

## Н-03 (ANSYS)

Формулировка задачи:

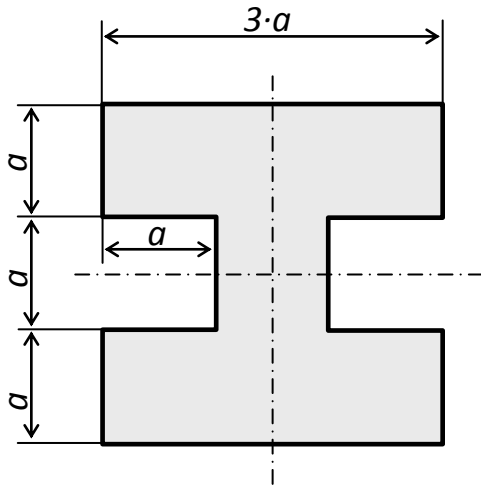


Рис. 1.

*Дано:* поперечное сечение, изображённое на рис. 1.

*Найти:* момент инерции  $I_x$  относительно горизонтальной оси изгиба  $x$  – главной центральной оси поперечного сечения.

Сечение дважды симметрично. Значит, его центр тяжести находится на пересечении осей симметрии, а сами оси симметрии являются главными центральными осями  $x$  и  $y$  (рис. 2). В конспекте [Н-03](#) содержится вычисление момента инерции относительно оси изгиба:

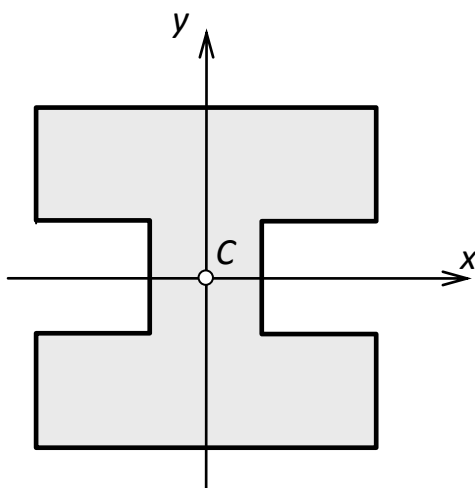


Рис. 2.

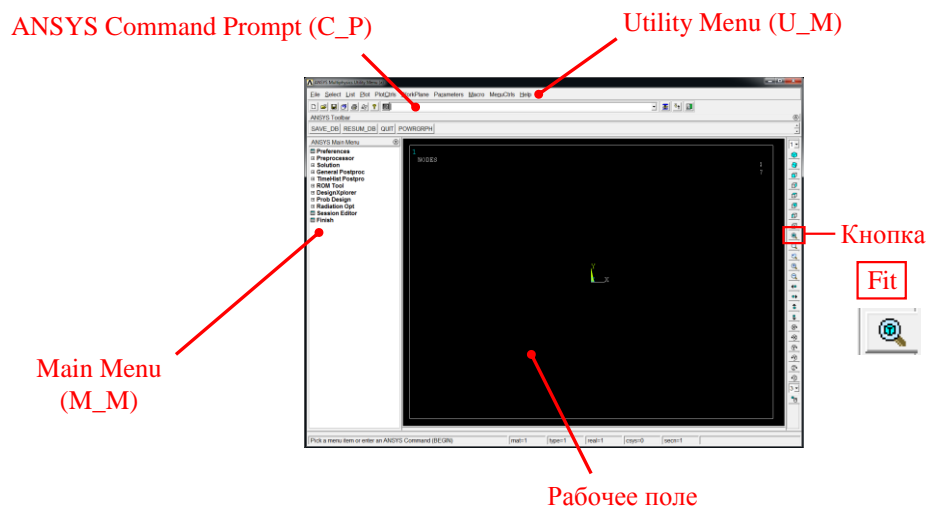
$$A = 7 \cdot a^2 \quad (1)$$

$$I_x = \frac{79}{12} \cdot a^4 = 6,583 \cdot a^4 \quad (2)$$

Задача данного примера: при помощи ANSYS Multyphysics вычислить  $A$  и  $I_x$  численно.

## Предварительные настройки:

Для решения задачи используется ANSYS Multiphysics 14.0:



С меню M\_M и U\_M работают мышью, выбирая нужные опции.

В окно C\_P вручную вводят текстовые команды, после чего следует нажать на клавиатуре **Enter**.

Меняем чёрный цвет фона на белый:

```
U_M > PlotCtrls > Style > Colors > Reverse Video
```

Нумеровать точки, линии и поверхности твердотельной модели:

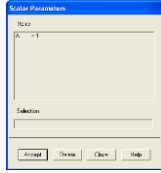
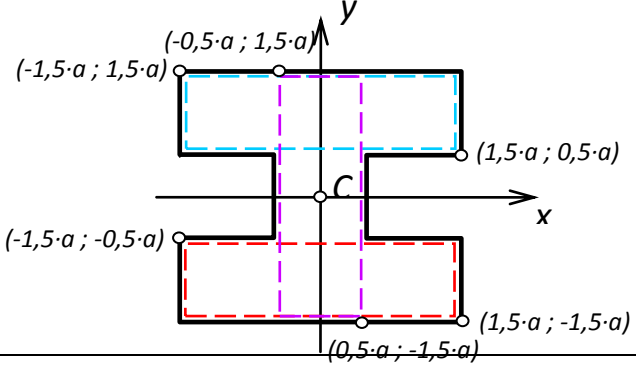
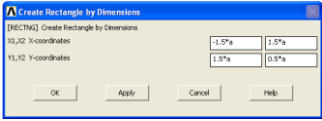
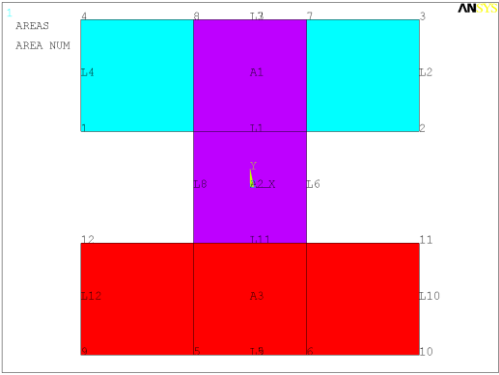
```
U_M > PlotCtrls > Numbering >
Отметить KP, LINE, AREA,
Установить Elem на "No numbering",
Установить [/NUM] на "Colors & numbers" >
> OK
```

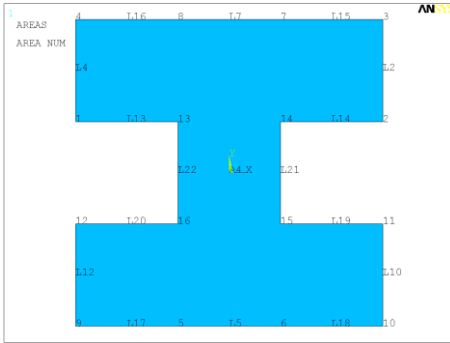
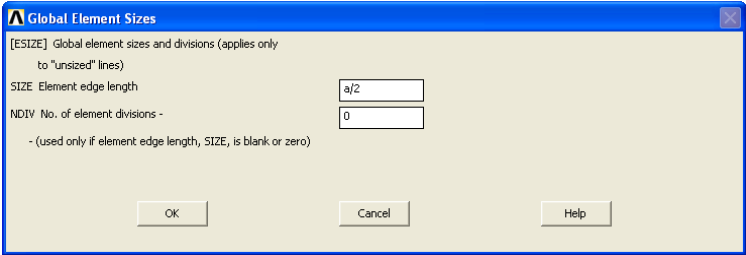
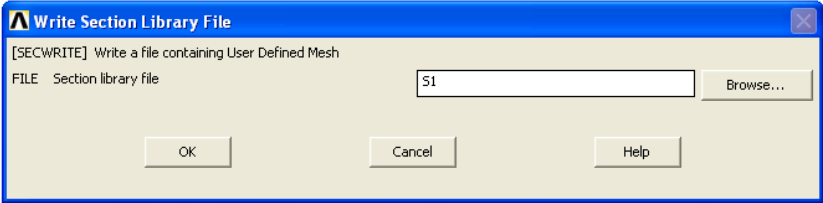
Увеличить размер шрифта:

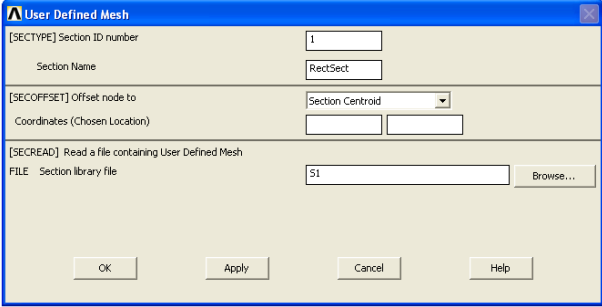
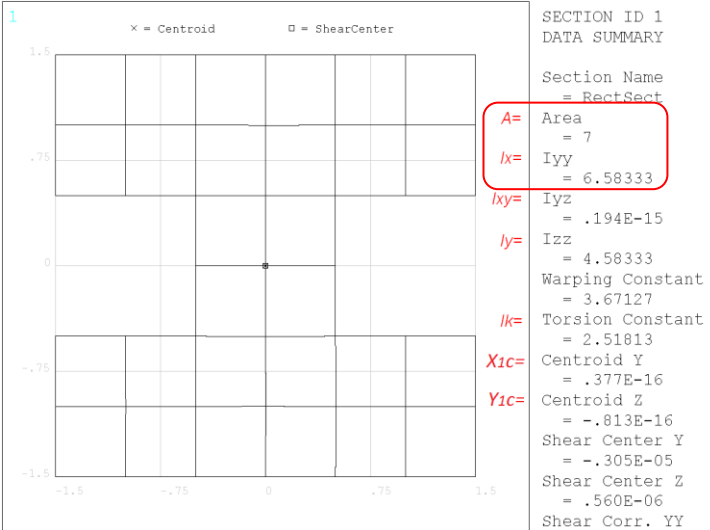
```
U_M > PlotCtrls > Font Controls > Legend Font >
Установить «Размер» на «22» > OK
U_M > PlotCtrls > Font Controls > Entity Font >
Установить «Размер» на «22» > OK
```

Предварительные настройки выполнены, можно приступать к решению задачи.

Решение задачи: Приравняв  $a$  к единице, результат получим в виде коэффициентов перед формулами (1) и (2), обозначенных синим цветом..

№	Действие	Результат
1	<p>Задаём параметры расчёта – базовые величины задач:</p> <p>U_M &gt; Parameters &gt; Scalar Parameters &gt;            A=1 &gt; Accept &gt;            &gt; Close</p>	
2	<p>Сечение может быть составлено составлением или наложением трёх прямоугольников. Вычисляем на бумаге координаты их углов в системе координат главных центральных осей:</p>	
3	<p>Рисуем эти прямоугольники:</p> <p>M_M &gt; Preprocessor &gt; Modeling &gt; Create &gt; Areas &gt;            &gt; Rectangle &gt; By Dimensions</p> <p>X1, X2 пишем в окошках <math>-1.5*a</math> и <math>1.5*a</math>            Y1, Y2 пишем в окошках <math>1.5*a</math> и <math>0.5*a</math>            &gt; Apply &gt;</p> <p>X1, X2 пишем в окошках <math>-0.5*a</math> и <math>0.5*a</math>            Y1, Y2 пишем в окошках <math>1.5*a</math> и <math>-1.5*a</math>            &gt; Apply &gt;</p> <p>X1, X2 пишем в окошках <math>-1.5*a</math> и <math>1.5*a</math>            Y1, Y2 пишем в окошках <math>-0.5*a</math> и <math>-1.5*a</math>            &gt; OK</p> <p>U_M &gt; Plot &gt; Areas</p>	 

№	Действие	Результат
4	<p><i>Сливаем прямоугольники в единую фигуру:</i></p> <p>M_M &gt; Preprocessor &gt; Modeling &gt; Operate &gt; Booleans &gt; &gt; Add &gt; Areas &gt; Pick All</p> <p>U_M &gt; Plot &gt; Areas</p>	
5	<p><i>Размер стороны элемента для разбиения:</i></p> <p>ANSYS разбивает площадь сечения на плоские четырёхсторонние неисполняемые конечные элементы. Для каждого такого элемента отработаны формулы поиска площади, центра тяжести и т.д. Оперируя этими величинами, программа ищет геометрические характеристики всего сечения.</p> <p>M_M &gt; Preprocessor &gt; Meshing &gt; Size Cntrls &gt; ManualSize &gt; Global &gt; Size Size пишем, например a/2 &gt; OK</p>	
6	<p><i>Разбиваем фигуру на элементы и сохраняем разбиение на диске:</i></p> <p>M_M &gt; Preprocessor &gt; Sections &gt; Beam &gt; Custom Sections &gt; &gt; Write From Areas &gt;</p> <p>Окно "Line element sizes..." закройте; Левой кнопкой мыши нажать на построенную фигуру &gt; OK</p> <p>В появившемся окне "Write Section Library File" в поле FILE напишите имя файла типа ".SECT", в котором будет храниться разбиение построенной фигуры, например S1 &gt; OK</p>	

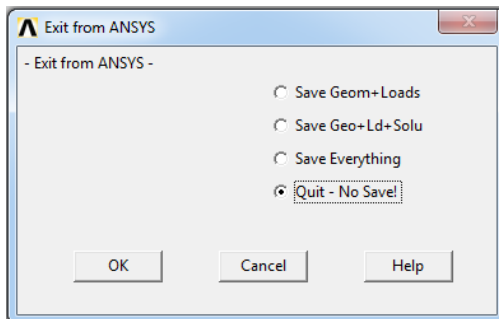
№	Действие	Результат
7	<p>Считываем разбиение с диска, указываем его, как параметры поперечного сечения №1:</p> <p>M_M &gt; Preprocessor &gt; Sections &gt; Beam &gt; Custom Sections &gt; &gt; Read Sect Mesh &gt;</p> <p>[SECTYPE] пишем 1</p> <p>Section Name пишем название сечения, например RectSect</p> <p>[SECREAD] пишем название сохранённого файла S1</p> <p>&gt; OK</p>	
8	<p>Получаем геометрические характеристики сечения №1:</p> <p>M_M &gt; Preprocessor &gt; Sections &gt; Beam &gt; Plot Section</p> <p>[Secplot] установить "1 Rect Sect"</p> <p>Show section mesh? установить "Yes"</p> <p>&gt; OK</p> <p>Смотрим результаты:</p> <p>Среди прочих геометрических характеристик находим момент инерции относительно горизонтальной центральной оси (оси изгиба)</p> $A = 7 \cdot a^2$ $I_x = 6,583 \cdot a^4$ <p>что практически совпадает с результатом аналитического расчёта.</p>	

Сохраняем проделанную работу:

U\_M > File > Save as Jobname.db

Закройте ANSYS:

U\_M > File > Exit > Quit - No Save! > OK



После выполнения указанных действий в рабочем каталоге остаются файлы с расширениями “.db”, “.err”, “.log”, “.SECT”.

Интерес представляют “.db” (файл модели) и “.SECT” (разбиение поперечного сечения на элементы). Остальные файлы промежуточные, их можно удалить.