

Содержание

| | |
|--|----|
| Предисловие | |
| ко второму изданию | 14 |
| Из предисловия | |
| к первому изданию | 15 |
| Часть 1 | |
| Основы работы в MSC.visualNastran | |
| for Windows | 19 |
| Глава 1 | |
| Состав и конфигурирование программы | 21 |
| 1.1. Системные требования | 22 |
| 1.2. Описание структуры пакета MSC.vN4W | 23 |
| 1.3. Конфигурирование | 25 |
| 1.3.1. Конфигурирование Windows | 25 |
| 1.3.2. Конфигурирование MSC.vN4W | 26 |
| 1.4. Типы файлов в MSC.vN4W | 28 |
| 1.4.1. Файлы, создаваемые при работе в среде моделирования | 29 |
| 1.4.2. Файлы, создаваемые в процессе конечно-элементного расчета | 29 |
| Глава 2 | |
| Среда моделирования | 31 |
| 2.1. Интерфейс пользователя | 32 |
| 2.2. Обзор команд меню | 35 |
| 2.2.1. File | 35 |
| 2.2.2. Tools | 38 |
| 2.2.3. Geometry | 42 |
| 2.2.4. Model | 42 |
| 2.2.5. Mesh | 43 |
| 2.2.6. Modify | 44 |

| | |
|---------------------|----|
| 2.2.7. List | 44 |
| 2.2.8. Delete | 45 |
| 2.2.9. Group | 45 |
| 2.2.10. View | 45 |
| 2.2.11. Help | 46 |

Глава 3

| | |
|---|----|
| Основы геометрического моделирования | 49 |
| 3.1. Этапы подготовки расчетной модели | 48 |
| 3.2. Создание точек | 48 |
| 3.2.1. Создание точек заданием их координат | 49 |
| 3.2.2. Создание точек с помощью мыши. Запись макроса выбора шага | 50 |
| 3.3. Построение прямых линий | 52 |
| 3.3.1. Способы построения прямых линий | 52 |
| 3.3.2. Отображение идентификаторов геометрических объектов | 53 |
| 3.4. Построение дуг и окружностей | 54 |
| 3.4.1. Команды построения дуг и окружностей | 54 |
| 3.4.2. Построение окружности по ее центру и радиусу | 55 |
| 3.5. Использование сплайнов | 55 |
| 3.5.1. Понятие о сплайне | 56 |
| 3.5.2. Способы построения сплайнов | 56 |
| 3.6. Создание поверхностей | 58 |
| 3.6.1. Виды поверхностей | 58 |
| 3.6.2. Создание поверхностей по углам и кромкам | 58 |
| 3.6.3. Образование поверхности выдавливанием или вращением контура | 59 |
| 3.6.4. Динамическое ориентирование модели | 60 |
| 3.6.5. Вытягивание поверхности по направляющей линии | 61 |
| 3.6.6. Образование плоскости, поверхностей цилиндра и сферы | 62 |
| 3.6.7. Смещение поверхности | 62 |
| 3.6.8. Граничные поверхности | 62 |

Глава 4

| | |
|---|----|
| Основы расчета конструкций в MSC.vN4W..... | 65 |
| 4.1. Основы метода конечных элементов | 66 |
| 4.1.1. Исходные положения | 66 |
| 4.1.2. Уравнения равновесия | 67 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.3. Матрица жесткости | 69 |
| 4.1.4. Основные задачи и уравнения расчета конструкций | 69 |
| 4.1.5. Пример использования метода конечных элементов | 71 |
| 4.2. Статический расчет пластины | 74 |
| 4.2.1. Создание геометрии | 75 |
| 4.2.2. Задание материала | 77 |
| 4.2.3. Выбор типа и параметров конечных элементов | 78 |
| 4.2.4. Разбиение на конечные элементы | 80 |
| 4.2.5. Задание граничных условий | 81 |
| 4.2.6. Задание нагрузок | 82 |
| 4.2.7. Расчет модели | 84 |
| 4.2.8. Просмотр и форматирование результатов расчета | 86 |
| 4.2.9. Модифицирование модели | 91 |
| 4.3. Устойчивость пластины | 92 |
| 4.3.1. Создание геометрии | 93 |
| 4.3.2. Задание нагрузки | 95 |
| 4.3.3. Расчет | 96 |
| 4.3.4. Анализ результатов | 97 |
| 4.4. Статический расчет балки | 100 |
| 4.4.1. Создание геометрии | 100 |
| 4.4.2. Характеристики материала | 100 |
| 4.4.3. Выбор типа и параметров конечных элементов | 101 |
| 4.4.4. Разбиение на конечные элементы | 104 |
| 4.4.5. Задание граничных условий | 105 |
| 4.4.6. Задание нагрузок | 106 |
| 4.4.7. Расчет | 107 |
| 4.4.8. Отображение результатов | 107 |
| 4.5. Собственные частоты и формы колебаний | 109 |
| 4.5.1. Разработка модели | 109 |
| 4.5.2. Расчет | 110 |
| 4.5.3. Отображение результатов расчета | 111 |
| 4.6. Использование Мастера построения модели | 113 |
| 4.6.1. Подготовка к работе Мастера | 114 |
| 4.6.2. Основные шаги | 114 |
| 4.6.3. Загрузка геометрии | 115 |
| 4.6.4. Создание условий закрепления | 116 |
| 4.6.5. Приложение нагрузок | 117 |
| 4.6.6. Расчет модели и визуализация результатов | 118 |
| 4.6.7. Средства модификации модели | 120 |

Часть 2

Средства моделирования и анализа 121

Глава 1

Расширенные средства геометрического моделирования 123

- 1.1. Принципы и способы создания трехмерных моделей 124
 - 1.1.1. Взаимосвязь геометрической и конечно-элементной моделей 124
 - 1.1.2. Структура пространственных геометрических моделей 125
- 1.2. Создание объемов 125
 - 1.2.1. Создание объемов по угловым точкам и поверхностям 125
 - 1.2.2. Образование объемов выдавливанием и вращением 127
 - 1.2.3. Цилиндрические и сферические объемы 128
- 1.3. Создание и редактирование твердых тел 129
 - 1.3.1. Геометрическое ядро твердотельного моделирования 129
 - 1.3.2. Активизация твердых тел 131
 - 1.3.3. Способы создания твердых тел 131
 - 1.3.4. Образование твердых тел выдавливанием и вращением 131
 - 1.3.5. Твердотельные примитивы 134
 - 1.3.6. Сшивка и расшивка твердых тел 135
 - 1.3.7. Команды модифицирования твердых тел 135
 - 1.3.8. Логические операции над телами 136
 - 1.3.9. Команды рассечения твердых тел 138
 - 1.3.10. «Очистка» тел 140
- 1.4. Кривые на поверхностях 141
 - 1.4.1. Линия пересечения тел 141
 - 1.4.2. Проецирование кривых на поверхности 142
 - 1.4.3. Параметрические кривые на поверхностях 142
 - 1.4.4. Линия пересечения тела плоскостью 142
- 1.5. Системы координат. Управление рабочей плоскостью 143
 - 1.5.1. Системы координат 143
 - 1.5.2. Управление рабочей плоскостью 144
- 1.6. Пример расчета корпуса механизма поворота манипулятора 145
 - 1.6.1. Создание геометрии 146
 - 1.6.2. Разбиение на конечные элементы 152
 - 1.6.3. Задание граничных условий 155
 - 1.6.4. Задание нагрузок 155
 - 1.6.5. Расчет модели и отображение результатов 157

| | |
|--|-----|
| 1.7. Использование срединной поверхности | 165 |
| 1.7.1. Команды формирования срединной поверхности | 165 |
| 1.7.2. Создание и редактирование простых поверхностей | 165 |
| 1.7.3. Автоматическое создание срединной поверхности | 167 |
| 1.7.4. Формирование сложных поверхностей | 168 |
| 1.7.5. Задание атрибутов сетки на срединной поверхности | 170 |
| 1.7.6. Пример использования срединной поверхности | 170 |
| 1.8. Редактирование геометрии | 178 |
| 1.8.1. Команды копирования | 178 |
| 1.8.2. Команды модифицирования | 180 |
| 1.8.3. Команды удаления | 190 |
| 1.9. Контроль геометрии | 190 |
| 1.9.1. Выделение совпадающих точек | 190 |
| 1.9.2. Методика работы с совпадающими точками | 191 |
| 1.9.3. Создание и просмотр групп совпадающих точек | 192 |
| 1.9.4. Контроль других объектов | 194 |
| 1.10. Слои и группы | 194 |
| 1.10.1. Сравнительная характеристика слоев и групп | 195 |
| 1.10.2. Команды создания и использования слоев | 195 |
| 1.10.3. Команды создания и использования групп | 197 |
| 1.11. Импорт и экспорт геометрии | 203 |
| 1.11.1. Форматы графических файлов | 204 |
| 1.11.2. Импорт геометрии | 204 |
| 1.11.3. Экспорт геометрии | 211 |

Глава 2

| | |
|--|-----|
| Конечно-элементное представление моделей | 213 |
| 2.1. Задание функциональных зависимостей | 214 |
| 2.2. Материалы | 217 |
| 2.2.1. Изотропные материалы | 218 |
| 2.2.2. Ортотропные материалы | 219 |
| 2.2.3. Анизотропные материалы | 221 |
| 2.2.4. Высокоэластичные материалы | 221 |
| 2.2.5. Функциональные зависимости для материалов | 222 |
| 2.3. Узлы и конечные элементы | 225 |
| 2.3.1. Узлы и системы координат | 226 |
| 2.3.2. Линейные (одномерные) элементы | 228 |
| 2.3.2. Плоские (двумерные) элементы | 236 |

| | |
|---|------------|
| 2.3.3. Пространственные (объемные) элементы | 241 |
| 2.3.4. Другие элементы | 245 |
| 2.4. Основные способы разбиения модели | |
| на конечные элементы | 255 |
| 2.4.1. Ручное формирование конечных элементов | 256 |
| 2.4.2. Создание постоянных связей | 258 |
| 2.4.3. Автоматизированное создание конечно-элементной сетки | 258 |
| 2.5. Построение конечно-элементной сетки | |
| на основе геометрической модели | 259 |
| 2.5.1. Основные команды задания параметров сетки | 259 |
| 2.5.2. Интерактивное формирование параметров сетки | 263 |
| 2.5.3. Дополнительные средства задания параметров сетки | 264 |
| 2.5.4. Задание атрибутов конечных элементов | 267 |
| 2.5.5. Улучшение параметров сетки на поверхности | 268 |
| 2.5.6. Исключение подобластей | 269 |
| 2.5.7. Выбор геометрических объектов для разбиения | 270 |
| 2.6. Построение конечно-элементной сетки | |
| без геометрической модели | 275 |
| 2.6.1. Построение сетки между заданными точками | 276 |
| 2.6.2. Построение сетки между группами узлов | 278 |
| 2.6.3. Создание связей между узлами | 279 |
| 2.6.4. Создание сетки в переходных областях | 282 |
| 2.7. Редактирование и переразбиение | |
| конечно-элементной модели | 283 |
| 2.7.1. Редактирование сетки | 283 |
| 2.7.2. Измельчение, обновление и укрупнение сетки | 284 |
| 2.7.3. Создание и очистка сетки | 286 |
| 2.7.4. Формирование сетки в STL-моделях | 288 |
| 2.7.5. Образование ребер жесткости | 289 |
| 2.7.6. Сглаживание сетки | 289 |
| 2.8. Команды копирования и модифицирования сетки | 289 |
| 2.8.1. Копирование сетки | 290 |
| 2.8.2. Создание сетки выдавливанием, вращением и вытяжкой | 290 |
| 2.8.3. Перенумерация объектов конечно-элементной модели | 293 |
| 2.8.4. Присоединение узлов и элементов к геометрии | 295 |
| 2.8.5. Команды обновления параметров элементов | 295 |
| 2.9. Средства контроля конечно-элементного разбиения | 296 |
| 2.9.1. Объединение совпадающих узлов | 296 |
| 2.9.2. Проверка расположения узлов в заданной плоскости | 296 |

| | |
|--|-----|
| 2.9.3. Совпадающие элементы | 297 |
| 2.9.4. Контроль параметров элементов | 297 |

Глава 3

| | |
|---|-----|
| Нагрузки и граничные условия | 301 |
| 3.1. Типы нагрузок | 302 |
| 3.1.1. По природе воздействия | 302 |
| 3.1.2. По способу приложения к объектам модели | 302 |
| 3.2. Объемные нагрузки | 303 |
| 3.2.1. Задание объемных нагрузок | 303 |
| 3.2.2. Особенности формирования объемных нагрузок | 304 |
| 3.3. Узловые и элементные нагрузки | 305 |
| 3.3.1. Узловые нагрузки | 305 |
| 3.3.2. Элементные нагрузки | 308 |
| 3.3.3. Нелинейные нагрузки | 309 |
| 3.4. Нагрузки, прикладываемые к геометрическим объектам | 312 |
| 3.4.1. Разложение геометрических нагрузок на узловые | 312 |
| 3.4.2. Нагрузки в точке | 313 |
| 3.4.3. Нагрузки на линии | 313 |
| 3.4.4. Нагрузки на поверхности | 317 |
| 3.5. Манипулирование нагрузками | 318 |
| 3.5.1. Создание нового набора нагрузок копированием | 318 |
| 3.5.2. Комбинации нагрузок | 318 |
| 3.5.3. Создание нагрузок из выходных данных | 320 |
| 3.5.4. Создание нагрузок из реакций связей | 320 |
| 3.5.5. Масштабирование нагрузок | 320 |
| 3.6. Граничные условия (связи) | 321 |
| 3.6.1. Узловые связи | 321 |
| 3.6.2. Использование свойств симметрии модели | 323 |
| 3.6.3. Уравнения связей | 325 |
| 3.6.4. Граничные условия на геометрических объектах | 326 |
| 3.6.5. Расширенные типы граничных условий на геометрических объектах | 327 |
| 3.6.6. Модифицирование условий закрепления | 332 |
| 3.6.7. Контроль условий закрепления | 333 |

Глава 4

| | |
|---|-----|
| Способы и параметры расчета моделей | 335 |
| 4.1. Способы расчета модели в MSC.vN4W | 336 |
| 4.2. Расчет в пункте меню File ⇒ Analysis | 336 |
| 4.2.1. Общая характеристика параметров расчета | 336 |
| 4.2.2. Параметры секций File Management Section и Executive Control ... | 337 |
| 4.2.3. Параметры секции Case Control | 341 |
| 4.2.4. Пример расчета многовариантного нагружения | 346 |
| 4.2.5. Параметры секции Bulk Data | 357 |
| 4.2.6. Пример входного файла | 376 |
| 4.2.7. Основные параметры при модальном анализе | 376 |
| 4.3. Расчет в пункте меню Model ⇒ Analysis | 384 |
| 4.3.1. Менеджер наборов параметров расчета | 384 |
| 4.3.2. Создание набора параметров расчета | 386 |
| 4.3.3. Пример формирования параметров многовариантного нагружения | 393 |
| 4.4. Методика расчета в пункте меню File ⇒ Export ⇒ Analysis Model | 395 |

Глава 5

| | |
|--|-----|
| Преобразования и вывод результатов | 399 |
| 5.1. Преобразования выходных данных | 400 |
| 5.1.1. Активизация, создание наборов и векторов выходных данных | 400 |
| 5.1.2. Задание значений векторов | 405 |
| 5.1.3. Выполнение операций над выходными данными | 405 |
| 5.1.4. Одновременное создание однотипных векторов | 422 |
| 5.1.5. Векторы приложенных нагрузок | 422 |
| 5.1.6. Представление результатов в новой системе координат | 423 |
| 5.1.7. Экстраполяция | 428 |
| 5.1.8. Преобразование комплексных векторов | 431 |
| 5.1.9. Разложение комплексных векторов | 437 |
| 5.2. Получение числовых значений результатов | 439 |
| 5.2.1. Выбор адресата информации | 440 |
| 5.2.2. Запрос | 441 |
| 5.2.3. Сравнение векторов | 442 |
| 5.2.4. Неформатированная таблица данных | 443 |

| | |
|--|-----|
| 5.2.5. Таблица в стандартном формате | 443 |
| 5.2.6. Таблица в заданном формате | 445 |
| 5.2.7. Баланс сил | 447 |
| 5.2.8. Числовые данные с графиков | 449 |
| 5.3. Удаление выходных данных | 450 |

Часть 3

| | |
|---|-----|
| Задачи расчета конструкций | 451 |
|---|-----|

Глава 1

| | |
|---|-----|
| Линейный статический анализ конструкций | 453 |
| 1.1. Выбор параметров и расчет коробчатых балок | 454 |
| 1.2. Оптимизация параметров пластины | 462 |
| 1.3. Расчет фермы | 468 |
| 1.4. Особенности расчета сварных конструкций | 474 |
| 1.4.1. Модель единого тела | 475 |
| 1.4.2. Модель тела с зазором | 476 |
| 1.4.3. Модель срединной поверхности | 477 |
| 1.5. Сопряжение узлов на смежных поверхностях | 480 |

Глава 2

Устойчивость элементов конструкций.

| | |
|---|-----|
| Нелинейный анализ | 487 |
| 2.1. Характеристика задач устойчивости | 488 |
| 2.1.1. По типу нагрузок | 489 |
| 2.1.2. По наличию геометрических несовершенств или поперечных нагрузок | 491 |
| 2.1.3. По характеру проявления | 492 |
| 2.1.4. По типу перехода в закритическое состояние | 492 |
| 2.2. Нелинейный анализ задачи Эйлера | 494 |
| 2.3. Продольно-поперечный изгиб стержня | 502 |
| 2.4. Местная устойчивость тонкостенных конструкций | 513 |
| 2.5. Системы с перескоками (ферма Мизеса) | 517 |

Глава 3

| | |
|--|-----|
| Контактные задачи | 521 |
| 3.1. Балка на опорах скольжения | 522 |
| 3.2. Контакт ролика с поверхностью | 532 |
| 3.3. Контакт пластин | 539 |

Глава 4

| | |
|--|-----|
| Динамический анализ конструкций | 547 |
| 4.1. Общая характеристика задач динамики | 548 |
| 4.2. Задание параметров динамических расчетов | 552 |
| 4.3. Динамическое приложение нагрузки | 555 |
| 4.4. Метод разложения по собственным формам | 559 |
| 4.5. Вынужденные колебания | 563 |
| 4.6. Конструкция на вибрирующем основании | 570 |
| 4.7. Спектральный отклик при ударном воздействии | 573 |
| 4.8. Анализ неконсервативных задач устойчивости | 579 |

Глава 5

| | |
|---|-----|
| Расчет тепловых воздействий | 599 |
| 5.1. Основные задачи теплового воздействия | 600 |
| 5.2. Методика формирования и расчета модели | 604 |
| 5.2.1. Подготовка модели для термпрочностного расчета | 604 |
| 5.2.2. Подготовка модели для теплового расчета | 606 |
| 5.2.3. Задание опций расчета | 621 |
| 5.3. Температурные напряжения в ферме | 623 |
| 5.4. Тепловой анализ режущего инструмента при естественной конвекции | 628 |
| 5.5. Термпрочность режущего инструмента | 634 |
| 5.6. Вынужденная конвекция | 638 |
| 5.7. Расчет нестационарного температурного поля | 650 |
| 5.8. Излучение во внешнее пространство | 657 |

| | |
|--|-----|
| 5.9. Излучение в ограниченном пространстве | 665 |
| 5.10. Устойчивость решения задач радиационного теплообмена | 670 |
| Приложения | 679 |
| Приложение 1. Параметры диалогового окна View Options | 680 |
| Приложение 2. Основные виды выходных параметров | 682 |
| Приложение 3. Типы аргументов и функций | 684 |
| Приложение 4. Характерные сообщения об ошибках при отладке модели | 685 |
| Приложение 5. Содержание файлов примеров | 687 |
| Список литературы | 693 |
| Предметный указатель | 696 |

Предисловие ко второму изданию

Во втором издании исправлены замеченные опечатки и недочеты, более подробно рассмотрены моменты, по которым были вопросы в письмах читателей. Оно адаптировано к версии пакета MSC.visualNastran for Windows 2003, в которой, по сравнению с версией, рассмотренной в первом издании [1], произошел ряд изменений в интерфейсе, появились дополнительные возможности по созданию и редактированию конечно-элементной сетки, замены твердого тела при импорте с сохранением нагрузок и граничных условий, усовершенствован графический режим отображения результатов, добавлены наборы параметров расчета Analysis Set и др [2].

Книга разделена на три части: «Основы работы в MSC.visualNastran for Windows», «Средства моделирования и анализа», «Задачи расчета конструкций» и дополнена новыми главами:

- по способам и параметрам анализа, позволяющим читателю глубже понять «кухню» процесса расчета и при необходимости вмешиваться в него – изменять принятые опции, формировать многоступенчатые режимы нагружения со сменой нагрузок и граничных условий, учитывать силы инерции в незакрепленных моделях и др.;
- преобразованию и форматированию выходных данных – созданию новых комбинаций результатов, разложению комплексных векторов в динамических задачах, оценки погрешности конечно-элементной модели, экспорту результатов в Excel или текстовые форматы и т.д.;
- расчету тепловых воздействий на конструкции при различных видах теплопередачи.

Приведен ряд новых примеров, а также описаны характерные ошибки при отладке моделей.

Естественно, что рассмотреть все многообразие задач, решаемых с помощью пакета невозможно, да и нет необходимости. Следуя исходной концепции – помочь начинающим пользователям освоить MSC.visualNastran for Windows, рекомендуем читателям, не нашедшим в книге аналогов своих задач обратиться к сопровождающим пакет многочисленным примерам, а также приведенным на сайте www.mscsoftware.com компании MSC.Software Corporation.

В связи с ограниченным объемом книги не рассмотрено использование решателя MSC.Marc для анализа нелинейных задач (режим Nonlinear+), возможность применения которого реализована в версии MSC.visualNastran for Windows 2003.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность всем читателям, приславшим отзывы и пожелания, а также сотрудникам представительства MSC.Software Corporation, особенно Юрию Романовичу Мартыненко, за постоянный интерес к книге, предоставленные дополнительные материалы и пакет MSC.visualNastran for Windows 2003.

Из предисловия к первому изданию

Анализ конструкций с использованием метода конечных элементов (МКЭ) является в настоящее время фактическим мировым стандартом для прочностных и других видов расчетов конструкций. Основой этого служит универсальность МКЭ, позволяющая единым способом рассчитывать различные конструкции с разными свойствами материалов.

Программы конечно-элементного анализа

Потребность конструкторских бюро, научно-исследовательских организаций и промышленности в универсальных, быстрых, надежных и удобных для пользователя программах, реализующих широкий спектр расчетов (статических, динамических, тепловых и др.) послужила импульсом к разработке различными фирмами пакетов прикладных программ конечно-элементного анализа. Это известные программные продукты ANSYS и DesignSpace фирмы ANSYS Corporation; Cosmos/M, Cosmos/DesignStar, Cosmos/Works фирмы Structural Research & Analysis Corporation; DesignWorks фирмы CADSI; АПМ WinMachine Центра программного и научного обеспечения АПМ и др.

Признанным лидером в данном направлении является компания MacNeal-Schwendler Corporation – MSC.Software Corporation (до июня 1999 г. – MSC Corporation), основанная в 1963 году и с 1965 ведущая разработку системы NASTRAN (NAsa STRuctural ANalysis – анализ конструкций национального комитета США по авионавигации и космическим исследованиям). К настоящему времени фирмой выпущен широкий набор программных продуктов конечно-элементного анализа, ряд которых указан ниже:

- MSC.NASTRAN – базовая программа;
- MSC.PATRAN (PAtches for NasTRAN) – «заплатки» (дополнения) для NASTRAN – интегрированная среда моделирования, анализа и проектирования на основе современного графического интерфейса;
- MSC.FATIGUE – расчеты долговечности, усталости, трещиностойкости, оптимизация конструкций по критерию долговечности;
- MSC.DYTRAN – анализ высоконелинейных быстротекущих динамических процессов;
- MSC.ABAQUS, MSC/Advanced FEA – комплексный нелинейный анализ конструкций и расчет сложных задач термопрочности;
- MSC.visualNastran for Windows – реализация широких возможностей MSC.NASTRAN на персональном компьютере в среде Windows;
- MSC.visualNastran Desktop – инженерная программа прочностного экспресс-анализа, интегрируемая непосредственно в широко известные пакеты САПР – Me-

chanical Desktop (AutoCAD), SolidWorks, SolidEdge, предназначенная для конструкторов и инженеров, не являющихся специалистами в области конечно-элементного анализа;

- MSC.SuperForge – трехмерное моделирование процессовковки и штамповки, а также другие специализированные программы.

Все упомянутые программы различных фирм можно разделить на две основные группы.

Первая группа – программы конечно-элементного анализа (Cosmos/Works, DesignSpace, MSC.visualNastran Desktop), встраиваемые на уровне меню в известные пакеты САПР и располагающие необходимым инструментарием для быстрого расчета (*экспресс-анализ*) деталей или сборочных единиц непосредственно в среде их разработки. Для удобства пользователей при этом реализуются алгоритмы автоматизированного разбиения конструкции на конечные элементы, интуитивно понятные схемы назначения граничных условий и приложения нагрузок.

Несмотря на указанные достоинства, программы данной группы имеют ограниченный набор возможностей для создания и расчета моделей с усложненными свойствами по функциональным схемам, граничным условиям, нагрузкам, геометрическим особенностям и др.

Построенные в этих средах расчетные модели не всегда решают поставленные задачи, что заставляет обращаться к более полным программам конечно-элементного анализа.

Вторая группа – это программы, ориентированные в первую очередь на подготовку полноценной конечно-элементной модели с максимальными возможностями моделирования, учета особенностей геометрического, силового характера и выполнения различных видов расчетов. В них присутствуют необходимые инструменты для геометрического моделирования конструкций и развитые средства экспорта/импорта геометрических моделей из различных САПР-программ.

К данной группе относится рассматриваемая в книге система моделирования и конечно-элементного анализа конструкций MSC.visualNastran for Windows – далее сокращенно обозначаемая MSC.vN4W. Она имеет многочисленные средства для создания и отображения модели рассчитываемого объекта, обладает богатыми возможностями ее подготовки и редактирования с доступом ко всем свойствам большого набора конечных элементов (двадцати шести видов).

Для разработанной или импортированной из любой САПР-программы модели MSC.vN4W позволяет выполнять линейный или нелинейный прочностной анализы при статическом нагружении, определять собственные формы колебаний, производить динамический и частотный, тепловой и термомпрочностной анализы конструкции, в том числе при случайном характере нагрузок, осуществлять расчет на общую и местную упругую устойчивость, оптимизировать параметры конструкции при заданной системе ограничений.

Указанный набор возможностей сочетается со сравнительно невысокими требованиями к оперативной памяти и занимаемому месту на жестком диске, что позволяет использовать MSC.vN4W на персональных компьютерах и обусловило широкое распространение пакета, вместе с которым даются достаточно подробные файлы справок и примеров различных уровней сложности.

Предмет рассмотрения

В книге рассматривается достаточно широкий класс конструкций: пластины, балки, фермы, сварные и прочие виды конструкций. Приводится методика статического и динамического анализа, оптимизации, устойчивости, решения контактных задач. Рассматриваются как линейные, так и нелинейные модели. Значительный ряд примеров (в несколько стилизованной форме) дан из практики проектирования грузоподъемных машин, их оборудования и рабочих органов. Используемая при этом методика моделирования и расчета применима, естественно, и для других видов конструкций.

Предлагаемая книга ни в коей мере не подменяет существующую фирменную документацию [2–15], сопровождающую пакет программ MSC.vN4W. Автор не ставил себе целью написание энциклопедического руководства по MSC.vN4W, но постарался сделать имеющиеся в ней данные более доступными для читателя, начинающего осваивать MSC.vN4W. Главная задача книги – описать инструментарий для решения основных, наиболее часто возникающих практических задач расчета конструкций с максимально подробными пояснениями и примерами.

Книга ориентирована на инженеров и конструкторов-расчетчиков, а также на студентов и аспирантов технических вузов.

Соглашения

При рассмотрении MSC.vN4W будем считать, что читатель знаком с интерфейсными элементами и приемами работы в Windows, а также с основами механики деформируемых тел.

Книга предполагает последовательное изучение представленного в ней материала, поскольку описания многих команд и приемов работы даются при рассмотрении соответствующих примеров.

Пакет MSC.vN4W не имеет русскоязычной версии, поэтому в тексте и рисунках даются переводы названий пунктов меню, элементов управления, терминов и т.д. Как правило, они приводятся при первом упоминании того или иного названия, однако для наиболее важных могут даваться (особенно в начальных главах книги) неоднократно.

Последовательность выбора пунктов и команд меню отмечается стрелкой (\Rightarrow) между их названиями. Данная последовательность команд приводится на английском языке, переводы на русский язык указаны в скобках. Команды Windows представлены только по-русски ввиду большей распространенности в России русскоязычных версий Windows.

Термины, включенные в предметный указатель, выделяются в тексте *курсивом*. Таким же образом выделяются примечания. Для названий файлов, каталогов и текста фрагментов программ в книге используется моноширинный шрифт.

В качестве разделителя целой и дробной частей десятичных чисел используется точка.

Условие прочности элементов конструкций записывается в форме допускаемых напряжений.

Черно-белый формат рисунков не всегда удовлетворительно передает картину напряженно-деформированного состояния, поэтому настоятельно рекомендуем при чтении книги обращаться к соответствующим файлам моделей, приведенным на компакт-диске.

Пиктограммами, представленными ниже, помечены различные дополнения к основному тексту.



Места в книге, содержащие различные советы, рекомендации и приемы, удобные при работе с MSC.vN4W. Советы выделяются курсивом.



Задания для закрепления рассмотренного материала или дополнительного исследования приводимых расчетных задач. Текст задания также выделяется курсивом.



Примечания к тексту и таблицам.

Благодарности и пожелания

Пользуясь случаем, искренне благодарю АО «Кудесник» за поддержку работы над книгой. Многочисленные вопросы и пожелания конструкторов СКБ г. Иваново значительно стимулировали работу над отдельными главами, за что им также огромное спасибо.

Автор с признательностью примет любые замечания и пожелания касательно книги. Их можно направлять на адрес издательства movchan@dmk.ru или непосредственно автору dgsh@yandex.ru.

Часть 1

Основы работы в MSC.visualNastran for Windows

Состав и конфигурирование программы

| | |
|---|----|
| Системные требования | 22 |
| Описание структуры пакета MSC.vN4W | 23 |
| Конфигурирование | 25 |
| Типы файлов в MSC.vN4W | 28 |
| Среда моделирования | 31 |

В данной главе приводятся системные требования к компьютеру и используемым операционным системам для нормальной работы MSC.vN4W. Указаны дополнительные настройки, которые целесообразно произвести в Windows и в самой программе. Дается описание основных директорий, относящихся к MSC.vN4W, а также рабочих файлов программы.

1.1. Системные требования

Минимальные, рекомендуемые и дополнительные требования к компьютеру и операционной системе для установки и производительной работы MSC.visualNastran for Windows 2003 (MSC.vN4W) приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

| Устройства и операционная система | Минимальные требования | Рекомендуемые значения | Дополнительные рекомендации |
|-----------------------------------|---|--|---|
| Оперативная память | 64 Мб | 256 Мб и более при твердотельном моделировании | |
| Сопроцессор | Не требуется | Рекомендуется | |
| Видеоадаптер и монитор | VGA | SVGA | Поддержка графического ускорителя OpenGL |
| Жесткий диск: | | | |
| для установки программы | 300 Мб | 500 Мб | |
| для временных файлов | 100 Мб | > 500 Мб | |
| Принтер/Плоттер | Не требуется | Матричный или лазерный принтер с высоким разрешением печати (High Quality) | Цветной лазерный или струйный принтер/плоттер |
| Сетевое оборудование | Не требуется | | Высокоскоростной модем или сетевой интерфейс при выполнении расчетов на другом компьютере |
| Операционная система | Windows 95/98, NT 4.0, 2000/Me, XP | Последующие обновления Windows | Текстовые и графические редакторы под Windows для импорта текста и графики из MSC.vN4W |
| Web-интерфейс | Netscape Navigator v. 4 или выше; Internet Explorer v. 5 или выше | Netscape Navigator v. 4.5 или выше; Internet Explorer v. 5 или выше | |



Желательно, чтобы общий объем доступной памяти, включающий оперативную и виртуальную (файл подкачки), составлял не менее 100 Мб (см. раздел 1.3.2 – конфигурирование программы). При индивидуальном использовании MSC.vN4W требуется параллельный порт для установки устройства электронного ключа. MSC.vN4W создает временные файлы результатов в специальной директории, по умолчанию называемой SCRATCH. Необходимо, чтобы на диске, где размещается эта директория, было достаточно свободного места – 500 Мб или более.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru