УДК 69.04

Т.Т. Шириев
Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

Научный руководитель – *кандидат технических наук, доцент* ***Н.И. Марчук***
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

ПОСТРОЕНИЕ СЕТКИ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ КОНСТРУКЦИИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS

Программный комплекс ANSYS является универсальной, многофункциональной системой конечно-элементного (КЭ) анализа. На данный момент ANSYS позволяет решать комплекс поставленных задач в сфере строительства, автомобилестроения, атомной энергетики, электромашиностроения и т.д.

В данной статье будет рассматриваться построение сетки КЭ в ANSYS. Перед построением сетки, необходимо задать геометрию объекта. Для примера была выбрана геометрия одиночного L-образного кронштейна. В системе ANSYS существует 2 способа построения геометрии:

1. Импорт модели (предварительно построенной в другой программе)
2. Создание твердотельной модели непосредственно в программе ANSYS

В нашем случае, для построения геометрии выбран второй способ. Геометрия построена в графическом модуле DesugnModeller (рис. 1).

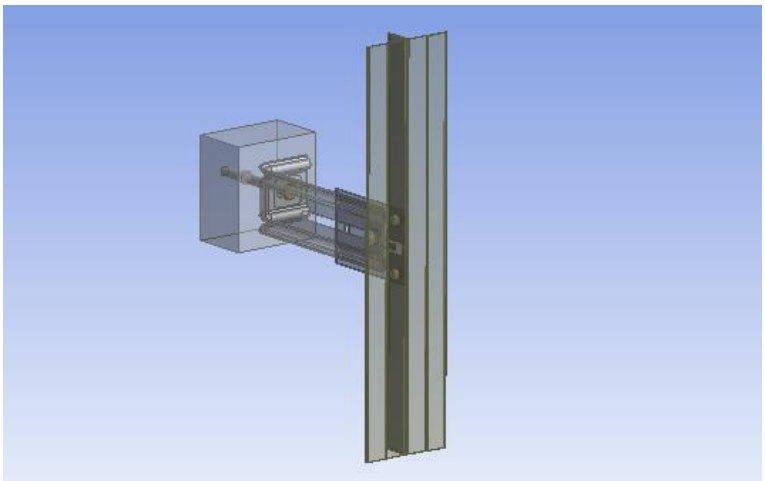

Рис.1. Геометрия объекта в ANSYS

Для построения сетки используется компонент Mesh. Рассмотрим основные методы построения сетки.

1. Automatic method. Автоматический метод построения сетки, при которой программа сама выбирает наиболее подходящий способ построения сетки. Рассмотрим основные инструменты для регулирования качества сетки в данном случае: Relevance (плотность сетки), Relevance center (размер конечных элементов), Element Size (числовое значение среднего размера ребра элемента), Initial Size Seed (генерация сетки с минимальным размером элементов), Smoothing (улучшение сетки путем сдвига узлов), Transition (степень изменения размера элемента).

2. Tetrahedrons method. Метод, при котором генерируется сетка из элементов в форме тетраэдров. При использовании данного метода можно выбрать два алгоритма построения сетки: Patch Conforming и Patch Independent. Рассмотрим оба алгоритма подробнее.

Patch Conforming необходимо использовать в тех случаях, когда в геометрии содержатся малые детали, которые нужно обязательно учесть.

Patch Independent необходимо использовать в тех случаях когда геометрия не содержит деталей малого размера или в тех случаях, когда геометрия имеет плохое качество, содержит в себе зазоры, неровности поверхностей и т.д. Перед тем как построить сетку нам необходимо задать параметр Min Size Limit (минимальный размер элемента). Следующий параметр, который необходимо задать для сложной геометрии это Mesh Based Defeaturing (сетка, основанная на допусках), при выставлении параметра On (включено), появляется параметр Defeaturing Tolerance (значение допусков). Так как геометрия объекта сложная и содержит в себе объекты разной толщины, параметры Min Limit Size и Defeaturing Tolerance будут иметь значения от 2 до 20м.

3. Hex Dominant Method. Данный метод используется для создания сетки КЭ состоящей из элементов в форме гексаэдров. При построении сетки есть параметр Free Face Mesh Type (выбор типа сетки), где можно выбрать Quard/Tri (Кубические/тригональные) или All Quard (все кубические). Данный способ подходит в тех случаях, когда для элемента невозможно построить сетку методом Sweep, также стоит учитывать, сетка строится неупорядоченными элементами, что в свою очередь может негативно повлиять на точность расчета. При построении сетки рекомендуется разбить геометрию на простые объекты и задать для каждого отдельный параметр Mesh Control.

4. Sweep. Метод, при котором сетка КЭ строится из призматических элементов, вытягиваемых по определенной оси, данный способ применим только к объектам, построенным способами Sweep (вытягивание), Revolve (вращение), Extrude (выдавливание) и имеющим Source Face (поверхность источник), Target Face (конечная поверхность) и Sweep Path (ось вытягивания), которая соединяет Source Face и Target Face. При построении сетки необходимо задать параметр выбора Source Face и Target Face, можно выбрать один из пяти вариантов:

Automatic (автоматический), поверхности и ось определяются автоматически, подходит для элементов простой формы.

Manual Source (ручное определение источника), ручное определение поверхности источника и автоматическое определение конечной поверхности. Данный способ подходит для объектов, у которых не совпадают размеры Source Face и Target Face.

Manual Source and Target (ручное определение источника и конечной поверхностей), ручное определение поверхности источника и конечной поверхности. Данный способ подходит для объектов, у которых Source Face и Target Face имеют общие узлы или грани.

Automatic Thin (автоматически тонкий), способ применяемый для тонких элементов, при котором создаются КЭ толщиной в элемент.

Manual Thin (ручной тонкий), способ применяемый, для тонких элементов, при котором вручную выбирается Source Face.

MultiZone. Данный способ основан на автоматическом разделении объектов на две группы, к которым может быть применен метод Sweep или Hex Dominant Method. При построении сетки данным методом есть возможность назначения следующих параметров:

Mapped Mesh Type (управление типом сетки), данный параметр задает форму КЭ в структурированной сетке.

Free Mesh Type (определение типа свободной сетки), параметр определяющий тип КЭ в неструктурированной сетке.

Scr/Trg Selection (поверхность источник/конечная), параметр определяющий поверхности для определения Source Face, Target Face.

Следует учесть, что при использовании метода MultiZone сетка КЭ может построиться не для всех элементов, это связано с тем, данный метод использует способ построения Sweep и Hex Dominant Method.

Список литературы

1. 3d Today [Электронный ресурс]. Режим доступа https://3dtoday.ru/blogs/dagov/ansys-meshing/ (Дата обращения: 12.04.2019).
2. ANSYS blog [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cae-club.ru/publications/novye-vozmozhnosti-po-postroeniyu-setochnyh-modeley-v (Дата обращения: 12.04.2019).
3. ANSYS CLUB [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cae-club.ru/publications/novye-vozmozhnosti-po-postroeniyu-setochnyh-modeley-v (Дата обращения: 12.04.2019).
4. ANSYS HELP [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ansyshelp.ansys.com/ (Дата обращения: 12.04.2019).
5. Котович А.В., Станкевич И.В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов: учебное пособие // МГТУ им. Баумана, М: 2012.
6. Скворцов Ю. В. Использование МКЭ-пакета ANSYS для решения задач механики деформируемого твердого тела [Электронный ресурс]: интерактивное мультимедийное пособие/ Ю. В. Скворцов, С. В. Глушков; Минобнауки России, Самар.гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (Нац. Исследю ун-т). Электрон. текстовые и граф. дан. – Самара, 2011 – 1 эл.опт
7. Трушин С.И. Метод конечных элементов: учебное пособие // Москва: АСВ, 2008.