

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
Санкт-Петербургского государственного университета
С.В. Аплонов



«Апрель» 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» на диссертационную работу Вавилова Дмитрия Сергеевича "Структурные преобразования в материале при нестационарном воздействии", представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 - "Механика деформируемого твердого тела"

Актуальность темы диссертации.

Диссертация Вавилова Д.С. посвящена описанию структурных преобразований в кристаллической решётке при кратковременном импульсном воздействии. Данная проблема имеет важное значение с точки зрения прогнозирования динамического отклика материала на ударно-волновое нагружение, который существенно отличается от его поведения при статических нагрузках. Интерес к ней продиктован потребностями авиационной, автомобильной и других отраслей промышленности при создании техники, работающей в условиях интенсивных воздействий ударного типа. Основная цель работы заключается в исследовании механизма передачи энергии на внутренние степени свободы материала, переход которых в новое устойчивое состояние трактуется в работе как его структурная перестройка. Несмотря на большой экспериментальный материал, накопленный к настоящему времени по данной тематике, до сих

пор в полной мере не разработана модель, учитывающая динамику структурных преобразований. Для этого в рассмотрение вводится одномерная двухкомпонентная модель материала, в которой измеряемым макропараметром является перемещение центра масс, а в роли дополнительной степени свободы выступает относительное смещение компонент.

Научная новизна и практическая значимость.

Научная новизна работы заключается в следующих основных результатах диссертации:

1. Разработка модели, учитывающая динамику структурных преобразований.
2. Оценка длительности процесса структурных преобразований.
3. Определение критической величины деформации, соответствующей началу неустойчивого участка на определяющей диаграмме, и её связь с микропараметрами материала.
4. Исследование эффекта уменьшения амплитуды начального импульса при ударном воздействии, наблюдаемого в экспериментах по высокоскоростному деформированию, за счёт динамики внутренних степеней свободы.

Данные результаты имеют важное значение при разработке энергопоглощающих материалов, которые используются в различных отраслях промышленности для обеспечения защитной функции.

Обоснованность и достоверность основных результатов.

Достоверность полученных результатов обеспечивается согласованностью выводов, сделанных на основе теоретической модели, с экспериментальными данными по высокоскоростному деформированию и сопоставлением полученных аналитических решений с численными расчётами. Результаты работы были доложены на нескольких всероссийских и международных конференциях.

Анализ содержания работы.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель исследования, показаны научная новизна и практическая значимость и приведены основные результаты, выносимые на защиту.

В первой главе приведены результаты экспериментов по высокоскоростной деформации, свидетельствующие о том, что в определённом диапазоне скоростей ударника происходят потери энергии, связанные со структурными преобразованиями, и сделан литературный обзор по проблеме их моделирования, который позволяет выделить два наиболее часто используемых подхода. Автор делает выбор в пользу одного из них и обосновывает свою точку зрения.

Во второй главе формулируются основные уравнения и рассматривается задача о кинематическом растяжении двухкомпонентного стержня. Ставится вопрос о существовании немонотонной зависимости напряжения от деформации, предположение о которой часто используется при описании фазовых переходов. Найдены условия, обеспечивающие наличие экстремумов на определяющей диаграмме.

Третья глава посвящена описанию метода переменного интервала, который будет использоваться в дальнейшем для построения приближённого решения нелинейной задачи Коши. Особенности применения метода, основанного на аналогии между уравнениями сплошной среды и уравнениями движения структурно-реологической модели, показаны на примере динамической задачи термоупругости.

В четвертой главе проводится исследование динамики элемента структурно-реологической модели двухкомпонентной среды, который представляет собой нелинейный осциллятор с двумя степенями свободы. На его основе показан процесс передачи энергии от центра масс на относительное движение.

В пятой главе осуществлен переход к континуальной модели. С использованием континуально-дискретной аналогии автору удается получить аналитическое выражение для длительности процесса структурных преобразований и установить связь между параметрами материала и

характеристиками внешнего воздействия. Сделанные на основе аналитических формул выводы подтверждаются численным расчётом, выполненным методом конечных разностей.

Заключение содержит выводы по диссертационной работе и вопросы для дальнейших исследований.

Таким образом, диссертационная работа Вавилова Д.С. представляет собой законченное исследование, обладающее внутренним единством и выполненное на высоком научном уровне. Несмотря на это, по работе имеется ряд замечаний.

Замечания

1. В работе общие выводы принципиального характера делаются на основании конкретной нелинейной модели. Интересно было бы выяснить, в какой мере эти выводы сохраняются при переходе к другим моделям.

2. Во второй главе при постановке статической задачи используется кинематическое нагружение, тогда как в динамической задаче нагрузка имеет силовой характер. Было бы логичнее использовать один и тот же вариант нагружения и в том и другом случае.

3. В работе ничего не сказано о возможности распространения полученных результатов на трёхмерные тела.

4. В работе не указывается способов экспериментального определения параметров модели. К ним в первую очередь относятся коэффициенты, входящие в выражение для силы внутреннего взаимодействия. Проблема идентификации параметров не позволяет производить сопоставление расчётов с экспериментом.

Заключение

Указанные замечания не имеют принципиального характера, не влияют на основные выводы и не снижают общего благоприятного впечатления от работы. Результаты работы опубликованы в 7 высоко-рейтинговых научных журналах, доложены на 6 международных научных конференциях.

Работа была доложена и подробно обсуждена на семинаре кафедры теоретической и прикладной механики СПбГУ (протокол № 79.08/20-04-05

от 20.04.17г.). Результаты работы имеют принципиальное значение для понимания процессов, происходящих при структурных преобразованиях материалов.

Отзыв заслушан и обсужден на заседании кафедры теоретической и прикладной механики СПбГУ, протокол № 79.08/20-04-06 от 4 мая 2017г.

На основании изложенного заключаем, что работа Д.С. Вавилова "Структурные преобразования в материале при нестационарном воздействии" удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04. - «Механика деформируемого твердого тела», а её автор заслуживает присвоения ему искомой степени.

Отзыв составлен доктором физико-математических наук Филипповым Сергеем Борисовичем, профессором кафедры теоретической и прикладной механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», S_B_Filippov@mail.ru

Доктор физ.-мат. наук,
профессор кафедры
теоретической и прикладной механики

 Филиппов С.Б.

Сведения об организации:

ФБГОУ «Санкт-Петербургский государственный университет»,
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д.7/9. Сайт: www.spbu.ru,
телефон +7 812 328 20 00.

Кафедра теоретической и прикладной механики СПбГУ, сайт
<http://tm.math.spbu.ru>, телефон +7 812 428 41 65.

Отзыв подготовлен 4 мая 2017года.