

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Фан Тхань Чунг
«Анализ ударного воздействия на вязкоупругие
пластинки при помощи моделей с дробными производными»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Диссертационная работа Фан Тхань Чунга «Анализ ударного воздействия на вязкоупругие пластинки при помощи моделей с дробными производными» посвящена определению контактной силы, возникающей при взаимодействии сферического ударника и пластинок различных типов, а также смятия материала ударника и мишени при ударе вязкоупругого шара по упругой шарнирно закрепленной пластинке Кирхгофа-Лява, находящейся в вязкой среде, при ударе упругого шара по вязкоупругой пластинке и предварительно напряженной изотропной пластинке Уфлянда-Миндлина с учетом и без учета растяжения срединной поверхности пластинки, что соответствует заявленной специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела (физико-математические науки) и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям. На основании разработанного подхода проведен анализ зависимостей контактной силы от времени, временных зависимостей локального смятия материала ударника и мишени при различных значениях параметров дробности в зоне контакта и вязкоупругой среды, а также исследовано влияние геометрических параметров сферического ударника и пластинки, начальной скорости ударника на основные характеристики ударного взаимодействия шара и пластинок типа Кирхгофа-Лява и Уфлянда-Миндлина.

Актуальность темы диссертации. Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью прогнозирования динамического поведения элементов конструкций при ударных воздействиях, в частности, при изменении физико-механических свойств и геометрических параметров соударяющихся тел в области контакта в ходе ударного взаимодействия. Поскольку элементы строительных конструкций подвергаются ударным воздействиям, которые могут привести к повреждению конструкции и повлиять на характер ее эксплуатации, направление исследований представляет несомненный практический интерес. Актуальность рассматриваемой тематики

подтверждается и тем обстоятельством, что 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 «Анализ ударного взаимодействия вязкоупругих балок, пластин и оболочек с учетом сдвиговой и объемной релаксации на основе дробных операторов Ю.Н. Работнова» (проект № 17-01-00490).

Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту. Основные результаты, полученные в данной диссертации, являются новыми. В диссертационной работе получено решение задачи об ударе вязкоупругого сферического ударника, описываемого моделью стандартного линейного тела с дробной производной, по упругой шарнирно закрепленной пластинке Кирхгофа-Лява, находящейся в вязкой среде, демпфирующие свойства которой определяются моделью Кельвина-Фойгта с дробной производной, причем при решении задачи используется функция Грина, обобщенная теория Герца и метод малого параметра, в качестве которого выступает время протекания ударного процесса. С применением лучевого метода, метода малого параметра и обобщенной теории Герца решена задача об ударе упругого шара по вязкоупругой и жесткого шара по предварительно напряженной изотропной пластинке Уфлянда-Миндлина; вязкоупругие свойства которой вне и в области контакта описываются классической моделью стандартного линейного тела и моделью стандартного линейного тела с дробными производными, а также с учетом зависящих от времени операторов, описывающих жесткость и коэффициент Пуассона материала пластинки.

К новым результатам, имеющим несомненный научный и практический интерес, следует отнести временные зависимости контактной силы, локального смятия материала ударника и пластинок различного типа от времени, полученные для различных значений параметра дробности ударника и демпфирующей среды, а также анализ влияния начальной скорости сферического ударника, его радиуса и толщины пластинки на основные характеристики ударного взаимодействия шара и пластинок типа Кирхгофа-Лява и Уфлянда-Миндлина.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Заключительные выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными и достоверными, так как они обеспечиваются использованием высокоэффективных методов

решения, в частности метода малого параметра, лучевого метода, метода функций Грина и обобщенной теории Герца, а также строгостью математических преобразований. В частных случаях (при равенстве параметра дробности нулю или единице) полученные в диссертационной работе решения переходят в известные решения для рассматриваемых задач. Также достоверность результатов подтверждается качественным сопоставлением полученных теоретических результатов с известными экспериментальными данными.

Опубликованность результатов диссертации в научной печати. Все основные результаты, полученные в диссертации, опубликованы в научной печати. Автор диссертации опубликованы 6 научных работ, из них 3 статьи в научных журналах, индексируемых в библиографических и реферативных базах данных Web of Science и Scopus, 3 статьи в материалах и трудах конференций. Все результаты диссертации апробированы на конференциях и научных семинарах. Считаю, что требования ВАК Российской Федерации к опубликованности результатов в научной печати выполнены.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК Российской Федерации. Диссертационная работа написана на достаточно высоком научном уровне и хорошо структурирована. Изложение материала в диссертации четкое и связное. Автореферат правильно и точно отражает содержание диссертационной работы.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует. Содержание диссертационной работы, используемые соискателем методы исследования и интерпретации полученных результатов, свидетельствуют о владении принципами механики деформируемого твердого тела и математического решения сложных задач на уровне математических преобразований и численных расчетов, что позволило преодолеть нетривиальные и существенные трудности при решении поставленных в диссертации задач. Научная квалификация Фан Тхань Чунга соответствует ученой степени кандидата физико-математических наук, на которую он претендует.

Замечания

Несмотря на достоинства диссертационной работы, необходимо сделать следующие замечания:

1. Следует уточнить при каких начальных условиях применяется преобразование Лапласа к уравнению (12) (стр. 26) и насколько точным является приближенное решение (38) в первом приближении для

уравнения (37). Также представляется целесообразной оценка малости выражения $\alpha^{1/2}\dot{W}$ в уравнении (165) в случае допущения о пренебрежении инерцией области контакта.

2. На стр. 28 указано, что «оператор E_2 записывается в виде (21)»; аналогичное соотношение (68) на стр. 61 называется «связь между девиаторами напряжений и деформаций в виде модели стандартного линейного тела с дробными производными».
3. Отсутствуют пояснения к величинам $w_2(t)$, (формула (3), стр. 24), τ (формула (15), стр. 27), v_ε (формула (23), стр. 29 и далее), v_σ (формула (26), стр. 30 и далее), w в формуле (133), а также ссылки на литературные источники при формулировке уравнений (3), (9), (10), (18), (20), к данным для численных исследований пункта 2.7 (стр. 36), формул (53)-(60), (134) и (135), (137) и (138), (152).
4. В диссертации и автореферате имеются стилистические неточности, а также опечатки по тексту диссертации (стр. 5 - 7, 9, 10, 19 и др.).

Заключение. В целом диссертация представляет собой законченную квалификационную научную работу в рамках выбранного направления, выполнена на высоком научном уровне, содержит новые научно обоснованные результаты, которые вносят существенный вклад в развитие механики деформируемого твердого тела.

Диссертационная работа Фан Тхань Чунга «Анализ ударного воздействия на вязкоупругие пластинки при помощи моделей с дробными производными», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» является законченной квалификационной научной работой, самостоятельно подготовленной соискателем, которая по уровню научной новизны, практической значимости соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, а ее автору может быть присуждена ученая степень за новые научно обоснованные результаты, имеющие важное значение, а именно:

- определение контактной силы и смятия материала ударника и мишени при ударе вязкоупругого шара, описываемого моделью стандартного линейного тела с дробной производной, по упругой шарнирно закрепленной пластинке Кирхгофа-Лява, находящейся в вязкой

демпфирующей среде, свойства которой задаются моделью Кельвина-Фойгта с дробной производной;

- определение перемещения балки в зоне контакта и местного смятия материалов вязкоупругой пластинки Уфлянда-Миндлина и упругого шара, отличающееся тем, что вязкоупругие свойства балки в области контакта описываются моделью стандартного линейного тела с дробными производными;
- определение перемещения балки в зоне контакта и местного смятия материалов предварительно напряженной изотропной пластинки Уфлянда-Миндлина и жесткого шара, отличающееся использованием обобщенного контактного закона Герца с учетом зависящих от времени операторов, описывающих жесткость и коэффициент Пуассона материала пластинки;
- анализ зависимости контактной силы, смятия материала ударника и мишени от времени для различных параметров дробности, а также анализ влияния геометрических размеров ударника, его начальной скорости и толщины пластинки на основные характеристики ударного взаимодействия шара и пластинки для случаев удара вязкоупругого шара по упругой шарнирно закрепленной балке Кирхгофа-Лява, находящейся в вязкой среде, а также упругого сферического ударника по вязкоупругой пластинке Уфлянда-Миндлина и жесткого шара по предварительно напряженной пластинке Уфлянда-Миндлина.

Официальный оппонент

Доцент кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент



[Handwritten signature]

С. М. Босяков

Адрес Белорусского государственного университета:
БЕЛАРУСЬ, 220030 Минск, проспект Независимости, 4
Телефон: +375 17 2095345
e-mail: bosiakov@bsu.by, bosiakovsm@gmail.com