ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дудина Дмитрия Сергеевича на тему:
«Описание высокотемпературной солевой коррозии металлических сплавов связанными уравнениями хемомеханики»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Актуальность темы диссертационного исследования Дудина Д.С. вызвана проблемами эксплуатации современных двигателей, недостатками существующих математических моделей и, как следствие, необходимости в разработке новых моделей. Так, с повышением рабочих температур и нагрузок в газотурбинных двигателях возрастает опасность воздействия агрессивных продуктов сгорания и веществ из окружающей среды (кислород, сернистые соединения, компоненты морской соли). Это вызывает обеднение поверхностного слоя жаропрочных сплавов, коррозионные повреждения и растрескивание. Существующие инженерные модели и подходы не описывают взаимную диффузию и химические реакции в связке с деформационными полями, а также не объясняют формирование сложной слоистой структуры продуктов коррозии. Автором сформулирована связанная модель хемомеханики, способная описывать эволюцию химического состава и напряжений при росте коррозионного слоя.

Следует отметить высокую **научную значимость** исследования, так в работе впервые получены связанные уравнения хемомеханики, включающие балансовые уравнения и термодинамически согласованные, материально объективные определяющие уравнения взаимной диффузии, химических реакций и упруго-вязкопластического деформирования многокомпонентного твёрдого тела в геометрически нелинейной постановке. Автор успешно комбинирует два естественных подхода: материального (для описания деформирования твёрдого тела) и маркерного (для описания взаимной диффузии компонентов в условиях существенного изменения химического состава). Доказано, что модели механодиффузии с материальным или маркерным описанием диффузии и конвективного движения неэквивалентны, что требует принятия дополнительной гипотезы о разделении движения на диффузионную и конвективную составляющие. Впервые теоретически описан механизм образования слоистой структуры продуктов коррозии в ходе высокотемпературной оксидной и сульфидно-оксидной коррозии сплавов Ni-Cr и Fe-Cr.

Практическая значимость полученных результатов неоспорима. Так, разработанные модели позволяют описать сопряжённые процессы повреждаемости: зарождение и развитие микротрещин, отслоение слоя продуктов коррозии, питтинговый механизм, и позволяют учесть особенности высокотемпературной солевой коррозии других сплавов. Разработанные автором модели позволяют с высокой достоверностью проводить моделирование процессов формирования поверхностных слоёв металлических сплавов при азотировании, цементировании и ионной имплантации.

Имеются следующие **замечания** по автореферату:

1. Модель формулируется для изотропного материала и многокомпонентного твёрдого тела в рамках механики сплошных сред. Высокотемпературная коррозия и диффузия в реальных металлических сплавах критически зависят от микроструктуры: границы зёрен, дислокации и выделения вторичных фаз служат каналами ускоренной диффузии и местами зарождения локализованных повреждений.

2. В автореферате упомянуто, что численная реализация выполнена «в виде пользовательской программы в пакете COMSOL Multiphysics», и отмечена «сходимость численного расчёта... при измельчении конечно-элементной сетки». Однако отсутствуют количественные оценки вычислительной сложности модели.

Указанные выше замечания к автореферату не влияют на общую положительную оценку.

Автореферат и научные публикации по теме исследования автора позволяют сделать вывод о том, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научном уровне, и соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Автор диссертации Дудин Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Автор отзыва на автореферат дает согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и дальнейшую их обработку.

доцент, к.ф.-м.н.,
заведующий кафедрой
геометрии и компьютерного моделирования
института математики и механики
им. Н.И. Лобачевского
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
E-mail: OASachenkov@kpfu.ru
Телефон: +79503171300

Саченков Оскар Александрович

28.9.2026
дата подпись

Адрес:
420111, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18
Телефон: +7 (843) 233-74-00
E-mail: public.mail@kpfu.ru
Сайт организации: https://kpfu.ru/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ОГРН 1021602841391 ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ
ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО
ПОДПИСЬ
Саченкова О.А. заверяю
Старший диспетчер