

Лекция №13

- **Основы APDL: Параметры ANSYS, стандартные функции, работа с файлами.**

APDL – это параметрический язык моделирования программного комплекса ANSYS (ANSYS Parametric Design Language). APDL является языком сценариев (или макроязыком), который может быть использован для автоматизации решения задач в ANSYS с использованием определенного набора параметров. Файлы, содержащие команды ANSYS и APDL, в документации ANSYS называют командными файлами либо макросами.

Макросы могут записываться, редактироваться и выполняться средствами ANSYS.

Запуск макроса осуществляется командой

- ***USE, Name, ARG1, ARG2, ARG3, ARG4, ARG5, ARG6, ARG7, ARG8, ARG9, ARG10, ARG11, ARG12, ARG13, ARG14, ARG15, ARG16, ARG17, ARG18**

Здесь Name – имя файла, а ARG1 - ARG18 – список параметров макроса.

Доступ к параметрам макроса осуществляется через идентификаторы ARG1 - ARG18.

**Например, если макрос sample1.mac
содержит текст:**

`p1=arg1`

`p2=arg1/arg2`

ТО ПОСЛЕ ВЫЗОВА макроса командой

`*use, sample1.mac, 12, 10`

параметры p1 и p2 будут иметь значения

`p1=12`

`p2=1.2`

Параметры ANSYS.

Параметры ANSYS представляют собой переменные языка APDL.

Правила именования параметров не отличается от правил именования переменных в большинстве языков программирования:

- 1. Имя параметра должно начинаться с латинского символа;**
- 2. Имя параметра может содержать латинские символы, цифры и «_» (знак подчеркивания).**

- 3. Существует ограничение на длину имени параметра (8 символов в версии 5.7, 32 – в версии 8.0).**

Параметры подразделяются на скаляры и массивы. Скалярные параметры не нуждаются в описании. ANSYS добавляет новый параметр к списку параметров при присвоении ему значения.

Значение параметру присваивается при помощи команды

***SET, Par, VALUE, VAL2, VAL3, VAL4, VAL5, VAL6, VAL7, VAL8, VAL9, VAL10**

Для скалярных параметров значения VAL2, VAL3, VAL4, VAL5, VAL6, VAL7, VAL8, VAL9, VAL10 игнорируются.

Например:

```
*set,pInt,24
```

```
*set,pDouble,1.6
```

```
*set,pString,'Alpha'
```

Краткой формой вызова команды *SET является присваивание. Т.е. запись

```
pInt=24
```



```
pDouble=1.6
```

```
pString='Alpha'
```

**является эквивалентной приведенной
выше.**

**Удаление параметра производится также
командой *SET, при этом VALUE должно быть
пустым.**

Например:

```
*set,pInt
```

или

```
pInt=
```

В параметрических выражениях ANSYS могут использоваться такие операции (приведены в порядке снижения приоритета):

- 1. Скобки ()**
- 2. Возведение в степень ****
- 3. Умножение, деление * /**
- 4. Сложение, вычитание + -**
- 5. Вычисление минимума и максимума из 2 чисел (< -minimum > -maximum)**

Например, после вычисления выражений:

$$x=1+2**3$$

$$y=72/9$$

$$mn=x<y$$

$$mx=x>y$$

параметры x, y, mn и mx получают такие значения:

$$x=9$$

$$y=8$$

$$mn=8$$

$$mx=9$$

Стандартные функции.

Помимо операций в параметрических выражениях ANSYS может использоваться ряд математических функций и функций преобразования типов:

- **ABS(x)** – модуль x ;
- **SIGN(x,y)** – модуль x со знаком y (при $y=0$ – знак +);
- **EXP(x)** – экспонента x ;
- **LOG(x)** – натуральный логарифм от x ($\ln(x)$);
- **LOG10(x)** – десятичный логарифм от x ;

- **SQRT(x)** – квадратный корень от x;
- **NINT(x)** – ближайшее к x целое;
- **MOD(x,y)** – остаток от деления x/y;
- **RAND(x,y)** – случайное значение (равномерное распределение) в диапазоне от x до y;
- **GDIS(x,y)** – случайное значение (нормальное распределение), x - мат. ожидание, y – ст. кв. отклонение;
- **тригонометрические функции SIN(x), COS(x), TAN(x), ASIN(x), ACOS(x), ATAN(x);**

- **гиперболические функции $\text{SINH}(x)$, $\text{COSH}(x)$, $\text{TANH}(x)$;**
- **$\text{VALCHR}(\text{PARM})$ – преобразование строчного значения к вещественному;**
- **$\text{CHRVAL}(\text{PARM})$ – преобразование вещественного значения к строчному;**
- **$\text{UPCASE}(\text{PARM})$ – приведение строчного значения к верхнему регистру;**
- **$\text{LWCASE}(\text{PARM})$ – приведение строчного значения к нижнему регистру.**

Для получения доступа к значениям величин, хранимых в базе данных ANSYS (таких как координаты точек либо узлов, перемещения, деформации, напряжения в узлах и т.п.), используется команда

- ***GET, Par, Entity, ENTNUM, Item1, IT1NUM, Item2, IT2NUM**

Здесь Par – параметр которому будет присвоено возвращаемое командой значение.

Entity – определяет объект (например, NODE, ELEM, KP, LINE, AREA, VOLU).

ENTNUM – номер объекта (0 – общие характеристики для всех выбранных объектов).

Остальные параметры команды зависят от типа объекта или группы объектов (см. ANSYS Help System).

Например, команда

```
*get,n1x,node,1,loc,x
```

присвоит параметру n1x значение координаты x узла с номером 1.

В ANSYS определен набор сокращенных вызовов команды *GET. Например, функция NX(N) – возвращает координату x N-го узла. Исходя из этого, приведенный выше код можно записать так:

`n1x=nx (1)`

Основные функции, реализующие сокращенные вызовы команды *GET:

- **NSEL(K), ESEL(K), KSEL(K), LSEL(K), ASEL(K), VSEL(K) – возвращают состояние K-го узла, элемента, точки, линии, поверхности и**

объема, соответственно (-1= не выбран, 0=не определен, 1=выбран).

- **NDNEXT(K), ELNEXT(K), KPNEXT(K), LSNEXT(K), ARNEXT(K), VLNEXT(K) – возвращают номер следующего за K-м объекта в списке выбранных однотипных объектов.**
- **CENTRX(E), CENTRY(E), CENTRZ(E) – координаты центра масс элемента E.**
- **NX(N), NY(N), NZ(N) – координаты узла N.**
- **KX(K), KY(K), KZ(K) – координаты точки K.**
- **LX(L,LFRAC), LY(L,LFRAC), LZ(L,LFRAC) – координаты точки на линии L. LFRAC (от 0.0**

до 1.0) определяет положение точки на линии.

- **NODE(X,Y,Z)** – номер узла ближайшего к точке X,Y,Z.
- **KP(X,Y,Z)** – номер точки (вершины) ближайшего к точке (позиции) X,Y,Z.
- **ENEXTN(N,LOC)** – номер элемента содержащего узел N. LOC определяет номер элемента в списке, когда несколько элементов содержат узел. Если LOC больше чем элементов в списке – возвращается 0.

- **NELEM(E,NPOS)** – возвращает номер узла элемента E. NPOS определяет номер узла в элементе.
- **UX(N), UY(N), UZ(N)** – перемещения в узле N.
- **ROTX(N), ROTY(N), ROTZ(N)** – углы поворота в узле.
- **TEMP(N)** – температура в узле.
- **VOLT(N)** – электрический потенциал в узле.

Работа с файлами.

Параметры ANSYS могут быть сохранены командой

- **PARSAV, Lab, Fname, Ext**

Значение Lab определяет сохранять ли только скалярные параметры (Lab=SCALAR) или все (Lab=ALL).

Fname – имя файла без расширения.

Ext – расширение файла (без точки).

Команда

- **PARRES, Lab, Fname, Ext**

восстанавливает сохраненные ранее значения параметров.

Значение Lab определяет удалять ли перед восстановлением весь текущий набор параметров (Lab=NEW) или только те параметры, имена которых совпадают с восстанавливаемыми (Lab=CHANGE).

Вывод определяемого пользователем набора строк в файлы осуществляется при помощи команд

- ***CFOPEN, Fname, Ext, Dir, Loc**

Команда открывает вывод в файл <Fname>.<Ext>.

Параметр Loc определяет перезаписывать (Loc не указывается) или дозаписывать существующий файл (Loc=APPEND).

Dir – определяет директорию.

- ***CFWRITE, Command**

Команда выводит в открытый командой

***CFOPEN файл команду (или аналогичную по формату строку) Command. Основная часть команды (до запятой) ограничена 8 символами.**

- ***CFCLOS**

Команда закрывает открытый командой

***CFOPEN файл.**

Например, выполнение следующего кода макроса:

```
*cfopen,b,mac  
c=0.1  
i=1  
c=c*i  
*cfwrite,k,i,0,c,c  
i=2  
c=c*i  
*cfwrite,k,i,0,c,c  
*cfwrite,not_a_command,alpha,beta,10,50  
*cfclos
```

Приведет к созданию файла b.mac с таким текстом:

```
k,1,0,0.1,0.1  
k,2,0,0.2,0.2  
not_a_co,alpha,beta,10,50
```