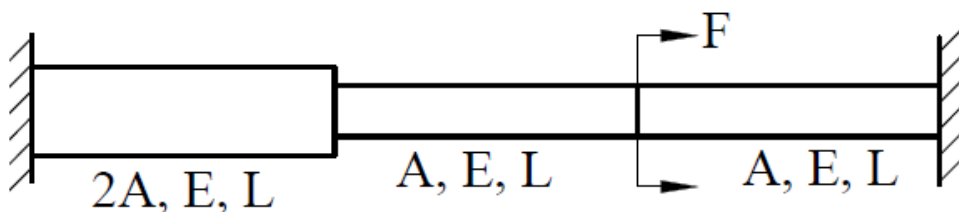


## Лабораторные работы №1-2 «Решение задач растяжения-сжатия в программном комплексе ANSYS Mechanical APDL»

### Задача №1

Условие задачи:



$L=100$  мм;  $A = 4$  мм<sup>2</sup>;  $F=1000$  Н;  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа;  $\mu = 0.3$ ;

**ADPL** - Advance Design Program Language – встроенный в ANSYS язык программирования. Любые действия пользователя, выполненные через интерфейс комплекса, дублируются командами на данном языке.

**Вызов Log- файла:**

List -> Files -> Log File

**Структура языка:**

- Обычные команды. Начинаются с латинской буквы. При редактировании текстового файла эти команды остаются без изменений.

Например:

`E,1,2`

`N,2,L,0,0`

- «Слеш-команды» - команды, которые начинаются с символа «/» и за редким исключением являются командами управления экраном. Эти команды можно из текстового файла удалять.

Исключения:

`/PREP7` – команда входа в preprocessor

`/SOL` – команда входа в solution

`/POST1` – команда входа в general postprocessor

`/POST26` – команда входа в time history postprocessor

- Команды, начинающиеся со знака «\*». Такие команды отвечают за работу с переменными и элементами программирования.

Например:

`*DO,J,1,10,1`

- Комментарии в программе - начинаются они с символа «!».

### Особенности команд:

- Не различимы заглавные и прописные буквы;
- Каждая команда на своей строке;
- Команды на одной строке разделяются символом "\$";
- Свободный формат ввода команд (не чувствительны к "пробелам");
- Для многих аргументов команд есть значения "по умолчанию";

### Этапы решения задачи и команды им соответствующие

#### 1. Начало программы

*FINISH*

*/CLEAR*

Данный набор команд очищает текущий сеанс (удаляет все созданные геометрические и конечно-элементные объекты, параметры, настройки и т.д.

#### 2. Задание параметров:

<p>Первый способ (интерфейс):</p> <p><i>*SET,A,B</i></p> <p><i>A – параметр, B- значение параметра.</i></p> <p><i>Например: *SET,F1,10000</i></p>	<p>Второй способ: <i>F1=10000</i></p>
---	---------------------------------------

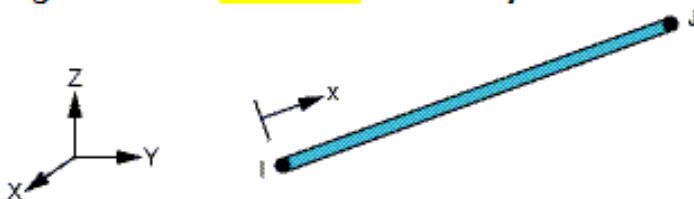
#### Особенности задания параметров:

- Используется только латиница;
- ANSYS не различает заглавные (D) и прописные (d) буквы;
- $E=2 \cdot 10^5$  задается как  $E=2e5$ ;  $a=3 \cdot 10^{-6}$  задается как  $a=3e-6$ ;
- Для возведения в степень используется двойное умножение:  $E=2 \cdot 10^5$  задается как  $E=2 \cdot 10^{**5}$
- При создании переменных можно использовать формулы;
- ANSYS не различает размерности: за размерность отвечает пользователь;

#### 3. Выбор конечного элемента:

Элемент **LINK180**

Figure 180.1 **LINK180** Geometry



$$[k^{(e)}] = \left( \frac{EA}{L} \right)^{(e)} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

*ET, ITYPE, Ename*

Где *ITYPE* - номер конечного элемента в таблице элементов, *Ename* - название элемента согласно номенклатуре элементов в ANSYS.

Например: *ET, 1, LINK180*

*ET, 2, BEAM188*

Команда входа в *preprocessor*: */PREP7*

#### 4. Задание геометрических параметров конечного элемента:

*SECTYPE, SECID, TYPE*

*SECDATA, VAL1*

Где *SECID* - номер поперечного сечения в таблице сечений, *TYPE* - тип элемента для которого создается сечение (для задачи растяжения-сжатия *TYPE = LINK*), *VAL1* - величина площади поперечного сечения

Например: *SECTYPE, 1, LINK*

*SECDATA, A*

#### 5. Свойства материала:

*MP, LAB, MAT, C0*

Где *LAB* - маркер, указывающий какая мех. хар-ка задается *MAT* - номер материала в таблице моделей материала *C0* - величина механической характеристики

Для линейного, упругого, изотропного материала *LAB*:

Модуль упругости: *LAB = EX*

Коэффициент Пуассона: *LAB = PRXY*

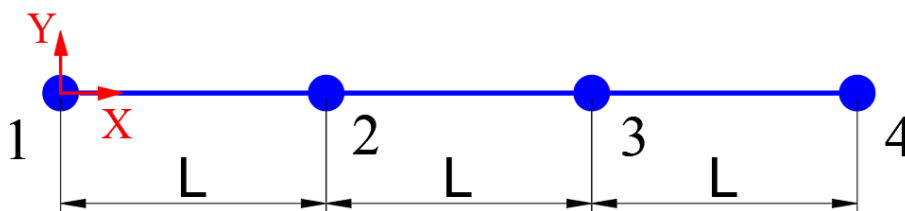
Например: *MP, EX, 1, E*

#### 6. Создание узлов конечно-элементной модели:

*N, NODE, X, Y, Z*

Где *NODE* – номер узла, *X, Y, Z* – координаты *X, Y, Z* в текущей системе координат

Например: *N, 1, 0, 0, 0*

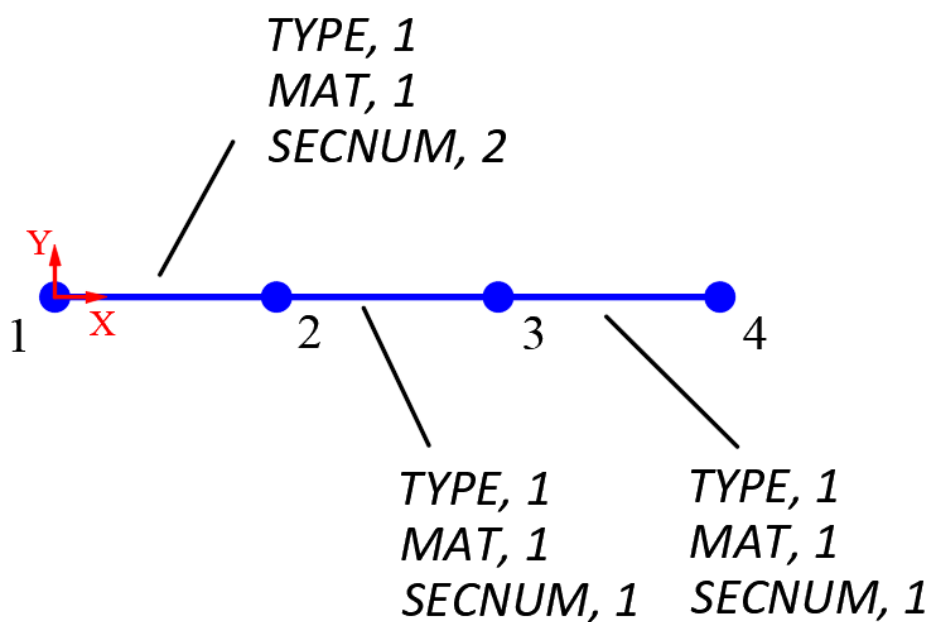


## 7. Создание элементов конечно-элементной модели:

*TYPE, ITYPE*  
*MAT, MAT*  
*SECNUM, SECID*

*E, I, J*

Где *ITYPE*, *MAT*, *SECID* – номера элемента, материала и поперечного сечения создаваемого конечного элемента, *I*, *J* – номера узлов, через которые проходит элемент



## 8. Закрепление узлов:

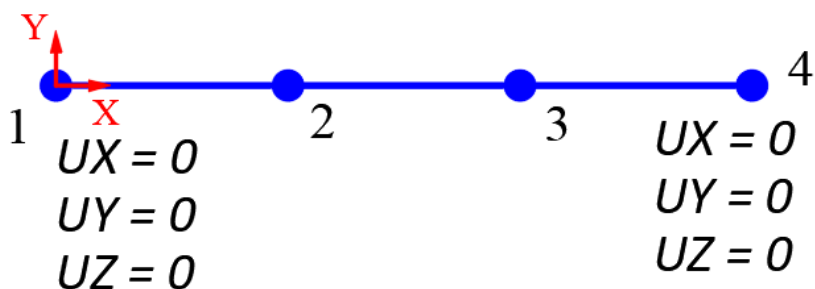
*D, NODE, Lab, VALUE*

Где *NODE* – номер узла, *Lab* – маркер, указывающий какое из перемещений задается, где *VALUE* – значение перемещения

Для элемента *LINK180* значения *LAB*:

*UX*, *UY*, *UZ* – перемещения вдоль глобальных осей *X*, *Y*, *Z*, *ALL* – перемещения вдоль всех трех осей

Команда входа в solution: */SOL*



Например *D, 1, ALL, 0*

## 9. Приложение сосредоточенных сил:

*F, NODE, Lab, VALUE*

Где *NODE* – номер узла, *Lab* – маркер, указывающий какое в каком направлении приложена сила, *VALUE* – значение приложенной силы

Для элемента *LINK180* значения *LAB*:

*FX, FY, FZ* – силы вдоль глобальных осей *X, Y, Z*, *ALL* – силы вдоль всех трех осей

Например *F, 3, FX, F*

Запуск программы на счет:

*OUTRES, ALL, ALL*

*SOLVE*

Первая команда нужна, чтобы программный комплекс все просчитанные результаты передал в модуль для их просмотра. Вторая команда непосредственно запускает расчет.

Просмотр результатов

Команда входа в *general postprocessor*:

*/POST1*

Считывание результатов расчета на последнем шаге нагружения:

*SET, LAST*

1) Просмотр деформированного состояния конструкции

*PLDISP, 1*

2) Список узловых перемещений:

*PRNSOL, U, COMP*

3) Список узловых реакций (реакций в опорах):

*PRRSOL*

4) Построение эпюр нормальных сил:

*ETABLE, N, SMISC, 1*

*PLLS, N, N*

5) Построение полей напряжений:

*PLESOL, S, X*

Полезные команды

1) Отображение конечных элементов с учетом размеров поперечных сечений:

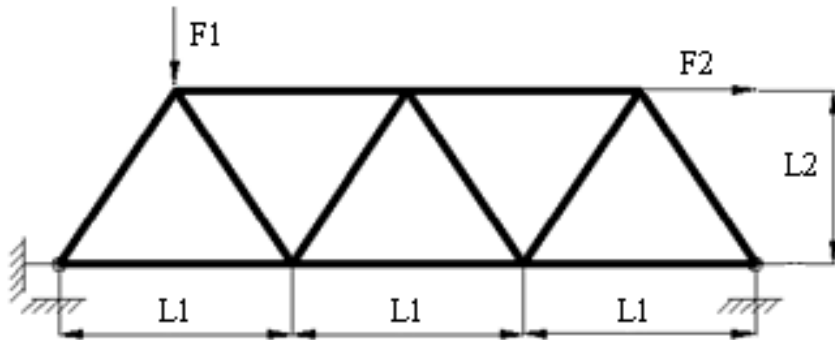
*/ESHAPE, 1*

2) Обновление изображения на экране

GPLOT

## Задача №2

Условие задачи:



$L1=2$  м;  $L2=1.5$  м;  $A=0.002$  м<sup>2</sup>;

$F1=10000$  Н;  $F2=20000$  Н;

$E = 2 \cdot 10^{11}$  Па;  $\mu = 0.3$ ;