

ОТЗЫВ

официального оппонента, на диссертационную работу Тант Зин Хейн на тему:
«Исследование влияния размера сферических включений в полимерном композиционном материале на физико-механические характеристики», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

Композиционные материалы (КМ) находят применение во многих областях техники, таких как аэрокосмическая, авиационная, автомобильная, машиностроительная, приборостроительная и медицинская. В составе КМ часто используются наполнители различной формы, размеров и содержания, которые влияют на прочность и упругость получаемых образцов, создавая при этом материалы с требуемыми механическими и тепловыми свойствами.

Добавки наполнителей и присадок обеспечивают улучшение физико-механических характеристик КМ. Основным способом изменения свойств материалов является введение сферических включений. При этом можно добиться улучшения физико-механических характеристик не только при статических, но и при динамических нагрузках.

При моделировании конструкций с включениями, работающих в условиях динамического нагружения, одной из проблем является прохождение упругих волн через включения. Проблемы дифракции упругих волн на различного рода неоднородностях относятся к числу наиболее сложных и актуальных проблем динамики деформирования. Поэтому, тема диссертационной работы является **актуальной**.

Научная новизна заключается в:

- исследовании влияния объемного содержания сферических включений в композитном материале на физико-механические характеристики при статическом и динамическом нагружении;
- разработке метода исследования динамического поведения сферической оболочки в упругой среде, путем решения задачи о дифракции упругих плоских и сферических волн на распространяющемся композитном материале со сферическими включениями;
- получении и верификации конечно-элементной модели, позволяющей исследовать влияние формы, размера и объемного содержания включений на физико-механические характеристики материала.

По **структуре** диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 150 источников. Работа содержит 121 страниц текста, включая 59 рисунка.

Во **введении** дается обоснование актуальности, а также формулируются

цели и задачи, отражается научная новизна, излагаются методы исследования, обосновывается достоверность полученных результатов.

В первой главе содержится аналитический обзор работ по теме исследования.

Во второй главе рассмотрены способы подготовки образцов, на которых проводились эксперименты, а также процессы их приготовления и используемые материалы. Исследовались образцы эпоксидной смолы без включений и с включениями. В качестве матрицы использовалась эпоксидная смола ЭД-20, а в качестве включений - стеклянные сферы PBS-50 с характерным размером сферы около 50 мкм. Объемное содержание включений составляло 5%, 10% и 15%. Наполненные частицами полимерные композиты, использованные в экспериментах, представляют собой партии образцов, состоящие из пяти видов объемных долей наполнителя: 0%, 5%, 10% и 15%.

В третьей главе анализируется нестационарная задача о воздействии плоских и сферических волн давления на сферическую оболочку в упругой среде. В работе используется метод разложения в ряд по системе собственных функций и интегрального преобразования Лапласа по времени. Аналитические выражения для радиальных и меридиональных перемещений и напряжений получены из результатов определения оригиналов искомых функций, что обеспечивает возможность исследования нестационарного напряженно-деформированного состояния и перемещений как на оболочке, так и в любой точке упругой среды.

В четвертой главе выполнено численное моделирование и проведено сравнение полученных результатов с результатами, полученными в ходе эксперимента. В рамках моделирования использовался метод конечных элементов. При моделировании использовались различные объемные доли 5%, 10%, 15% и 20%.

В заключении диссертации представлены выводы по работе и перечислены основные результаты проведенного исследования.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертации обуславливается использованием строгих подходов механики деформируемого твердого тела и известных моделей термоупругости. Результаты аналитических расчетов подтверждены численным конечно-элементным моделированием. Применением известных стандартных и апробированных методов проведения статических и динамических испытаний. Применением известного программного обеспечения для проведения конечно-элементных методов расчета.

Практическая ценность работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы при создании материалов с требуемыми физико-механическими характеристиками путем применения различных

наполнителей. Такие материалы применяются практически во всех областях техники, особенно в аэрокосмической и авиационной промышленности. Полученные аналитические результаты позволят более эффективно и детально оценивать прочность КМ с включениями.

По теме диссертационной работы опубликовано 6 работ, в том числе 4 научные работы в международных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus и 2 научные работы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ. Результаты работы апробированы на 8 международных научных конференциях и опубликованы в виде материалов этих конференций. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе и автореферату:

1. В задаче о дифракции волны давления на сферической оболочке в упругой среде использована модель оболочки типа Тимошенко. Почему не была использована, например, модель Кирхгофа-Лява, как более простая?
2. На графике, представленном на рис. (12,13,14,15 в автореферате), отсутствуют обозначения координатных осей.
3. В работе содержится ряд опечаток и редакционных ошибок, затрудняющих чтение текста, но не приводящих к недоразумениям.

Представленные замечания не снижают общей положительной оценки проведенной автором работы, а также теоретической и практической значимости полученных результатов.

Заключение

Считаю, что представленная диссертация Тант Зин Хейн «Исследование влияния размера сферических включений в полимерном композиционном материале на физико-механические характеристики» является законченной научно-квалификационной работой, посвящённой актуальной теме и выполненной на высоком уровне. Полученные в работе результаты обладают новизной, представляют как научный, так и практический интерес. Основное содержание работы соответствует паспорту специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин, в частности, в пунктах 11, 14, 15.

Выносимые на защиту положения прошли достаточную апробацию и были опубликованы в 6 статьях в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК и индексируемых в Web of Science и Scopus. Представленные результаты получены автором лично или при его непосредственном участии, что подтверждается публикациями. Автореферат полно отражает основные результаты диссертации.

Диссертация **соответствует** требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ, утвержденного Постановлением

Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук.

Автор диссертации, Тант Зин Хейн, несомненно, **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры «Прикладная математика и системный анализ»
СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
д.т.н., профессор

Л.И. Могилевич

« 23 » 11 2023 г.

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Адрес места работы: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77.

Телефон: +7(845)2998825

E-mail: primat@sstu.ru

Научная специальность, по которой защищена докторская диссертация: 05.11.03 – «Приборы навигации» (технические науки), кандидатская диссертация 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы» (физико-математические науки).

Ученое звание профессора по кафедре «Прикладная математика и теория навигационных приборов».

Подпись профессора, доктора технических наук Могилевича Льва Ильича удостоверяю.

Ученый секретарь Ученого совета
СГТУ имени Гагарина Ю.А.



А.В. Потапова

С отзывом ознакомлен

01.12.2023