

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации *Балахонова Дениса Игоревича*  
**«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТУГОПЛАВКИХ  
МЕТАЛЛОВ И ИХ КАРБИДОВ ИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ  
КОНЦЕНТРАТОВ В ПОТОКЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ»,**  
представленной на соискание ученой степени *кандидата технических наук*  
по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Тема исследований, выбранная автором, является на сегодняшний день актуальной, так как предполагает развитие аддитивных технологий в области получения различных соединений из металлов и неметаллов, путем высокотемпературного синтеза. В качестве источника нагрева автором применялась низкотемпературная плазма, с показателем  $g > 10^4 \dots 10^5$  Вт/см<sup>2</sup>, а температура при которых протекали химические процессы достигала 8500 К. Автором установлено что, при плазмохимическом синтезе карбидов тугоплавких металлов вольфрама и титана, изначально происходит практически полная деструктуризация сложных химических соединений минерала как в данном случаи вольфрам и титансодержащих концентратов, до более простых соединений и даже полным восстановлением элементов. Последующие охлаждение, приводит к образованию новых соединений, а регулирование процессом позволяет прогнозировать качество и свойство бедующих материалов. В свою очередь материалы доведенные до состояния кипения, а в работе, были использованы материалы на основе тугоплавких материалов вольфрама и титана, при охлаждении конденсировались до наноструктурных соединений WC, TiC и т.д., размер которых достигал до 1 нм. Подобные исследования в настоящем и бедующем на практике могут позволить получать более качественные деталей сложных высокотехнологичных изделий, двигателей, режущего инструмента, электроприборов и много другого.

В качестве доказательств выдвигаемых в работе гипотез автором были представлены: методика, математическая и физическая модель эксперимента, имитационная модель процесса синтеза, результаты экспериментов и их обоснование.

В свою очередь представленная работа раскрывает возможность применения плазмохимического синтеза тугоплавких соединений вольфрама или титана, что позволяет сократить многостадийность процессов переработки благодаря исключению такой позиции, как разложение сырья, что будет способствовать развитию экологически чистого производства. К тому же новые высокотехнологические методы переработки могут оказаться более экономически оправданными и безопасными, что должно учитываться, прежде всего, при их выборе.

Несомненными достоинствами работы являются:

1. Имитационное моделирование процессов плазмохимического синтеза в программах конечно-элементного анализа.

2. Разработка технологии получения тугоплавких металлов (W, Ti) и их карбидов из минеральных концентратов (вольфрамата кальция, шеелитового рутилового и ильменитового) методом углетермии при плазмохимическом синтезе с использованием низкотемпературной плазмы.

3. Исследование состава и свойств синтезируемого металлокерамического сплава WC-W<sub>6</sub>C-W полученного в ходе плазмохимического синтеза карбидов вольфрама из многокомпонентных вольфрамсодержащих концентратов.

Научные положения диссертационной работы обоснованы и апробированы на конференциях различного уровня. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 10 печатных работах, в том числе: 3 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 2 в изданиях, входящих в международные базу цитирования, получен 1 патент на изобретение.

По автореферату можно сделать следующие замечания

1. В автореферате не представлены фотографии образцов, полученных в отражённых электронах ходе спектрального анализа карбидов вольфрама, но представлены снимки карбидов титана.

2. Необходимо более наглядно представить зависимости массы восстановленного карбида вольфрама WC<sub>x</sub>W<sub>y</sub> от объёма введённого углерода и размера фракции, в виде объёмных зависимостей, с использованием большего числа переменных факторов.

3. Из автореферата осталось неясно: в разделе «Публикации» (стр. 9) указано, что «Результаты исследований опубликованы в 14 печатных работах», но на стр. 23-24 указаны лишь 10 работ – где остальные? На все работы, используемые в диссертации, должны быть ссылки в диссертации и их список представлен в автореферате – иначе это «плагиат у самого себя»!

4. Некоторые замеченные опечатки и неточности:

- стр. 4 строка сверху 17 – «циркон» – видимо цирконий?

- стр. 6 строка сверху 118 – c=0,2839 анм;

- стр. 10 строки сверху 5, 15 и снизу 3 – «нами» – в технической литературе не принято писать «Я», «МЫ», а принято излагать от третьего лица;

- стр. 16 строка снизу 2 – «парокотельная фаза» – есть понятие: паровая или газовая, фаза;

- стр. 18 строка сверху 13 – правильно записать: 91,8 HRC;

- стр. 19 строка снизу 4 – «<50 мам»?

- стр. 20 Рис. 11, а – ось абсцисс обозначена «-а»? и не объяснена причина выпадения одной точки на кривой (возможно 100 мкм) для значения 30 С, масс. %;

- стр. 20 строка сверху 2 – «На рис. 12, а и б ...», а сам рисунок обозначен «Рис. 10»;

- в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011:

1) ссылки на рисунки и таблицы, а также подрисуночные надписи и заголовки таблиц пишутся полностью: «рисунок и таблица»;

2) должно быть «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», а не «Общие выводы» (стр. 21).

Указанные замечания не снижают актуальности, научной и практической значимости диссертации. Представленная диссертация отвечает всем квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Балахонов Денис Игоревич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

*Доктор технических наук*

*05.22.07 - Подвижной состав железных дорог,*

*тяга поездов и электрификация,*

*05.02.10 - Сварка родственные процессы и технологии,*

*профессор*

*Федеральное государственное бюджетное*

*образовательное учреждение высшего*

*образования «Российский университет*

*транспорта (МИИТ)» РУТ (МИИТ),*

*профессор кафедры «Технология*

*транспортного машиностроения*

*и ремонта подвижного состава»*

*127994, Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9*

*Тел. (495) 684-24-48; e-mail [profvnn@mail.ru](mailto:profvnn@mail.ru)*

*Воронин Николай Николаевич*

*Доктор технических наук*

*05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов*

*доцент*

*Федеральное государственное бюджетное*

*образовательное учреждение высшего*

*образования «Российский университет*

*транспорта (МИИТ)» РУТ (МИИТ),*

*профессор кафедры «Технология*

*транспортного машиностроения*

*и ремонта подвижного состава»*

*127994, Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9*

*Тел. (495) 684-24-99; e-mail [bormag@miit.ru](mailto:bormag@miit.ru)*

*24.12.2018*

*Крукович Марат Григорьевич*