

Отзыв

члена диссертационного совета Кукушкина Сергея Арсеньевича на диссертацию

Казаринова Никиты Андреевича «Пространственно-временная дискретность и эффекты динамического разрушения», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8. механика деформируемого твердого тела

Диссертация Казаринова Н.А. рассматривает основные эффекты динамического разрушения. В частности, в ней анализируется влияние скорости деформации на прочность системы и изучается задержка разрушения при воздействии на систему короткими импульсами. В работе проводится исследование процесса разрушения в осцилляторе. Автор проводит аналогию между стартом трещины при нагружении образца короткими импульсами и разрушением в этой системе. Также исследуется эффект разрушения дискретной системы при распространении волны разгрузки на примере цепочки линейных осцилляторов.

Актуальность темы работы

Вопрос применимости континуальных моделей с усредненными параметрами для описания реальных материалов, имеющих дискретное строение, стоит достаточно остро. Это позволяет говорить об актуальности проблемы, поднятой в диссертации. Кроме того, в работе представлен ряд численных подходов в области динамики трещин, способствующих прогрессу в решении актуальной проблемы нестабильного поведения зависимостей, характеризующих движение трещин. В настоящее время существует потребность в моделях, способных предсказывать эффекты, связанные с динамическим разрушением. В работе Казаринова предлагается рассматривать процесс разрушения как инерционный, что позволяет построить простую инженерную модель на основе линейного осциллятора и провести параллели между разрушением в системе «масса на пружине» и стартом трещины при импульсном воздействии. Такой подход основан на концепции инкубационного времени.

Также в диссертации решена задача о разрушении в дискретной системе при разгрузке. Показана разница между дискретной системой (цепочкой линейных осцилляторов) и её континуальным аналогом — упругим стержнем. Продемонстрировано, что в системах с периодическим строением возможно разрушение при распространении волны разгрузки.

Таким образом, задачи, которые были поставлены и решены в диссертации Казаринова Н. А., актуальны для современной механики деформируемого твёрдого тела как с практической, так и с теоретической точек зрения.

PK N 33-06-1204 от 10.12.2024

В работе представлен ряд численных результатов, актуальных для моделирования разрушения при ударном воздействии – численные схемы на использующие критерий инкубационного времени и метод конечных элементов, а также решения для оптимизации расчетов на основе искусственных нейронных сетей.

Значимость результатов работы для теории и практики

Практическая значимость результатов работы заключается в создании простой модели динамического разрушения, описывающей ключевые эффекты данного процесса. Также в работе предложен ряд численных подходов на основе критерия инкубационного времени, которые могут быть применены в инженерной практике.

Теоретическая значимость исследования заключается в новых полученных научных результатах: обнаружена аналогия между стартом трещины и разрушением линейного осциллятора, дана трактовка модели разрушения на основе инкубационного времени с точки зрения инерционных моделей. Также продемонстрирована возможность экспериментального исследования эффекта разрушения в периодических структурах при распространении волны разгрузки.

Новизна полученных результатов

Эффект разрушения в дискретных периодических структурах, имеющий место при разгрузке и описанный в третьей главе работы, исследован впервые. Было продемонстрировано, что данный эффект следует учитывать при проектировании реальных конструкций с дискретным периодическим строением.

В работе применяется структурно-временной принцип, предполагающий пространственную и временную дискретизацию процесса разрушения. Интеграция данной модели в расчётную схему на основе метода конечных элементов позволила объединить два взгляда на зависимость текущего значения коэффициента интенсивности напряжений от скорости трещины и разрешить противоречия, наблюдаемые между группами ученых.

В диссертации впервые обсуждается фундаментальная аналогия между динамическим разрушением и разрушением дискретных систем с инерцией, в частности линейного осциллятора. Рассмотрение прямоугольных импульсов нагружения позволило определить собственную частоту осциллятора, связанную с процессом разрушения при инициации трещины. Этот результат получен исключительно автором и его соавторами.

Впервые применена модель на основе линейного осциллятора для исследования старта трещин. Причем в представленной работе все параметры модели несут некий физический смысл, и, таким образом, в данной модели отсутствуют подгоночные параметры.

Содержание и структура работы

Диссертация Казаринова Н.А. состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. В работе 66 рисунков, 10 таблиц, библиографии из 202 наименований. Объем диссертации составляет 216 страниц. Оформление соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. По содержанию диссертации следует отметить следующие замечания:

1) Анализ работ других авторов по теме диссертации и поставленным в ней задачам весьма ограничен, не всегда ясно, насколько предлагаемые подходы предпочтительны в сравнение с уже имеющимися в литературе разработками. В частности, не отражены преимущества подхода на основе инкубационного времени перед упомянутыми моделями типа Джонсона-Холмквиста.

2) Совершенно не затронуты энергетические аспекты разрушения в линейном осцилляторе. Приведена некая оптимизация по импульсу нагружения, но гораздо важнее рассмотреть оптимальные режимы разрушения с точки зрения совершаемой работы.

3) Не вполне ясно, что же является ключевым фактором, определяющим разброс значений коэффициента интенсивности напряжений – скорость трещины или же характер прикладываемой нагрузки?

4) Предложенная модель разрушения на основе осциллятора сработала в одномерных задачах (откол в стержне, нормальные напряжения на продолжении трещины). Как применять данный подход в задачах, где необходимо учитывать весь тензор напряжений, например, в рассматриваемой в работе задаче о пробивании?

Заключение


Представленная к защите диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., а ее автор Казаринов Никита Андреевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела. Нарушений пунктов 9 и 11 указанного Порядка не обнаружены.

Главный научный сотрудник, заведующий лабораторией структурных и фазовых превращений в конденсированных средах ИПМаш РАН, д.ф.м.н., профессор, лауреат премии президиума РАН им. П. А. Ребиндера, лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга и Санкт-Петербургского научного центра РАН по физике, заслуженный деятель науки РФ

 Кукушкин С.А.




МОЩНИК ДИРЕКТОРА


2024 г.