

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Перельмутера Михаила Натановича «Модели и методы расчета процессов разрушения по границам соединения материалов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Построение и исследование математических моделей роста трещины вдоль соединения различных материалов становится все более важной задачей механики деформируемого твердого тела. Это обусловлено, прежде всего, потребностями инженерной практики, требующей адекватных методов прочностного расчета разнообразных неразъемных соединений, в том числе и соединений различных материалов. Сварные, паяные, клеевые соединения, как выполненные по традиционным технологиям, так и по самым современным, являются наиболее проблемными с точки зрения прочности зонами конструкций. С другой стороны, изучение закономерностей разрушения адгезионного слоя между материалами представляет и чисто научный интерес. Специфика возникающих здесь задач предполагает применение как новых экспериментальных, так и новых теоретических методов. Их разработка и применение были в последние десятилетия предметом многих исследований. Наиболее перспективной показала себя модель трещины со связями (bridged crack model), использованная в работах таких известных ученых, как Нидльман, Твергаард, Карпинтери, Ортиз. Однако к исследованию трещин на границе различных материалов эта модель ранее не применялась.

Диссертация М.Н. Перельмутера посвящена теоретическому исследованию условий роста трещины, разрушающей соединение в общем случае различных материалов. Тема диссертации, как следует из сказанного, актуальна. В качестве модели трещины выбрана, и этот выбор убедительно обоснован, модель трещины со связями, что свидетельствует об адекватности математической модели рассматриваемого процесса и о новизне результатов диссертации.

Автором решены разнообразные задачи (в плоской постановке) для прямолинейных и криволинейных трещин в бесконечных и конечных областях из различных материалов, рассмотрены различные законы взаимодействия кромок трещины. При этом автор получил систему нелинейных интегро-дифференциальных уравнений, решение которой позволяет определить напряженное состояние и характеристики трещиностойкости для бесконечных областей. Используя решение такой системы как обобщенную функцию Грина, он построил вариант метода граничных элементов для решения задач для конечных областей.

Численное решение задач включает в себя итерационный метод упругих решений для учета физической нелинейности (в форме метода переменных параметров упругости), а также специальные граничные элементы (типа элементов Барсоума), моделирующие корневую особенность полей напряжений и деформаций в окрестности кончика трещины.

Проведено сопоставление результатов расчетов с данными других исследователей и имеющимися экспериментальными результатами, подтверждающее достоверность результатов диссертации.

Решены и систематизированы разнообразные новые задачи, предложен новый критерий разрушения. Эти результаты представляют несомненный научный интерес.

К достоинствам диссертации следует также отнести глубокую математическую проработку рассмотренных в ней вопросов.

К диссертации (точнее, к автореферату) имеются замечания, не влияющие, однако, на ее общую оценку.

1. Аналитическое решение задачи о трещине на границе двух соединенных полуплоскостей из различных материалов имеет осциллирующую асимптотику при

приближении к кончику трещины<sup>1</sup>. Неясно, имеет ли численное решение методом, разработанным в диссертации, такую же асимптотику.

2. Применение разработанных методов предполагает знание конституционных соотношений для связей между кромками трещины, причем, результаты расчетов от этих соотношений существенно зависят<sup>2</sup>. Поэтому надежное определение этих соотношений важно. По-видимому, такое определение возможно только экспериментальными методами. Было бы естественно в диссертации обсудить такие эксперименты, их схемы и необходимое количество.

Суть диссертации изложена в автореферате ясно и логично; его язык и стиль соответствуют нормам научных публикаций.

Изложенное позволяет сделать вывод, что диссертация «Модели и методы расчета процессов разрушения по границам соединения материалов» полностью удовлетворяет требованиям «Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней» к докторским диссертациям и М.Н. Перельмутер заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Доктор физ.-мат. наук (01.02.04), профессор, зав. кафедрой математического моделирования  
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

А.А. Маркин

Доктор физ.-мат. наук (01.02.04), профессор, профессор кафедры математического  
моделирования ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

В.В. Глаголев

Доктор физ.-мат. наук (01.02.04), доцент, профессор кафедры математического  
моделирования ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

И.М. Лавит

Адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, 92

E-mail: info@tsu.tula.ru

Телефон: (4872) 35-34-44

Подписи Маркина Алексея Александровича, Глаголева Вадима Вадимовича и Лавита Игоря Михайловича удостоверяю

Начальник УАК ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»



09.11.15

М.В. Метелищенкова

<sup>1</sup> См., например: Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. М.: Наука, 1974. 640 с.

<sup>2</sup> См. статью: Falk M.L., Needleman A., Rice J.R. A critical evaluation of cohesive zone models of dynamic fracture // Journal de Physique IV. 2001. P. Pr-5-43 - Pr-5-50.