

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бажина Павла Михайловича на тему  
«Самораспространяющийся высокотемпературный синтез в условиях сдвигового высокотемпературного деформирования для получения композиционных материалов и изделий на основе тугоплавких соединений»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Актуальность темы работы обусловлена тем, что исследование сочетания СВС с различными способами высокотемпературного сдвигового деформирования открывает возможность создания эффективных, экономичных технологий получения новых материалов на основе керамических соединений и готовых изделий из них за одну технологическую стадию.

Из автореферата видно, что в докторской диссертации П.М. Бажина развито новое научное направление в области порошковой металлургии – получение в рамках одного процесса новых композиционных материалов на основе тугоплавких керамических соединений, включая МАХ-фазы, и изделий из них на основе сочетания энергоэффективного метода СВС с высокотемпературным сдвиговым деформированием. При этом одновременно протекают экзотермические гетерогенные реакции, сложные процессы фазо- и структурообразования, на которые накладывается сдвиговая деформация формирующихся зерен продукта, что обеспечивает получение уникальной структуры и свойств синтезируемых материалов и конечных изделий.

Научная новизна работы состоит в комплексном изучении процессов, основанных на сочетании СВС и высокотемпературного деформирования (СВС-экструзия, СВС-измельчение, свободное СВС-сжатие) в существенно неизотермических условиях. В результате получены новые научные закономерности быстрого фазо- и структурообразования новых композиционных материалов и изделий в указанных сложных условиях (в частности, дисперсно-упрочненных композиционных электродов для получения износостойких покрытий, пластины на основе боридов титана и МАХ-фаз системы Ti-Al-C для анодов для электролиза цветных металлов, и др.) и исследованы их свойства.

Практическая ценность состоит в создании новых способов получения керамических изделий, которые защищены патентами, в разработке новых дисперсно-упрочненных композиционных электродных материалов и определении оптимальных режимов их получения методом СВС-экструзии, в разработке метода получения плоских изделий из композитов на основе МАХ-фаз и других тугоплавких соединений с использованием свободного СВС-сжатия, в определении оптимальных режимов получения порошков тугоплавких соединений однородного гранулометрического состава с округлой формой частиц методом СВС-измельчения, в получении износо- и жаростойких покрытий на стали путем электроискрового легирования и электродуговой наплавки с использованием синтезированных электродов.

Следует отметить опубликованность результатов исследований в рецензируемых российских и иностранных журналах (25 статей) и наличие 11-ти патентов, а также практическое применение ряда полученных материалов и наработку опытных партий порошковых материалов и готовых изделий (более 50 наименований).

Замечания по автореферату:

1) Из сопоставления текста на стр.30 (последний абзац) и Рис.21 следует, что на рисунке перепутаны обозначения линий 1 и 2.

2) Частицы  $TiB_2$ , полученные методом СВС без приложения давления со сдвигом, вряд ли можно называть “вискерами” (текст на стр.31, последний абзац), поскольку у них отношение длины к диаметру  $\leq 5$  (см. Рис.23,а).

Высказанные замечания не снижают научной значимости работы и практической ценности ее результатов.

Работа выполнена на достаточно высоком научном уровне, обладает существенной научной новизной и большой практической ценностью, и свидетельствует о наличии у ее

автора квалификации, соответствующей степени доктора технических наук по специальности 05.16.06 – порошковая металлургия и композиционные материалы.

Из автореферата однозначно следует, что соискатель Бажин Павел Михайлович заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Главный научный сотрудник лаборатории  
высоких давлений и специальных сплавов  
Физико-технического института НАН Беларуси,  
д.ф.-м.н., доцент

Хина Борис Борисович  
18 сентября 2019 г.

Адрес: 20141, Беларусь, г.Минск, ул.Купревича, 10  
e-mail: khina\_brs@mail.ru, тел. +375 29 3029387

Подпись Хины Б.Б. удостоверяю:  
ученый секретарь ФТИ НАН Беларуси



Басалай А.В.