

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работе **Бойкова Дмитрия Сергеевича** на тему: «Моделирование газодинамических и упругопластических процессов при интенсивном энерговыделении в твердый материал», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа Бойкова Дмитрия Сергеевича посвящена актуальной проблеме моделирования поведения перспективных конструкционных материалов - полимеров и композитов - под действием динамических нагрузок. Как следует из автореферата, в работе изложены результаты построения математических моделей, численных алгоритмов, их реализация в программных комплексах, а также моделирования разрушения материалов под действием ультракоротких релятивистских электронных пучков. Необходимо отметить, что совместное моделирование газодинамических и упругопластических процессов является актуальной проблемой вычислительной математики, поэтому актуальна избранная тема диссертации.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Из перечисленных в автореферате диссертационной работы положений, определяющих научную новизну работы, следует выделить наиболее значимые:

- построенная компьютерная модель, позволяющая проводить согласованный совместный расчет газодинамических процессов в испаренном материале, упругих деформаций, пластических течений, а также объемного разрушения материала и откольных явлений;

- разработанная методика динамического контроля изменения агрегатного состояния конденсированной среды, основанная на алгоритме совместного расчета нагрева, испарения, динамики испаренного вещества и упругопластических волновых процессов, приводящих к разрушениям в неиспаренном твердом материале;

- программная реализация разработанных моделей и алгоритмов на основе вычислительной платформы MARPLE, позволяющая проводить массовые вычислительные эксперименты в области исследования свойств материалов при интенсивных энергетических воздействиях.

Как следует из анализа результатов, представленных в автореферате, их достоверность результатов может быть обоснована использованием методологией исследований, базирующейся на современных физических и математических моделях, использованием современных численных методов и технологий программирования. Верификация предложенных моделей, алгоритмов и их реализации в численных кодах основана на сравнительном анализе с опубликованными в научной литературе модельных задач с известными аналитическими и численными решениями.

На мой взгляд, практическая значимость работы заключается в том, что разработанный автором научно-методический аппарат найдет применение в инновационных научно-исследовательских и прикладных работах, которые требуют решения задач физической механики – изучении разрушения перспективных полимерных и композитных материалов под действием различных нагрузок.

Основные результаты работы, полученные автором и выносимые на защиту, прошли всестороннюю апробацию. Автор диссертационной работы докладывал результаты на конференциях различного уровня, опубликовал основные результаты в статьях реферируемых журналах ВАК.

Язык изложения научного материала свидетельствует о высоком профессиональном уровне автора в данной отрасли науки и техники.

Список публикаций, приведенный в диссертационной работе, соответствует реально опубликованным научным статьям, в которых диссертант является автором или соавтором.

Принципиально серьезных замечаний к материалам, изложенным в автореферате диссертации и препятствующих защите, не выявлено. Тем не менее, стоит отметить некоторые из них¹:

1. В автореферате, к сожалению, отсутствует упоминание об алгоритмах, отслеживающих границу твердое тело-газ/жидкость.

2. Отсутствует упоминание о алгоритме нахождения температуры для смеси ячейки: после нахождения плотностей компонент ρ_n и решения уравнения энергии ε для всей смеси для определения температуры смеси ячейки T необходимо распределить энергию по компонентам, так чтобы $\varepsilon = \sum_n \varepsilon_n(\rho_n, T)$.

3. Утверждается (упоминается), что для каждой компоненты смеси решается отдельное уравнение непрерывности. Однако при этом не гарантировано выполнение условия $\sum_{n=1}^N \alpha_n = 1$. Обычно решается $N-1$ уравнений непрерывности для компонент в

¹ Замечания, связанные, по всей вероятности, с краткостью изложения в автореферате

отдельности и одно уравнение непрерывности для суммарной плотности, тогда без проблем

выполнение условий: $\sum_{n=1}^N \alpha_n = 1$, $\sum_{n=1}^N \rho_n = \rho$, $\rho = \alpha_n \cdot \rho_n$.

4. Некорректно используется понятие УРС при описании вспомогательного программного модуля для решения задач упругопластики в лагранжевых переменных. Речь идет о использовании моделей упругопластических деформаций.

5. В автореферате не приведены результаты верификационных и валидационных исследований (численные и графические представления отсутствуют). Поэтому утверждения о том, что полученные результаты демонстрируют высокую степень согласованности как по форме, так и интенсивности ключевых физических эффектов и могут быть использованы в качестве эталонных при тестировании новых алгоритмов, носят больше декларационный характер.

6. К сожалению, в автореферате при изложении результатов решения практически важных задач в соответствии с постановкой экспериментальных испытаний на ускорителе «Кальмар-6» и задачи по моделированию воздействия РЭП на композиционный материал с дисперсным наполнителем (эксперимент НИЦ КИ), автор больше уделил внимание постановке численного эксперимента, чем обсуждению результатов сравнительного анализа с экспериментальными данными и физики происходящих процессов.

7. В автореферате присутствуют в незначительном количестве досадные синтаксические ошибки, опечатки и неточности, не затрудняющие понимание сути работы.

Отмеченные замечания не влияют как на общую оценку содержания и результатов диссертации, так и на степень обоснованности и научную ценность результатов, вынесенных на защиту.

Из приведенного анализа содержания автореферата работы следует, что

1. Диссертация **Бойкова Дмитрия Сергеевича** содержит совокупность новых научных результатов и положений и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В ходе исследований автором решена актуальная научная задача, которая состоит в разработке, усовершенствовании и реализации комплексной компьютерной модели термомеханических явлений, происходящих в деформируемом твердом материале в результате действия интенсивных потоков энергии. Решение данной задачи позволяет осуществлять совместное моделирование газодинамических и упругопластических процессов при интенсивном энерговкладе в твердых материалах, а полученные результаты могут быть использованы при анализе результатов интенсивных энергетических воздействий в инженерной практике, а также верификации объёмных разрушений и отколов в хрупких материалах.

Решение данной задачи имеет важное значение в интересах поддержания и развития обороноспособности Российской Федерации.

2. Диссертация Бойкова Д. С. является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор **Бойков Дмитрий Сергеевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Валько Виктор Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Бойкова Д.С., и их дальнейшую обработку.

Рецензент:

главный научный сотрудник научно-испытательного центра воспроизведения действия поражающих факторов ядерного взрыва и испытаний вооружения и военной техники

доктор технических наук

старший научный сотрудник

Валько Виктор Васильевич

12 января 2026 г.

Подпись Валько Виктора Васильевича удостоверяю:

Начальник отдела кадров и строевого



 И.М. Беляков

Федеральное государственное казенное учреждение «12 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации, г. Сергиев Посад, ул. Весенняя, д.2Б,
тел. 8-4965523204, e-mail fgu12tsnii@mil.ru