

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Павлова Ивана Сергеевича:

«Особенности морфологии, структуры и дефектов кристаллов карбидов бора», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.20. – «Кристаллография, физика кристаллов».

Изучение строения карбида бора и композиционных материалов на его основе, обладающих уникальным комплексом свойств, таких как низкая плотность, высокая твердость и температура плавления, хорошая тепло- и электропроводность, большое сечение захвата нейтронов делают его применение в различных областях техники и медицины весьма перспективным. Несмотря на широкий и продолжительный научный интерес, проявляемый к карбиду бора, всё ещё остаются нерешенными проблемы определения взаимосвязи структуры и морфологии кристаллов карбидов бора и определения атомной структуры карбидов бора при малых изменениях в атомном упорядочении. Для преодоления этих проблем необходимо не только применение современных методов исследования, но и разработка новых методов исследования структуры на атомном уровне. В этой связи диссертационная работа Павлова И.С., и поставленные цели исследования являются актуальными.

Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации базируются на объемном и хорошо проанализированном экспериментальном материале, полученном с применением широкого спектра современных методов исследований и программ для компьютерного моделирования. Выводы и рекомендации достоверны.

Научная новизна работы состоит в обнаружении микрокристаллов карбида бора в форме ромбических шестидесятигранников, которые ранее не наблюдались, и описании механизма их формирования. Так же впервые предложен способ определения позиций атомов бора и углерода в элементарной ячейке карбида бора методом иДФК ПРЭМ, совмещенным с компьютерным моделированием, и продемонстрированы возможности его применения. Проведен первый подробный структурный и морфологический анализ сферических частиц карбида бора, которые могут использоваться в качестве препарата для бор-нейтронозахватной терапии, формируемых при лазерной абляции спрессованной мишени ВСЗ в воде, и предложен механизм их образования. Впервые обнаружена декагональная квазикристаллическая фаза, и определены её пространственная группа (пр. гр.  $P105mc$ ) и параметры пятимерной элементарной ячейки ( $a = 0.45$  нм,  $c = 1.63$  нм) в закаленном сплаве Al-Cu-Fe с повышенным содержанием алюминия 82 ат. %.

Практическая значимость работы заключается в развитии методик, позволяющих определить структурные модификации карбидов бора и других материалов, состоящих из легких элементов, а именно бора, углерода, кислорода, фтора. Заключение, сделанные в работе, могут быть использованы для совершенствования свойств сверхтвердых материалов на основе карбида бора, а также в разработке методов получения частиц карбида бора с заданной морфологией для применения в медицине, инженерии, электроники и ядерной энергетике.

Публикации отражают основное содержание работы, статьи опубликованы в авторитетных научных изданиях, рекомендованных ВАК и входящих в базы данных РИНЦ, WoS, Scopus. Результаты доложены на отечественных и международных научных конференциях.

В качестве замечаний хотелось бы отметить следующее:

1. Во второй главе автореферата следовало бы привести краткое описание объектов и их методов исследования, которое не требует ознакомления с диссертацией.
2. В автореферате разнятся размеры сферических частиц карбида бора, полученных методом лазерной абляции мишени  $BC_3$  в воде. Так в параграфе 3.3 автореферата указан размер 250-450 нм, в заключении размер этих же частиц указывается как 0,01-2,5 мкм.

Отмеченные замечания не снижают ценности работы Павлова И.С. и важность полученных в ней результатов.

Диссертационная работа Павлова И.С. соответствует паспорту специальности 1.3.20. – «Кристаллография, физика кристаллов», представляет собой законченную целостную научно-квалификационную работу, в которой решены актуальные и практически важные научные задачи.

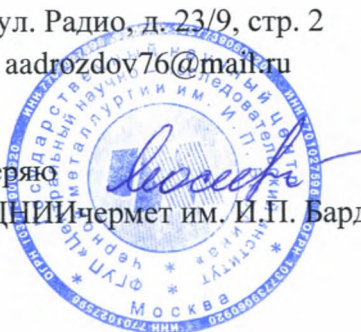
Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, в том числе п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г к кандидатским диссертациям, а ее автор Павлов Иван Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Заместитель директора Научно-производственного центра порошковой металлургии Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» (ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»),

кандидат технических наук (05.16.01. – «Металловедение и термическая обработка металлов») Я, Дроздов Андрей Александрович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела И.С Павлова

Адрес: 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 23/9, стр. 2  
тел. (495)777-95-17, e-mail: aadrozdov76@mail.ru

Подпись Дроздова А.А. заверяю  
Ученый секретарь ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»  
к.т.н. Т.П. Москвина



Дроздов Андрей Александрович

21.11.23.