

Отзыв

официального оппонента Говоруна Максима Валерьевича на диссертационную работу Хомченко Антона Васильевича «Численное моделирование поведения слоистых элементов конструкций из полимерных композиционных материалов при наличии внутренних дефектов под действием динамических нагрузок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8. «Механика деформируемого твёрдого тела»

Работа посвящена разработке методов численного расчёта элементов конструкции из полимерных композиционных материалов (ПКМ) в случае, когда в конструкции присутствуют межслоевые дефекты типа расслоений. Актуальность темы работы обусловлена широким применением в современной технике. В своей работе Хомченко А.В. рассмотрел воздействие стационарных и нестационарных нагрузок. Исследуется как разрушение монослоёв материала, так и деградация адгезионной межслоевой связи в процессе действия на конструкцию динамических нагрузок.

1. Достоверность и обоснованность результатов

Корректность использованных математических моделей и строгость численных методов обуславливает достоверность полученных результатов. В работе проведена валидация разработанных методов по результатам натурного эксперимента.

2. Практическая значимость работы

Разработанные методы оценки влияния межслоевых дефектов типа расслоений на поведение силовых элементов конструкций из ПКМ используются на этапах разработки, сертификации и эксплуатации современных летательных аппаратов.

3. Апробация результатов работы

По теме диссертации опубликовано 57 работ. 12 статей в изданиях, включённых в перечень ВАК РФ, 3 статьи в перечень SCOPUS. Количество

Отдел документального
обеспечения МАИ
Вх. №
«29.01.2024»

публикаций соответствует требованиям п. 13 «Положения о присуждении учёных степеней».

4. Структура и содержание диссертационной работы

Представленная диссертационная работа Хомченко А.В. состоит из введения, четырёх разделов (глав), заключения и списка литературы из 145 позиций. Общий объём составляет 142 страницы, включая 83 рисунка и 14 таблиц.

Во введении обозначена суть решаемой проблемы, сформулированы цели работы, задачи, также приведена научная новизна, практическая значимость полученных результатов и представлены методы исследования в диссертации.

В первой главе проведён обзор публикаций по тематике диссертации, дана постановка задачи, представлена математическая модель деформирования и разрушения тонкостенных композитных элементов конструкции, приведены основные зависимости для используемых численных методов расчёта (метод конечных элементов, метод гидродинамики сглаженных частиц), описан метод решения контактных задач. В этой же главе приведены зависимости рассматриваемых критериев разрушения для ПКМ и межслоевой связи.

Вторая глава посвящена разработке методов моделирования и численных расчётов собственных форм и частот конструктивно-подобных элементов конструкций и влиянию на их поведение межслоевых дефектов различного размера. Показано, что при наличии дефектов возникают дополнительные формы колебаний, которые не характерны для конструкции без дефектов. Построены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) в характерных точках рассмотренных конструкций.

В третьей главе продемонстрированы результаты моделирования и расчёта слоистых элементов конструкций с дефектами. Проведена оценка прочности конструкций при наличии дефектов при действии нестационарных нагрузок (поля давлений, взрывные волны различной интенсивности).

Описан разработанный метод, позволяющий автоматически создавать конечно-элементные модели (КЭМ) типовых элементов конструкций (оболочка, панель, пластина) как с подкрепляющими элементами, так и без них. Делается вывод о наибольшем влиянии размера расслоения на прочностные свойства конструкций.

В четвертой главе рассмотрены задачи низкоскоростного ударного воздействия на элементы конструкции и дефектами, причём дефекты могут иметь достаточно произвольную форму, аппроксимированную набором прямых. Также автор рассмотрел варианты отслоения силовых элементов конструкции от обшивки подкреплённой оболочки и панели. Рассмотрены различные виды ударников: абсолютно жёсткий полусферический ударник, град сферической формы и гиперупругий прямоугольный параллелепипед, имитирующий фрагмент пневматика при его разлёте. Показано влияние точки соударения и энергии удара на динамику развития дефектов. В качестве валидации разработанных методов приводятся результаты сравнения формы и размера повреждений четырёхстрингерной панели из углепластика в результате ударного воздействия с энергией 136 Дж. Сравнение с экспериментом показало хорошую сходимость.

5. Основные результаты работы

1. Разработана математическая модель деформирования и разрушения элементов конструкций из ПКМ с дефектами.
2. Разработана программа на языке VBA для создания КЭМ типовых элементов конструкций с расслоениями.
3. Разработаны методы моделирования, расчёта и оценки влияния дефектов типа расслоений различной формы, размера и расположения на поведение, разрушение элементов конструкций из ПКМ при действии стационарных и нестационарных нагрузок различного характера.
4. Проведено сравнение результатов численного и натурного эксперимента на примере подкреплённой панели из углепластика при ударном воздействии, показывающее хорошее совпадение.

Замечания по работе:

1. В главе 1 при описании уравнения состояние града описаны не все константы, входящие в уравнение.
2. На рис. 1.5.3 не ясно, что такое «g».
3. В описании используемых типов конечных элементов (п. 1.4.1) не приведена формула определения шага по времени для центрально-разностной схемы для объёмного конечного элемента, приведена зависимость только для слоистой оболочки.
4. В таблице 3 величина модуля сдвига для первого материала, видимо, указана в МПа, а должна в ГПа.
5. В главе 3, на рис. 3.4.1 не указано расположение эпицентра взрыва.
6. В главе 4 не приведены коэффициенты трения между ударниками и конструкцией.
7. В работе присутствует ряд незначительных опечаток.

Тем не менее, указанные замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы и квалификации автора.

6. Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Хомченко А.В. «Численное моделирование поведения слоистых элементов конструкций из полимерных композиционных материалов при наличии внутренних дефектов под действием динамических нагрузок» является самостоятельной и завершённой научно-квалификационной работой, в которой представлены прикладные научно-технические результаты, связанные с решением задач поведения композиционных конструкций при наличии дефектов и имеющие большую практическую значимость.

Хомченко А.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8. «Механика деформируемого

твёрдого тела», а представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Официальный оппонент:

Говорун Максим Валерьевич, начальник отдела общей прочности ПАО «Ил», кандидат технических наук.



(подпись)

23.01.2024 г.

/ М.В. Говорун /

(Ф.И.О. оппонента)

Подпись Говоруна Максима Валерьевича

(Ф.И.О. оппонента)

заверяю

Начальник отдела кадров

(должность)



(подпись)

(Ф.И.О.)



С отзывом ознакомлен

29.01.24



/Хомченко А.В./