

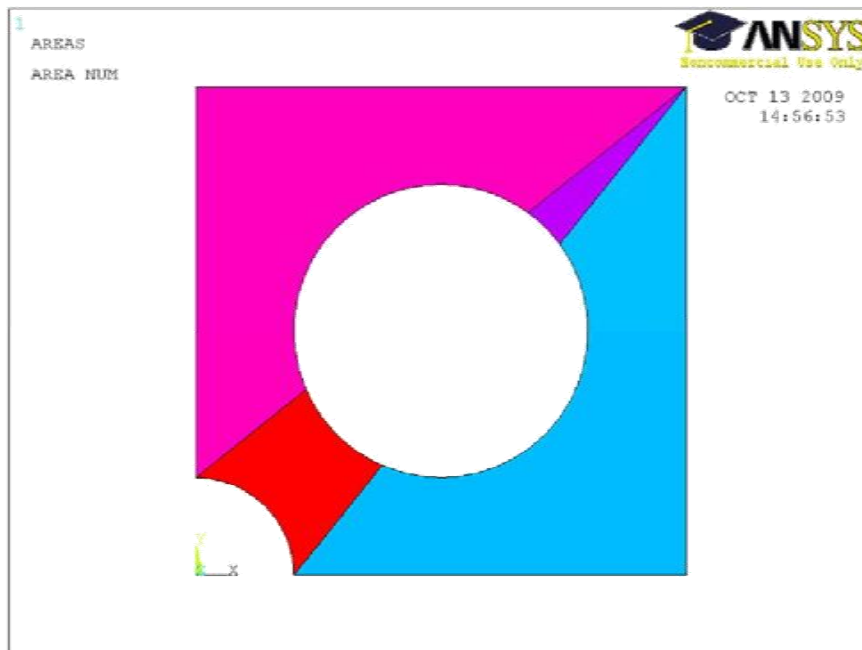
Создание вычислительной сетки

При решении краевых задач методом конечных элементов важно построить качественную регулярную (структурированную) четырехугольную, а в пространственном случае гексаэдрическую вычислительную сетку, если это позволяет геометрия модели. Такая сетка создается потому что, во-первых, она содержит как минимум вдвое меньше элементов, чем аналогичная треугольная (тетраэдрическая), что уменьшает время разбиения и решения задачи, а, во-вторых, в некоторых случаях улучшает сходимость задачи и повышает качество результатов расчетов. Известно, что при решении задач о течении жидкостей в каналах следует располагать элементы вдоль линий тока. В таком случае четырехугольники могут быть немного вытянутыми по направлению течения жидкости.

Построение регулярных вычислительных сеток во многих случаях является нетривиальной задачей, что объясняется сложностью геометрии.

ANSYS позволяет создавать плоские регулярные сетки на регулярных поверхностях, то есть поверхностях, ограниченных 3-4 линиями. В случае, если поверхность ограничена более, чем 4 линиями, существует возможность выбора углов поверхности для создания такой сетки.

Рассмотрим следующую геометрию и попытаемся создать на ней регулярную четырехугольную вычислительную сетку.



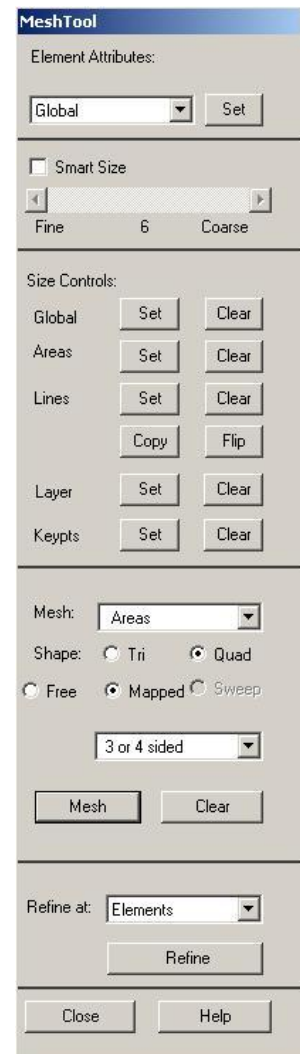
Перед тем, как создавать вычислительную сетку, требуется выбрать элемент (выбор элемента означает выбор уравнений, описывающих моделируемый процесс, то есть уравнений, которые будут решаться программой в той области, которую этим элементом разбивают).

Мы будем использовать элементы Flotran, которые моделируют уравнения Навье-Стокса, описывающие течение вязких, несжимаемых жидкостей (например, вода, кровь). Выбор элементов производится в меню Preprocessor->Element type->Add/Edit/Delete->Add->Flotran CFD->2D Flotran 141. Выбрав элемент, мы можем приступить к созданию вычислительной сетки.

В плоском случае возможны два типа сеток: треугольная (элемент сетки - треугольник), четырехугольная (элемент сетки четырехугольник).

Остановимся более подробно на создании четырехугольной сетки.

Выполним Preprocessor->Meshing->Meshtool.



Окно разделено на 4 поля:

Element attributes (клавишей set производится выбор элемента, материала и некоторых других параметров);

Size controls (клавишами Set задаются размеры элементов и разбиение геометрических объектов, а клавишами Clear производится удаление разбиений);

Mesh (непосредственное создание сетки – выбор объекта, на котором создается сетка, выбор типа элементов сетки и типа сетки);

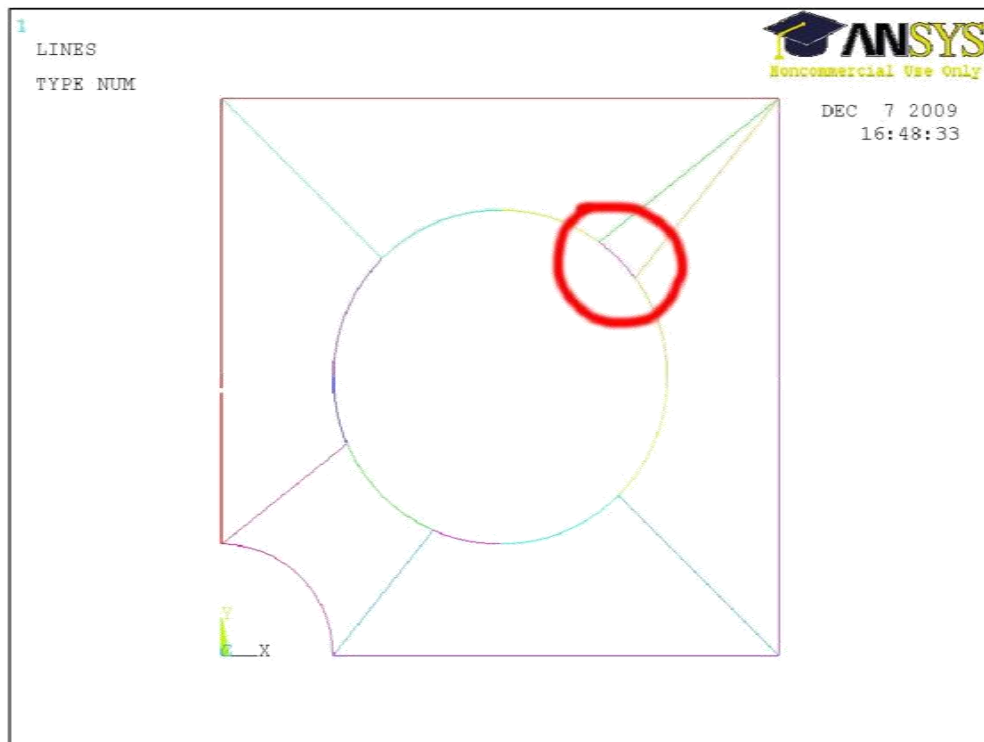
Refine at (поле, где задаются параметры измельчения уже созданной сетки).

Перейдем к процессу создания вычислительной сетки на выбранной геометрии. Из рисунка видно, что геометрия состоит из 4 поверхностей, две из которых являются регулярными, а две – нет.

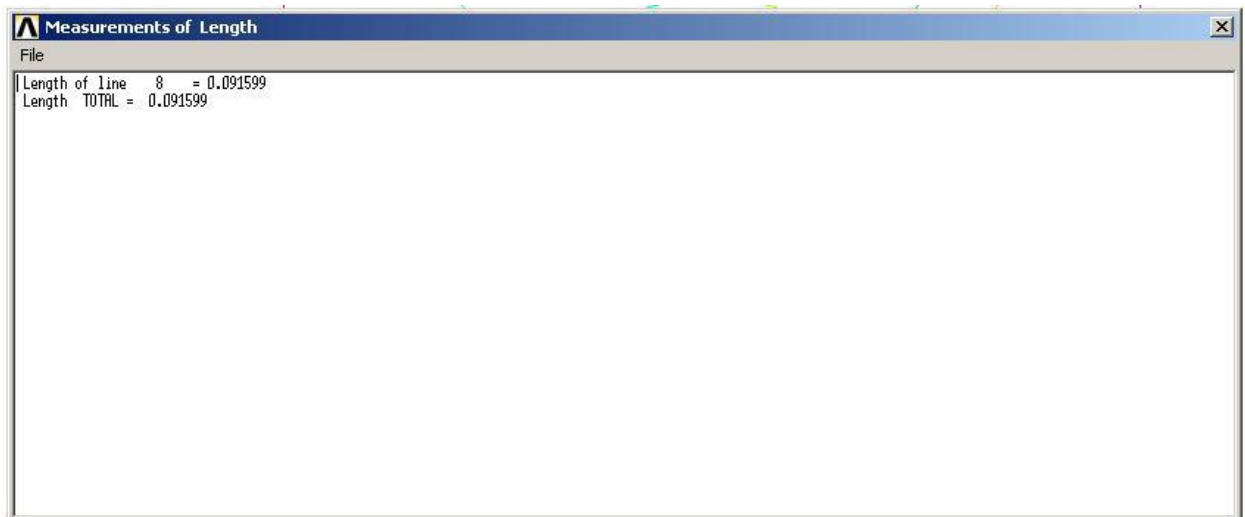
Каждую из двух нерегулярных поверхностей поделим на две регулярные. В итоге получим 4 регулярные поверхности, на которых сможем построить регулярную вычислительную сетку описанным выше способом. Соединим левый верхний и правый нижний углы квадрата прямой линией. Будем использовать эту линию для разбиения нерегулярных поверхностей на регулярные (операция Booleans->Divide->Area by line).

Разобьем получившиеся поверхности на сетку следующим образом: зададим глобальный размер элемента (Preprocessor->Meshing->Meshtool->Size controls->Global).

Для этого нам потребуется вспомнить (или узнать) характерный размер линий, ограничивающих разбиваемые поверхности. Можем сделать это следующим образом List->Picked entities->Query Item->Length.

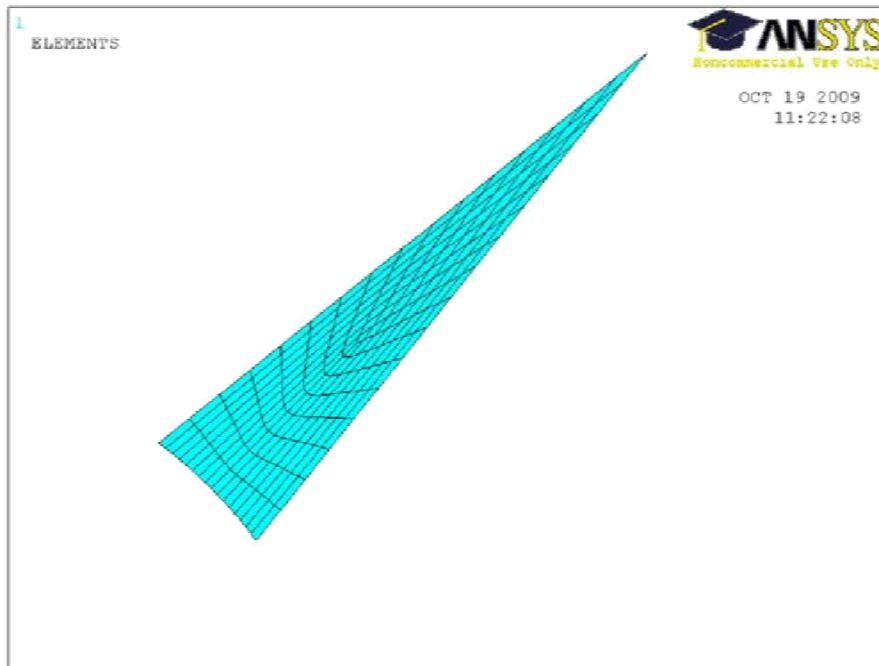


Далее выбираем линию, как показано на рисунке выше (обычно выбирают самую короткую по длине линию). На экране появится окно с параметрами выбранной линии.

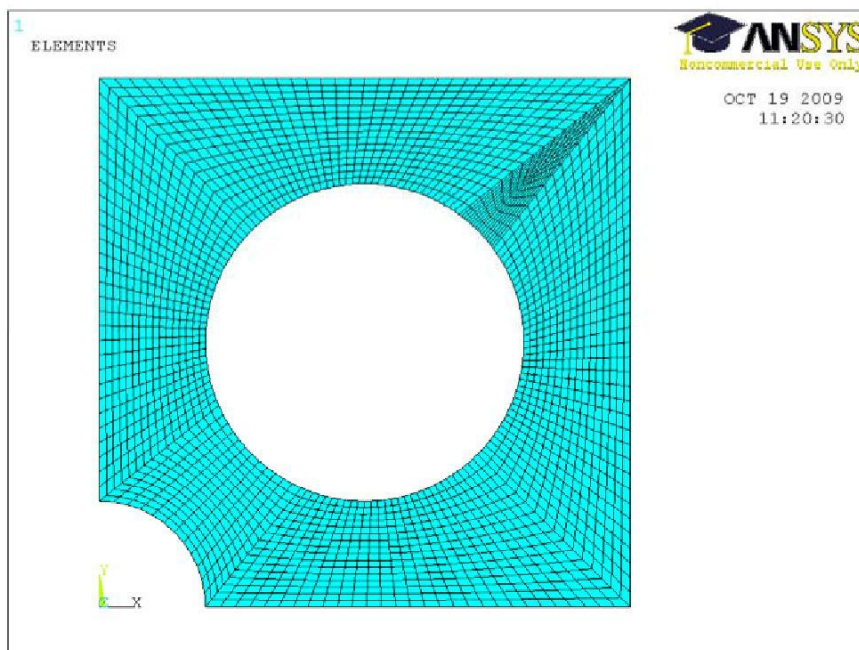


Нас интересует параметр Length TOTAL, он равен 0.091599. Задаем размер элемента таким образом, чтобы на выбранной линии уместилось как минимум 10 элементов (в дальнейшем мы сможем улучшить сетку с помощью Preprocessor->Meshing->Meshtool->Refine).

В поле Mesh выбираем Areas, Mapped, 3 or 4 sided и создаем вычислительную сетку на криволинейном треугольнике.



Далее в поле Mesh выбираем Areas, Quad, Mapped, pick corners, жмем кнопку Mesh и выбираем последовательно поверхности (самостоятельно указывая программе углы криволинейных четырехугольников) и получаем следующую вычислительную сетку.



Важно отметить порядок разбиения поверхностей. Следует сначала разбивать криволинейный треугольник, а затем в направлении по часовой или против часовой стрелки криволинейные четырехугольники. Это следует делать потому, что если сначала разбить криволинейные четырехугольники,

а только потом перейти к разбиению треугольника, то возможна, что число элементов на боковых сторонах треугольника не совпадет и тогда создание регулярной вычислительной сетки будет невозможно.

Задания для самостоятельной работы

1. Построить регулярную четырехугольную вычислительную сетку для треугольника с вырезанным четырехугольником, созданного в задании 3 ранее. Перед построением вычислительной сетки требуется объединить одинаковые геометрические объекты, которые могут появиться при создании модели. Объединение производится командой Preprocessor->Numbering Ctrl->Merge items (задан параметр Type of item to be merge = All).

Использовать элемент Flotran CFD->Flotran141, размер элемента задавать так же, как и в рассмотренном выше примере. В случае треугольника следует разбить поверхность на несколько регулярных с помощью опции деления поверхности линией. Для создания нужных линий требуется поместить на стороны треугольника точки с помощью инструмента Create->Keypoints->On line и указать положение точки на линии мышью. Альтернативный способ Create->Keypoints->On line w/Ratio (здесь нужно будет указать положение точки на линии в долях единицы, где 0 – начало линии, 1 – конец линии).