

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Крауса Александра Евгеньевича «Определение прочностных свойств гетерогенных материалов при динамических воздействиях», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа Александра Евгеньевича Крауса посвящена развитию подходов численного моделирования разрушения композитных материалов при высокоскоростном нагружении. **Актуальность** развития указанного направления обусловлена растущими потребностями в применении композиционных материалов и возможностями изготовления перспективных изделий из них на основе аддитивных технологий.

В диссертации предложены и апробированы разные методы идентификации прочностных характеристик структурно-неоднородных материалов при динамическом воздействии, на основе которых далее решен ряд практически важных задач динамического нагружения защитных конструкций с использованием гетерогенных материалов.

Получен ряд **новых** научных результатов фундаментального и прикладного характера, среди которых можно выделить следующие:

1. Полученные на основе обработки проведенных численных экспериментов аппроксимирующие формулы для зависимости величины предельного откольного напряжения и предельной деформации гетерогенных сред от предельных значений и концентрации их компонент, позволяющие предсказать прочностные характеристики композитов с погрешностью не более 20%.

2. Установлено влияние размера керамических включений на длину ударного импульса в композитах с металлической матрицей: включения, сравнимые с толщиной фронта ударной волны, не рассеивают импульс, а включения с размерами, значительно превышающими толщину фронта, приводят к увеличению длины импульса.

3. Показано, что преграды из объемно-армированного металломатричного композита обладают повышенным на 60 % баллистическим пределом по сравнению со слоистой преградой.

Результаты численного исследования влияния типа границ между матрицей и включением на характеристики ударной волны в композитах, а также сравнения разных моделей гетерогенных материалов для их усредненного описания при динамических нагрузках являются **значимыми для развития науки. Практическую ценность**

представляют результаты, полученные при моделировании защитных элементов космических аппаратов и конструкций индивидуальной защиты.

Достоверность полученных результатов и **обоснованность** сделанных выводов не вызывают сомнения, они обусловлены проведением тестовых расчетов, сравнением с экспериментальными данными и аналитическими моделями.

Все результаты работы хорошо апробированы на всероссийских и международных конференциях в разных городах России, в достаточной мере отражены в публикациях соискателя, из которых 6 статей – в рецензируемых журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК, 12 публикаций – в международных базах данных научных изданий Web of Science и Scopus.

Автореферат содержит всю необходимую информацию о диссертационной работе, изложен понятным и грамотным языком, сопровождается качественным графическим материалом.

В целом, из автореферата и публикаций автора следует, что представляемая диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, в ней получен ряд новых интересных результатов, имеющих фундаментальное и практическое значение.

Замечания:

1) Часть формул в автореферате не сопровождается расшифровкой используемых обозначений, что затрудняет их восприятие. Например, в формуле для модифицированного критерия разрушения Тулера-Бучера не совпадают размерности, если все обозначения, содержащие греческую букву сигма, являются характеристиками напряженного состояния.

2) К сожалению, автореферат не содержит примеров геометрических моделей гетерогенных материалов, что не позволяет в полной мере оценить результаты прямого численного моделирования.

3) Присутствуют и опечатки, например, на рис. 3 размерность скорости свободной поверхности указана м/с, а должна быть км/с.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

По материалам, представленным в автореферате, можно сделать **закключение** о том, что диссертационная работа «Определение прочностных свойств гетерогенных материалов при динамических воздействиях» выполнена на современном научном уровне, является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» и всем критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а

автор работы, Краус Александр Евгеньевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

«26» ноября 2024 г.

Доктор физико-математических наук (01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела), профессор,
заведующий лабораторией нелинейной механики
метаматериалов и многоуровневых систем
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской
академии наук.

Адрес: 634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4.

Тел. 8 (3822)286875, e-mail: smolin@ispms.ru, <http://ispms.ru>

 Смолин Игорь Юрьевич

Я, Смолин Игорь Юрьевич, согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку своих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Крауса А.Е., исходя из нормативных документов правительства, Минобрнауки и ВАК, в том числе размещение их в сети интернет на сайте ИГИЛ СО РАН, сайте ВАК, в единой информационной системе.

 Смолин Игорь Юрьевич

Подпись Смолина Игоря Юрьевича заверяю.

Ученый секретарь ИФПМ СО РАН

 Матолыгина Наталья Юрьевна

