

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Фрейдина Александра Борисовича на диссертацию Волкова Григория Александровича на тему: «Инкубационные характеристики предельных состояний сплошных сред», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности

1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Диссертация Г.А. Волкова посвящена исследованиям динамического разрушения, а именно, развитию теоретической концепции инкубационного времени применительно к предельным состояниям сплошных сред, согласованной с анализом экспериментальных данных.

Целью работы является разработка методов для исследований эффектов, возникающих в переходных процессах в сплошных средах при высокоинтенсивных высокоскоростных воздействиях. **Актуальность** исследований разрушения при динамических воздействиях обусловлена тем, что при динамическом нагружении наблюдаются эффекты, которые не описываются классическими трактовками прочности и не согласуются с традиционными критериями разрушения.

Собственно концепция инкубационного времени была предложена и апробирована ранее в работах Ю.В. Петрова, Н.Ф. Морозова, Г.А. Груздкова. **Научная значимость и новизна** работы Г.А. Волкова обусловлены дальнейшим развитием концепции инкубационного времени, нацеленным на более детальное изучение и более глубокое понимание эффектов, возникающих в переходных процессах при разрушении как твердых тел, так и жидких сплошных сред, на разработку фундаментальных основ для новых стандартизированных методов тестирования материалов и новых подходов к определению и оценке ключевых параметров, определяющих динамическую прочность материала.

Практическая значимость темы диссертации определяется общей направленностью работы на обоснование методик расчетов динамической прочности и конкретными результатами развития методов предсказания критических условий возникновения переходных процессов при неравновесных воздействиях, в разработке стандартизированной методики оценки величины инкубационного времени для конкретных материалов. Полученные результаты будут способствовать более широкому внедрению структурно-временного подхода в научную и инженерную практику.

Достоверность обусловлена непротиворечивым использованием уже апробированных идей структурно-временного подхода и апробированными математическими методами.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 188 наименования и изложена на 204 страницах.

Введение содержит постановку задач исследования, представляет историю вопроса и критический анализ текущего состояния исследований, касающихся темы

диссертации, дает обоснования актуальности темы, новизны, достоверности, научной и практической значимости работы, формулировку целей и задач работы, описывает методологию и методы исследования и хорошо представляет диссертацию в целом.

В первой главе изложены основные идеи применения критерия инкубационного времени для моделирования скоростной зависимости прочности и изложена методика оценки значения инкубационного времени, основанная на рандомизированном методе знаковозмущенных сумм.

Вторая глава посвящена исследованию влияния равновесных параметров состояния сплошной среды, в качестве которых выступают температура и внешнее гидростатическое давление, на значения модельных параметров прочности.

В третьей главе представлены результаты исследования особенностей энергоёмкости процессов динамического разрушения. Показано наличие оптимальных режимов ударного разрушающего воздействия на сплошную среду при контактном взаимодействии.

В четвертой главе излагается новый метод обработки данных динамических испытаний, позволяющий производить оптимальную оценку значений сразу двух параметров прочности: инкубационного времени и критического напряжения.

Пятая глава посвящена новой механической интерпретации параметров критерия инкубационного времени.

В заключении суммируются результаты работы.

К основным результатам работы можно отнести, в том числе, следующие:

- 1) Разработан стандартизированный подход, позволяющий получить математически обоснованную оценку значений параметров критерия инкубационного времени по ограниченному набору экспериментальных данных высокоскоростных испытаний.
- 2) Построена модель, позволяющая описывать временную и частотные зависимости порога кавитации при различных значениях равновесных параметрах жидкости. Предложена модель, описывающая влияния ультразвуковой волны на условия фазового равновесия жидкости.
- 3) Исследована задача по оптимизации энергозатрат при разрушении упругой среды в результате ударного взаимодействия с жестким телом. Показано, что при учёте сверхзвуковой фазы взаимодействия для любой выпуклой контактной поверхности существуют оптимальные по энергозатратам режимы воздействия.
- 4) Предложена модель вибрационной обработки металлов и показано, что добавление ультразвуковых колебаний приводит к более выгодному режиму разрушения.
- 5) Предложена модель, позволяющая выявить скоростную чувствительность режима разрушения в двухкомпонентных средах.

- б) Предложена модель, предсказывающая величину предела текучести поликристаллических материалов при высокоскоростном нагружении, как результат конкуренции различных микромеханизмов пластического течения.

Преимуществами нового подхода, развитого в диссертации, является возможность получения оценки величины инкубационного времени по малому числу наблюдений и возможность вычисления погрешности оценки инкубационного времени. Работоспособность метода продемонстрирована на примере решения задач, которые имеют самостоятельный интерес.

По работе имеются вопросы и терминологические замечания:

- 1) Автор использует словосочетание «устойчивость среды», но без определения, что это такое (в отличие от используемого термина «устойчивость результатов»). Судя по всему, устойчивость здесь понимается на «бытовом уровне»?
- 2) Не ясно, почему температура и давление называются равновесными параметрами. О каком равновесии идет речь? В неравновесной термодинамике введение равновесной температуры подразумевает возможность неравновесной температуры, что в диссертации не рассматривается.
- 3) Насколько обоснованным является предположение считать статический порог кавитации и его температурную зависимость по диаграмме фазового равновесия, так как жидкость может находиться в перегретом состоянии и не кавитировать?
- 4) В предложенном способе оценки значений инкубационного времени уровень доверительной вероятности определяются значениями параметром M и q , которые выбираются исходя из желаемого уровня доверительной вероятности $p = 1 - q/M$. А как влияет выбор разных пар этих параметров, например, $M = 10$, $q = 2$ и $M = 20$, $q = 4$, при условии, что при этих значениях в обоих случаях уровень доверительной вероятности один и тот же $p = 0.8$.
- 5) Высказывается предположение о том, что значение параметра $\alpha \neq 1$ при описании скоростной зависимости предела текучести указывает на наличие изменения процессов неупругого деформирования с ростом скорости нагружения. Есть ли обоснования для такого предположения?
- 6) Результаты представлены в достаточном количестве достойных публикаций, но количество публикаций «варьируется». На стр. 17 объявлено 31 наименование, на стр. 23 заявлены 52 статьи, 44 из которых входят в базы данных Scopus и WoS, а в представленный список статей Scopus и WoS на стр. 25-29 содержит 43 статьи.

Эти замечания не имеют квалификационного значения. Работа обладает внутренним единством, написана хорошим языком. Ее интересно читать. Результаты

дают новое и богатое наполнение структурно-временному подходу как применительно к проблемам механики разрушения, так и для других быстропотекающих процессов.

Результаты представлены в 53 публикациях, 43 из которых входят базы данных Scopus, WoS, и хорошо апробированы на международных и Российских конференциях.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Волкова Григория Александровича на тему: «Инкубационные характеристики предельных состояний сплошных сред» соответствует специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение.

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени мною не установлено.

Диссертация соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени доктора наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.

Член диссертационного совета

Д. ф.-м.н., с.н.с.,

профессор кафедры теории упругости

Санкт-Петербургского государственного университета



Фрейдin А.Б.

06.12.2024