



ЛОГОС
РОСАТОМ



ЛОГОС ПРОЧНОСТЬ
РОСАТОМ

Спецификация

Препостпроцессинг задач прочности

Работа с геометрией

- Импорт геометрии (.step, .iges, .x_t, .sat, .c3d)
- Диагностика и анализ качества
- Упрощение геометрии (удаление отверстий, бобышек, фасок)
- Редактирование геометрии – более 50 алгоритмов
- Булевы операции
- Создание и редактирование эскизов
- Создание геометрических примитивов

Построение 2D/3D сеток и операции над ними

- Генерация 2.5D сеток на поверхностях (треугольная, полностью и преимущественно четырехугольная, из регулярных блоков)
- Тетрагенерация, генерация сеток методом протягивания
- Прямая генерация (перестроение сеток, построение сеток с частичной отвязкой от геометрической модели, извлечение поверхностной сетки, экструзия, объединение ячеек)
- Генерация сеток из ячеек первого и второго порядка
- Анализ качества
- Сшивка сеток, дробление и трансформация сеточных элементов
- Морфинг узлов сетки и свободная деформация

Задание параметров математической модели

- Импорт/экспорт сеточных данных (.k, .bdf, .nas, .cdb, .geo, .inp, .vtk, .vtu, .cga, .cgns, .efr)
- Средства задания параметров математической модели
- Настраиваемый графический интерфейс пользователя
- Средства проверки расчетной модели
- Поддержка множественных расчетных случаев
- Макроязык
- Средства запуска задачи на счет и контроля за ходом вычислений



Препостпроцессинг задач прочности

Постобработка и визуализация

- Единое информационное пространство инструментов для пре и пост процессинга – общий интерфейс и схема управления
 - Совместное отображение результатов моделирования и начальных данных (нагрузки, системы координат и т.д.)
 - Построение сечений, скрытие части данных по различным критериям
 - Вычисление производных сеточных величин, поиск экстремумов и интегралов
 - Графики изменения величин в элементах сетки и вдоль заданных линий
 - Графическое увеличение и анимация деформаций, формирование видеоматериалов
-



Динамический анализ

Библиотека конечных элементов (3D и 2D)

- Объемные элементы: шестигранный с четырьмя типами различного интегрирования, линейный тетраэдральный, тетраэдральный второго порядка
- Оболочечные элементы: трехузловой и четырехузловой элементы Хьюса-Лю и Белычко –Цая
- Балочные элементы: элементы Хьюса-Лю и Белычко –Цая
- Стержневые элементы
- Специализированные элементы: сосредоточенные массы, пружины, демпферы

Библиотека операторов сглаживания искажений сетки

- Вязкостное
- Вязкостное с выделением режима возмущения
- Вязкостное с выделением режима возмущения с точным интегрированием по объему
- Жесткостное с выделением режима возмущения
- Материальное (физическое) сглаживание
- Жесткостное с выделением режима возмущения с точным интегрированием по объему

SPH (3D и 2D)

Контактные алгоритмы

- Автоматический и выборочный контакт для всех типов элементов
- Учет силы трения
- Перестройка контактных границ при разрушении
- Метод штрафа/метод лагранжевых множителей



Динамический анализ

Граничные условия и нагрузки

- Кинематические закрепления, навязанное перемещение, условие совместности деформаций, линейное многоточечное ограничение, циклическая симметрия, жесткие стенки, шарнирные соединения
- Поверхностное давление, узловые силы/моменты, инерционная нагрузка в виде линейных поступательных ускорений, тепловое нагружение, внешние поля
- Пользовательские граничные условия и нагрузки

Алгоритмы моделирования динамики недеформируемых сложных систем и механизмов

Специализированные модели: подушки безопасности (простая, Ванга-Нефске), модель ремня безопасности

Модели распараллеливания: MPI, OPENMP, смешанная OPENMP + MPI.
Отсутствие программных ограничений на количество используемых ядер



Динамический анализ

Модели деформирования

Упругие материалы

- изотропный
- ортотропный
- анизотропный

Упруго-пластические материалы

- с кинематическим и изотропным упрочнением
- с температурной зависимостью
- с кусочно-линейной диаграммой деформирования
- гидродинамический
- Джонсона-Кука
- изотропный с различными значениями пределов текучести на сжатие и растяжение
- полимер
- Стейнберга

Вязкоупругие материалы

- изотропный
- с функцией релаксации на основе разложения в ряд Прони

Пористые материалы

- анизотропный
- с функцией релаксации на основе разложения в ряд Прони
- пеноматериал

Композиционные материалы

- ортотропный с разрушением
- простой
- улучшенный

Хрупкие материалы

- Джонсона-Холмквиста
- силикатных стекол

Геоматериалы

- грунтов и пеноматериалов
- грунтов Григоряна
- бетона Джонсона-Холмквиста
- бетона RHT
- бетона Уинфрида
- псевдотензор
- лед
- Гиперупругие материалы (резина)

Ползучести

- явная
- неявная

Дискретных элементов

- линейно-упругая пружина
- линейно-вязкий демпфер
- нелинейно-упругая пружина
- нелинейно-вязкий демпфер

Остальные материалы

- без прочности (газодинамика)
- недеформируемый
- пользовательский
- ремня безопасности
- сварного соединения

Уравнения состояния

- Линейный полином
- Грюнайзена
- Shock
- Ми-Грюнайзена
- Пользовательское

Модели разрушения



Статический анализ

Библиотека конечных элементов

- Объемные элементы: шестигранники, тетраэдры, призмы, пирамиды первого и второго порядка
- Оболочечные элементы: трех- и четырехузловые оболочки, объемно-оболочечные элементы первого порядка
- Балочные и стержневые элементы: двухузловые элементы, балочно-объемные элементы первого порядка
- Специальные элементы: сосредоточенная масса, двухузловая пружина, элементы жесткой связи, многоточечные ограничения;
- элемент гибкой связи, конструкционные соединения: болтовое, заклепочное, шарнирное
- Элементные технологии: различные шаблоны интегрирования, специальные формулировки: EAS, bbar, MITC

Библиотека материалов

- Линейно-упругий материал (изотропия, ортотропия, анизотропия)
- Упругопластический материал: билинейная и мультилинейная диаграмма деформирования, изотропное и кинематическое упрочнение
- Гиперупругий материал
- Слоистый композитный материал на основе оболочечного/объемного элемента
- Ползучесть
- Разномодульность
- Критерии разрушения, модель прогрессирующего разрушения объемных тел
- Критерии разрушения композитных материалов
- Модель когезионных зон раскрытия трещин
- Модель термопластичности Коротких для моделирования деформирования в условиях малоциклового/многоциклового нагружения
- Пользовательская модель поведения материала



Статический анализ

Типы рассчитываемой нелинейности

- геометрическая (большие линейные и угловые перемещения)
- физическая (материальная)
- контактное взаимодействие:
- прямое моделирование контакта; контакт-склейка

Нагрузки

- усилия, моменты, давление, инерция
- температурная нагрузка
- внешние поля

Граничные условия

- условия закрепления и перемещения
- многоточечные ограничения
- конструкционные соединения

Метод субмоделирования

- двухэтапная технология проведения расчетов для уточнения решения в критических зонах
- конструкции (обмен полем перемещений)

Распараллеливание

- смешанная модель OpenMP+MPI
- максимальный размер практической задачи: ~ 20 млн строк СЛАУ, ~1000 MPI-процессов

Решатели СЛАУ

- прямой (Intel MKL PARDISO)
- итерационный (РФЯЦ-ВНИИЭФ LPARSOL)

Связанные и сопряженные расчеты

- связь с «Логос Тепло», «Логос Аэро-Гидро»
- интерполятор внешних полей нагрузок
- связь с внешними модулями через «Логос Платформу»



Модальный анализ

Виды анализа

- Классический без учета демпфирования
- С учетом демпфирования (редуцированный)

Демпфирование (в случае учета)

- В форме Рэлея, постоянное (по всей конструкции, в материале, в элементах)

Материалы

- Линейные упругие (изотропные, ортотропные, анизотропные)

Учет предварительного НДС

- От предварительного статического анализа / автоматический расчет

Учет контактного взаимодействия

- Контакт-склейка / стандартный контакт с учетом трения

Циклическая симметрия

Роторная динамика

- Для объемных КЭ (во вращающейся и инерционной системах координат)
- Изменение жесткости от вращения (spin softening)



Гармонический анализ

Методы

- Полный
- Суперпозиции собственных форм колебаний

Демпфирование (зависит от метода)

- В форме Рэлея, постоянное (по всей конструкции, в материале, в элементах)

Материалы

- Линейные упругие (изотропные, ортотропные, анизотропные)

Учет предварительного НДС

- От предварительного статического анализа

Учет контактного взаимодействия

- Контакт-склейка, стандартный контакт

Нагрузки

- Сила, момент, давление, инерционная нагрузка, перемещение и ускорение
- Распределенное поле давлений



Анализ воздействия широкополосной случайной вибрации

Виды получаемого отклика

- Спектральный в точке (СПМ)
- По всей конструкции (СКО)

Демпфирование

- В форме Рэлея, постоянное (по всей конструкции)

Материалы

- Линейные упругие (изотропные, ортотропные, анизотропные)

Учет предварительного НДС

- От предварительного статического анализа

Учет контактного взаимодействия

- Контакт-склейка, стандартный контакт

Нагрузки

- Сила в незакрепленных степенях свободы (СПМ)
- Перемещение, скорость, ускорение в закреплениях (СПМ)
- Корреляция нагрузок (ВСП)



Спектральный анализ (спектр ответа)

Виды анализа

- Одноточечное (Single Point)
- Многоточечное (Multi Point)

Демпфирование

- В форме Рэлея, постоянное (по всей конструкции)

Материалы

- Линейные упругие (изотропные, ортотропные, анизотропные)

Методы комбинирования отклика

- Одноточечное нагружение – корень квадратный из суммы квадратов (SRSS), полное квадратичное (CQC, Wilson), Розенблюта (ROSE)
- Многоточечное нагружение – корень квадратный из суммы квадратов (SRSS)

Учет контактного взаимодействия

- Контакт-склейка, стандартный контакт

Нагрузки

- Нагрузки на основании (base excitation)

