**Коновалов Дмитрий Андреевич Математическое моделирование многократного наложения конечных деформаций на основе разрывного метода спектральных элементов**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Коновалов Дмитрий Андреевич

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

1.1 Основные уравнения и определяющие соотношения нелинейной теории упругости

1.2 Основные уравнения и определяющие соотношения теории многократного наложения конечных деформаций

1.3 Постановка граничных условий

1.4 Постановка задачи о послойном наращивании изделия аддитивного производства на основе теории многократного наложения конечных

деформаций

ГЛАВА 2. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ МНОГОКРАТНОГО НАЛОЖЕНИЯ КОНЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

2.1 Дискретизация уравнений теории многократного наложения конечных деформаций

2.2 Решение задач теории многократного наложения конечных деформаций методом спектральных элементов

2.2.1 Аппроксимация решения задачи на четырехугольных спектральных элементах

2.2.2 Аппроксимация решения задачи на треугольных спектральных элементах

2.2.3 Аппроксимация решения задачи на гексаэдральных спектральных элементах

2.2.4 Аппроксимация решения задачи на театрадральных спектральных элементах

2.2.5 Аппроксимация решения задачи на пирамидальных спектральных элементах

2.2.6 Аппроксимация решения задачи на призматических спектральных элементах

2.2.7 Численный расчет интегралов на спектральных элементах

2.2.8 Ассемблирование глобального вектора невязки

2.3 Контактные граничные условия

2.3.1 Метод лагранжевых множителей

2.3.2 Метод штрафных множителей

2.3.3 Модифицированный метод лагранжевых множителей

2.3.4 Метод прямого исключения связей

2.3.5 Матрица связей

2.3.6 Равенство нормальных напряжений

2.4 Алгоритмы решения систем дискретных уравнений

2.4.1 Метод Ньютона и его модификации

2.4.2 Критерии сходимости нелинейных итераций

2.4.3 Обзор методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

ГЛАВА 3. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ О МНОГОКРАТНОМ НАЛОЖЕНИИ КОНЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ЕГО ВЕРИФИКАЦИЯ

3.1 Особенности программной реализации

3.2 Верификационные расчеты

3.2.1 Задача о вставке цилиндра из гиперупругого материала

3.2.2 Задача об образовании отверстия в образце из слабосжимаемого материала

3.2.3 Задача об образовании отверстия в образце из нелинейно упругого материала

3.3 Анализ эффективности программной реализации

ГЛАВА 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОКРАТНОГО НАЛОЖЕНИЯ КОНЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ПОСЛОЙНОМ НАРАЩИВАНИИ ИЗДЕЛИЙ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1 Описание модели и постановка задачи

3

4.2 Задача о чистом изгибе слоистой предварительно нагруженной

балки с полностью соединенными слоями

4.3 Задача об изгибе слоистой предварительно нагруженной балки с не полностью соединенными слоями в центральной части балки

4.4 Задача об изгибе слоистой предварительно нагруженной балки с не полностью соединенными слоями в торцевой части балки

4.5 Численное моделирование процесса аддитивного производства методом селективного лазерного спекания

4.6 Выводы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

ВВЕДЕНИЕ