

Отзыв

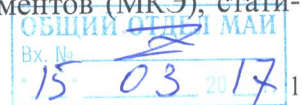
официального оппонента на диссертацию Рыбаулина Артема Григорьевича «Исследование динамического напряженного состояния и долговечности тонкостенных авиационных конструкций с дискретными сварными соединениями при случайном нагружении», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Актуальность темы

В конструкциях летательных аппаратов (ЛА) широко распространены соединения, осуществляемые с помощью точечной сварки. Точечные сварные соединения получают путем сваривания деталей между собой в отдельных точках. Прочность соединения зависит от механических свойств свариваемых материалов, толщины свариваемых деталей, качества сварки. Основным преимуществом точечной сварки по сравнению с клепкой является повышение производительности сборки в несколько раз, а также то, что сваривание деталей происходит с использованием их собственного материала. Рост скоростей полета ЛА, повышение их напряженности их конструкций приводят к необходимости учитывать не только значения нагрузок и их распределение, но и учитывать динамический характер нагружения конструкций с учетом усталостной долговечности. Наиболее сложной задачей здесь является определение характеристик локального напряженно-деформированного состояния (НДС) в зонах сварных точек, учет изменения механических и жесткостных свойств материала в этих зонах. Экспериментальные исследования с использованием реальных конструкций или их физических моделей весьма трудоемки. Более рациональным является создание расчетных моделей. Наибольшую сложность представляет исследование НДС в зонах сварных точек при случайных вибрациях. Разработка методик численного моделирования динамического НДС тонкостенных авиационных конструкций с дискретными сварными соединениями, оценка вибрационной прочности и усталостной долговечности на различных этапах проектирования конструкций ЛА является достаточно актуальной задачей. Об этом же свидетельствует достаточно большое число зарубежных публикаций последних десятилетий, анализ которых квалифицированно и подробно проведен в диссертационной работе.

Оценка новизны и достоверности полученных результатов

Для достижения поставленной цели в работе произведена разработка методики моделирования НДС и оценки долговечности тонкостенной авиационной конструкции, содержащей дискретные сварные соединения на основе метода конечных элементов (МКЭ), стати-



стического моделирования на основе гипотез линейного суммирования и спектрального суммирования усталостных повреждений. Основными особенностями разработанной методики являются учет изменения механических свойств материала в зоне сварного соединения, учет локального динамического НДС в зоне точечной сварки, моделирование напряженного состояния на основе МКЭ.

К новым научным результатам диссертационной работы Рыбаулина А.Г. можно отнести следующие:

- Разработана новая методика КЭ моделирования сварной точки, позволяющей учитывать изменение механических свойств материала конструкции по сечению локальных зон сварки.
- Разработана комплексная методика численного моделирования динамического НДС и оценки характеристик усталостной долговечности авиационных конструкций, имеющих точечные сварные соединения при случайных нагрузках.
- На основе линейной теории суммирования усталостных повреждений и гипотезы спектрального суммирования усталостных повреждений получены оценки долговечности реальной конструкции авиационного изделия со сварными соединениями при случайной эксплуатационной нагрузке.
- Проведены экспериментальные исследования статического НДС модельных образцов с точечной сваркой при нагружении на срез и отрыв и получено хорошее соответствие результатов численного моделирования и экспериментальных данных по значениям разрушающих нагрузок.

Достоверность научных положений и полученных результатов обеспечивается:

- Корректностью построения расчетной модели на основе анализа предыдущих исследований и использованием специальных программных комплексов, протестированных на специальных задачах.
- Строгим использованием теории усталостного разрушения, теории случайных функций, расчетов и испытаний в соответствии с существующими ГОСТами.
- Проверкой разработанного алгоритма и программы расчета на модельных и тестовых задачах с использованием программных комплексов SolidWorks, SolidWorks Simulation, MatLab.
- Сопоставлением и установленным соответствием полученных численных результатов с экспериментальными данными и результатами, полученными другими авторами.

Практическая значимость диссертационной работы

Разработанные методики конечно-элементного моделирования тонкостенных авиационных конструкций, имеющих сварные соединения, могут применяться для оценки и прогнозирования усталостной долговечности и вибрационной прочности на стадии проектирования, частичной замены испытаний реальных авиационных конструкций.

Результаты исследований, приведенных в диссертации, реализованы в АО «Искра» для получения оценок параметров вибропрочности конструкций реальных авиационных изделий на различных этапах эксплуатации, опубликованы в специальных изданиях.

Оценка содержания и оформления диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Работа включает в себя 121 страницу, содержащие 74 рисунка и 9 таблиц. Список литературы включает 82 наименования, 30 из которых являются научными работами, опубликованными в зарубежных изданиях.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, анализируется степень разработанности темы исследования, ее научная новизна. Описаны методология и методы исследования, апробация полученных результатов.

В первой главе представлен обзор литературы по теме диссертационной работы, по выбору расчетных моделей для тонкостенных конструкций, по проектированию конструкций, содержащих точечные сварные соединения. Рассмотрены работы по исследованию свойств точечных сварных соединений, по моделированию точечной сварки. На основе проведенного обзора сформулирована цель работы.

Во второй главе представлена методика конечно-элементного моделирования точечного сварного соединения динамического напряженного состояния и оценки долговечности тонкостенных конструкций с дискретными сварными соединениями при случайном нагружении, статистического моделирования, гипотезы линейного суммирования усталостных повреждений и гипотезы спектрального суммирования усталостных повреждений.

В третьей главе представлены результаты реализации методики моделирования динамического и напряженного состояний тонкостенных конструкций с дискретным и сварными соединениями при случайном нагружении для конструкции реального авиационного изделия, результаты моделирования точечного сварного соединения и их сравнение с результатами проведенных экспериментов.

В четвертой главе проведено сопоставление данных моделирования численного

моделирования с результатами лабораторных испытаний авиационного изделия, содержащего точечные сварные соединения. При испытаниях определялись характеристики динамического состояния конструкции при действии случайного стационарного кинематического нагружения. Моделирование динамического состояния изделия проводилось в среде программного комплекса SolidWorks. Получено удовлетворительное соответствие результатов численного моделирования и экспериментальных данных, что подтверждает корректность разработанной методики моделирования динамического состояния.

В заключении диссертации, изложенном на двух страницах в семи пунктах, кратко подведены итоги выполненной работы. Можно согласиться с выводами по работе:

Разработанная методика позволяет проводить оценку НДС, определять ресурс конструкции, содержащей точечные сварные соединения, при действии случайных кинематических нагрузок на различных этапах проектирования авиационных изделий, обоснованно уменьшить объем его экспериментальных испытаний.

Диссертация качественно оформлена, написана хорошим и понятным для читателя языком, ее автор Рыбаулин А.Г. продемонстрировал хорошее знание отечественной и зарубежной литературы по рассматриваемой тематике.

По теме диссертации Рыбаулина А.Г. опубликовано 11 научных работ, из них 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Основные результаты неоднократно докладывались на международном симпозиуме, научно-практических конференциях. Автореферат полно и точно отражает содержание и результаты диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. Введение и вторая глава содержат основные понятия теории усталостного разрушения и достаточно часто употребляется термин «усталостная долговечность». Было бы целесообразно дать определение этого термина согласно существующим ГОСТам и подробнее отметить в 2.3 *характеристики* материала и рассматриваемого объекта, *от которых* она зависит.

2. В работе не приведены рекомендации по выбору продолжительности моделируемого случайного процесса напряжений. Эта характеристика может оказать существенное влияние на получаемые оценки долговечности.

3. В работе отмечается, что полученные зависимости для повторяемости амплитуд циклов модельных процессов напряжений близки к кривой распределения Рэлея. Не указано проводилась ли проверка правильности этой гипотезы о распределении амплитуд с использованием критериев согласия.

4. Все расчеты проводились в предположении упругих деформаций. В реальных условиях нагружения возможно появление остаточных упругопластических деформаций, на что также необходимо обратить внимание при оценке несущей способности конструкции.

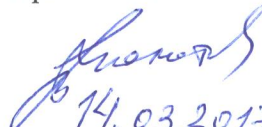
5. В автореферате отмечается вклад в развитие научных исследований по представленной тематике отечественных и зарубежных исследователей. Список литературы начинается с упоминания широко известного справочника в 6-ти томах «Вибрации в технике» 1-е изд. 1978 года. Существует дополненное и расширенное 2-е издание 1999 года. В списке литературы отсутствуют основополагающие работы В.В. Болотина. В частности, такая известная монография: Прогнозирование ресурса машин и конструкций. -М.: Машиностроение, 1984.

Заключение

Диссертационная работа Рыбаулина А.Г. является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой обобщена и решена важная прикладная научно-техническая проблема, связанная с созданием методики оценки несущей способности авиационных конструкций на стадии их проектирования. Диссертация отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Рыбаулин Артем Григорьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность, машин, приборов и аппаратуры».

Официальный оппонент, кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры «Роботехники, мехатроники, динамики и прочности машин» ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт». Адрес: 111250, Москва, ул. Красноказарменная, д.14. Тел.: 8(495) 362-77-00 e-mail: khromatovvy@mpei.ru

Хроматов Василий Ефимович


14.03.2017

Подпись профессора кафедры РМДПМ
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»
В.Е. Хроматова заверяю:
Начальник управления по работе с персоналом





Н.Г. Савин