МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет» (ТулГУ)

Проспект Ленина, д. 92, г. Тула, 300012
Тел. (4872) 35-34-44, факс (4872) 35-81-81
e-mail: info@tsu.tula.ru, http:// tsu.tula.ru

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
ФГБОУ ВО «Тульский
Государственный университет»,
доктор технических наук, профессор
_____ Кухарь В.Д.

" 04 " июня 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу **Фан Тхань Чунг**, выполненную на тему **«Анализ ударного воздействия на вязкоупругие пластинки при помощи моделей с дробными производными»** и представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Актуальность темы.

Элементы строительных конструкций (балки, пластинки, оболочки) часто подвергаются ударным воздействиям. Ударные воздействия могут вызывать появление трещин, и даже разрушение этих элементов, что может привести, в конечном счёте, к повреждению конструкции в целом. Задача усложняется тем, что конструктивные элементы, используемые во многих отраслях промышленности и техники, в процессе ударного взаимодействия изменяют в области контакта свои свойства. Поэтому представляют интерес проведенные численные исследования влияния различных параметров на механическую систему «мишень-ударник», от которых зависит установление условий разрушения элементов конструкций, вызванного ударным воздействием, что, несомненно, представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Цель и задачи работы

Целью диссертационной работы является получение приближенных аналитических решений определяющих интегро-дифференциальных уравнений, позволяющих учитывать вязкоупругие свойства соударяющихся тел, ударника в виде шара и мишени в виде пластинки, которые задаются соотношениями Больцмана-Вольтерра с наследственным ядром Ю.Н.Работнова.

Для достижения указанной цели сформулированы и решены следующие задачи:

1. Решена задача об ударе вязкоупругого шара по упругой шарнирно опертой пластинке Кирхгофа-Лява, находящейся в вязкой среде.

2 Решена задача об ударе упругого шара по вязкоупругой пластинке типа Уфлянда-Миндлина, вязкоупругие свойства которой вне области контакта описываются классической моделью стандартного линейного тела, а в зоне контакта - моделью стандартного линейного тела с дробными производными.

3. Проведен сравнительный анализ результатов ударного взаимодействия сферического ударника с вязкоупругой пластинкой типа Уфлянда-Миндлина без учета и с учетом растяжения ее срединной поверхности.

4. Исследована реакция на низкоскоростной удар предварительно напряженной круглой изотропной упругой пластинки в случае, когда ее динамическое поведение описывается уравнениями, учитывающими инерцию вращения и деформации поперечного сдвига.

Тематика работы.

Содержание диссертации соответствует п. 2 «Теория моделей деформируемых тел с простой и сложной структурой», п. 5 «Теория упругости, пластичности и ползучести» области исследования паспорта специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

Научная новизна.

Волновая теория удара, разработанная ранее Ю.А.Россихиным и М.В.Шитиковой для анализа ударного взаимодействия упругих тел, была обобщена на случай растяжения срединной поверхности вязкоупругой мишени в виде тонкой пластинки типа Уфлянда-Миндлина. Найдены приближенные решения полученных систем уравнений с использованием малого параметра, которым является время протекания ударного процесса.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы проектными и научно-исследовательскими организациями в процессе проектирования конструкций, которые в процессе эксплуатации могут подвергаться различным ударным воздействиям, приводящим к изменению свойств соударяющихся тел в зоне контакта.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использовалась волновая теория удара, с введением параметра дробности, что позволяет варьировать вязкостью в контактной зоне. В процессе ударного взаимодействия учитывается растяжение срединной поверхности мишени.

Положения выносятся на защиту:

- обобщение волновой теории удара, разработанной ранее Ю.А.Россихиным и М.В.Шитиковой для анализа ударного взаимодействия упругих тел, на случай ударного взаимодействия шара с вязкоупругой мишенью в виде пластинки Уфлянда-Миндлина с учетом растяжения ее срединной поверхности;

- анализ динамического поведения упругой пластинки Кирхгофа-Лява под действием контактной силы в вязкой среде при помощи введения в рассмотрение нового структурного параметра для описания демпфирующих свойств среды за счет использования производной дробного порядка;

- приближенное аналитическое решение задач ударного взаимодействия вязкоупругих, упругих или жестких ударников с вязкоупругими пластинками с использованием малого параметра, в качестве которого выступает время протекания ударного процесса;

- решение задачи о низкоскоростном ударе по предварительно напряженной круглой изотропной упругой пластинке Уфлянда-Миндлина с использованием обобщенного контактного закона Герца в предположении, что вязкоупругие свойст-

ва пластины проявляются только внутри зоны контакта и описываются при помощи модели стандартного линейного твердого тела с дробными производными.

Достоверность результатов базируется на корректной математической постановке задач. Полученные в работе результаты согласуются с общими физическими представлениями. Правильность полученных результатов определяется корректностью математических выкладок и сопоставлением с известными результатами других авторов. Полученные решения переходят в известные решения для производных целого порядка при устремлении параметра дробности к единице.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались: 1) на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Воронежского государственного технического университета в 2015-2017 годах; 2) на семинарах международного научного центра по фундаментальным исследованиям в области естественных и строительных наук ВГТУ; 3) на 7-й международной конференции по математическому моделированию в инженерных науках (7th International Conference on Mathematical Models for Engineering Science MMES'16) в Дубровнике, Хорватия, 28-30 сентября 2016 года; 4) на международной конференции по прикладной математике, вычислительным и инженерным наукам (2016 International Conference on Applied Mathematics, Computational Science and Systems Engineering) в Риме, Италия, 5-7 ноября 2016 года.

Публикации автора по теме исследований. Основные результаты диссертации опубликованы в 6 научных работах, 3 - публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и проиндексированных в международных научных изданиях, в базах данных Web of Science и Scopus.

Личное участие автора. Основные результаты исследований, изложенные в диссертационной работе, были получены лично соискателем и опубликованы совместно с научным руководителем, который определил основные направления исследования в процессе выполнения научного проекта РФФИ. В совместных публикациях диссертант участвовал в решении задач,
поставленных перед ним руководителем, лично проводил все численные исследования и их анализ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 142 страницах машинописного текста, содержит 46 рисунков и список использованных источников из 188 наименований.

В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылок на авторов и источник заимствования. Работа содержит все необходимые для кандидатской диссертации составные части и носит завершенный характер.

Диссертация и автореферат написаны современным языком, стиль изложения четкий, и дает ясное толкование представленного содержания. Автореферат по своему содержанию соответствует основным положениям диссертации.

Данные научные исследования выполнялись в соответствии с планом научно-исследовательских работ международного научного центра по фундаментальным исследованиям в области естественных и строительных наук ФГБОУ ВО «ВГТУ» в рамках проекта РФФИ «Анализ ударного взаимодействия вязкоупругих балок, пла-

стин и оболочек с учетом сдвиговой и объемной релаксации на основе дробных операторов Ю.Н.Работнова» (проект № 17-01-00490), и полученные результаты могут быть рекомендованы к использованию в деятельности строительных научно-исследовательских и конструкторских организациях.

Рекомендации по дальнейшему использованию результатов и основных выводов. Рекомендуется использовать результаты диссертационной работы в деятельности научно-исследовательских организаций и проектно-конструкторских бюро, занимающихся исследованием и проектированием элементов конструкций, выполненных из реономных материалов и подвергающихся ударным воздействиям, в частности, в КБ Приборостроения (г. Тула), РКК «Энергия» (г. Королев), ЦНИИСК, НИИЖБ, МГУ, МГСУ, МГТУ им. Баумана, ВГТУ, СПбГАСУ, ТулГУ и других.

Замечания по диссертации. Отмечая очевидные достоинства диссертационной работы Фан Тхань Чунг, считаем, в то же время, необходимым обратить внимание на ряд недостатков и недочетов, имеющихся в данной работе.

1. Следовало бы более четко сформулировать научную новизну работы.

2. Не совсем понятно, что имеет в виду автор, когда основной целью работы указывает «разработка метода, позволяющего получать определяющие интегро-дифференциальные уравнения»?

3. Целесообразно было дать определение, что такое «низкоскоростной удар» с определением конкретных скоростных интервалов. Во второй и четвертой главах диссертации рассматриваются задачи: поперечного удара вязкоупругой сферы по упругой пластине Кирхгофа-Лява, и удара жесткого шара по предварительно напряженной круглой изотропной пластине Уфлянда-Миндлина большой протяженности, без каких либо ограничений по скорости движения шара.

4. Во второй главе рассматривается задача определения местного смятия при низкоскоростном поперечном ударе вязкоупругого шара по упругой пластинке Кирхгофа-Лява в вязкоупругой среде, свойства которой описываются моделью Кельвина-Фойгта с дробными производными, и приближенное решение данной задачи. Диссертанту следовало бы показать, насколько увеличилась точность прогнозирования местного смятия при использовании модели с дробными производными.

5. Результаты проведенных численных исследований, представленных в виде графиков, желательно обобщить и провести сравнение численных значений с результатами, полученными по известным методам расчета разрушения элементов конструкций под действием ударных нагрузок другими авторами.

6. На наш взгляд в названии темы диссертации не совсем удачно использован термин «Анализ», так как в любой диссертации по специальности 01.02.04 должен проводиться глубокий анализ исследуемых объектов и процессов. Кроме того следует отметить, что в автореферате и в диссертации после обозначения цели проведенных исследований не выделены те задачи, которые следовало решить для достижения этой цели.

Сделанные замечания не снижают научный и практический уровень данной диссертационной работы и не влияют на ее положительную оценку. Они представляют собой пожелания для дальнейшего продолжения исследований в указанных в замечаниях направлениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для механики деформируемого твердого тела и проектно-исследовательской деятельности в различных проектных и научно-исследовательских организаций, которые занимаются разработкой конструкций, подвергающихся в процессе эксплуатации различным ударным воздействиям и приводящим к изменению свойств соударяющихся тел в зоне контакта.

В целом диссертационная работа Фан Тхань Чунг соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Отзыв рассмотрен и обсужден на заседании кафедры «Строительство, строительные материалы и конструкции» Тульского государственного университета 01 июня 2018 г., протокол № 10. На заседании кафедры присутствовало 25 научно-педагогических работников (голосование: за положительный отзыв – единогласно).

Заведующий кафедрой ССМиК ТулГУ, член Национального комитета РАН по теоретической и прикладной механике, чл.-корр. РААСН, доктор технических наук, (научная специальность 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела), профессор — Трещев Александр Анатольевич, e-mail: taa58@yandex.ru

Доктор технических наук (научная специальность 05.03.05 – Процессы и машины обработки давлением), профессор кафедры ССМиК ТулГУ — Журавлев Геннадий Модестович, e-mail: kafedrassmik@mail.ru

Секретарь, кандидат физико-математических наук (научная специальность 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела), доцент кафедры ССМиК — Захарова Ирина Александровна, e-mail: iren160575@mail.ru

Подпись Трещева А.А., Журавлева Г.М., Захаровой И.А. заверяю
Специалист по кадровой работе
«14» июня 2018 г.