

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ МЕХАНИЗМОВ ТРЕТЬЕГО КЛАССА НА АНАЛОГОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ

А. Г. КОКИН

(Представлена научным семинаром УВЛ ТПИ)

При расчете и проектировании плоских механизмов все более широкое применение находят аналоговые вычислительные машины (АВМ). Существующие методы моделирования плоских механизмов рассматривались в основном применительно к механизмам II класса [3, 4, 5, 6]. Однако наряду с механизмами II класса широкое распространение в практике получили механизмы III класса, моделирование которых на АВМ не рассматривалось раньше.

Рассмотрим моделирование механизмов III класса методом, предложенным авторами в [3]. Это метод моделирования плоских механиз-

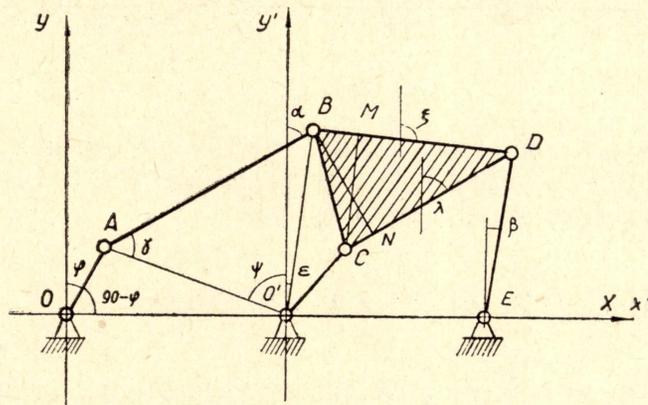


Рис. 1

мов путем решения косоугольных треугольников с переменными длинами сторон на АВМ. Преимущество его по сравнению с остальными методами в том, что с помощью этого метода можно моделировать плоские механизмы любой структуры и сложности (с поворотом ведомых звеньев на  $360^\circ$  и т. д.). Кроме того, этот метод обеспечивает во всех случаях его применения устойчивость моделирующей системы, что важно при моделировании механизмов III класса.

Плоский механизм III класса включает в себя трехпроводковую группу, которая присоединяется к основному механизму своими поводками [1]. Рассмотрим механизм III класса, составленный из трехпроводковой группы и механизма I класса (рис. 1). Особенностью предлагае-

мого метода моделирования такого механизма на АВМ является геометрическое разбиение его на два четырехзвенных механизма II класса с переменными длинами звеньев. Плоские четырехзвенные механизмы моделируются отдельно методом решения косоугольных треугольников с переменными длинами сторон и связываются затем в единой системе координат.

Разбиваем механизм (рис. 1) на два четырехзвенных плоских механизма  $OABO'$  и  $O'BDE$ .  $BO'$  — переменное звено четырехзвенника  $OABO'$ .

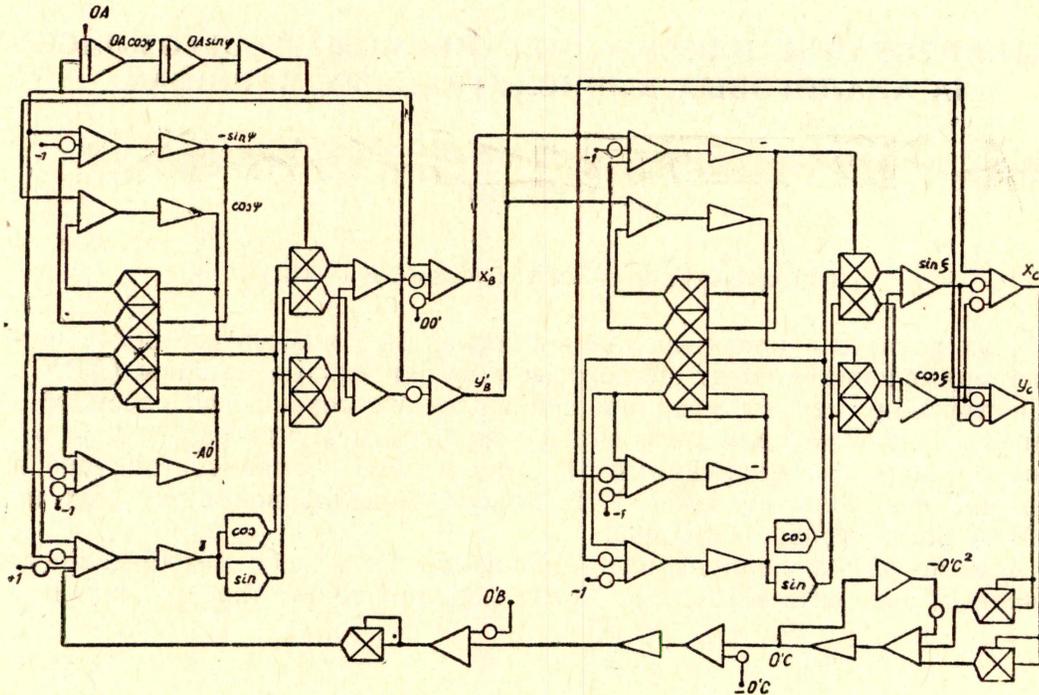


Рис. 2

Четырехзвенный механизм  $OABO'$  разбиваем на два косоугольных треугольника  $OAO'$  и  $ABO'$ . Из треугольника  $OAO'$  определяем  $AO'$  методом неявных функций [2] по формуле

$$AO'^2 - OA^2 - OO'^2 + 2OA \cdot OO' \cdot \sin \varphi = -\frac{AO'}{\mu},$$

где  $\mu$  — коэффициент усиления следящего усилителя. Из уравнений проекций  $OAO'$  на оси координат определяем  $\sin \Psi$ ,  $\cos \Psi$ .

$$OA \cos \varphi - AO' \cos \psi = -\frac{\cos \psi}{\mu},$$

$$OA \sin \varphi + AO' \sin \psi - OO' = -\frac{\sin \psi}{\mu}.$$

Угол  $\gamma$  находим из косоугольного треугольника  $ABO'$ , считая, что длина звена  $BO'$  известна,

$$BO'^2 - AB^2 - AO'^2 + 2AB \cdot AO' \cos \gamma = -\frac{\gamma}{\mu}.$$

Положение звена  $AB$  в системе координат определится углом

$$\alpha = 180^\circ - (\gamma + \psi).$$

Чтобы определить длину звена  $BO'$ , нужно знать координаты точки  $B$  в новой системе координат  $x'o'y'$ .

$$x'_B = OA \sin \varphi + AB \sin \alpha - OO';$$

$$y'_B = OA \cos \varphi + AB \cos \alpha.$$

$$x'_B = OA \sin \varphi + AB [\sin \gamma \cdot \cos \psi + \cos \gamma \cdot \sin \psi] - OO';$$

$$y'_B = OA \cos \varphi + AB [\sin \gamma \cdot \sin \psi - \cos \gamma \cdot \cos \psi].$$

Для четырехзвенного механизма  $O'BDE$  из подобных соотношений при известных координатах точки  $B$  можем определить положение звеньев в системе координат, т. е. углы  $\epsilon$ ,  $\xi$ ,  $\beta$ . Координаты точки  $C$  определяются с помощью углов  $\epsilon$  и  $\xi$ . Длина  $O'C$  тогда будет равна

$$O'C^2 - x_B'^2 - y_B'^2 = -\frac{O'C}{\mu}.$$

Так как длина  $O'C$  на самом деле постоянна, то отслеживаемая разница используется для формирования переменного  $O'B$ .

Блок-схема моделирования плоского механизма III класса приведена на рис. 2. Особенностью схемы моделирования является то, что она состоит из двух однотипных схем моделирования плоских четырехзвенных механизмов. Это значительно облегчает унификацию, набор задачи при моделировании механизмов такого класса.

В заключение можно сделать вывод о том, что моделирование сколь угодно сложных механизмов II и III классов возможно при условии их разбиения на плоские четырехзвенные механизмы. Метод моделирования плоских механизмов путем решения косоугольных треугольников с переменными длинами сторон, использованный при моделировании плоских механизмов III класса, является общим методом, применение которого не зависит от класса и сложности механизма.

Применение аналоговых вычислительных машин для моделирования плоских механизмов II и III классов значительно облегчит расчет и конструирование механизмов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Артоболовский. Теория механизмов. Физматгиз. 1965.
2. А. Н. Лебедев. Моделирование трансцендентных уравнений. Судпромгиз. 1963.
3. И. Г. Винтизенко, А. Г. Кокин. Метод аналогового моделирования плоских шарнирных механизмов (с поворотом ведомого звена на  $360^\circ$ ). Изв. ТПИ, том 187 (в печати).
4. А. Г. Кокин, И. Г. Винтизенко. Синтез плоских шарнирных механизмов на аналоговых вычислительных машинах. Изв. ТПИ, том 168.
5. В. А. Тышкевич, Е. С. Краснощеккий. Исследование кинематических свойств рычажных механизмов методом электронного моделирования. Теория механизмов и динамика машин. Зап. сиб. изд., Омский политехнический институт, 1967.
6. Тимм. Моделирование на аналоговых машинах механизмов с жесткими звеньями. Конструирование и технология машиностроения. Труды американского общества инженеров-механиков. Изд. «Мир», № 2, 1967.