

$\Sigma M_{cp}=0$), которые для отдельного стержня (рис.1), записываются в виде:

$$\left[\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\sin \alpha_i & \cos \alpha_i & \frac{2}{l_i} & \sin \alpha_i & -\cos \alpha_i & \frac{2}{l_i} \end{array} \right] \cdot \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} q_{xi} l_i \sin \alpha_i \\ q_{yi} l_i \cos \alpha_i \\ 0 \end{Bmatrix} = 0 \quad (3)$$

или в матричной форме: $[D_i]\{X_i\} + \{q_i\} = 0$, (3')

Здесь: $\{q_i\}$ - матрица, являющаяся составляющей для каждого стержня матрицы $\{P\}$ ($\{q_i\} = \{P_i\}$); $[B_j]$ - матрица коэффициентов уравнений равновесия отдельного (j -того) узла, состоящая из трех (для шарнирных узлов - двух) строк, в каждую из которых записываются признаки наличия (действия) неизвестных и опорных реакций в данном узле; каждая из строк соответствует уравнениям: $\Sigma X_j=0$; $\Sigma Y_j=0$; $\Sigma M_j=0$; если неизвестное X_k фигурирует в данном уравнении (суммируются в данном узле), то в соответствующей строке k -тый элемент записывается равным 1, если нет, то - нулю, если в узле есть опорная реакция, то соответствующий элемент записывается равным минус единице (-1). Матрицам $[B_j]$ в матрице $\{P\}$ соответствуют матрицы $\{P_j\}$, в которых в столбец записываются внешние нагрузки в узле: $-P_{xj}$, P_{yj} , и M_j . Если узел шарнирный, то уравнение $\Sigma M_j=0$ для него опускается.

Таким образом, задача расчета статически определимой системы сведена, по существу, к решению системы уравнений (1). Матрица $[D]$ при этом, как видно из (2) и (3), является сильно разреженной, что существенно усложняет решение системы (1) на ЭВМ.

На основе изложенной методики разработана программа расчета расчленимых статически определимых систем на ПЭВМ составленная с использованием языка программирования "Turbo Pascal". Система уравнений (1) решается методом Гаусса с предварительным структурным преобразованием для построения значащей главной диагонали. Окончательные эпюры внутренних усилий по результатам программы выводятся как в числовом, так и в графическом представлении.

Пакет процедур DXFOUT реализации концепций ЭКС для языка Turbo-PASCAL на базе файла *.DXF

В.П.Уласевич, М.И.Гончаров

При разработке САПР на языке Turbo-Pascal возникает проблема обработки геометрических образов, построенных пользовательской программой

по результатам расчета математических моделей, с целью их дальнейшей обработки системой автоматизированного выполнения чертежей AutoCAD, который в рамках УИ САПР может рассматриваться как многофункциональный редактор графических образов прикладных программ, а также для ввода/вывода их на внешние графические устройства (плоттер, принтер). Чтобы воспользоваться вышеперечисленными возможностями системы AutoCAD нами разработан пакет процедур DXF.PAS, который состоит из интерфейса между системой AutoCAD и прикладной программой САПР, написанной на языке Turbo-Pascal. Интерфейс построен на базе файла обмена чертежами *.DXF. Пакет процедур DXFOUT параллельно реализует и концепции графической системы GKS (Graphic Kernel System) применительно к системе Turbo-PASCAL.

Для прикладного программиста естественно желание определить графические элементы в системе координат решаемой им задачи. И напротив, устройства вывода, на которые визуализируются эти графические элементы, требуют, как правило, использование собственных аппаратных систем. Чтобы разрешить это противоречие и достичь независимость от устройства вводятся две системы координат - мировые координаты и координаты устройства.

Мировые координаты X и Y - независимые от устройств декартовы координаты, которые используются в прикладной программе для задания графических данных ввода и вывода. Начало координат - в левом верхнем углу экрана, ось X направлена влево, ось Y - вниз.

В качестве координат устройств используются координаты элементов изображения дисплея в пикселях. Координаты точек графических примитивов на дисплее вычисляются по формулам:

$$X_{\text{дисп}} = X * 640 / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}});$$

$$Y_{\text{дисп}} = Y_{\text{растр}} - Y * Sx * Y_{\text{растр}} / 480;$$

где: $Y_{\text{растр}}$ - разрешение по вертикали - определяется при открытии рабочей станции;

При таком выборе масштабных коэффициентов сохраняются соотношения линейных размеров по осям координат, т.е. квадрат будет оставаться квадратом на дисплее с любым разрешением (адаптеры CGA, EGA, VGA).

Пакет DXFOUT.PAS содержит следующие процедуры:

1. OpenStation(StDev: integer) - открыть рабочую станцию. Входной параметр StDev может принимать значения: 5 - для монитора; 15 - для DXF-файла. При открытии рабочей станции 15 необходимо открыть DXF-файл операторами: Assign(ChDxf, test.dxf); Rewrite(ChDxf); Имя DXF-файла произвольно.
2. CloseStation(StDev: integer) - закрыть рабочую станцию.
3. G_Window (Xmin, Ymin, Xmax, Ymax: real) - задать окно вывода.

Параметры X_{min} ; Y_{min} ; X_{max} ; Y_{max} задают координаты верхнего левого и нижнего правого углов окна в мировой системе координат.

4. G_Line ($x1, y1, x2, y2$: real) - начертить отрезок. Параметры $x1$; $y1$; $x2$; $y2$ определяют координаты начала и конца отрезка.

5. G_Arc ($Xc, Yc, a1, a2, r$: real) - начертить дугу окружности. Параметры: $X1$; $Y1$ - координаты центра дуги; $a1$; $a2$ - начальный и конечный центральные углы.

6. $G_Rectangle$ (xp, yp, xq, yq : real) - начертить прямоугольник. xp, yp, xq, yq - задают координаты верхнего левого и нижнего правого углов прямоугольника.

7. G_text (X, Y : real; text: string) - вывести векторный текст, написанный шрифтами системы AutoCad (файлы *.SHX). Параметры X и Y - координаты начала текста; text - строковая переменная, задающая выводимый текст.

8. G_Font (Font Name: string) - загрузить файл шрифтов.

FontName - имя файла шрифтов. В качестве файла шрифтов используются шрифты системы AutoCAD.

9. $G_HeightText$ (HText: real) - задать высоту текста. H - высота символов в мм.

10. $G_DirText$ (alfa: real) - задать направление текста, alfa угол в градусах, определяющий направление текста (для горизонтального направления alfa = 0).

Созданный пользовательской программой чертеж в виде файла TEST.DXF вызывается командой INSERГ системы AutoCAD для дальнейшей его обработки.

Жесткость узлов рам из замкнутых гнутосварных профилей

А.В.Мухин, А.Г.Головкин, И.В.Зинкевич

Ввиду благоприятной формы сечения для работы на сжатие и местную устойчивость, технологичности узлов в условиях заводского изготовления, замкнутые гнутосварные профили (ЗГСП) находят применение в рамных системах, используемых в легких зданиях и сооружениях.

В нормах и правилах проектирования в СНГ и за рубежом рассмотрены вопросы, касающиеся прочности узлов из ЗГСП. Для расчета элементов рам необходима информация о жесткости узлов, которая влияет на распределение усилий между элементами рам, на устойчивость элементов и является определяющей при определении перемещений.