

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук,
старшего научного сотрудника Айзиковича Сергея Михайловича
на диссертационную работу Уафа Самира Башировича на тему:
«Фундаментальные исследования механики трещин нового типа в проблемах
машиностроения и наук о Земле», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Актуальность избранной темы. Необходимость проведения исследований в области трещин нового типа продиктована, в первую очередь, потребностями отраслей, в которых вопросы обеспечения надежности, прочности и предотвращения разрушения являются наиболее важными. К ним относятся машиностроение, авиастроение, судостроение, строительство и другие области, где необходимо решить проблемы безопасности, безотказности и долговечности эксплуатации. Как показано в диссертационной работе, трещины нового типа позволяют объяснить ряд эндогенных и экзогенных геологических процессов, достаточно широко развитых на большей части территории Российской Федерации. Наиболее опасные, наносящие ущерб городскому хозяйству, объектам экономики, инфраструктуре, сельскому хозяйству, имеющие серьезные экологические последствия – это сейсмические события и оползневые процессы. Существование трещин нового типа позволяет расширить представление об указанных процессах, что определяет актуальность выполненных в диссертации исследований и полученных результатов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Все научные положения обоснованы и опираются в сейсмологии на высказанные академиками Г.А. Гамбурцевым и М.А. Садовским положения о необходимости привлечения механики к проблемам сейсмологии, что и сделано в диссертации. Существование трещин нового типа позволяет расширить представление о процессах разрушения сред и материалов.

Достоверность. Исследование опирается на новый, недавно разработанный метод блочного элемента, получивший широкую апробацию в статьях, опубликованных в высокорейтинговых рецензируемых научных журналах, и доложенный на научных конференциях различного уровня.

Новизна. Новизна состоит в привлечении к исследованию нового метода исследования – блочного элемента, позволившего решить проблемы, в решении которых численные методы оказались несостоятельными, что продемонстрировано в диссертации.

Перечислим **основные результаты** диссертационного исследования, обладающие признаком новизны.

Анализируя содержание диссертации, следует отметить, что во введении дан краткий обзор достижений в областях, связанных, с прочностью и разрушением материалов, состояния исследований в области сейсмологии и позиции ведущих ученых в проблеме прогноза землетрясений. Соискатель продемонстрировал, что проблема прочности и трещины нового типа были обнаружены не в отрасли машиностроения, а в сейсмологии, а затем начали переноситься в другие отрасли.

Далее в трех главах диссертации рассматриваются практически важные задачи, относящиеся к различным предметным областям, но объединенные применением одного исследовательского метода.

В первой главе рассматривается граничная задача о встречном движении торцами полубесконечных литосферных плит, моделируемых пластинами Кирхгофа. Будучи гранитными, они перемещаются по границе Конрада, разделяющей гранитные плиты с базальтовым основанием. Ранее эти задачи рассматривались многими сейсмологами, и численными методами обнаруживалось нарастание контактных напряжений в зоне сближения. Однако, методом блочного элемента, разработанным в КубГУ и ЮНЦ РАН, было установлено, что напряжения в зоне сближения стремятся к сингулярному значению, то есть вызывается землетрясение. Разломы между литосферными плитами образовали механический объект – трещины нового типа, разрушающие среду по-новому, в отличие от трещин Гриффитса, моделируемых сжатием с боков эллиптического отверстия в пластине. Построенное разложение концентрации контактных напряжений по убывающим степеням особенностей, позволило проследить их роль в реально произошедших землетрясениях. Показано, что теоретические расчеты совпадают с реально произошедшими подвижками поверхности Земли. В диссертации предложено эти подвижки поверхности деформируемого тела применять в качестве способов тестирования образования скрытых трещин нового типа не только в сейсмологии, но и в других областях. В этом же параграфе дано изложение алгоритма метода блочного элемента.

Затем рассмотрена задача, в которой литосферные плиты моделируются упругой средой Ламе. В антиплоской задаче доказано, что в этом варианте также образуются трещины нового типа с теми же свойствами, что и в задаче с пластинами Кирхгофа.

Во второй главе исследуется задача о трещине нового типа, возникшей в покрытии обоймы в подшипниковой паре. Предполагается, что обойма подшипника имеет упрочняющее покрытие, по которому скользит подшипник, и в нем зародилась трещина, которая может быть скрытой, в зоне контакта покрытия и слоя обоймы.

В связи с локальностью дефекта обойма разворачивается до полупространства. Задача сводится к более сложному пространственному случаю, где возникают в зоне контакта как вертикальные, так и касательные

контактные напряжения. Для исследования, применен метод блочного элемента в матричном варианте с факторизацией матрицы-функции. Показано, что каждая из компонент напряжений имеет концентрации контактных напряжений тех же типов.

Тестирование проявления образованных трещин нового типа может осуществляться по той же схеме, что и в первой главе.

Далее рассматривается та же задача для подшипника, но уже в предположении наличия слоя смазки. Поэтому в постановку граничной задачи для такого подшипника добавляется четвертый блок – слой жидкости, который описывается уравнениями мелкой воды. Задача исследуется методом блочного элемента, при реализации которого приходится осуществлять факторизацию матрицы-функции. Для тестирования образования трещины нового типа предлагается применять тот же метод, что и в первой главе.

В третьей главе рассмотрена задача оценки возможности возникновения трещины нового типа в предположенной структуре. Предполагается, что она имеет вид горизонтально лежащей призмы с прямым углом. В ее сечении имеется третий квадрант. Призма наполнена водонасыщенной смесью, удерживаемой от растекания саркофагом из пластин Кирхгофа, расположенных по границе.

Допускается, что в саркофаге образуется трещина нового типа. Встает вопрос о ее росте. Метод блочного элемента позволил построить точную механическую модель блочной структуры, в предположении, что водонасыщенная масса заменена наиболее текучей средой – водой.

Граничная задача, решенная методом блочного элемента, затем усложняется образованием трещины нового типа в саркофаге, описываемом пластиной Кирхгофа. Рассматриваются трещины конечной и полубесконечной длины.

Доказано, что трещины нового типа, будучи малых размеров и близкими берегами, склонны к развитию и стремлению расшириться. Параметры этого процесса доступны для анализа при подборе материалов.

Во втором параграфе данной главы рассмотрена граничная задача для двух штампов, для исследования поведения блочной структуры в случае большой удаленности берегов трещины. Показано, что в этом случае в динамическом режиме гармонических колебаний будут возникать резонансы академика И.И. Воровича, разрушающие среду. Также излагается способ решения методом блочного элемента граничных задач для материалов сложных реологий.

Замечания.

1. В тексте диссертации излишне часто упоминается фраза о фундаментальном исследовании проблемы трещин нового типа. Однако это не исключает необходимости применения численных методов для более детального изложения свойств построенных решений.

2. Нет ясного объяснения, в связи с чем рассмотрены трещины нового типа с близкими берегами и с удаленными берегами. В последнем случае это уже не трещина, а блочная структура с тремя блочными элементами.
3. В диссертации при изучении разрушения трещин нового типа благодаря точному решению соответствующего функционального уравнения Винера-Хопфа, получено разложение особенностей концентрации контактных напряжений в окрестности зоны сближения берегов. Для рассмотренного случая вертикальных воздействий на берега, при несимметричных значениях будет сингулярное разрушение ступенькой поверхности, при симметричном – излом поверхности. Однако, к сожалению, нет расчетов энергии, необходимой для разрушения. Для этого необходимо конкретизировать механические параметры среды и численно вычислить энергию, приняв критерий разрушения из эксперимента, как в трещинах Гриффитса. Этого не было сделано.
4. В диссертации достаточно детально описаны трещины нового типа в сейсмологии. Доказано, что ими являются разломы литосферных плит. Это подтверждено экспериментально-теоретически в результате сопоставления расчетных данных и реальных подвижек в эпицентрах землетрясений. Но ничего не сказано об экспериментальных наблюдениях поверхностей покрытий в инженерных приложениях, хотя теория развита в подшипниковых парах. Принимались ли попытки это сделать?
5. Соискатель вскользь касается потери устойчивости трещины Гриффитса, но ни разу не обсуждает этот вопрос при описании трещин нового типа ни с теоретической, ни с практической точек зрения в инженерной практике, что не повышает уровень рассмотрения проблемы.
6. В диссертации встречаются стилистические погрешности. Но они не влияют на понимания излагаемого материала.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Уафа Самира Башировича на тему «Фундаментальные исследования механики трещин нового типа в проблемах машиностроения и наук о Земле» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложено решение задач, имеющих существенное значение для механики деформируемого твердого тела. В автореферате и опубликованных статьях полностью отражены результаты исследования. Все научные положения и выводы, выносимые на защиту, обоснованы. Проведенные в диссертации исследования отвечают современному состоянию механики деформируемого твердого тела.

Считаю, что диссертационная работа «Фундаментальные исследования механики трещин нового типа в проблемах машиностроения и наук о Земле» Уафа Самира Башировича полностью соответствует критериям, установленным п.п. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением

Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Уафа Самир Баширович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. – Механика деформируемого твердого тела.

Я, Айзикович Сергей Михайлович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Уафа Самира Башировича, и их дальнейшую обработку

Специальность, по которой оппонент защитил докторскую диссертацию: 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Официальный оппонент:
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
заведующий лабораторией функционально-градиентных
и композиционных материалов
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Донской государственный технический университет»

С. Айзикович
23.05.2025

Сергей Михайлович Айзикович

Контактная информация:
344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
Тел.: +7 863 273 85 25
Сайт: <https://donstu.ru/>
E-mail: reception@donstu.ru

Подпись С.М. Айзиковича удостоверяю
Ученый секретарь Ученого совета ДГТУ



Владимир Николаевич Анисимов