

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Маркова Николая Сергеевича на тему: «Решение задач механики для слоистых структур с неоднородностями», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Диссертация Маркова Н.С. посвящена исследованию эффективных механических свойств слоистых структур с неоднородностями.

Актуальность исследования связана с разработкой новых типов месторождений нефти и газа, имеющих слоистую структуру с низкой проницаемостью слоев. Стандартным методом увеличения производительности скважин является разрыв пласта с образованием сети трещин. Использование технологии гидроразрыва позволяет осуществлять множественные разрывы в одной скважине, расчет оптимального места гидроразрыва, и направления распространения трещин становится технологической необходимостью. Важной особенностью современных месторождений является относительно небольшая толщина слоев, что с одной стороны требует точного учета их взаимодействия при гидроразрыве, с другой стороны делает расчет еще более актуальным, так как выход трещин за границы нефтеносного слоя может привести к критическому падению эффективности скважины.

Соискатель с помощью метода граничных элементов решил задачу о раскрытии, разработал метод расчета скорости роста трехмерной трещины гидроразрыва пласта в слоистой структуре, получил оценку связи между размерами области преобразования Фурье и характерной толщиной слоев при вычислении функции Грина с точностью вычисления решений, полученных с помощью этой функции, распространил разработанный подход на задачи о проницаемости каналов в слоистых структурах.

Достоверность результатов определяется использованием известных моделей, аналитических и численных методов и подходов, сравнением результатов, полученных разными методами, в том числе методами конечно-элементного моделирования в коммерческих пакетах. Теоретическая значимость работы состоит в исследовании влияния параметров разложения функции Грина на ошибки вычислений и в решении ряда задач о росте трещин, напряженно-деформированном состоянии и проницаемости трещиноватых слоистых структур.

Работа состоит из введения трех глав, заключения и списка литературы. Текст работы представлен на русском и английском языках.

Во введении дается обоснование актуальности темы, формулируются общие цели и задачи исследования. Сформулированы положения, выносимые на защиту. Описаны новизна и достоверность полученных результатов, их практическая значимость. Приведены структура и объем работы, указаны публикации автора по теме диссертации и апробации результатов работы.

В первой главе дан обзор литературы по методам расчета напряженно-деформированного состояния слоистых структур, вычисления функций Грина для слоистой среды и решения прикладных задач гидроразрыва пласта.

09/2-169 от 16.03.2020

Во второй главе изложен алгоритм вычисления функции Грина для слоистых структур с помощью прямого и обратного преобразования Фурье и получения решения с помощью этих функций. Сделаны оценки влияния размеров области, в которой производится прямое и обратное преобразование Фурье на точность решений, получены практически важные соотношения между характерной толщиной слоя и размерами области преобразования, что является интересным результатом и требует дальнейшего развития на теоретическом уровне, так как оценки получены только для нескольких примеров. Получены оценки влияния толщины слоя с прямолинейным цилиндрическим каналом на неравномерность распределения потенциала по контуру канала и распределение потенциала внутри слоистой структуры. Построена функция Грина для трехмерного оператора Ляме и решена задача о нахождении условий роста радиально по отношению к цилиндрическому каналу трещины в слоистой среде как пересекающей, так и не пересекающей границы раздела слоев.

В третьей главе решена задача о распространении трехмерной плоской трещины в слоистой среде. Разработан принцип соответствия, позволяющий увеличить точность расчета геометрии трещины в рамках псевдотрехмерной модели. Проведено численное моделирование распространения трещины, результаты сопоставлены с известными результатами, полученными с помощью планарной трехмерной модели, трехмерной модели ILSA и модели, использующей фиктивную трещиностойкость, которая связана со скоростью распространения трещины приближенным уравнением.

Показаны преимущества принципа соответствия, и модифицированной модели псевдотрехмерной трещины. В частности, установлено, что введение фиктивной трещиностойкости является ненужным усложнением задачи.

В заключении кратко перечислены основные результаты работы.

Список литературы содержит 91 источник.

При общей характеристике диссертации необходимо отметить, что в ней исследуются практически значимые проблемы. Вместе с тем, использованы подходы, допускающие обобщение на целые классы задач, что обеспечивает научную значимость всей работы.

Вместе с тем имеется ряд недостатков:

1. Обзор литературы, несмотря на историческую глубину, не содержит выводов, в результате первая глава не имеет никакого заключения. Нет указания на то, какие недостатки существующих методов мешают решить поставленные в диссертации задачи.

2. В главе 2 отсутствует введение с описанием и постановкой задачи, которая решается в рамках данной главы, сразу начинается изложение методов решения. Изложение плохо структурировано.

3. Вероятно, наслоение опечаток в формулах не позволяет понять, каким образом из формулы (17) на стр. 26 следует формула (18), при заданных соотношениях и значениях параметров может получиться только однородное граничное условие. Либо требуются дополнительные предположения и разъяснения.

Сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления от большой работы, проделанной соискателем.

Диссертация Маркова Николая Сергеевича на тему: «Решение задач механики для слоистых структур с неоднородностями» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Марков Николай Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

д.т.н., врио директора ИПМаш РАН



Полянский В.А.

11.03.2020