

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Вагановой Ирины Константиновны
“ Моделирование динамического разрушения керамических композиционных
материалов на основе многоуровневого подхода“,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твёрдого тела

Работа посвящена одному из наиболее перспективных подходов прогнозирования механического поведения керамических композитов с учетом их структуры на мезоскопическом уровне - многоуровневому моделированию тугоплавких электропроводных композиционных материалов. Она состоит из введения, трех разделов и заключения, а также содержит список литературы из 122 работ.

Тематика диссертации, несомненно, актуальна. Применение новых технологий изготовления изделий из керамических композиционных материалов расширило возможности варьирования фазового состава, структуры и свойств керамических композитов, что стимулирует развитие методов прогнозирования механического поведения композитов в широких условиях воздействий. А так же, особый интерес представляют тугоплавкие электропроводные материалы ZrB_2-B_4C , ZrB_2-tZrO_2 , $ZrB_2-Al_2O_3$, которые допускают механическую обработку с применением электроэрозионной и электроалмазной технологий.

Первый раздел посвящен общим вопросам разрушения керамических композитов. Обсуждаются вопросы влияния объемной концентрации упрочняющих наночастиц на величины динамической изгибной прочности, зависимости предела упругости Гюгонио от относительного объема пор и размера зерен керамических материалов. Рассматривается влияние концентраций фаз и морфологических параметров структуры нанокompозитов. Приводятся различные подходы и методы по разработке моделей и вычислительных методов для исследования и прогнозирования развития деформаций и разрушения структурно-неоднородных сред и композиционных материалов.

Во втором разделе рассматривается двухуровневая физико-математическая модель механического отклика керамических композитов и нанокompозитов на динамические воздействия, обсуждаются вопросы и проблемы ее построения. Представлен алгоритм определения модельного представительного объема.

Третья глава посвящена непосредственно моделированию динамического разрушения наноструктурных композитов с учетом влияния параметров структуры, а так же исследуется влияние параметров структуры мезоскопического уровня и трещиностойкость композитов при интенсивных динамических воздействиях.

Основные результаты и выводы.

1. Развита методика многоуровневого моделирования механического поведения объемных керамических композитов и нанокompозитов при динамическом нагружении в 3D постановке.

2. Предложена физико-математическая модель деформации и разрушения объемных керамических композитов и нанокompозитов с учетом структуры на мезоскопическом уровне.

3. Впервые получены закономерности развития повреждений и разрушения, объемных наноструктурных керамических композиционных материалов ZrB_2-B_4C , ZrB_2-tZrO_2 , $ZrB_2-Al_2O_3$ при концентрации упрочняющих частиц до 30 % при интенсивных динамических воздействиях

4. Впервые получены теоретические данные о пределах упругости Гюгонио, прочности нанокompозитов ZrB_2-B_4C , ZrB_2-tZrO_2 , $ZrB_2-Al_2O_3$ в диапазоне изменения концентрации упрочняющих частиц до 30 об. %.

5. Установлено, что нанокompозиты ZrB_2-B_4C , ZrB_2-tZrO_2 при воздействии ударных импульсов с амплитудами, превышающим макроскопический предел упругости, разрушаются квазихрупко.

По диссертации И.К. Вагановой следует сделать следующие замечания:

1. Следовало бы провести более подробное сравнение результатов, полученные с применением предложенной модели и моделями других авторов.
2. При формулировке физико-математической модели деформирования и повреждения нанокompозитов следовало более подробно изложить указать границы применимости предлагаемой модели по классам керамических композитов и нанокompозитов, масштабным уровням и по диапазонам условий воздействий.
3. Отсутствуют сведения об используемых компьютерных платформах, операционных системах, расчетных сетках, времени счета, что затрудняет оценку универсальности развитого подхода многоуровневого моделирования механического поведения объемных керамических композитов и нанокompозитов при динамическом нагружении в 3D постановке.

Сформулированные замечания, носят рекомендательный характер и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы И.К. Вагановой.

Указанные недостатки не снижают научных достоинств диссертации. Полученные в ней результаты являются новыми и представляют несомненный научный интерес.

Основные результаты диссертации представлены в 12 работах автора, в числе которых 4 статьи опубликованы в журналах из перечня рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Текст диссертации и автореферата написаны в научном стиле, хорошо иллюстрированы.

На основании анализа актуальности темы диссертации, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверности и новизны можно сделать следующее заключение:

Диссертация Ирины Константиновны Вагановой является законченной научной квалификационной работой, в которой развит подход многоуровневого моделирования в 3D постановке для исследования закономерностей разрушения керамических композитов и нанокompозитов на мезоскопическом уровне при динамическом нагружении, имеющие важное значение для развития мезомеханики многоуровневых сред со структурой, механики композиционных материалов, разработки математических моделей и численных

методов анализа применительно к задачам, не допускающим прямого аналитического исследования.

Диссертация "Моделирование динамического разрушения керамических композиционных материалов на основе многоуровневого подхода" полностью соответствует требованиям "Положения о присуждении ученых степеней", предъявляемым к кандидатским диссертациям (Пункт 9), а ее автор, Ваганова Ирина Константиновна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент

старший научный сотрудник
Отдела структурной макрокинетики
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Томского научного центра
Сибирского отделения
Российской академии наук
634021, г. Томск, пр. Академический, дом 10/3,
<http://www.dsmtomsk.ru/>,
т. 492-294, maks@dsm.tsc.ru

кандидат физико-математических наук



Иванова Оксана Владимировна

10.12.2014

"10" декабря 2014 г.

Собственноручную подпись Ивановой Оксаны Владимировны заверяю.

Руководитель отдела структурной макрокинетики,
д.т.н., профессор



Ю.М. Максимов