

УДК 681.142.622

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ ОБЪЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ

В.И.Береговой, В.И.Домарев, Л.А.Козлов, В.А.Львов

В современном проектировании встречаются работы, когда исходную информацию желательно представлять не чертежами и графиками, а объемными моделями. Здесь имеется в виду первоначальное макетирование изделия из легкообрабатываемого материала с целью последующего кодирования его формы для ввода в ЭЦВМ, представления её в виде математической модели и дальнейшего исследования уже программным путем. Средства графической связи человека с ЭЦВМ (ЭЛТ, графопостроители, кино- и фотосъемка, электропланшеты, указатели и т.п.) оказываются при этом очень полезными. Известны примеры эффективного использования подобных устройств из зарубежной практики: в японской и американской автомобильной промышленности при проектировании кузовов автомобилей [1,2], в США при проектировании ветровых стекол автомобилей, "дворников" для ветровых стекол [3] и др. Такие устройства, по-видимому, найдут применение во всех случаях, когда форму тела получают опытным путем (например, при обдувке профилей в аэродинамических трубах), и данные об этой форме необходимы для выполнения проектных или проверочных расчетов.

В Институте математики СО АН СССР разработан и изготовлен макет устройства, позволяющего кодировать небольшие модели путем ручного отслеживания специальным щупом произвольных пространственных кривых на поверхности модели или путем получения комплекса параллельных сечений. Устройство может применяться также для кодирования графиков и чертежей. Его внешний вид показан на рис. 1.

Для координаты X зависимость получается более сложной

$$X = \frac{h \cdot X \cdot \cos \varphi}{H}, \quad (I)$$

где X - координата точки на рабочей плоскости прибора; x - линейное перемещение ползуна потенциометра, соответствующая координате X. Смысл величин φ , h и H ясен из чертежа рис. 2. Здесь можно заметить, что при определении координаты X мы имеем так называемую "ошибку схемы", которая пропорциональна косинусу угла φ . Имеется возможность компенсировать эту ошибку, если сделать величину h обратно пропорциональной косинусу угла φ . Компенсация может быть сравнительно легко осуществлена, если построить механизм, обеспечивающий перемещение потенциометра X лишь в плоскости, параллельной плоскости стола. Тогда на основании построений рис. 3 получаем необходимую зависимость

$$h(\varphi) = \frac{h_0}{\cos \varphi}.$$

Конструкция компенсационного механизма показана на рис. 4. Рамка состоит из двух частей. Та часть, на которой установлен потенциометр X, благодаря двум роликам и направляющим стержням, меняет свое положение относительно оси крестовины карданного подвеса и, следовательно, изменяет размер h в функции от угла φ по требуемому закону. То обстоятельство, что потенциометр X отнесен несколько в сторону от плоскости, в которой лежит ось штанги (по конструктивным соображениям), не имеет принципиального значения.

Приведенные формулы для определения координат X и Y имеют место лишь при Z = 0, т.е. при кодировании чертежей и графиков. В случае кодирования объемных моделей на ЭЦВМ необходимо производить пересчет данных, снимаемых с выходов прибора. Зависимость для пересчета нетрудно вывести из построений рис. 2 и 3. При любом Z имеются следующие соотношения:

$$\begin{cases} Z = H - \frac{U_z}{K_z \cdot \sqrt{1 + \frac{U_x^2 + U_y^2}{K^2 \cdot h^2}}}, \\ X = \frac{U_x \cdot (H - Z)}{K \cdot h}, \quad Y = \frac{U_y \cdot (H - Z)}{K \cdot h}, \end{cases}$$

где X, Y, Z - координаты точки в пространстве, доступном щупу прибора; L - длина штанги; K, K_z - некоторые коэффициенты, характеризующие потенциометры ($K = \frac{\rho}{\lambda}$, где ρ - сопро-

тивление потенциометра, λ - его рабочая длина); U_x , U_y , U_z - напряжения, снимаемые с потенциометра.

Оценим погрешность механизма, пользуясь дифференциальным методом [4]. Если положение ведомого звена определяется выражением $S = f(q_1, \dots, q_i, \dots, q_m)$, где q_i параметры входящие в уравнение положения ведомого звена, то для ошибки механизма справедлива формула

$$|\Delta S| \leq |\Delta S_0| + \sum_i \left| \frac{\partial S}{\partial q_i} \Delta q_i \right|, \quad (2)$$

где ΔS_0 - ошибка схемы, в нашем случае равная нулю. Дифференцируя уравнение (I) по соответствующим переменным и учитывая зависимость

$$h(\varphi) = \frac{C + R}{\cos \varphi},$$

где угол $\tilde{\varphi}$ это φ с учетом ошибки, получим выражение, позволяющее определить погрешность механизма

$$|\Delta X| \leq \frac{X}{H} (\Delta R + \Delta C) + \frac{C + R}{H^2} \Delta H + \frac{(C + R) \cdot \tan \varphi}{H} \Delta \tilde{\varphi}. \quad (3)$$

По справочнику [5] можно вычислить погрешность по формуле (3): $|\Delta X| \leq 0,034$.

В пересчете на рабочее поле погрешность механизма составит:

$$|\Delta X| \leq \frac{300}{60} |\Delta X| = 0,17 \text{ мм}$$

Из кинематической схемы механизма очевидно, что погрешность по оси Y будет ниже, чем по оси X.

ЛИТЕРАТУРА

1. Three Axis Digitizing Layout System for Automobile Manufacturing Plant. Каталог фирмы Tokyo Boeki Ltd., 1968.
2. Устройство ввода и вывода графической информации к ЭЦВМ (обзор зарубежного опыта). ГИПТИС, М., 1967.
3. W.M. HOGUE. Computer-Aided Design in Body Engineering. - Proceedings of Automotive Engineering Congress. Detroit. Mich., 1966.
4. В.П. КОРОТКОВ, Б.А. ТАЙЦ. Основы метрологии и точности механизмов и приборов. М., Машгиз, 1961.
5. И.Я. ЛЕВИН. Справочник конструктора точных приборов. М., Машиностроение, 1967.

Поступила в редакцию
2/III - 1970 г.