

# Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	5
Глава 1. Анализ прочности рамных конструкций .....	7
1.1. Идеализация геометрии .....	7
1.1.1. Удаление фасок и зазоров .....	8
1.1.2. Объединение тел .....	11
1.1.3. Создание срединных поверхностей .....	12
1.2. Создание КЭ модели .....	12
1.2.1. Задание условий непрерывности КЭ сеток .....	12
1.2.2. Исправление полигональной геометрии .....	14
1.2.3. Создание 2D сетки. Задание физических свойств .....	16
1.2.4. Создание 3D сетки. Задание физических свойств .....	16
1.2.5. Создание 0D и 1D элементов .....	17
1.3. Подготовка расчетной модели и запуск на решение .....	20
1.3.1. Задание условий склеивания частей конструкции .....	21
1.3.2. Задание нагрузок и ограничений .....	22
1.3.3. Выполнение статического анализа .....	23
1.4. Анализ результатов статического анализа .....	24
Глава 2. Расчет НДС вращающихся конструкций .....	26
2.1. Открытие геометрических моделей .....	27
2.2. Создание файлов КЭ и расчетных моделей .....	27
2.3. Создание КЭ модели .....	29
2.4. Задание граничных условий и подслучаев нагружения .....	34
2.4.1. Задание условий циклической симметрии .....	34
2.4.2. Задание ограничений на перемещение .....	35
2.4.3. Задание центробежной нагрузки .....	35
2.4.4. Задание контактного взаимодействия и соединения со склеиванием .....	36
2.4.5. Создание подслучаев нагружения .....	37
2.4.6. Настройка параметров и запуск на расчет .....	37
2.5. Просмотр и обработка полученных результатов .....	37
Глава 3. Нелинейный анализ с учетом контактного взаимодействия .....	40
3.1. Импорт геометрической модели и создание КЭ модели .....	41
3.2. Создание расчетной модели .....	44
3.2.1. Задание ограничений на степени свободы .....	44
3.2.2. Задание давления и условий контактного взаимодействия .....	46
3.2.3. Задание параметров решения .....	48
3.3. Решение и анализ результатов .....	49
Глава 4. Вибропрочность корпусных деталей .....	52
4.1. Просмотр и изменение исходной КЭ модели .....	53
4.2. Подготовка расчетной модели .....	56
4.3. Определение собственных частот и форм свободных колебаний .....	58

4.4. Предварительный анализ динамических характеристик в NX Response Simulation .....	60
4.5. Создание функции ударного воздействия.....	64
4.6. Переходный процесс при ударном воздействии в направлении оси OX.....	64
4.6.1. Создание переходного события.....	65
4.6.2. Вычисление максимальных напряжений.....	67
4.6.3. Построение откликов перемещений.....	68
4.6.4. Вывод распределения перемещения всей конструкции для временной области .....	69
4.6.5. Построение откликов напряжений.....	71
4.6.6. Вывод распределения напряжений для двух временных точек.....	72
4.7. Переходный процесс при ударном воздействии в направлении оси OY.....	74
4.8. Переходный процесс при ударном воздействии в направлении оси OZ.....	76
4.9. Сравнение результатов .....	78
Глава 5. Суперэлементное редуцирование для анализа свободных колебаний .....	80
5.1. Создание КЭ сборки .....	81
5.2. Создание 1D соединений между КЭ моделями .....	83
5.3. Создание расчетной модели без суперэлементного редуцирования .....	85
5.4. Создание условий склеивания поверхность–поверхность .....	85
5.5. Запуск на расчет. Определение собственных частот и форм свободных колебаний .....	86
5.6. Редуцирование одной из компонент CAD сборки .....	87
5.7. Суперэлементное представление компонент КЭ сборки .....	87
5.8. Определение собственных частот и форм колебаний редуцированной модели .....	89
5.9. Просмотр и сравнение результатов.....	90
Глава 6. Моделирование течений в воздуховодах .....	92
6.1. Моделирование течения воздуха по воздуховодам.....	92
6.1.1. Постановка задачи.....	92
6.1.2. Подготовка геометрии.....	93
6.1.3. Построение сеточной модели .....	93
6.2. Подготовка задачи к расчету .....	94
6.3. Экспорт данных .....	103
Глава 7. CFD-анализ работы климатической установки .....	105
7.1. Импорт геометрии .....	105
7.2. Создание области течения .....	106
7.3. Построение сеточной модели.....	106
7.4. Задание граничных условий.....	107
7.5. Визуализация результатов .....	110

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Вы держите в руках вторую книгу на русском языке, адресованную пользователям системы инженерного анализа NX™ Advanced Simulation. Группа CAE компетенций компании Siemens PLM Software поддерживает российских пользователей NX CAE из различных областей промышленности. Мы стараемся делиться накопленным опытом, помогаем адаптировать современные технологии и подходы в разных индустриях.

NX Advanced Simulation является полнофункциональной программной системой для выполнения мультифизических расчетов инженерами различных специализаций – специалистами в области прочности и динамики, специалистами по анализу аэродинамических характеристик, внутренних и внешних течений жидкостей и газов, по анализу систем охлаждения, инженерами-экспериментаторами.

Данная книга представляет собой практическое пособие, в котором собраны семь примеров разобранных решений задач из области автомобилестроения, турбо- и двигателестроения, космического и авиа-, кораблестроения. Мы постарались подобрать примеры так, чтобы они охватывали широкий круг задач из различных дисциплин с учетом многих физических явлений, а также необходимые для их решения инструменты. В начале каждой главы кратко представлены основные инструменты и подходы, использованные для решения описываемой задачи.

В первой главе рассмотрены вопросы анализа прочности рамных конструкций с применением расчетчиками инструментов синхронного моделирования для быстрого изменения геометрии, с построением и сопряжением 1D, 2D и 3D конечно-элементных (КЭ) сеток. В примере использована характерная для локомотивостроения конструкция, но аналогичные подходы и приемы могут быть применены и для других рамных конструкций.

Во второй главе большее внимание уделено построению гексаэдральных структурированных КЭ сеток, в том числе с использованием шаблонных 2D сеток, подготовке геометрии и КЭ сетки для областей контактного взаимодействия, а также постановке специфических граничных условий с учетом циклической симметрии. Рабочее колесо турбомшины выбрано как характерный объект для проведения таких типов расчетов.

Анализ задачи с учетом неупругого поведения материала, пространственного нелинейного контактного взаимодействия, включая контакт тела с самим собой, проведен в третьей главе. Здесь же даны некоторые рекомендации по настройке решений для подобного класса задач.

Анализ динамического поведения, отклик на переменное длительное или кратковременное ударное воздействие являются важной составляющей расчетного обоснования прочности конструкций. На примере корабельного пульта управления в четвертой главе рассмотрена задача вибропрочности, показаны способы представления результатов динамического анализа в виде графиков. Описанные подходы могут быть рекомендованы для использования при динамическом анализе задач из любой отрасли промышленности.

При работе с большими и сложными конструкциями может возникать нехватка как машинного, так и кадрового ресурса. В пятой главе дано описание подхода для оптимизации усилий инженеров при работе со сложными объектами. Использование уникальной технологии КЭ сборки,

а также редуцирования модели (суперэлементного представления) существенно сокращает требуемый для решения задачи ресурс.

Шестая и седьмая главы посвящены вычислительному анализу гидрогазодинамических процессов (CFD). В качестве объекта выбрана система вентиляции легкового автомобиля. Стоит отметить, что описанные подходы могут быть использованы и для других объектов из различных индустрий. В главе подробно рассмотрены приемы по обработке и построению вспомогательной геометрии для CFD-анализа, вопросы построения специфических сеточных моделей с учетом пристеночных призматических слоев, особое внимание уделено обмену данными между несколькими задачами и обработке результатов CFD-расчета.

Эта книга будет полезна тем, кто освоил начала работы в NX Advanced Simulation и кому необходима практика применения системы для различных расчетных задач.

Коллектив авторов желает вам успехов в освоении и применении NX Advanced Simulation!