

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Манабаева Кайрата Камитовича «Модификации приближенных методов расчета напряженно-деформированного состояния конструкций из вязкоупругих и композиционных материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа К.К. Манабаева посвящена развитию приближенных методов расчета напряженно-деформированного состояния конструкций из вязкоупругих и композиционных материалов.

Тема диссертации К.К. Манабаева, несомненно, является актуальной. При производстве конструкций различных областей техники, состоящих из вязкоупругих и композиционных материалов, востребованы методы компьютерного моделирования процессов нагружения, деформирования и разрушения материалов для определения прочности и долговечности механизмов.

В работе соискателя приведены актуальные на наш взгляд исследования:

а) модификации известных моделей эффективных модулей линейной вязкоупругости;

б) конечно-элементная реализация итерационного алгоритма решения краевых задач линейной вязкоупругости.

Диссертационная работа представлена на 152 страницах машинописного текста, включает в себя введение, шесть разделов и список литературы из 135 наименований.

Во введении изложена актуальность диссертационного исследования, обозначены цели и задачи работы, ее новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы полученные новые научные результаты.

В первом разделе приведен краткий обзор методов решения задач линейной теории вязкоупругости и теории эффективного по времени модуля. Особое внимание уделяется достоинствам и недостаткам известных методов решения задач линейной вязкоупругости.

Во втором разделе изложена методика получения новых выражений эффективных по времени модулей, основанная на общности подхода при моделировании неоднородности по времени для линейной вязкоупругости и неоднородности по пространственным координатам для композиций.

На основе предложенной методики были получены новые выражения эффективных по времени модулей смешанного типа и по типу Хашина-Штрикмана.

Третий раздел работы посвящен решению тестовых задач для оценки точности и корректности результатов решения на основе новых полученных выражений эффективных по времени характеристик. Для оценки результатов решений, полученных на основе модулей смешанных типа, рассмотрены задачи Буссинеска и Герца. Для верификации модулей по типу Хашина-Штрикмана рассмотрена задача о нагружении вязкоупругого полупространства. Показано, что использование разработанных моделей приводит к корректным результатам расчета.

Четвертый раздел посвящен преобразованиям эффективных характеристик для двухкомпонентных композиций. Получены новые выражения эффективных характеристик, основанные на итерационном и среднегеометрическом преобразованиях.

Пятый раздел посвящен методике решения плоских задач линейной вязкоупругости итерационным методом с применением комплекса метода конечных элементов. Алгоритмизация итерационного метода конечно-элементным способом изложена на примере решения краевой задачи о растяжении вязкоупругой пластины. Проведено численное исследование процессов эволюции напряженно-деформированного состояния пластины. Произведена оценка сходимости итерационной процедуры и сравнение данного решения с решениями, полученными на основе теории эффективного по времени модуля.

В шестом разделе приведено сравнение итерационного решения с аналитическим решением. Рассмотрена задача о нагружении вязкоупругого стержня. Расхождение результатов составляет порядка 6%.

В заключении диссертационной работы сформулированы основные выводы по проведенному исследованию.

Научная новизна диссертационной работы заключается в развитии приближенных методов расчета задач из вязкоупругих и композиционных материалов, где твердые тела с нелинейными свойствами подвергаются механическому воздействию. В рамках развития теории приближенных решений задач линейной вязкоупругости соискателем предложена методика получения новых эффективных по времени модулей. Получены выражения и установлены свойства новых эффективных по времени модулей смешанного типа и модулей типа Хашина-Штрикмана. Впервые разработан

алгоритм реализации приближенного итерационного метода расчета НДС двумерных плоских задач линейно-вязкоупругости в среде метода конечных элементов, позволяющий получать решения краевых задач механики полимерных и композиционных материалов с заданной точностью.

Практическая и научная значимость работы заключается в возможности применения разработанных методов и моделей при решении задач оценки прочности и работоспособности конструкций, состоящих из вязкоупругих и композиционных материалов. Проведенные автором исследования помогают расширить возможности численного исследования процессов деформирования вязкоупругих и композиционных тел. Итерационный алгоритм и его реализация конечно – элементным методом дают новую вычислительную технологию для решения задач линейной вязкоупругости.

Разработанные автором модели эффективных по времени модулей могут применяться инженерными работниками для экспресс-анализа прогнозирования прочности конструкций из полимерных и композиционных материалов.

Алгоритмизация итерационного метода может послужить базисом для написания расчетной программы анализа НДС твердых тел с нелинейными свойствами в пространственной постановке. Данные методы расчета могут быть применены на предприятиях, род деятельности которых связан производством полимерных материалов. Также, алгоритмизация итерационного метода делает его востребованным в расчетных отделах соответствующих предприятий для оценки напряженно-деформированного состояния твердых с нелинейными свойствами под действием механических нагрузок.

Достоверность результатов подтверждается математической строгостью постановок задач, верификацией вычислительной методики получения новых эффективных характеристик, результатами исследования сходимости представленного итерационного алгоритма, сравнением результатов приближенных решений с известными теоретическими решениями и результатами других ученых. Предложенные в диссертации методы получения выражений эффективных по времени модулей, а также алгоритм итерационной процедуры не вызывают сомнений.

По материалам диссертации К.К. Манабаевым опубликовано 7 работ, в том числе 6 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (из них

1 статья в журнале, индексируемом Scopus). Результаты диссертационной работы прошли апробацию на всероссийских и международных конференциях.

Содержание автореферата корректно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа не лишена недостатков:

1. В работе проведено сравнение двух оценок скорости сходимости итерационного процесса. Одна оценка найдена теоретическим путем, другая – расчетным. Было бы наглядным провести сравнение этих двух показателей в зависимости от степени густоты конечно-элементных разбиений.

2. В задаче об изгибе трехслойной пластины главы 4 указан конечный элемент по типу SHELL 181. Не раскрыто, каким образом моделировались слои пластины, не приведено выражение аппроксимации прогиба гексаэдрического элемента, не приведено выражение для потенциальной энергии трехслойной пластины.

3. В диссертации на стр.80 читаем:” На рисунке 28 представлены графики отклонений значений потенциальной энергии круглой пластины...”. На подписи к рисунку 28 читаем:” ...отклонения потенциальной энергии квадратной пластины...”.

4. Развиваемая в работе теория эффективных характеристик не учитывает структуру композиционного материала.

Замечания не снижают высокий уровень оценки представленной соискателем работы.

Диссертация представляет собой законченную научную квалификационную работу, в которой решена актуальная задача, представляющая интерес для исследований, связанных с постановкой и решением краевых задач для вязкоупругих и композиционных тел при механическом воздействии, что соответствует пункту 7 паспорта специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Диссертационная работа К. К. Манабаева «Модификации приближенных методов расчета напряженно-деформированного состояния конструкций из вязкоупругих и композиционных материалов» по содержанию, объему выполненных исследований, научной и практической значимости результатов соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (п. 9), утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. N 842, к кандидатским диссертациям, а ее автор, Манабаев Кайрат

Камитович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент

старший научный сотрудник лаборатории
механики полимерных композиционных материалов
Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института физики прочности и материаловедения
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИФПМ СО РАН)
634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4;
+7 (3822) 49-18-81;
root@ispms.tomsk.ru;
<http://www.ispms.ru/>

кандидат физико-математических наук (01.02.04 –
Механика деформируемого твердого тела)



подпись

Люкшин
Петр Александрович

13 сентября 2016 г.

Подпись П. А. Люкшина удостоверяю.

Ученый секретарь ИФПМ СО РАН



подпись

В. С. Плешанов