Как видно из рисунка, нижняя перегородка не обеспечивает необходимой акустической защищенности, для её улучшения необходимо заменить неоднородную конструкцию.

1. Алдошина, И. А. Субъективные и объективные методы оценки разборчивости речи / И. А. Алдошина // Звукорежиссер. – 2002. – №2. – С. 44-48.
2. Изменение разборчивости речи: субъективные методы [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/127064/> (дата обращения: 30.04.2019).
3. Козлачков, С. Б. Методические аспекты оценки защищенности / С. Б. Козлачков // Спецтехника и связь. – 2011. – №2. – С.44-47.
4. Сапожков, М. А. Акустика: Справочник / А. П. Ефимов, А. В. Никонов, М. А. Сапожков, В. И. Шоров. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Радио и связь, 1989. – 336 с.
5. Сравнительный анализ некоторых методов оценки разборчивости речи [Электронный ресурс]. URL:<http://hydromech.org.ua/content/pdf/cons/cons2007-054-065.pdf> (дата обращения: 25.05.2019).

Попов А.А., Асроров А.З., Горшков Е.В.

**Обзор ключевых аспектов работы с универсальной программной системой
конечно-элементного анализа ANSYS**

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/lj-06-2019-152

idsp: ljjournal-06-2019-152

Аннотация

В данной статье рассмотрены основные принципы работы программного комплекса ANSYS, разобран графический интерфейс, основные принципы геометрического моделирования в системе, разобраны особенности модели деформированного состояния балочной конструкции. Результатом работы является сведения о деформации балочной модели конструкции при определенной нагрузке, а также произведен аналитический обзор процесса вывода результатов с точки зрения пользовательской заинтересованности.

Ключевые слова: информационное моделирование, обзор, балочная конструкция, деформируемое состояние конструкции.

Abstract

This article describes the basic principles of the ANSYS software package, disassembles the graphical interface, the basic principles of geometric modeling in the system, and discusses the features of the model of the deformed state of the beam structure. The result of the work is information about the deformation of the beam model of the structure under a certain load, as well as an analytical review of the process of outputting results from the point of view of user interest.

Keywords: information modeling, review, girder construction, deformable state of the structure.

Введение

На сегодняшний день инженерные задачи становятся все более сложными и комплексными, затрагивая одновременно несколько разделов нескольких наук. Например, при решении задачи акустического удара или теплового анализа работы двигателя уже не обойтись аналитическими формулами или узкоспециализированными программами.

Программный комплекс ANSYS, разработанный американской компанией ANSYS inc более 30 лет назад, является лидером среди программных продуктов, позволяющих решать линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные пространственные задачи механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задачи механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей.

Остановимся более подробно на обзоре особенностей данного программного продукта.

Основы работы в ANSYS Workbench

Главным объектом при взаимодействии с ANSYS Workbench является проект. Проект – это совокупность не только геометрических и физических моделей, а также конечно – элементных моделей тел. Он состоит из одного или нескольких блоков, которые реализуют отдельные виды инженерного анализа. На практике можно выделить такие этапы проведения инженерного анализа, как разработка модели, настройка решателя и решение, обработка результатов.

Графический интерфейс Workbench

На рисунке 1 представлено основное окно программы, которое в свою очередь состоит из нескольких окон. Названия окон написаны в заголовках.

Рисунок 1. Основное окно программы ANSYS Workbench

Далее рассмотрим описание и функциональные особенности каждого из окон.

- Окно Project Schematic – основное окно проекта, которое содержит как структурные компоненты проекта, так и связи между ними.
- Окно Toolbox – инструменты проекта. Данное окно содержит несколько разделов: analysis systems (виды инженерного анализа), component systems (отдельные элементы инженерного анализа), custom systems (шаблоны), design exploration (инструменты для оптимизации моделей).
- Окно Properties – свойства выбранного объекта. Все свойства расположены в таблице, где первый столбец – это наименование свойства, второй столбец – значение, либо флаг активации свойства.
- Окно Messages – содержит служебные сообщения (предупреждения, сообщения об ошибках). Если компьютер подключен к интернету, то в данном окне показываются новости, рассылаемые компанией ANSYS.

Работа с проектом в ANSYS Workbench

ANSYS позволяет проводить инженерный анализ разного вида. Некоторые виды представлены ниже:

- Static Structural – статический прочностной анализ;

- Transient Structural – нестационарный прочностной анализ;
- Steady – State – Thermal – стационарный тепловой анализ;
- Transient Thermal – нестационарный тепловой анализ;
- Modal – модальный анализ;
- Linear Buckling – анализ устойчивости.

На рисунке 2 представлен блок статического прочностного анализа.

Рисунок 2. Блок Static Structural

Каждый элемент блока имеет статус, который отображается справа от его имени. Если для элемента блока не определены свойства, то он помечается знаком вопроса и дальнейший анализ невозможен, пока не будут внесены изменения.

Workbench оснащен двумя типами связи, устанавливаемые между блоками: transfer data (простая связь) и share (совместно используемая). Совместно-используемая устанавливает соответствие между связанными ячейками, в этом случае все операции с данными могут быть выполнены только в родительских элементах.

Геометрическое моделирование

Для построения геометрической модели используется элемент Geometry. Design Modeler – модуль в котором создается геометрическая модель, он реализует современные методы моделирования как плоской, так и трехмерной модели. На рисунке 3 представлено основное окно модуля Design Modeler, которое включает в себя следующие элементы: главное меню, панель инструментов, дерево построения, окно свойств выделенного элемента.

Рисунок 3. Окно модуля Design Modeler

В модуле Design Modeler используется стандартная прямоугольная система декартовых координат, при этом каждая ось имеет свой цвет.

Управление материалами и их свойствами

Одним из важных этапов моделирования является выбор материалов для созданных тел и указание их свойств. Для данных целей есть отдельный модуль Engineering Data. Работать с данным модулем можно как до построения геометрической модели, так и после. Ниже в таблице 1 приведено описание структуры рабочей области.

Таблица 1

Описание структуры модуля Engineering Data

Заголовок окна	Описание
Toolbox	Содержит свойства материала
Outline filter	Источники данных о материалах
Outline pane	Отображает структуру содержимого
Properties Pane	Отображает свойства выбранного элемента
Table pane	Табличные данные для элемента
Chart pane	Диаграмма элемента

Генерация конечно – элементной сетки

Для того чтобы получить численное решение, необходимо выполнить разбиение геометрической модели сеткой. Данная процедура выполняется в модуле Mechanical.

Существует два способа генерации сетки:

- Автоматическая генерация сетки
- Генерация сетки с задаваемыми пользователем параметрами

Нагрузки и граничные условия. Настройка решателя

Важным этапом перед получением результатов является определение внешних воздействий (тепловых, механических и т.д.) на конструкцию. Внешнее воздействие обычно определяется на границе созданной модели. «Ограничение» в Workbench – это закрепление, то есть ограничение перемещения, а «нагрузка» - приложение сил или тепловых потоков.

Задание внешних воздействий выполняется в модуле симуляции (рисунок 4). Данный модуль включает в себя следующие элементы: главное меню, панель инструментов, дерево проекта, графическое окно, окно детализации нагрузок, окно графического отображения нагрузок по шагам, окно табличного задания нагрузок.

Рисунок 4. Основное окно модуля симуляции

Результат работы программного комплекса ANSYS.

На практике пакет ANSYS оказался намного результативнее. Модель балочной конструкции, представленной на рисунке 5, смоделирована с помощью универсального CAD редактора DesignModeler, который обладает свойством отзывчивости и ассоциативной понятности для пользователя.

Рисунок 8. Общая деформация конструкции после воздействия внешних факторов

Из рисунка 8 можно сделать вывод о значительных слабых местах конструкции в виде общей деформации модели, которые образовались под воздействием внешних влияющих на модель факторов, где слева указаны предельные коэффициенты деформации, а ниже присутствует возможность в реальном времени отследить момент провисания конструкции с указанием частоты кадров и временем воздействия этих факторов. При каждом изменении параметров факторов необходимо обновлять данные о модели. Здесь программный комплекс показывает низкую производительность процесса, так как в программе присутствует единая база данных, которая значительно замедляет процесс обработки данных. Однако это является и преимуществом данного программного комплекса, так как присутствует возможность быстрого и легкого просмотра информации в текстовом и графическом режимах, изменения и удаления любых указанных данных, а также позволяет обеспечить прямой доступ к данным в любой точке комплекса.

Заключение

Без сомнения, компания ANSYS, Inc продолжает работу по усовершенствованию своего комплекса, так как новые версии выходят с примерной периодичностью раз в полгода, что является отличным показателем на рынке программных продуктов. Это указывает на несомненную необходимость многих инженеров-профессионалов в данном продукте и его надлежащем качестве, ведь многие аспекты разработки технических решений, связанные с модернизацией и выбором оптимальных конструкций, достигаются за счет динамичного и гибкого программного комплекса моделирования, коим и является универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS.

1. Немировский, Ю. В. Математическое моделирование плоских конструкций из армированных волокнистых материалов/ Ю.В. Немировский, Н.А. Федорова // Красноярск: СФУ, 2010. – 136с.
2. Официальный сайт программного комплекса ANSYS [Электронный ресурс]: Форум для пользователей // Программный комплекс ANSYS. - Режим доступа: <http://www.ansys.com/>
3. Демидов, С. П. Теория упругости: учебник для вузов / С.П. Демидов // Высшая школа, 1979. – 432с.
4. Бруйка, В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: учебное пособие / В.А. Бруйка // СГТУ, 2010. – 271 с.
5. Немировский, Ю.В. Об упруго-пластическом поведении армированного слоя / Ю.В. Немировский // Прикл. механика и техн. Физика, 1969. - №6. – 81с.