**Ефременков Иван Валерьевич Моделирование и расчет взаимодействия вращающихся упругих винтов с газами**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Ефременков Иван Валерьевич

Введение

Глава 1. Обзор известных методов решения аэрогидродинамических задач в профессиональных комплексах программ. Проблематика прочности лопастей винта и резонансных состояний лопастей. Актуальность, новизна темы. Цели и задачи работы

1.1 Методы решения в ANSYS аэродинамической задачи обтекания поверхностей

1.1.1 Ограничения геометрических параметров в цифровых

моделях

1.1.2 Постановка граничных условий и условий сопряжения в задачах аэрогидродинамики

1.2 Методы решения аэрогидродинамических задач в LS-Dyna

1.2.1 Подготовка исходных данных в препостпроцессоре LS-Dyna

1Л Л П и " \_\_и

.2.2 Задание граничных условий для внешней воздушной среды в рамках метода SPH и условий сопряжения воздуха с

лопастями

1.3 Проблематика прочности лопастей винта и методы её анализа

1.3.1 Общая характеристика лопастей винта и технологий их производства

1.3.2 Основные сведения о работе несущего винта вертолета одноосной схемы

1.4 Проблематика резонансных колебаний лопастей винта и методы их исследования

1.5 Актуальность, новизна темы. Цели и задачи работы

Глава 2. Математические модели взаимодействия упругих вращающихся

лопастей винта с воздушной средой в комплексе программ ansys. Континуальная модель и дискретная модели

2.1 Математическая модель лопастей винта вертолета

2.1.1 Форматы различных CAD-систем в модуле Geometry

2.1.2 Возможности редактирования цифровой модели

2.1.3 Построение сетки конечных элементов в лопастей винта

2.1.4 Определение частот и форм свободных колебаний лопастей винта вертолета

2.2 Математическая модель воздушной среды

2.2.1 Определение в модуле Geometry размеров и формы области, занимаемой воздушной средой

2.2.2 Построение и перестройка сетки конечных элементов

2.3 Континуальная модель взаимодействия вращающихся упругих лопастей

винта с воздушной средой (связанная задача)

2.4 Дискретизация континуальной модели средствами метода конечных элементов в комплексе программ ANSYS

2.5 Постановка граничных условий в задаче о взаимодействии лопастей винта с воздушной средой

2.5.1 Загрузка цифровых моделей лопастей и воздуха в модуле CFX и проверка их совместимости

л п и ^ \_\_и

.5.2 Задание граничных условий на внешней границе воздушной среды

2.5.3 Установка параметров проведения расчета, форматов вывода результатов, а также точек мониторинга параметров процессов

2.5.4 Запуск модуля CFX и проверка исходных данных задачи

2.5.5 Учет частот свободных колебаний лопастей винта в расчетах динамического взаимодействия лопастей винта с воздушной

средой

2.5.6 Расчеты. Анализ результатов расчета

Глава 3. Разработка нового конечного элемента на основе ортогональных финитных функций и его реализация в программной среде ANSYS. Применение модифицированного МКЭ, связанного с новым конечным элементом в решении связанной задачи аэроупругости

3.1 Общая структура пользовательского конечного элемента

3.2 Ортогональные финитные функции

3.3 Модификация структуры пользовательского конечного алгоритма. Формирование функций формы конечного элемента на основе ортогональных финитных функций

3.4 Компиляция динамической библиотеки модифицированных конечных элементов

3.5 Использование новых КЭ при решении тестовых задач теории упругости. Сравнительный анализ результатов расчетов с применением нового и стандартного конечных элементов

3.6 Выводы

Глава 4. Программная среда решения задач динамики винтов и ее использование при проектировании

4.1 Обзор способов внедрения программной среды расчета динамики винтов в программный комплекс ANSYS

4.2 Общая структура программной среды решения технических задач динамики упургих винтов

4.3 Обзор функций и возможностей программной среды и её детализация

4.5 Алгоритм и блок-схема разработанной программной среды

4.6 Выводы. Инструкция по использованию программной среды

Глава 5. Возможности применения созданной программной среды. Решение

актуальных технических задач

5.1 Обзор типов технических задач динамики взаимодействия винта с окружающей газовой средой

5.2 Техническая задача 1. Моделирование динамики лопастей винта, находящихся в воздушном потоке. Анализ достоверности

5.3 Техническая задача 2. Моделирование аэродинамики ветро-солнечной установки

5.4 Техническая задача 3. Моделирование резонансных колебаний лопастей

воздушного винта, анализ образования вихрей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ