

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Васильева Дмитрия Сергеевича
**«Макрокинетические закономерности самораспространяющегося
высокотемпературного синтеза тройных систем Ti-C-Si, Ti-C-B, Zr-C-N из
гранулированных смесей»**, представленную на соискание учёной степени кандидата
физико-математических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и
взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

На сегодняшний день, получение керамических композиционных материалов с целью их применения в различных отраслях промышленности является актуальной задачей современного материаловедения. Наиболее распространёнными методами получения керамических композиционных материалов являются традиционные печные технологии, однако в последние десятилетия, большое распространение получил синтез горением или самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) в качестве эффективной, энергосберегающей технологии.

В представленном исследовании проведено изучение макрокинетических особенностей фильтрационного горения тройных систем Ti-C-Si, Ti-C-B, Zr-C-N из порошковых и гранулированных смесей насыпной плотности. Установлено, что в системе $(1-X)(Ti+C)+X(5Ti+3Si)$ существенное влияние на процесс горения оказывает примесное газовыделение. В гранулированных смесях $(1-X)(Ti+C)+X(Ti+2B)$ обнаружена смена кондуктивного режима горения на конвективный. Определены границы перехода, найдено критическое значение параметра X . Разработана экспериментально-расчетная методика определения критических условий смены режима горения. Определены коэффициенты межфазового теплообмена. Сформулирована физическая модель распространения волны горения в системе Zr-0.5C в потоке инертного газа, учитывающая неоднородность течения газа через гранулированную шихту и образование зазора в пристеночной области. Установлены закономерности горения гранулированных смесей Zr+0.5C и $(Zr+0.5C)+xZrCN$ в спутном потоке азота.

По содержанию исследования имеется ряд вопросов и замечаний.

1. В автореферате не приведены дифрактограммы продуктов горения в системе $(1-X)(Ti+C)+X(5Ti+3Si)$ в зависимости от X .

2. Основной задачей технологий СВС является получение продукта горения требуемого состава и свойств. В представленной работе базовым параметром является скорость горения. Между тем, при отсутствии прямой корреляции между скоростью горения и составом продукта, скорость горения не является значимым фактором с точки зрения формирования целевого продукта требуемого состава и структуры. По результатам работы, состав продуктов не зависит от условий синтеза.

3. Получение бинарных соединений типа TiC, Ti_5Si_3 в качестве продуктов СВС не является практически значимым, поскольку данные материалы обладают значительной хрупкостью. Гораздо важнее получение МАХ фаз типа тройных соединений Ti_3SiC_2 .

Как следует из изложенного, автор не ставил перед собой цель получения продукта требуемого состава и свойств (тем более, СВ-синтезу в указанных системах посвящено большое количество исследований, с более значимыми результатами). Тем не менее, в работе получены существенные фундаментально-научные результаты, касающиеся

прежде всего понимания физико-химических механизмов фильтрационного горения в порошковых и гранулированных системах.

Оценивая диссертацию в целом, следует отметить, что по совокупности полученных результатов она является завершенным научно-квалификационным, фундаментально-научным исследованием, в котором представлено решение важной задачи понимания особенностей фильтрационного горения. Представленная диссертационная работа «Макрокинетические закономерности самораспространяющегося высокотемпературного синтеза тройных систем Ti-C-Si, Ti-C-B, Zr-C-N из гранулированных смесей» соответствует требованиям действующего Положения ВАК о порядке присуждения учёной степени кандидата наук, а ее автор, Васильев Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Филимонов Валерий Юрьевич
доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник лаборатории
гидрологии и геоинформатики. Институт водных и экологических
проблем СО РАН (ИВЭП СО РАН, <http://www.iwep.ru>)
адрес: 656038 Барнаул, ул.Молодёжная д.1.
Телефон: (3852) 550082,
E-mail: vyfilimonov@rambler.ru

Подпись В.Ю.Филимонова заверяю,
ученый секретарь ИВЭП СО РАН,
кандидат физико-математических
наук




Трошкин Д.Н.

20.01.2026