УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор ООО «ПЛМ УРАЛ»

Жураховский Владимир Георгиевич _____

м.п.

SIMMAX-ADDITIVE

Руководство пользователя

ООО «ПЛМ УРАЛ»

Россия, г. Екатеринбург

2025 год

Содержание

Содержание 1
Общие сведения о программном обеспечении Simmax Additive 3
Ключевые функциональные возможности программного обеспечения 3
Инженерное моделирование 3
Вычислительная платформа 3
Инструменты для комплексного исследования процессов SLM-синтеза 3
Системные требования для корректной работы программного обеспечения Simmax Additive 4
Минимальные системные требования 4
Требования к периферийному оборудованию 4
Установка и запуск программного обеспечения 5
Процедура установки 5
Проверка компонентов системы 5
Обязательные компоненты 5
Запуск программы 5
Графический интерфейс. Главное меню 6
Общая структура интерфейса 6
Начальный экран и базовые функции 6
Основные вкладки меню 6
Вкладка «Файл» 6
Вкладка «Модуль» 7
Вкладка «Вид» 7
Вкладка «Настройки» 9
Графический интерфейс. Панели инструментов 10
Панель «Выбор» 10
Панель «Отображение» 10
Панель «Вид» 10
Панель «Инструменты» 11
Модуль Аддитивный процесс 12
Работа с мастером выращивания (мастером постановки аддитивных задач) 12
Импорт поддержек 14
База данных 14
Структура базы данных 14

Модуль Анализ результатов 16
Основные функции 16
Управление данными 16
Визуализация 16
Анализ данных 16
Экспорт данных 17
Порядок работы 17
Теоретические основы ПО Simmax Additive 18
Методологическая основа 18
Математическая основа 19
Уравнения теплопроводности 19
Система уравнений механического равновесия: 20
Модели поведения материала 20
Особенности моделирования 20
Важные замечания 20
Техническая поддержка 21

Общие сведения о программном обеспечении Simmax Additive

Simmax Additive представляет собой передовое программное обеспечение для компьютерного моделирования процессов аддитивного производства методом селективного лазерного плавления (SLM). Программа разработана с учетом современных требований к точности и эффективности инженерных расчетов.

Ключевые функциональные возможности программного обеспечения

Инженерное моделирование

- Численно-аналитическое моделирование процессов послойного синтеза металлических изделий с высокой точностью воспроизведения физических явлений

Вычислительная платформа

- Метод конечных элементов (МКЭ) реализован на базе вычислительного ядра ПО Bazis, которое зарекомендовало себя как надежный инструмент в сфере российского инженерного ПО
- Надежная архитектура системы обеспечивает стабильность и точность расчетов при решении сложных инженерных задач

Инструменты для комплексного исследования процессов SLM-синтеза:

Напряженно-деформированный анализ:

- Точный расчет остаточных напряжений в материале
- Прогнозирование деформаций при охлаждении

Тепловой анализ:

- Детальное моделирование тепловых процессов при послойном плавлении
- Визуализация температурных полей в реальном времени
- Анализ распределения тепловых потоков

Система мониторинга:

- Визуализация процессов в режиме реального времени
- Графическое представление результатов
- Экспорт данных для дополнительного анализа

Системные требования для корректной работы программного обеспечения Simmax Additive

Программное обеспечение Simmax Additiveразработано для работы на 64-разрядных вычислительных платформах и полностью совместимо с операционными системами семейства Windows (версии 7, 8, 10, 11).

Минимальные системные требования

Компонент	Требования
Процессор	Intel Core i7 (рекомендуется i7-5960X, 8 ядер)
Оперативная память	DDR3 объѐмом 8–16 ГБ
Накопитель	SATA III, минимальный объѐм 1 ТБ, скорость вращения от 7200 RPM
Операционная система	Windows 7/8/10/11 (64-bit)

Требования к периферийному оборудованию

Для полноценной работы программы компьютер должен быть оснащѐн стандартным набором периферийных устройств:

- **Клавиатура** — для ввода данных
- **Мышь** — для управления интерфейсом
- **Монитор** — для визуализации результатов
- **Дополнительное оборудование** — в соответствии с задачами пользователя

Установка и запуск программного обеспечения

Процедура установки

1. Запуск установочного файла
   - Откройте установочную папку программного обеспечения
   - Запустите файл setup.exe двойным щелчком мыши
2. Выбор директории установки
   - В процессе установки выберите папку для размещения программного обеспечения Simmax Additive
   - Рекомендуется использовать предложенный по умолчанию путь установки

Проверка компонентов системы

Обязательные компоненты

- После завершения установки необходимо проверить наличие компонентов Tao.framework в папке установки ПО
- При отсутствии указанных компонентов обратитесь в службу технической поддержки разработчика

Запуск программы

1. Найдите ярлык программы на рабочем столе
2. Кликните по ярлыку для запуска программного обеспечения

Важные замечания

- Перед установкой убедитесь, что компьютер соответствует системным требованиям
- Закройте все работающие приложения перед началом установки
- Не прерывайте процесс установки во избежание некорректной работы программы

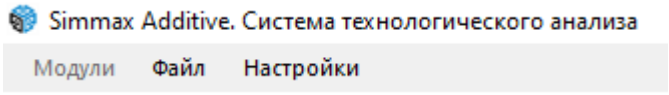
Графический интерфейс. Главное меню

Общая структура интерфейса

При запуске программы пользователь сталкивается с основным графическим интерфейсом, который включает следующие функциональные элементы:

Начальный экран и базовые функции

Важно отметить: при первом запуске программы кнопка выбора модуля будет неактивна. Работа начинается с выбора файла для дальнейшей обработки.



Основные вкладки меню

Вкладка «Файл»

Открыть проект — загрузка существующего проекта

Импорт сетки — загрузка сеточных моделей (поддерживаются форматы *.stl, созданные в Ansys, Salome Mesh и пр.)

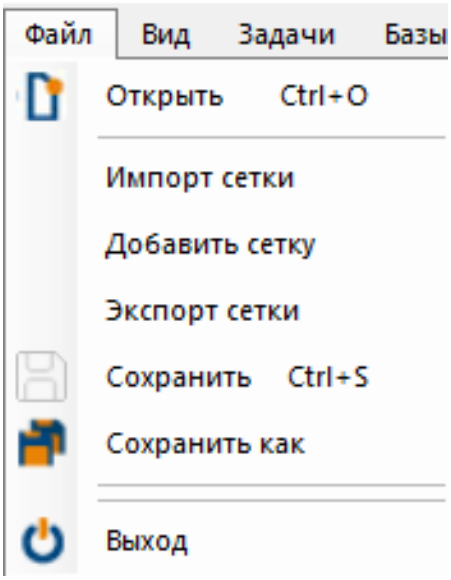
Добавить сетку – добавить сетку к существующему проекту

Экспорт сетки - сохранения трехмерной модели в формате *.stl

Сохранить— сохранение текущих изменений проекта

Сохранить как — сохранение проекта под новым именемв формате *.bpfu *.bpf2

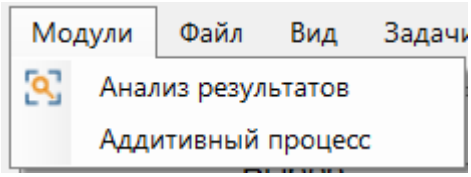
Выход — завершение работы с программой



Вкладка «Модуль»

После выбора рабочего файла становится доступным выбор модуля для решения конкретной задачи. Доступны следующие модули:

- Аддитивный процесс
- Анализ результатов предыдущих расчетов



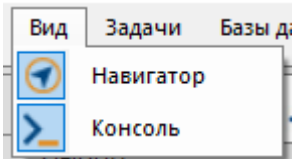
Модульные вкладки интерфейса будут подробно рассмотрены в последующих разделах руководства. При переключении модулей меняется главное меню.

Рекомендации по использованию

- Перед выбором модуля убедитесь в корректности загруженного файла
- Сохраняйте изменения перед переключением модулей

Вкладка «Вид»

- Управление отображением Навигатора
- Управление отображением Консоли



Навигатор — это инструмент для управления структурой проекта, представленный в виде иерархического дерева.

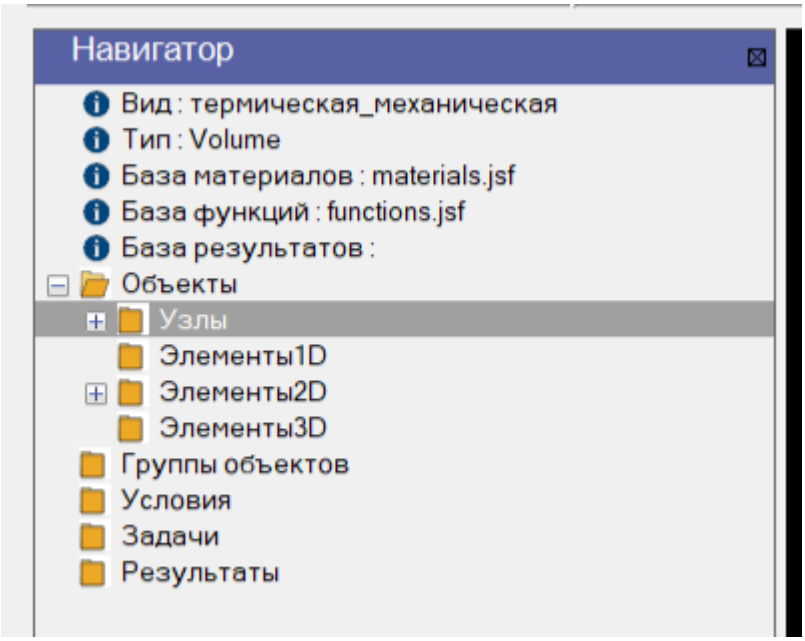
Основные функции навигатора:

- Визуализация структуры проекта в древовидном формате
- Навигация по элементам проекта
- Управление объектами через контекстное меню
- Возможности управления объектами:
- Отображение/скрытие элементов проекта

- Удаление ненужных объектов
- Перемещение элементов между разделами
- Группировка связанных объектов

Преимущества использования:

- Быстрый доступ к любому элементу проекта
- Удобная организация рабочего пространства
- Контроль видимости объектов
- Эффективное управление структурой



Консоль — это инструмент для отображения системной информации и взаимодействия с программой через командный интерфейс.

Основные функции консоли:

- Отображение сообщений о работе программы
- Вывод системных уведомлений и предупреждений
- Информирование о ходе выполнения операций
- Отображение ошибок и их описание

Возможности консоли:

- Просмотр логирования процессов
- Получение информации об ошибках
- Отслеживание выполнения команд
- Вывод статистики работы

Вкладка «Настройки»

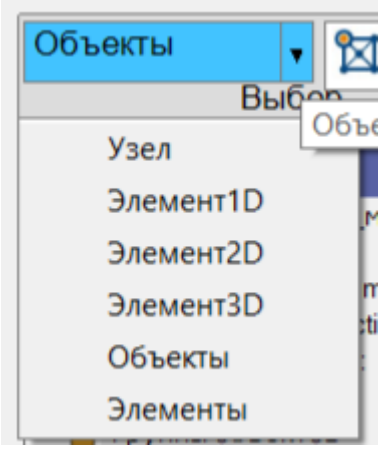
Позволяет настроить параметры отображения сцены и дает доступ к дополнительным параметрам визуализации

Изменяемые вкладки в зависимости от подключенного модуля мы рассмотрим подробнее в следующих разделах.

Графический интерфейс. Панели инструментов

Панель «Выбор»

При нажатии на Объекты появляется выпадающее меню, где можно выбрать необходимые для работы компоненты модели:



- позволяет сделать выбор узлов, элементов, а также наложить дополнительные ограничения по направлению и плоскости.

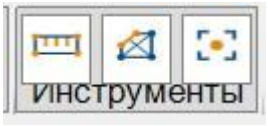
Панель «Отображение» позволяет показать все элементы, только открытые поверхности, ребра и поверхности, только ребра и только поверхности, а также базис сцены, нормали элементов и контуры.

Панель «Вид» отвечает за режимы управления объектами.

А также модель можно масштабировать, вращать и передвигать с помощью мыши:

- изменения масштаба возможно с помощью прокрутки средней кнопки мыши;
- при зажатой средней кнопке маши можно поворачивать модель;
- при зажатой правой кнопке мыши, модель перемещается без поворота.

Панель «Инструменты»



Кнопка **Измерения** позволяет измерить расстояние между двумя точками, точкой и плоскостью, объем, площадь и путь.

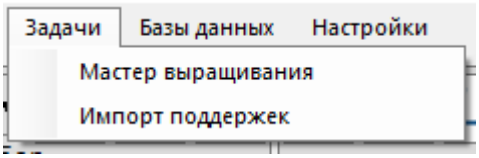
Кнопкой **Построить сечение** можно воспользоваться, указав плоскость XY, XZ, YZ или задав плоскость тремя точками.

Кнопка **Сделать снимок** позволяет сохранить изображение с видового экрана для последующего анализа.

Модуль Аддитивный процесс

Чтобы начать работу в модуле Аддитивный процесс, необходимо загрузить готовую сетку

При переключении модулей меняется главное меню. В главном меню появятся дополнительные вкладки для работы с модулем: **Задачи** и **Базы данных**



Работа с мастером выращивания (мастером постановки аддитивных задач)

Мастер постановки задач — это инструмент для настройки и подготовки параметров аддитивного производства. Он позволяет:

- Задать геометрические параметры выращивания
- Определить материалы
- Задать граничные условия

Этапы работы с мастером

1. Настройка геометрии

- Параметры слоя: толщина слоя
- Позиционирование модели: центрирование над плитой
- Установка расстояния до плиты
- Настройка параметров плиты: размеры плиты

2. Выбор материалов

- Материал изделия
- Материал плиты
- Материал поддержек

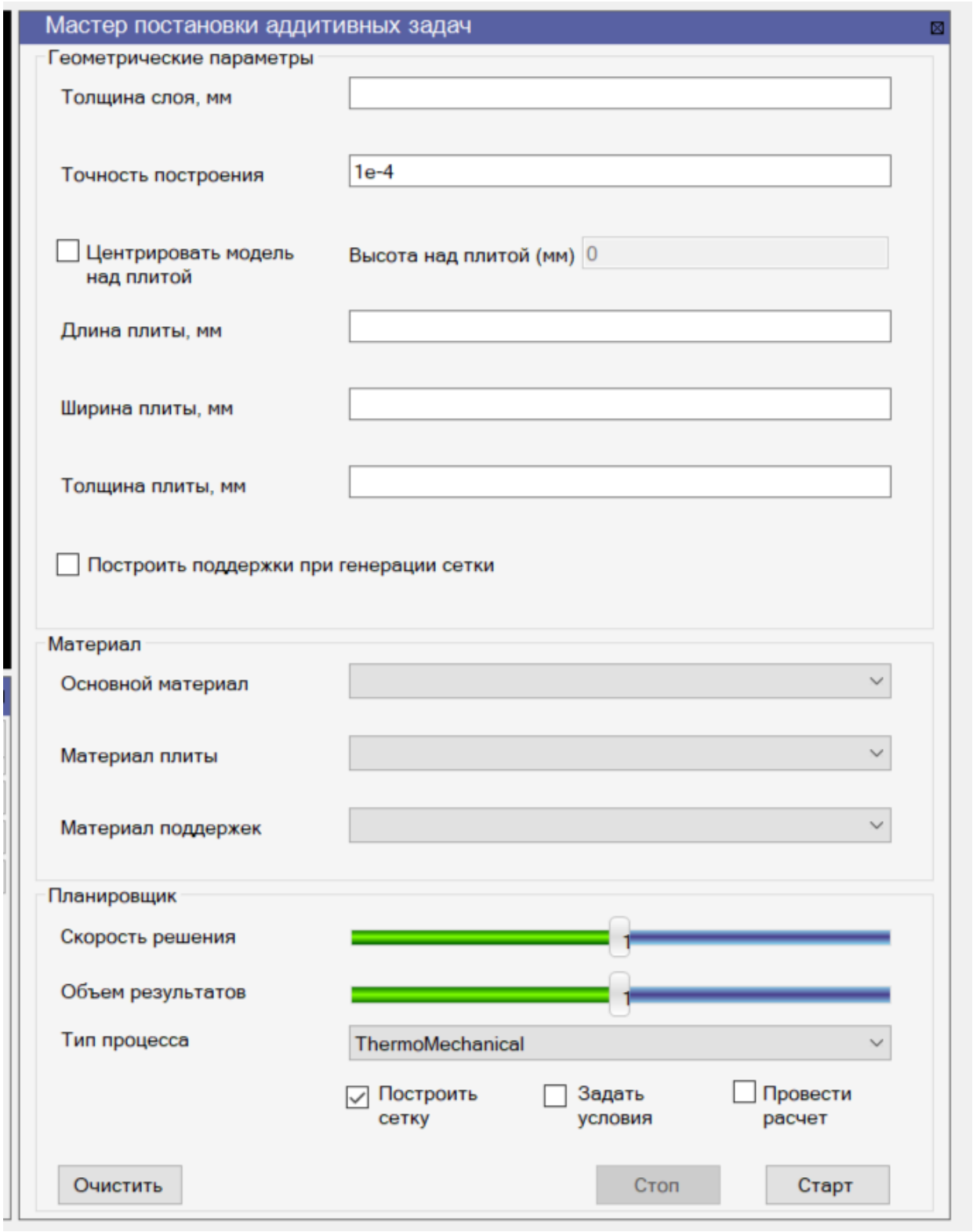
3. Задание граничных условий

Рекомендации по использованию

- Проверяйте корректность заданных параметров
- Контролируйте качество расчетной сетки

Типичные ошибки

- Некорректные параметры слоя
- Неправильное позиционирование модели
- Несоответствие материалов



Импорт поддержек

Импорт поддержек - функция для загрузки геометрической модели поддерживающих конструкций, необходимых при аддитивном производстве.

Основные возможности:

- Загрузка геометрии поддержек
- Визуализация поддерживающих элементов
- Проверка корректности расположения
- Управление параметрами поддержек

Порядок использования:

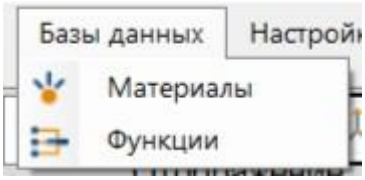
- Выбор файла с геометрией поддержек
- Загрузка модели в рабочее пространство
- Проверка корректности расположения
- Настройка параметров отображения

Рекомендации:

- Проверяйте совместимость форматов
- Убедитесь в правильности расположения поддержек
- Сохраняйте исходные файлы поддержек

База данных

Вкладка **База данных**предоставляет доступ к интегрированной библиотеке материалов и рабочих сред, используемых в процессе аддитивного производства. Система позволяет не только использовать готовые данные, но и создавать собственные записи.



Структура базы данных

База данных включает следующие основные категории:

- Материалы для аддитивного производства:
- Рабочие среды

- Технологические параметры
- Справочную информацию

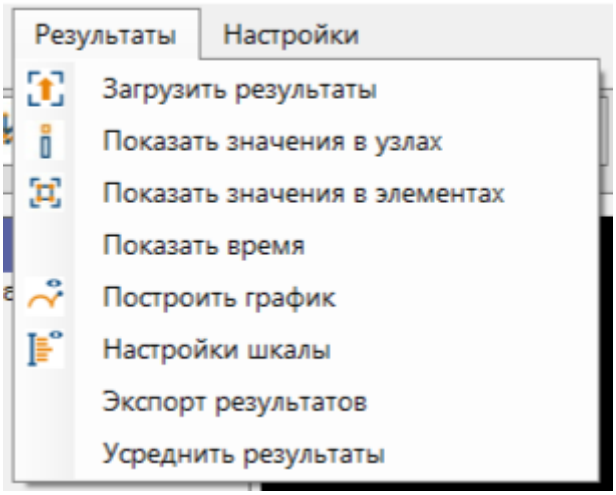
Вкладка обеспечивает:

- Просмотр характеристик материалов
- Сравнение свойств различных материалов
- Создание/редактирование/удаление пользовательских записей

Модуль Анализ результатов

Для начала работы необходимо:

- Выбрать модуль «Анализ результатов»
- В главном меню появится вкладка «Результаты»



Основные функции

Управление данными

Загрузить результаты — замена текущих данных новыми результатами

Визуализация

Показать значения в узлах — отображение расчетных данных на узлах модели

Показать значения в элементах — отображение данных по элементам модели

Показать шкалу — отображение числовых значений цветовых диапазонов

Показать время — отображение временных параметров

Настроить шкалы — настройка отображения цветовых диапазонов

Анализ данных

Построить график — создание графиков по временным или пространственным параметрам

Усреднить результаты - математическая обработка данных для получения более точных и репрезентативных показателей путем вычисления средних значений.

Экспорт данных

Экспорт результатов — сохранение данных в форматах:

- *.bpf, *.bpf2 — для расчетных данных
- *.stl — для информации по сетке

Порядок работы

- Активация модуля анализа результатов
- Загрузка данных для анализа
- Настройка визуализации результатов
- Анализ полученных данных
- Сохранение результатов

Важные замечания

- Перед экспортом проверяйте выбранные данные
- Сохраняйте исходные результаты
- При работе с большими наборами данных следите за производительностью системы

Теоретические основы ПО Simmax Additive

Simmax Additive — программное обеспечение для математического моделирования процессов аддитивного производства методом селективного лазерного плавления (SLM).

Данныйраздел предназначен для:

- Понимания физических основ работы программы
- Освоения математических принципов моделирования
- Корректной интерпретации результатов расчетов
- Эффективного использования возможностей ПО

Методологическая основа

Simmax Additive позволяет моделировать:

- Процессы селективного лазерного плавления
- Температурное поле в материале
- Деформации при выращивании
- Образование остаточных напряжений

Метод конечных элементов (МКЭ) является базовым инструментом моделирования, учитывающим:

- Тепловые процессы
- Механические деформации
- Термические напряжения

Метод основан на:

- Разбиении исследуемой области на малые элементы
- Описании поведения каждого элемента
- Объединении решений для получения общего результата

Преимущества метода

- Возможность работы со сложными геометриями
- Учет различных материалов
- Анализ нелинейных эффектов
- Моделирование динамических процессов

Недостатки метода

- Вычислительная сложность — высокие требования к ресурсам компьютера
- Размерность задачи — формирование больших систем уравнений
- Точность расчетов — зависимость от качества разбиения на элементы

Математическая основа

В основу моделирования положены:

Уравнения теплопроводности

Алгоритм программы Simmax Additive предполагает последовательное решение задачи распространения тепла в твердом теле. Для решения данной задачи используется система уравнений теплопроводности:

$$K_{xx}\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + K_{yy}\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + K_{zz}\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + Q = \lambda\frac{\partial T}{\partial t}$$, где

T – температура,

Q – внутренний источник тепла,

$$\lambda = \rho c$$,

ρ – плотность, c – удельная теплоемкость,

$K_{xx},\ K_{yy},\ K_{zz}$ – коэффициенты теплопроводности.

Используя МКЭ, получаем систему дифференциальных уравнений относительно температуры в узловых точках всей системы конечных элементов (в матричном виде):

$$[\bar{K}]\{T\}_k = \{\bar{F}\}$$, где

$$[\bar{K}] = [K] + \frac{2}{\Delta t}[C]$$,

$$\{\bar{F}\} = \left(\frac{2}{\Delta t}[C] - [K]\right)\{T\}_{k-1} + \{F\}_k + \{F\}_{k-1}$$.,

$[K]$ – глобальная матрица теплопроводности,

$[C]$ – глобальная матрица теплоемкости,

$\{F\}$ – вектор тепловой нагрузки.

Полученное уравнение является основным. Считая температуру в узлах в предыдущий момент известной, по этому уравнению можно получить температуру в узлах в текущий момент. На первом этапе учитываются начальные условия.

Система уравнений механического равновесия:

Если известны перемещения узлов всей системы элементов, то по известным формулам можно найти поле перемещений, деформаций, напряжений:

$[K]\{\Delta U\} = \{F\}$, где

$[K]$ – глобальная матрица жесткости,

$\{\Delta U\}$ – вектор приращения узловых перемещений,

$\{F\}$ – вектор узловых сил для всего тела,

$\{F\} = \{F_{\varepsilon^0}\} + \{F_p\} + \{P\}$, где

$\{F_{\varepsilon^0}\}$ – вектор узловых сил, обусловленных начальными деформациями в теле,

$\{F_p\}$ – вектор узловых сил, обусловленных поверхностными распределенными нагрузками,

$\{P\}$ – поверхностная нагрузка.

Модели поведения материала -это математическое описание того, как материал реагирует на различные воздействия в процессе аддитивного производства.

Особенности моделирования

Программа учитывает:

- Изотропные свойства материала
- Зависимость свойств от температуры
- Влияние накопленных деформаций
- Температурные градиенты

Важные замечания

- При работе с программой необходимо учитывать:
- Численный характер метода
- Возможные погрешности моделирования
- Влияние исходных данных на результат
- Необходимость корректной интерпретации результатов

Техническая поддержка

Техническая поддержка — это комплекс услуг, включающий:

- Поставку обновленных версий ПО
- Исправление обнаруженных ошибок
- Консультационную поддержку
- Помощь в решении технических проблем

Основной канал связи — форма обратной связи на официальном сайте:https://plmsoft.ru/

Правила составления обращения

Для эффективного решения вопроса необходимо:

- Чѐтко сформулировать суть проблемы
- Описать последовательность действий
- Указать версию программного обеспечения

Необходимые материалы

К обращению рекомендуется приложить:

- Файл текущего расчѐта
- Скриншоты с демонстрацией проблемы
- Описание шагов воспроизведения ошибки