

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Ланцева Евгения Андреевича

«Электроимпульсное плазменное спекание мелкозернистых керамик и твердых сплавов на основе карбида вольфрама», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Актуальность диссертационной работы обусловлена решением проблемы высокоскоростного спекания нано- и субмикронных порошков карбида вольфрама, позволяющего обеспечить высокую твердость керамик и эффективно ограничить рост зерен при нагреве. Перспективным методом консолидации нанопорошков карбида вольфрама является технология электроимпульсного плазменного спекания (ЭИПС). Благодаря высокой скорости нагрева, и возможности изменять в процессе нагрева практически все ключевые технологические параметры, а также контролировать усадку и скорость усадки порошков, технология ЭИПС позволяет изготавливать керамики из карбида вольфрама с ультрамелкозернистой (УМЗ) микроструктурой, плотностью близкой к теоретической, и повышенными механическими свойствами. Цель работы заключается в изучении механизмов высокоскоростного твердофазного спекания мелкозернистых керамик и твердых сплавов на основе карбида вольфрама.

В диссертационном исследовании Ланцева Евгения Андреевича применен комплексный подход к получению и исследованию керамик на основе нано- и субмикронных порошков карбида вольфрама WC, полученных в процессе электроимпульсного плазменного спекания. В результате были определены особенности формирования структуры и свойств керамики на основе WC в процессе электроимпульсного плазменного спекания и показаны основные четыре стадии механизмов спекания таких систем. Высокоскоростное спекание порошков WC показано в виде последовательной смены следующих механизмов: перегруппировка частиц при пониженных температурах (стадия I); спекание частиц за счет зернограничной диффузии (стадия II); спекание за счет диффузии в кристаллической решетке (стадия III-1); спекание в условиях интенсивного роста зерен с аномально низкой энергией активации диффузии (стадия III-2). Установлено, что при ЭИПС сверхнизкокобальтовых УМЗ твердых сплавов WC-Co последовательно происходит перегруппировка наночастиц при пониженных температурах (стадия I); спекание наночастиц WC-Co за счет ползучести кобальта по Коблу (стадия II); спекание за счет диффузионной ползучести кобальта (стадия III-1); спекание наночастиц карбида вольфрама по межзеренным границам WC/WC в условиях интенсивного роста зерен (стадия III-2). Показано, что интенсивность спекания керамик на основе карбида вольфрама с добавками Al₂O₃, ZrO₂ и SiC контролируются зернограничной диффузией углерода в WC. Введение графита в состав нанопорошков WC-Al₂O₃ и WC-SiC приводит к снижению интенсивности образования фазы W₂C, тем самым ускоряя процесс диффузионного растворения пор на третьей стадии спекания за счет уменьшения энергии активации ЭИПС. Впервые показано, что основным механизмом высокотемпературной деформации УМЗ керамик на основе карбида вольфрама является процесс степенной ползучести. Полученные автором результаты надежно обоснованы. Результаты работы наряду с очевидной научной новизной имеют практическую направленность.

Замечания и вопросы к автореферату диссертации.

1. В работе для получения материалов использовались порошки WC со средним размером частиц ~ 90 нм, а в качестве добавок порошки Al₂O₃ и ZrO₂ со средним размером частиц ~ 200 нм, т.е. в структуре спеченных керамик зерна Al₂O₃ и ZrO₂ более крупные по

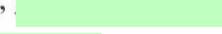
сравнению с зернами матрицы WC, при этом утверждается о дисперсном упрочнение карбида вольфрама; какой механизм в этом случае обеспечивает увеличение свойств?

2. В автореферате приведены сведения (описание пятого раздела), что добавки Al₂O₃, ZrO₂ и SiC обеспечивают требуемый уровень трибологических свойств (коэффициент трения, работоспособность при повышенных температурах), при этом каких-либо данных о результатах экспериментальных исследований не приведено.

Указанные замечания не ставят под сомнение ценность результатов докторской работы для науки и практики.

Докторская работа соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. 11.09.2021г.) и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским докторским диссертациям п. 9 действующего Положения о присуждении ученых степеней, и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, направленной на разработку новых энерго- и ресурсоэффективных технологий производства, позволяющих существенно сократить стоимость и продолжительность производственного процесса изготовления изделия, изготавливать сложнопрофильные изделия и повысить коэффициент использования материала, а ее автор Ланцев Евгений Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 13.8. Физика конденсированного состояния.

Даем согласие на обработку своих персональных данных, связанную с защитой докторской работы Евгения Андреевича.

Заведующий лабораторией нанотехнологий металлургии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», доктор технических наук (специальность 05.16.09 – Материаловедение (химическая технология)); 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; (3822) 52-98-52;  ; <http://www.tsu.ru>.

«7» февраля 2024 г.

Жуков Илья Александрович

Старший научный сотрудник лаборатории нанотехнологий металлургии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кандидат технических наук (специальность 05.16.09 – Материаловедение); 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; (3822) 52-98-52;  ; <http://www.tsu.ru>.

«7» февраля 2024 г.

Григорьев Михаил Владимирович

Подпись И. А. Жукова и М. В. Григорьева удостоверяю
Ученый секретарь ученого совета
ФГАОУ ВО НИ ТГУ

Сазонова Наталья Анатольевна

Сведения об организации:
Федеральное государственное * автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»; 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36; (3822) 52-98-52; rector@tsu.ru; <http://www.tsu.ru>.