

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Васильева Дмитрия Сергеевича:
«МАКРОКИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО
СИНТЕЗА ТРОЙНЫХ СИСТЕМ Ti-C-Si, Ti-C-B, Zr-C-N
ИЗ ГРАНУЛИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ

представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.17– химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний
вещества

Диссертационная работа Д.С. Васильева продолжает большой цикл работ по исследованию процессов СВС в гранулированных смесях, инициированный более 10 лет назад научным руководителем соискателя, заведующим Лабораторией горения дисперсных систем ИСМАН Б.С. Сеплярским. В целом, представленные в диссертации Д.С. Васильева результаты доказывают, что и для исследованных смесей переход к гранулированным системам обладает известными преимуществами по сравнению с СВС из порошков. Основным источником этих преимуществ является то, что переход к гранулам устраняет влияние на процесс горения примесных газов, описанное в кондуктивно-конвективной модели СВС.

В работе Д.С. Васильева исследованы закономерности СВС-синтеза из гранулированных смесей таких тугоплавких керамических композиционных материалов как $TiC+Ti_5Si_3$, $TiC+TiB_2$ и ZrC_xN_y , имеющих много актуальных практических применений. Поэтому прикладное значение работы несомненно.

В диссертации Д.С. Васильева получено также много интересных теоретических результатов, развивающих представления об особенностях горения в рассмотренных системах. Методически исследование построено на сравнении процессов СВС в порошковых и гранулированных смесях (для систем Ti-C-Si, Ti-C-B), что позволило автору установить интересные особенности механизмов горения в обоих случаях. В качестве наиболее значимых результатов укажем следующие:

- установлено, что конкуренция между реакциями неметаллических реагентов с расплавом металла не оказывает значимого влияния на скорость распространения фронта горения, по крайней мере, по сравнению с влиянием выделяющихся примесных газов;

- обнаружено, что при горении гранулированных смесей в режиме спутной фильтрации примесного газа возможна смена режима горения с кондуктивного на конвективный, как исключительно за счет примесных газов, содержащихся в исходных порошках, так и за счет фильтрации газа (инертного или реагирующего); предложено теоретическое описание этого перехода.

- в гранулированной системе $Zr+0.5C$ установлена неоднородная природа горения, связанная с деформацией засыпки и образованием зазора на границе между шихтой и стенкой реактора.

Автор диссертации применяет простые, но очень эффективные приёмы (изменение объёма свободного пространства над слоем материала, использование металлической сетки, создающей газовый зазор между засыпкой и стенкой реактора) для того, чтобы ясно продемонстрировать роль газового компонента в процессе.

Автореферат диссертации даёт полное представление о мотивации работы и о полученных в ней результатах. Встречается несколько не очень точно изложенных мест или формулировок, не умаляющих научного и прикладного значения работы и не заслуживающих обсуждения в коротком отзыве. Но хотелось бы указать два места, которые, по мнению автора отзыва, говорят о том, что переход от лабораторных экспериментов к большим (промышленным) установкам требует более детального описания и моделирования процессов.

1. Обнаруженные в диссертации двумерные эффекты (деформация слоя гранул и перераспределение потоков фильтрации), приводят к тому, что указанные в работе абсолютные расходы фильтруемых газов не могут быть напрямую пересчитаны на аналогичные расходы в большой производственной установке; это обстоятельство затрудняет масштабный переход к производительным аппаратам.

2. Не совсем корректным выглядит сравнение коэффициента межфазного теплообмена, рассчитанного в диссертации на основании модельных представлений, с аналогичной величиной, вычисленной по традиционным критериальным зависимостям. Нет ничего неожиданного в различии этих величин. На взгляд автора отзыва, в рассмотренных процессах СВС присутствует по крайней мере два физических эффекта, сильно влияющих на величину теплового потока между гранулами. Это газовый обмен между частицей и газовой фазой, и радиационный теплообмен между частицами. Рассчитываемый в диссертации коэффициент «энергообмена» между частицей и газом может заметно отличаться от классического коэффициента межфазного теплообмена, имеющего чисто конвективную природу. Было бы важно и интересно провести детальный анализ механизмов теплопереноса при СВС в гранулированных системах на масштабах отдельных гранул. Возможно, такой анализ будет сделан в последующих работах.

В целом, диссертационная работа Д.С. Васильева соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор несомненно заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности «1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» за новые научные экспериментальные и теоретические результаты по СВС композитных металлокерамик в гранулированных смесях Ti-C-Si, Ti-C-B, Zr-C-N.

Автор отзыва дает согласие на обработку персональных данных.

Главный научный сотрудник
Института тепло- и массообмена им. Лыкова
Национальной академии наук Беларуси,
доктор физико-математических наук



О.С. Рабинович

Тел. +375(29)-684-34-22; e-mail: orabi@hmti.ac.by;
220072, Беларусь, г. Минск, ул. П. Бровки, 15.

15.01.2026

Подпись Рабиновича О.С. заверяю
Ученый секретарь ИТМО НАН Беларуси
канд. физ.-мат. наук



Е.А. Баранышнин