают широкий ряд различных металлических, керамических, а также композиционных материалов, однако, возможности этого метода получения материалов, изучены недостаточно. Автором выполнен большой объем экспериментов, исследованы закономерности фазовых превращений в карбидных и оксидных системах, определено влияние параметров синтеза на структуру и свойства полученных материалов на основе карбидной и оксидной керамики. Важной частью

работы стало получение методом ИПС слоистого функционально-градиентного материала на подложке из жаропрочного никелевого порошкового сплава с теплозащитным покрытием из оксида циркония, стабилизированного иттрием. С этой позиции актуальность работы соискателя М.Н. Качнюка, выбравшего метод ИПС для создания новых керамических материалов на основе соединений титана, циркония, кремния, не вызывает сомнений, а метод решения поставленных задач целесообразен.

Научная новизна представленной автором диссертационной работы заключается в том, что разработана тройная диаграмма фазовых состояний, позволяющая прогнозировать фазовый состав в системе «титан-кремний-углерод»; установлен механизм образования соединений в системе $Ti - SiC - C$ при механоактивации; исследованы закономерности и механизмы фазообразования в системе $Ti - SiC - C$ при реакционном спекании различными методами; для материалов системы « $Ti - SiC - C$ » предложены физические модели, связывающие фазовый состав, пористость и параметры реакционного синтеза фаз; при исследовании спеченного методом ИПС порошка диоксида титана обнаружены особенности микроструктуры спеченного материала, заключающиеся в образовании ламеллярных элементов структуры.

При разработке структуры теплозащитного покрытия предложено новое решение для создания плавного изменения температурного коэффициента линейного расширения между слоями путем добавления в промежуточный слой между металлической подложкой и керамическим внешним слоем 15-30 % порошка диоксида циркония, полученного золь-гель технологией.

Практическая значимость работы состоит в разработке новых композиционных материалов на основе карбида и карбосилицида титана, полученных методом ИПС, обладающих повышенной износостойкостью за счет высокой плотности, формирования карбидов и слоистых квазипластичных ламеллярных фаз, а также технологических процессов

изготовления порошков и износостойких материалов из них. Установлены температурно-временные параметры изготовления новых композиционных функциональных материалов на основе оксидных и карбидных фаз с улучшенными специальными свойствами.

Достоверность результатов подтверждается согласованием результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных, наблюдений требований нормативных документов при выполнении экспериментов. Выводы не противоречат основным положениям порошковой металлургии и материаловедения. Материалы в автореферате изложены логично и ясно.

Полученные результаты опубликованы в 59 статьях: 20 в научно-технических периодических изданиях, рекомендованных ВАК и 16 в изданиях, входящих в Международные библиографические базы цитирования, получено 9 патентов на изобретения, результаты диссертационных исследований докладывались на 14 российских и международных конференциях. Работа достаточно полно **опубликована и апробирована.**

По работе следует сделать следующие замечания:

1) Из автореферата не ясно, как выбирались порошки для формирования теплозащитного покрытия и какие изменения в микроструктуре порошкового сплава Inconel 625, металлокерамических и керамических порошковых слоев были обнаружены после испытаний на жаростойкость.

2) В автореферате не приведено объяснения причин формирования ламеллярной микроструктуры спеченного методом ИПС порошка оксида титана и его свойств.

Выявленные замечания никак не снижают положительную оценку диссертационной работы.

Представленная работа отвечает требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября

2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора наук, а её автор, Каченюк Максим Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.6.5 - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Начальник отделения металлических материалов и металлургических технологий

АО «Композит», д.т.н.
«13» февраля 2023 г.



Логачёва А.И.

Даю свое согласие на обработку персональных данных и включение их в аттестационное дело Каченюка Максима Николаевича.



Логачёва А.И.

Подпись Логачёвой Аллы Игоревны удостоверяю
Начальник отдела кадров АО «Композит»



Калистая И.Н.

Логачёва Алла Игоревна, д.т.н., специальность 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы; начальник отделения металлических материалов и металлургических технологий АО «Композит».

Адрес: 141070, Московская обл., г. Королев, ул. Пионерская, д. 4.

Телефон: 8 (495) 513 21 26

Адрес электронной почты: info@kompozit-mv.ru