

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мартынова Сергея Андреевича  
«МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ  
МАТЕРИАЛА С КРИВОЛИНЕЙНОЙ ГРАНИЦЕЙ РАЗДЕЛА «ПЛАСТИЧНАЯ  
ПОДЛОЖКА-ХРУПКОЕ ПОКРЫТИЕ»»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук  
по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела

Инженерия поверхностных слоёв является эффективным методом повышения эксплуатационных свойств материалов и конструкций. В настоящее время во всём мире большое внимание уделяется созданию твёрдых и сверхтвёрдых керамических покрытий, позволяющих существенно повысить прочностные и усталостные свойства конструкции, а так же расширить диапазон условий её эксплуатации. Нанесение хрупких покрытий на пластичное основание приводит с необходимости комплексного изучения поведения сложной многослойной системы. Данная задача дополнительно усложняется наличием криволинейной границы и существенным различием в механических свойствах слоёв.

Современный этап развития технологий конструирования требует не только качественного понимания и разработки моделей основных механизмов лежащих в основе того или иного явления, но и создания численных моделей поведения материала, пригодных для использования в процессе виртуального проектирования. Задачи, решённые в диссертации Мартынова С.А., полностью соответствуют современным тенденциям развития механики деформируемого твёрдого тела, а создание оригинальных программных кодов ещё более подчёркивает её актуальность с точки зрения импортонезависимости.

В диссертационной работе Мартынова С.А. построена и реализована структурно-механическая численная модель материала с криволинейным профилем границы раздела «подложка-покрытие». Использование построенной модели позволило автору детально исследовать ряд деформационных эффектов, играющих существенную роль в процессе разрушения сталей и боридными покрытиями (композиции «подложка-покрытие»), в частности:

1. исследовать влияние геометрии границы раздела и толщины покрытия на прочность композиции,
2. проанализировать влияние распространения полос Чернова-Людерса на особенности процессов деформирования и разрушения композиции,
3. исследовать влияние скорости деформирования на характер разрушения хрупкого покрытия.

Анализ представленных в автореферате материалов и публикаций автора, позволяет утверждать, что результаты, полученные в диссертации, достаточно глубоко проработаны и подкреплены широким спектром теоретических и численных исследований. Результаты работы имеют широкую перспективу применения в ряде промышленных отраслей, например в авиастроении, ядерной энергетике и военной технике.

По тексту автореферата можно сформулировать **следующие замечания**, не влияющие на общую положительную оценку работы:

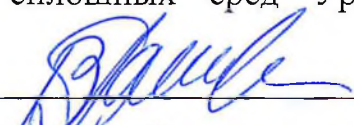
1. В автореферате не уделено достаточно внимания вопросам создания виртуального образа исследуемого объекта, не описаны особенности генерации криволинейной границы и оценки её соответствия реальному объекту, нет информации об особенностях генерации сетки в области концентраторов напряжений, и о машинном времени необходимом для расчёта представленных результатов.
2. Ввиду того, что в тексте автореферата не приведена полная математическая постановка задачи, не ясно, какие ограничения на максимальную интенсивность динамического воздействия имеют используемые при численном моделировании определяющие соотношения.
3. В автореферате приведены расчетные кривые течения стали STE250 для скорости деформации  $8000 \text{ с}^{-1}$ . При этом отсутствует пояснение о том, почему в этом случае можно пренебречь температурными эффектами и их влиянием на процесс деформирования и разрушения системы «подложка - покрытие».

Оформление и структура автореферата позволяет составить ясное представление о целях, методах, результатах и перспективах исследования. Полученные результаты являются новыми, актуальными и имеют высокую научную и практическую значимость. Результаты диссертационной работы в полной степени представлены в публикациях и обсуждены на всероссийских и международных конференциях.

Принимая во внимание всё вышесказанное, считаем, что диссертационная работа «Моделирование процессов деформации и разрушения материала с криволинейной границей раздела «пластичная подложка-хрупкое покрытие»» удовлетворяет всем требованиям пункта 9 «Положения и присвоении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 N842 (с изменениями согласно Постановлению Правительства РФ от 21.04.2016 N 335)), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Мартынов Сергей Андреевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела.

16.11.2016

кандидат физико-математических наук,  
научный сотрудник лаборатории Физических основ прочности  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской  
академии наук

 / Пантелеев Иван Алексеевич/

Адрес: г. Пермь, 614013, ул. Ак. Королева, 1  
Тел. 8 342 2378312  
e-mail: pia@icmm.ru

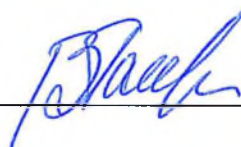
доктор физико-математических наук,  
профессор РАН,  
Заместитель директора по науке  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской  
академии наук

Адрес: г. Пермь, 614013, ул. Ак. Королева, 1  
Тел. 8 342 2378321  
e-mail: roa@icmm.ru



/Плехов Олег Анатольевич/

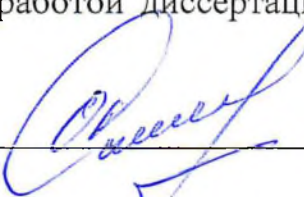
Я, И.А. Пантелеев, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 /Пантелеев Иван Алексеевич/

Подпись И.А. Пантелеева удостоверяю,  
Кандидат физико-математических наук,  
Учёный секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук

 /Юрлова Наталья Алексеевна/

Я, О.А. Плехов, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 /Плехов Олег Анатольевич/

Подпись О.А. Плехова удостоверяю,  
Кандидат физико-математических наук,  
Учёный секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук

 /Юрлова Наталья Алексеевна/