

Отзыв научного руководителя
доктора физико-математических наук, профессора Звягина Александра
Васильевича
на диссертационную работу Шаминой Анастасии Александровны по теме
«Взаимное влияние системы трещин в трехмерном упругом теле»,
представленную на соискание степени кандидата физико-математических
наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого
тела»

Все годы обучения в аспирантуре и работы на кафедре Шамину Анастасию Александровну выделяют научная любознательность, целеустремлённость и трудолюбие. В представленной работе исследуется актуальная проблема механики разрушения – взаимного влияния пространственных трещин в упругом теле. Следует отметить, что возможность численного исследования пространственных задач для системы нескольких трещин появилась сравнительно недавно. Это связано с развитием и увеличением мощности и быстродействия современных ЭВМ. Но, во многом, ещё и с отсутствием новых численных методов, позволяющих моделировать большую систему трещин в трёхмерном пространстве. Задачи линейной механики разрушения имеют свою специфику, связанную с наличием бесконечных особенностей для напряжений на границе трещин. Помимо этого, сами пространственные трещины, как правило, моделируются двухсторонними поверхностями с разрывом поля перемещений. Эти особенности задач достаточно сильно ограничивают применение классических численных методов для описания поведения трещин.

Математической основой диссертационной работы является предложенный оригинальный численный метод, позволяющий представить решение в виде ряда-разложения по найденной системе базовых решений теории упругости, имеющих разрыв перемещений на поверхности граничного элемента. Коэффициенты разложения определяются, выполняя граничные условия на дискретном множестве точек границы (в центрах граничных элементов). Описанию численного метода посвящена первая глава диссертации.

Во второй главе проведена верификация кодов программы путём сравнения с известными аналитическими решениями задач о пространственных трещинах, а также с численными решениями других авторов. Показано, что предложенный метод позволяет с достаточной степенью точности определять поля перемещений и напряжений, а также такие специфические, характерные для задач линейной механики разрушения параметры, как коэффициенты интенсивности напряжений и коэффициенты влияния.

Новые задачи исследованы в третьей главе. Впервые исследовано влияние взаимного сдвига центров в системе двух параллельных трещин,

находящихся под нормальной нагрузкой, на коэффициенты интенсивности напряжений.

Новой является задача определения коэффициентов интенсивности напряжений для границы пространственной трещины с линией излома поверхности.

Впервые рассмотрены пространственные трещины ветвления. В рамках принятой гипотезы, что наиболее вероятным углом ветвления угол, соответствующий максимальному значению коэффициента интенсивности напряжений, определены углы ветвления для трещин разной пространственной геометрии. Исследовано раскрытие пространственной трещины с тремя ветвями.

Одной из практически важных задач является описание бесконечных периодических систем трещин. В пространственном случае аналитически решение таких задач получить крайне сложно. Была выдвинута гипотеза о возможности сведения бесконечной системы к достаточно большой, но конечной системе трещин. При этом коэффициенты интенсивности напряжений определялись для трещины, лежащей в центре системы. Проверка показала, что использование данной гипотезы позволяет с необходимой точностью определять все необходимые параметры в окрестности центральной трещины и эти параметры соответствуют бесконечной периодической системе. Это проверено для периодических и двоякопериодических систем.

В работе получен ряд новых результатов для пространственных трещин. Базовые решения предложенного численного метода получены аналитически. Написан оригинальный код, позволивший получить численные решения, достоверность которых гарантирована проведенной верификацией.

Результаты диссертации опубликованы в 14 научных статьях (9 статей в журналах, 5 в сборниках), 7 из которых опубликованы в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных RSCI, Web of Science, Scopus. Также часть результатов представлена в главе коллективной монографии.

По результатам диссертации было сделано 19 докладов на российских и международных научных форумах (тезисы опубликованы).

Содержание диссертации обсуждалось на научных семинарах кафедр механико-математического факультета:

- ◆ научно-исследовательский семинар кафедры волновой и газовой динамики механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством академика РАН Р.И. Нигматулина (2021 г.).
- ◆ научно-исследовательский семинар кафедры механики композитов механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством проф. В.И. Горбачева (2021 г.).

- ◆ научно-исследовательский семинар кафедры теории упругости механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством проф. Д.В. Георгиевского (2021 г.).
- ◆ научно-исследовательский семинар кафедры теории пластичности механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством члена-корр. РАН Е.В. Ломакина (2021 г.).

Диссертационная работа Шаминой Анастасии Александровны «Взаимное влияние системы трещин в трехмерном упругом теле» выполнена на высоком научном уровне и имеет характер законченного научного исследования. Она соответствует специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела». Работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова.

Рекомендую Диссертацию «Взаимное влияние системы трещин в трехмерном упругом теле» Шаминой Анастасии Александровны к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела».

Я, Звягин Александр Васильевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного Совета и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель:

Доктор физико-математических наук (по специальности 01.02.04)

Профессор кафедры газовой и волновой динамики

механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

(119991, Ленинские горы, д. 1, тел. +7(495) 939-37-54

e-mail: zvyagin.aleksandr2012@ya.ru

Звягин А.В.

Подпись удостоверяю

Декан механико-математического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

Член-корр. РАН, профессор

Шафаревич А.И.

« 6 » сентября 2021 г.

