

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Фрейдина Александра Борисовича на диссертацию Селютиной Нины Сергеевны на тему «Динамическая деформация и разрушение материалов на основе релаксационных моделей необратимого деформирования», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Диссертация Н.С. Селютиной посвящена развитию прогностических моделей деформирования и разрушения материалов при экстремальных воздействиях.

Целью работы является разработка релаксационных моделей необратимого деформирования гомогенных и гетерогенных материалов на основе идеи учета процесса релаксации и выявление закономерностей влияния структурно-временных характеристик материала на деформационный отклик гомогенных и гетерогенных материалов при разрушения и пластическом деформировании при различных квазистатических, динамических и циклических режимах нагружения.

Актуальность темы диссертации определяется необходимостью развития моделей деформирования и разрушения материалов при экстремальных воздействиях и необходимостью развития подходов, которые могли бы с единых позиций описывать и предсказывать поведение материалов в широком диапазоне скоростей воздействия и учитывать возможность различных механизмов деформирования и неоднородность конструкционных материалов.

Научная значимость работы состоит в разработке и верификации новых релаксационных моделей необратимого деформирования с явным учетом процессов релаксации.

Практическая значимость работы определяется тем, что развиваемая концепция инкубационного времени может быть применена в инженерной практике при разработке стандартов для динамических испытаний различных материалов.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 221 наименования и изложена на 244 страницах (плюс английская версия работы на 222 стр).

Введение содержит постановку задач исследования, обзор литературы, отражающий проблемы и текущее состояние исследований, касающиеся темы диссертации, обоснования актуальности темы, новизны, достоверности, научной и практической значимости работы, формулировку цели и задач работы и хорошо представляет диссертацию в целом.

Первая глава представляет результаты исследований скоростных зависимостей динамической прочности горных пород, бетонов, замороженных грунтов. Обосновано, что критерий инкубационного времени хорошо работает в случае описания разрушения рассмотренных материалов в широком диапазоне импульсных нагрузок.

Во второй главе на основе критерия инкубационного времени текучести и эмпирических моделей в широком диапазоне скоростей деформации исследуется поведение предела текучести стали и алюминиевых сплавов. На основе выведенных формул параметры эмпирических моделей выражаются через характеристики

критерия инкубационного времени. Показывается, что инкубационное время может рассматриваться как основная характеристика, позволяющая описывать скоростную зависимость предела текучести в широком диапазоне скоростей деформирования, а развитая релаксационная модель пластичности позволяет адекватно описывать деформационные кривые в широком диапазоне скоростей деформирования.

В третьей главе в результате описания необратимого деформирования однородных материалов показывается, что разрабатываемая релаксационная модель пластичности может описывать зависимости напряжение-деформация как без зуба текучести, так и с зубом текучести, который наблюдается на диаграмме деформирования при высоких скоростях деформирования.

В четвертой главе релаксационная модель пластичности используется для описания циклической деформации. Релаксационная модель пластичности, разработанная для однократного нагружения, обобщена на случай циклического деформирования. Обосновано использование структурно-временной модели циклического нагружения для моделирования циклического деформирования при различных амплитудах и скоростях деформации.

В пятой главе модели пластичности, развитые для однородных материалов, обобщаются на случай слоистых композитов. Рассматриваются металл-полимерные ламинаты. Определены структурно-временные параметры композита и составляющих его материалов. Делается вывод, что возникающие конкурирующие процессы, такие как вязко-хрупкий переход, фазовый переход и переходные процессы в композите при разных скоростях удара и материалах разной структуры, могут быть описаны с помощью единого набора характерных времен композита и его компонентов.

В заключении суммируются результаты работы.

Таким образом, диссертационная работа является самостоятельным и важным развитием структурно-временного подхода в механике разрушения, сформулированного на начальном этапе в работах член-корр. РАН профессора Ю.В. Петрова и академика Н.Ф. Морозова. В работе **получен, апробирован и верифицирован набор новых моделей для описания динамического деформирования и разрушения различных материалов.**

По работе имеются вопросы и замечания:

1. При разных скоростях деформирования могут превалировать различные механизмы деформирования и процессы (и даже конкурирующие, как неоднократно отмечает автор), имеющие свои времена релаксации. Возникают разные комбинации времен релаксации. Можно ли пояснить, всегда ли при этом инкубационное время остается одним и тем же? Насколько надежна такая аппроксимация?
2. В первой главе обсуждается структурно-временной подход в виде силового и энергетического критериев, что, насколько я понял, дает два способа определения характерных времен – силовой и энергетический, причем времена могут оказаться разными. Что тогда является более достоверным?
3. В диссертации обсуждается и объясняется зуб текучести, возникающий при высоких скоростях деформирования. Но зуб текучести может наблюдаться и при низких скоростях, причем это может быть следствием именно свойств материала, а не появления шейки в образце. Будет ли тогда «работать» развиваемый подход?
4. В тексте замечены грамматические и стилистические небрежности и повторы (например, совпадают абзацы на стр. 11 и 16 «При высокоскоростном и температурном деформировании...»).

Эти замечания не имеют квалификационного значения. Работа обладает внутренним единством. Результаты достойно представлены в высокорейтинговых публикациях (39 статей, 30 из которых входят базы данных Scopus WoS), хорошо апробированы на международных и Российских конференциях.

Оценивая работу в целом, можно признать, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, важные для науки и практики, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение.

Диссертация Селютиной Нины Сергеевны на тему: «Динамическая деформация и разрушение материалов на основе релаксационных моделей необратимого деформирования» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Селютина Нина Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник,
заведующий лабораторией математических методов
механики материалов Института проблем машиноведения РАН,

Дата 07.11.2023

Адрес

Фрейдин А.Б.



Фрейдина А.Б.
ЯЯЮ: Помощника ИРЕКТОРА
Андреева С.М.
2023 г.