

Отзыв

на автореферат диссертации **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

Карбид вольфрама широко применяется в промышленности и является основой инструментальных твердых сплавов. Повышение свойств изделий из него возможно при использовании более мелких исходных порошков, а также с применением высокоэнергетических методов компактирования, одним из которых является электроимпульсное плазменное спекание (ЭИПС). В связи с этим диссертационная работа Е.А. Ланцева, в которой исследованы механизмы высокоскоростного спекания мелкозернистых керамик из порошков карбида вольфрама различной дисперсности представляется очень актуальной.

В работе исследовано спекание нано- и микропорошков карбида вольфрама, сверхнизкокобальтовых (до 1масс%) твердых сплавов и керамик на основе WC с добавками Al_2O_3 , ZrO_2 и SiO_2 .

Было показано, что ЭИПС нанопорошков карбида вольфрама представляется в виде нескольких последовательных механизмов, протекающих при повышении температуры процесса: перегруппировки частиц при низких температурах; спекания частиц за счет зернограницной диффузии; спекания за счет диффузии в решетке и спекания в условиях интенсивного роста зерен с аномально низкой энергией активации диффузии.

Условия высокоскоростного спекания низкокобальтовых твердых сплавов близки к режимам спекания индивидуального карбида. В обоих случаях достигается близкая к теоретической плотность и высокие твердость и трещиностойкость.

Добавление упрочняющих частиц оксидов не оказывает существенного влияния на процесс спекания.

Было показано важное значение добавок графита в спекаемые порошки и была выбрана его оптимальная концентрация. Также была показана связь количества кислорода и углерода в порошке на аномальный рост зерна карбида при спекании.

В работе получены важные научные и практические результаты. Следует отметить высокое качество и обстоятельность аналитического обзора. К достоинствам работы, несомненно, можно отнести актуальность затронутой темы и ее реализация - комплексность проведенных исследований.

При прочтении автореферата возникли следующие несущественные замечания:

1. Автором было отмечено, что добавление 0.5вес.% свободного углерода в состав нанопорошка чистого карбида вольфрама приводит к аномальному росту зерен, снижению механических характеристик, а также к изменению кинетики уплотнения прессовок при высокоскоростном нагреве. Почему добавление аналогичных концентраций свободного углерода в состав

порошков WC-Co, а также WC-Al₂O₃/SiC не привело к похожим результатам, а наоборот в некоторых случаях даже улучшает механические свойства керамик?

2. На странице 8 автореферата перепутана нумерация порошков: в тексте говорится об исследовании структуры нанопорошка №1, а в подписи к рисунку указан нанопорошок №3.
3. На странице 9 автореферата указано, что в центральной области керамики №4 доля фазы W₂C составляет ~0.5%, а в центральной области керамики №3 – 3.4%, однако в таблице, на которую в этом предложении ссылается автор указаны обратные значения – у порошка №3 стоит прочерк, а у порошка №4 – 4%.
4. На рисунке 11 приведены исследования РЭМ образцов WC-Co, которые показали наличие однородной мелкозернистой структуры в образцах с неравномерным распределением пор, однако на рисунке видны многочисленные черные вкрапления, которые, на первый взгляд, достаточно однородно распределены в объеме образцов и схожи по размеру. О каком неравномерном распределении пор указывал автор и как это контролировалось?

К стилю написания и оформления работы замечаний не имеется.

Автореферат и имеющиеся публикации достаточно полно отражают основное содержание диссертационной работы, указанные замечания не влияют на высокий уровень работы.

По объему, содержанию и научной значимости научно-квалификационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. 26.09.2022), а ее автор – Ланцев Евгений Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8– физика конденсированного состояния.

2 февраля 2024 года

Благовещенский Юрий Вячеславович,

Кандидат технических наук (диплом ТН №064299), ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, 119334, г. Москва, Ленинский пр-кт, д. 49

Тел. +7 499 135 7753

Email: yuriblag@imet.ac.ru

Согласен на обработку персональных данных

 Ю.В. Благовещенский

Подпись Благовещенского Ю.В. завер
Начальник отдела кадров ИМЕТ РАН



 Корочкина Г.А.