

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Шимкович Д. Г.

Расчет конструкций в MSC.visualNastran for Windows

**2-е
издание**

**СТАНДАРТНЫЕ
И РАСШИРЕННЫЕ СРЕДСТВА
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**ВСЕ ТИПЫ КОНЕЧНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ**

**СТАТИЧЕСКИЕ
И ДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ**

**ЛИНЕЙНЫЙ И НЕЛИНЕЙНЫЙ
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ**

**РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ
ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Для Windows 98/NT/2000/XP

ОМК
ИЗДАТЕЛЬСТВО

ББК 32.973-018.2я73
Ш61

Шимкович Д. Г.

Ш61 Расчет конструкций в MSC.visualNastran for Windows. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 704 с., ил. (Серия «Проектирование»).

ISBN 5-94074-238-6

В книге рассматривается расчет конструкций в среде широко известного пакета моделирования и конечно-элементного анализа MSC.visualNastran for Windows, предназначенного для работы в среде Windows 98/NT/ 2000/XP.

Для данного программного продукта характерен широкий спектр возможностей, ориентированных на создание полноценной конечно-элементной модели и выполнения самых разнообразных видов расчетов: линейного и нелинейного прочностного анализа, исследования на устойчивость, расчета собственных форм и частот колебаний, осуществления динамического, частотного и теплового анализа конструкции, оптимизации ее параметров.

В книге на многочисленных примерах последовательно рассматриваются все этапы построения расчетных моделей конструкций: разработка геометрии, создание конечно-элементной сетки, формирование нагрузок и граничных условий, выполнение различных видов расчетов, начиная от самых первых шагов до использования расширенных средств моделирования, свойств материалов и конечных элементов, обмена данными с широко известными САПР-программами: AutoCAD, SolidWorks, SolidEdge, Pro Engineer и др.

Основной круг примеров дан из практики проектирования машин и оборудования грузоподъемного типа.

Книга ориентирована на инженеров и конструкторов-расчетчиков, а также на студентов и аспирантов технических вузов, использующих методы компьютерного моделирования и анализа конструкций.

ББК 32.973-018.2я73

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-94074-238-6

© Шимкович Д. Г.
© ДМК Пресс, 2010

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 критическое 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

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.

Установка пакета MSC.vN4W осуществляется в соответствии с инструкциями программы-инсталлятора и прилагаемой к ней документации (см. также [3]).

1.2. Описание структуры пакета MSC.vN4W

После установки пакета на жестком диске вы увидите в проводнике Windows картину, аналогичную показанной на рис. 1.1. Здесь же представлено краткое описание подкаталогов пакета.



Рис. 1.1

MSC.vN4W состоит из трех основных компонентов:

- среды разработки модели и отображения результатов расчета (пре/постпроцессора) Femap, файлы которой находятся в подкаталоге modeler;
- программы расчета конечно-элементной модели (решателя) MSC.Nastran с файлами в каталоге solver, а также MSC.Marc (каталог marc2003);
- управляющей программы (менеджера) MSCvN4W2003.exe.

Необходимо различать версии самого пакета MSC.vN4W, как самостоятельно поставляемого программного продукта, и его компонентов, которые также могут применяться независимо (Femap, MSC.Nastran, MSC.Marc). Описываемая ниже версия MSC.visualNastran for Windows 2003 (MSC.vN4W) состоит из пре/постпроцессора Femap 8.20, решателя MSC.Nastran v.2001 и менеджера Mscvn4w2003.exe.

Проверить работоспособность установленного пакета MSC.vN4W можно, запустив файл MSCvN4W2003.exe или выбрав пункт **MSC.visualNastran for Windows 2003**

24 Состав и конфигурирование программы

из группы **MSC** (создаваемой при инсталляции) раздела **Программы** стартового меню **Пуск** Windows. При этом загружается среда моделирования Femap. Выполним команду **File** ⇒ **Open** (Файл ⇒ Открыть) – появится диалоговое окно открытия файла модели (рис. 1.2). Из каталога **data** выберем тестовый пример **sample1.mod** и нажмем кнопку **Open**.

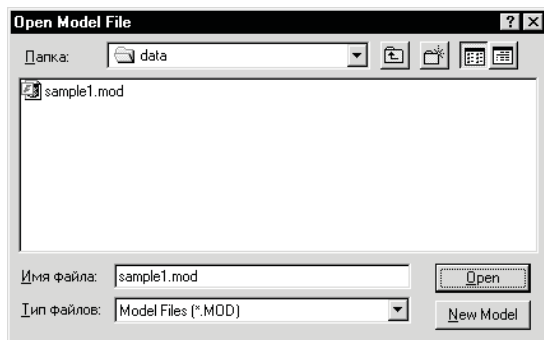


Рис. 1.2

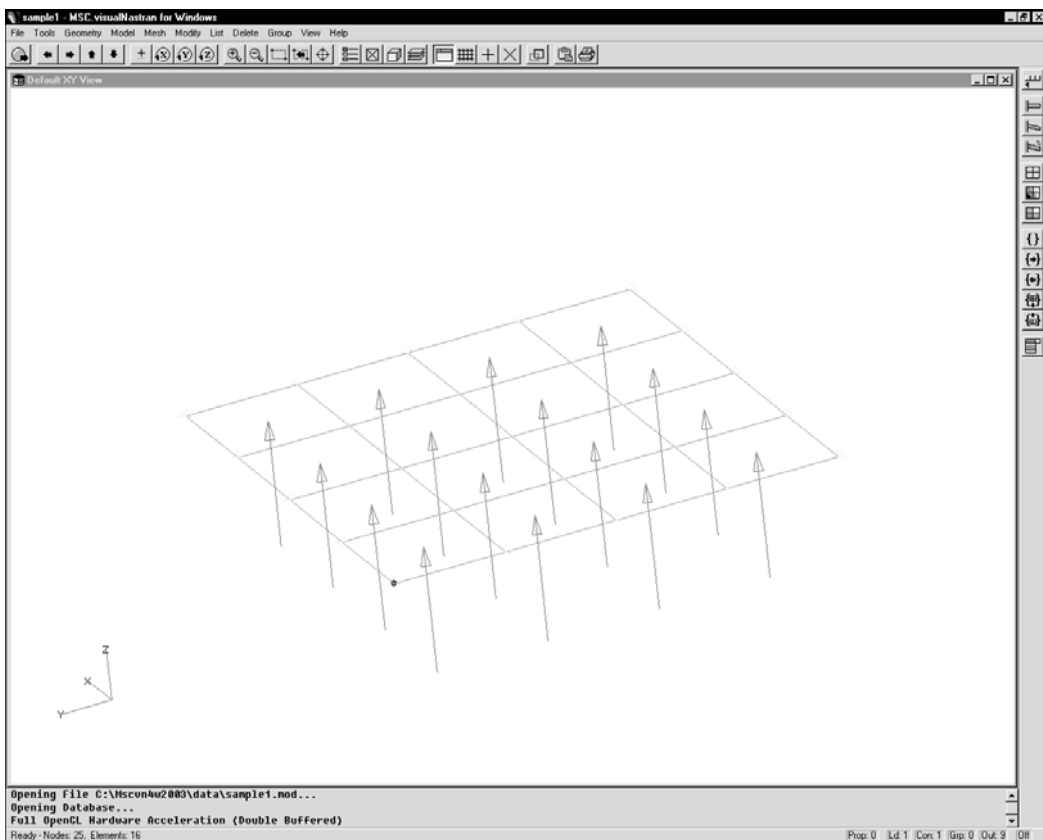


Рис. 1.3

При этом в главном окне среды моделирования должна отобразиться модель пластины, нагруженной давлением (рис. 1.3).

1.3. Конфигурирование

Особого конфигурирования MSC.vN4W после установки, как правило, не требуется (при условии, что система удовлетворяет минимальным требованиям, приведенным в табл. 1.1). Однако в целях повышения производительности работы программы целесообразно произвести некоторые дополнительные настройки. Это касается, в первую очередь, объема доступной памяти и управления ее распределением, выбора разрешения монитора и размещения временных файлов. Настройки осуществляются как в Windows, так и в самой программе.

1.3.1. Конфигурирование Windows

Рассмотрим настройки виртуальной памяти в Windows NT, 2000, XP и Windows 95/98, а также параметров дисплея, которые в этих операционных средах устанавливаются одинаково.

1.3.1.1. Виртуальная память

Для нормальной работы MSC.vN4W при расчете конечно-элементной модели может потребоваться около 200 Мб доступной памяти в зависимости от решаемой задачи. Сюда входят оперативная память (RAM) и объем файла подкачки. Так, если на компьютере имеется 64 Мб оперативной памяти, то целесообразно установить минимальный объем файла подкачки порядка 140 Мб.

1.3.1.2. Установка параметров виртуальной памяти для Windows NT 4.0, 2000, XP

1. Из стартового меню **Пуск** выбрать пункт **Настройки** ⇒ **Панель управления** ⇒ **Система**.
2. В появившемся диалоговом окне выбрать вкладку **Быстродействие** и на ней раздел **Виртуальная память**. Если указанный там объем виртуальной памяти менее 80 Мб, то нажать кнопку **Изменить**.
3. Для выбранного диска, на котором размещается файл подкачки, установить **Исходный размер** не менее 180 Мб (рекомендуется 200 Мб), а **Максимальный размер** – как можно больше (порядка 300 Мб) и нажать кнопки **Установить**, **ОК** и **Заккрыть**. При запросе Windows на подтверждение изменения параметров системы и перезагрузки нажать кнопку **Да**. После перезагрузки Windows назначенные установки вступят в силу.



Указанные размеры файла подкачки можно в совокупности назначить на нескольких дисках, однако при этом снижается производительность работы Windows.

1.3.1.3. Установка параметров виртуальной памяти в Windows 95/98/Me

Управление виртуальной памятью в Windows 95/98/Me производится автоматически в зависимости от потребностей работающих программ и доступных

ресурсов компьютера. Тем не менее целесообразно и в данном случае установить минимальный размер файла подкачки 180–200 Мб. Для этого следует:

1. Из стартового меню **Пуск** выбрать пункт **Настройка** ⇒ **Панель управления** ⇒ **Система**.
2. В появившемся диалоговом окне выбрать вкладку **Быстродействие** и нажать кнопку **Виртуальная память**.
3. Далее выбрать опцию **Параметры памяти устанавливаются вручную**, назначить диск, на котором будет размещен файл подкачки (по умолчанию **C:**) и задать значение **Минимум** 180 Мб, нажать кнопку **Да**. При запросе Windows на подтверждение изменения параметров виртуальной памяти выбрать кнопку **Да**. Нажать кнопку **Закрыть** и на запрос об изменении параметров системы выбрать **Да**. После перезагрузки Windows назначенные установки вступят в силу.

1.3.1.4. Установка режима дисплея

При использовании в MSC.vN4W режима тонирования модели (**Render** – см. главу 4) желательно для драйвера видеоадаптера монитора установить значение **high color**. С этой целью щелкните правой кнопкой мыши на свободном пространстве рабочего стола экрана, выберите во всплывающем меню пункт **Свойства**, в появившемся диалоговом окне **Свойства: Экран** выберите вкладку **Настройка**. В окне **Цветовая палитра** с раскрывающимся списком установите **High Color** (16 бит, 32768 цветов) или **True Color**. Режим тонирования будет работать и при меньшем количестве цветов (256), однако в этом случае возможны недостаточная резкость изображения, искажение цветов и неравномерное затенение.

1.3.2. Конфигурирование MSC.vN4W

Конфигурирование MSC.vN4W может осуществляться путем выбора соответствующих опций в пункте меню **File** ⇒ **Preferences** (Файл ⇒ Установки) среды моделирования либо редактированием соответствующих файлов конфигурации программы.

Запустите программу MSC.vN4W и выберите пункт меню **File** ⇒ **Preferences**. При этом появится диалоговое окно (рис. 1.4), позволяющее изменять настройки пользовательского интерфейса и параметров программы.

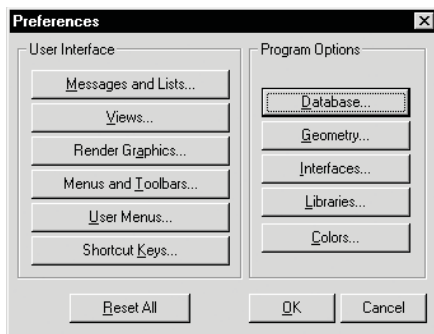


Рис. 1.4

1.3.2.1. Настройка параметров используемой оперативной памяти

Рассмотрим настройку параметров программы управления оперативной памятью, реализованной в MSC.vN4W, позволяющей значительно более эффективно, чем это делает Windows, перераспределять оперативную память при работе MSC.vN4W.

Нажмите кнопку **Database** (База данных). Появится диалоговое окно **Database and Startup Preferences** (База данных и параметры запуска). Выделение оперативной памяти в MSC.vN4W определяется параметрами, представленными в указанном окне (рис. 1.5):

- **Undo Levels** (уровни отката) – максимальное число сохраняемых для отмены операций редактирования модели;
- **Cache Pages** – число выделяемых страниц кэширования памяти;
- **Blocks/Page** – число блоков на страницу памяти; размер одного блока составляет 4096 байт;
- **Max Cached Label** – максимальное значение идентификатора ID для нумерации объектов (узлов, элементов, свойств и др.) модели.

Так, при установках, представленных на рис. 1.5, максимальный объем оперативной памяти, выделяемой для MSC.vN4W, будет равен произведению числа страниц (Cache Pages) на число блоков на страницу (Blocks/Page) и на размер блока, т.е. $15000 \times 11 \times 4096 = 675840000$ байт или $675840000 / (1024 \times 1024) = 644$ Мб.

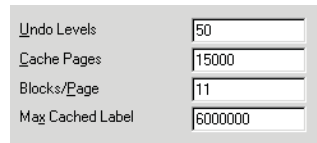


Рис. 1.5

При достаточных ресурсах оперативной памяти компьютера целесообразно выделить под MSC.vN4W большую ее часть, не превышающую, однако, физически доступный объем. Рекомендуемые значения параметров памяти в зависимости от объема ОЗУ компьютера и используемой операционной системы приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Операционная система	Оперативная память (RAM), Мб	Cache Pages – Max	Blocks/Page	Ориентир. объем выделяемой оперативной памяти, Мб
Windows 95/98,	64	6000	1	23
NT, 2000/Me, XP	128	8000	2	62
	256	12000	3	140
	512	15000	5	293
	1000	15000	11	644

Рекомендуемые значения необходимо установить для **Cache Pages** и **Blocks/Page**, нажать ОК, затем одноименную кнопку в диалоговом окне **Preferences**

(рис. 1.4). После этого появляется запрос, в ответ на который для сохранения установок (рис. 1.6) необходимо выбрать кнопку **Yes** (Да).

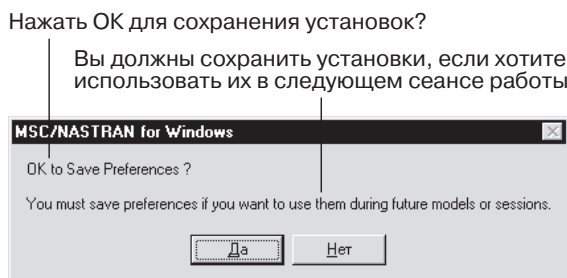


Рис. 1.6

1.3.2.2. Настройка каталога хранения временных файлов

Как видно из табл. 1.1, для хранения временных файлов может потребоваться достаточно большой объем жесткого диска. Обычно эти файлы размещаются в директории Temp Windows, расположенной, как правило, на диске C. Может оказаться целесообразным выделить каталог для временных файлов в другом месте.

В этом случае создайте его на нужном диске, например `c:\scratch`, воспользуйтесь пунктом меню **File** ⇒ **Preferences** и нажмите кнопку **Database** (База данных) в окне **Preferences** (рис. 1.4). В разделе **ScratchDisks** (Диски для временных файлов) введите имя выделенного под временные файлы каталога, как указано на рис. 1.7, и сохраните установки. Они записываются в файл `Femap.ini`, расположенный в каталоге `Mscvn4w2003\Modeler\`, и действуют для программы среды моделирования `Femap.exe`.

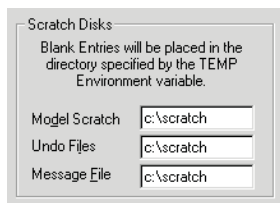


Рис. 1.7

Чтобы задать каталог `c:\scratch` для всего пакета `MSC.vN4W`, отредактируйте маршруты в файле `Mscvn4w2003.ini` (хранится в каталоге Windows) и `NAST2001.rcf` (в каталоге `Mscvn4w2003\solver\conf\`), указав в них `Stat=c:\scratch\mscvn4w2003.txt` и `sdir=c:\scratch` соответственно.

1.4. Типы файлов в MSC.vN4W

В процессе расчета модели и при работе в среде моделирования `MSC.vN4W` создается целая серия *рабочих файлов*, расширения которых перечислены ниже. При затруднениях в отладке модели из отдельных файлов можно получить необходимую дополнительную информацию. В случае успешного завершения расчетов большинство файлов, кроме основного с расширением `.mod`, целесообразно удалить.

1.4.1. Файлы, создаваемые при работе в среде моделирования

.mod – основной файл, хранящий всю информацию о геометрии модели, свойствах используемых материалов, конечных элементов, нагрузок, граничных условиях, конечно-элементной сетке и т.д. – *база данных модели*.

.dat – файл текстового формата, содержащий входные данные для программы конечно-элементного расчета. Создается в процессе трансляции модели.

1.4.2. Файлы, создаваемые в процессе конечно-элементного расчета

.f04 – файл текстового формата, хранящий информацию о системе, времени выполнения этапов расчета, использовании процессора, памяти, выполняемых процедурах, объеме файлов и др.

.f06 – файл текстового формата, содержащий различные виды сообщений (информационные, предупреждающие, об ошибках), сопровождаемые подробными данными с выходными результатами.

.log – файл текстового формата, содержащий информацию о результатах проверки лицензии, коде авторизации, рабочем каталоге, объемах используемой оперативной и виртуальной памяти, времени расчета.

.op2 – файл двоичного формата, содержащий результаты расчета: напряжения, деформации, перемещения и др.

Файлы с расширениями .dat, .f04, .f06, .log, .op2 создаются при каждом сеансе расчета и имеют следующую структуру обозначения: xxxxx000.zzz, где xxxxxx – первые пять символов из названия файла базы данных модели (xxxxxxxxx.mod), 000 – номер сеанса расчета (001, 002 и т.д.), zzz – расширение файла.

Помимо указанных создаются также временные файлы, имеющие расширения .scr, .tmp и др., автоматически удаляемые программой при завершении сеанса расчета.

В MSC.vN4W можно создавать файлы различных форматов (с расширениями .sat, .x_t, .igs, .stp и др. – см. главу 1 части 2) для операций экспорта/импорта данных и *файлы библиотек* материалов, свойств элементов и т.д., имеющие расширение .esp.

Отдельного внимания заслуживает *нейтральный файл FEMAP*, имеющий расширение .neu, текстовый формат и предназначенный для хранения данных о модели в форме, совместимой как с текущей, так и предыдущими версиями MSC.vN4W. Создав в MSC.vN4W новый пустой файл модели и воспользовавшись командой **File** ⇒ **Import** ⇒ **FEMAP Neutral** (Файл ⇒ Импорт ⇒ Нейтральный формат FEMAP), можно импортировать из нейтрального файла модель и сохранить затем ее в файле с расширением .mod, используя пункт меню **File** ⇒ **Save** (Файл ⇒ Сохранить). С помощью файла нейтрального формата можно вставлять различные модели, то есть создавать сборки из отдельно отлаженных частей.



Нейтральный файл имеет, как правило, значительно меньший размер, чем файл `.mod`, поэтому в нем можно хранить модели, предназначенные для помещения в архив. Сохранение текущего файла модели в формате `.neu` осуществляется командой `File ⇒ Export ⇒ FEMAP Neutral` (Файл ⇒ Экспорт ⇒ Нейтральный формат FEMAP).



Поскольку упомянутые выше информационные файлы `.dat`, `.f04`, `.f06`, `.log`, `.op2` создаются при каждом сеансе расчетов, то постепенно в рабочем каталоге они накапливаются в изрядном количестве. Для их периодического удаления целесообразно написать небольшой командный файл с именем, например, `ClearMSC.bat`, имеющий следующий вид:

```
rem Удаление информационных файлов MSC.vN4W
del c:\mscvn4w2003\data\*.dat
del c:\mscvn4w2003\data\*.f06
del c:\mscvn4w2003\data\*.f04
del c:\mscvn4w2003\data\*.log
del c:\mscvn4w2003\data\*.op2
```

Здесь `c:\mscvn4w2003\data\` – имя рабочего каталога для хранения файлов модели; когда используется другой рабочий каталог, в командный файл необходимо внести соответствующие изменения. При запуске `ClearMSC.bat` все перечисленные файлы будут удалены.

Среда моделирования

Интерфейс пользователя 32

Обзор команд меню 35

В данной главе приводится описание основных интерфейсных элементов среды моделирования, в которой осуществляется разработка модели рассчитываемой конструкции (окон, панели команд, кнопок и т.д.). Рассматриваются с разной степенью детализации пункты основного меню программы.

2.1. Интерфейс пользователя

Запустив MSC.vN4W, вы попадаете в среду моделирования (рис. 2.1).

Главное окно функционально объединяет все интерфейсные элементы среды моделирования. В его верхней части располагаются заголовок, содержащий имя загруженного файла, системное меню в виде иконки и в правой части – стандартные для интерфейса Windows кнопки минимизации, изменения размеров и закрытия главного окна.

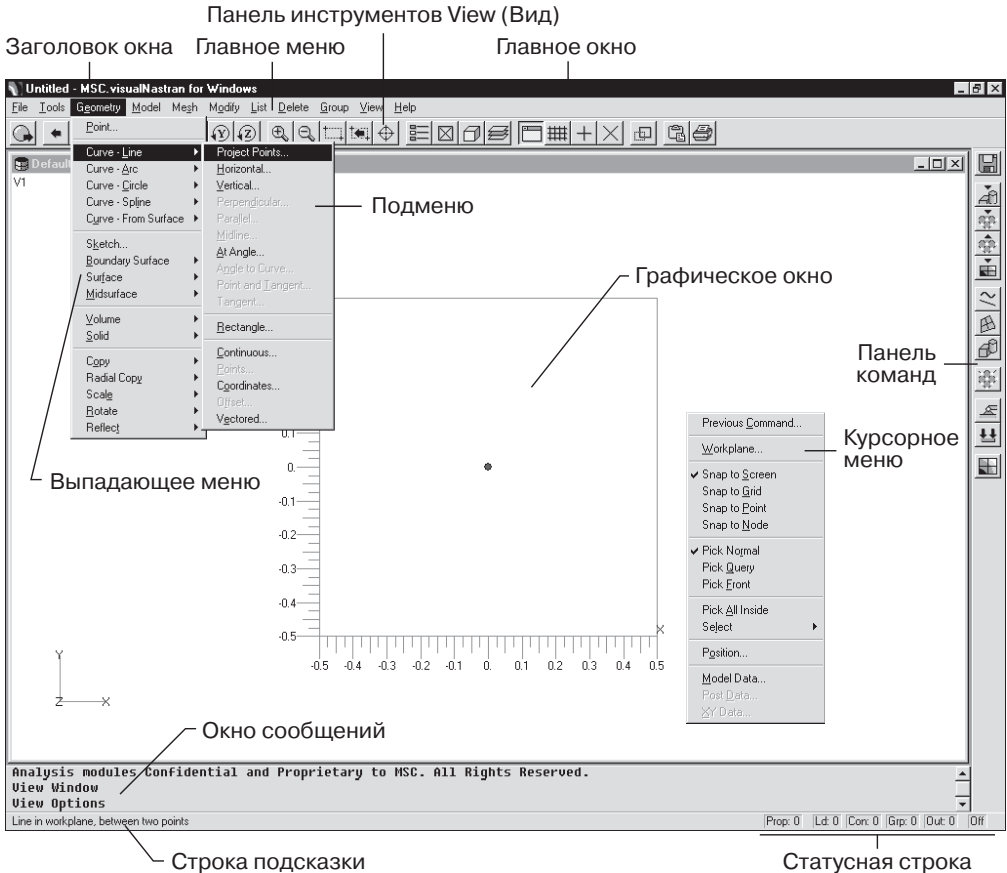


Рис. 2.1

Главное меню содержит группы команд – **File** (Файл), **Tools** (Инструменты), **Geometry** (Геометрия), **Model** (Модель), **Mesh** (Сетка), **Modify** (Изменить), **List** (Список), **Delete** (Удалить), **Group** (Группы), **View** (Вид), **Help** (Справка). В каждом пункте находится выпадающее меню со списком команд; некоторые из них имеют подменю.

Панель инструментов **View** (Вид) содержит кнопки, преимущественно дублирующие команды меню View, которые связаны с опциями отображения разрабатываемой модели (рис. 2.2).