

М. Б. ЭДИЛЯН, Р. В. АМБАРЦУМЯН

ДИНАМИКА ШТРИПСЕВОГО МЕХАНИЗМА

Нами в работе [1] показано, что механизм, представленный на рис. 1, относится к IV классу. В общем случае подлежат определению 27 неизвестных. Все силы, действующие на звенья механизма, сведены к одной главной силе и главному моменту. Группа содержит

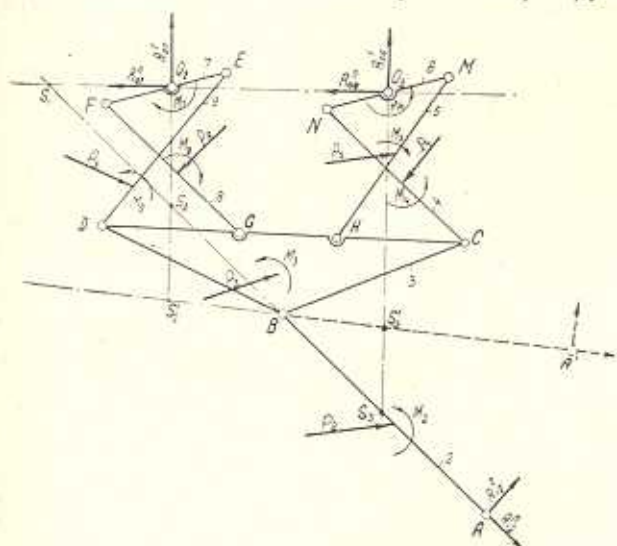


Рис. 1.

6 неизвестных — величины реакции и их направления в точках \$A\$, \$O\_2\$, \$O\_3\$. Разлагая реакцию в точке \$A\$ на \$\bar{R}\_{12}^n\$ и \$\bar{R}\_{12}^t\$, продолжаем линию \$AB\$ до пересечения с линией центров \$O\_2O\_3\$; реакции в точках \$O\_2\$ и \$O\_3\$ представлены в виде: \$\bar{R}\_{23}^n, \bar{R}\_{23}^t\$ и \$\bar{R}\_{33}^n, \bar{R}\_{33}^t\$.

Из условия равновесия второго звена можно определить:

$$\sum M_B = 0;$$

$$\bar{R}_{12}^t = - \left[ \frac{M(P_2) + M_2}{AB} \right]; \quad (1)$$

Составляя поочередно уравнения моментов относительно точек Ассур-ра \$S\_1\$, \$S\_2\$ и \$S\_3\$, рассматривая равновесие всей группы, получим:

$$\sum M_{S_3} = 0;$$

$$\bar{R}_{23}^t = - \left\{ \bar{R}_{33}^t \frac{b}{a} + \frac{1}{a} \sum [M_i + M(\bar{P}_i)_{S_3}] \right\}, \quad (2)$$

где \$a = O\_2O\_3\$; \$b = O\_2S\_1\$.

Обозначая

$$-\frac{b}{a} = K, \quad e = \frac{1}{a} \Sigma [M_i + M(\bar{P}_i)_{s_i}],$$

получим:

$$\bar{R}_{05} = K \bar{R}_{06} - e; \quad (2)$$

$$\Sigma M_{S_2} = 0;$$

$$h_1 (\bar{R}_{07}^n + \bar{R}_{06}^n) + \bar{R}_{06}^n a + \Sigma M_i + \Sigma M(\bar{P}_i)_{s_i} = 0; \quad (3)$$

$$\Sigma M_{S_3} = 0;$$

$$h_2 (\bar{R}_{07}^n + \bar{R}_{06}^n) + \bar{R}_{07}^n a + \Sigma M_i + \Sigma M(\bar{P}_i)_{s_i} = 0; \quad (4)$$

где  $h_1 = O_2 S_2$ ;  $h_2 = O_3 S_3$ .

Решая совместно уравнение (3) и (4), имея в виду уравнение (2), получим:

$$\bar{R}_{07}^n = \frac{h_2 a e - (h_2 - h_1) \Sigma M_i - h_2 \Sigma M(\bar{P}_i)_{s_i} + h_1 \Sigma M(\bar{P}_i)_{s_i}}{a (h_2 K - h_1)}. \quad (5)$$

Имея  $\bar{R}_{07}^n$ ,  $\bar{R}_{06}^n$  после несложных преобразований уравнения (2), находим:

$$\bar{R}_{06}^n = \frac{eK - \frac{K}{a} \left[ (1-e) \Sigma M_i - \Sigma M(\bar{P}_i)_{s_i} \right] + e \Sigma M(\bar{P}_i)_{s_i}}{K - e}. \quad (6)$$

Для определения  $\bar{R}_{12}^n$  составляется условие равновесия группы относительно точек  $O_2$  или  $O_3$ :

$$\Sigma M_{O_2} = 0;$$

$$\bar{R}_{12}^n = - \frac{\Sigma [M_i + M(\bar{P}_i)_{s_i}] + M(\bar{R}_{12}^n) + M(\bar{R}_{06}^n)}{h_3}, \quad (7)$$

где  $h_3 = O_2 K$ .

С целью нахождения реакции  $\bar{R}_{07}$  рассматривается равновесие седьмого звена (рис. 2).

Реакции в парах  $F$  и  $E$  разлагаем на две составляющие по направлению стержней 9 и 8 и перпендикулярно к ним, т. е.  $\bar{R}_{07}^n$ ,  $\bar{R}_{07}^s$  и  $\bar{R}_{07}^t$ ,  $\bar{R}_{07}^r$ .

Далее, имея в виду, что  $\bar{R}_{07}^s = -\bar{R}_{79}^s$  и  $\bar{R}_{07}^r = -\bar{R}_{78}^r$ , получим для восьмого звена

$$\Sigma M_D = 0;$$

$$\bar{R}_{78}^r = - \left[ \frac{M_8 + M(\bar{P}_8)}{ED} \right] \quad (8)$$

и для девятого звена

$$\Sigma M_G = 0;$$

$$\bar{R}_{79}^s = - \left[ \frac{M_9 + M(\bar{P}_9)}{FG} \right]. \quad (9)$$

Далее, составляя уравнение момента относительно точки Ассура  $S_4$ , найдем

$$\Sigma M_{S_4} = 0;$$

$$\bar{R}_{07}^n = - \left[ \frac{\Sigma M(\bar{P}_i)_{S_4} + M_7}{h_4} \right], \quad (10)$$

где  $h_4 = S_4L$ ,

уравнение равновесия вышеуказанного звена запишется в виде:

$$\bar{R}_{07}^n + \bar{R}_{07}^c + \bar{R}_{97}^n + \bar{R}_{97}^c + \bar{R}_{87}^n + \bar{R}_{87}^c = 0. \quad (11)$$

Выбирая масштаб, строим план сил (рис. 2).

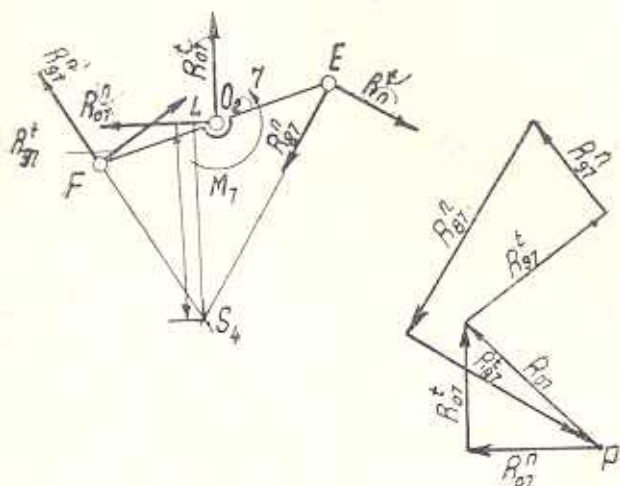


Рис. 2.

Для нахождения реакции в паре 6 напишем векторное уравнение равновесия для 8-го звена

$$\bar{P}_8 + \bar{R}_{78} + \bar{R}_{38} = 0 \quad (11')$$

подобным образом и для 9-го звена.

Правая часть группы исследуется аналогично. Соответственно затем определяется реакция на жестком звене 3 (в парах  $H, C$ ). Для определения величины и направления реакции в паре  $B$  рассматриваем равновесие второго звена, т. е.

$$\bar{P}_2 + \bar{R}_{12} + \bar{R}_{32} = 0. \quad (12)$$

Построив план сил, находим  $\bar{R}_{12}$  и  $\bar{R}_{32}$ .

Определение в дальнейшем уравновешивающей силы на ведущем звене производится обычными методами динамического анализа. Представляет интерес случай, когда точка  $S_1$  находится вне пределов чертежа. В этом случае, если допустить одинаковое направление  $\bar{R}_{07}^c$  и  $\bar{R}_{06}^c$ , то задача решается с помощью систем уравнений (см. рис. 1, положение звена  $AB$ , показанное пунктиром):

$$\Sigma X = 0; \quad \Sigma Y = 0; \quad \Sigma M_{S_1}^x = 0; \quad \Sigma M_{S_1}^y = 0.$$

В случае, когда реакции  $\bar{R}_{06}^*$  и  $\bar{R}_{07}^*$  направлены противоположно, составляется уравнение равновесия относительно точки  $O_2$ :

$$\Sigma M_{O_2} = 0; \quad (13)$$

$$\bar{R}_{06}^* = - \left\{ \frac{\bar{R}_{12}^* h_1 + \Sigma [M_i + M (\bar{P}_i)_{0_2}]}{a} \right\}.$$

Аналогично для точки  $O_3$

$$\Sigma M_{O_3} = 0;$$

$$\bar{R}_{07}^* = - \left\{ \frac{\bar{R}_{12}^* h_2 + \Sigma [M_i + M (\bar{P}_i)_{0_3}]}{a} \right\}. \quad (14)$$

Далее обозначим:

$$\bar{R}_{06}^* = \frac{\sigma}{\rho} \bar{R}_{07}^*. \quad (15)$$

После нахождения этой зависимости задача решается согласно изложенному выше методу.

При необходимости учета сил трения находим моменты трения в парах, т. е.

$$(M_{тр})_i = \bar{R}_i r_i f_i, \quad (16)$$

где  $\bar{R}_i$  — полная реакция в  $i$ -й кинематической паре;

$r_i$  — радиус  $i$ -го шипа;

$f_i$  — коэффициент трения скольжения в  $i$ -й паре.

Направление момента трения определяется направлением относительной угловой скорости. Задача решается методом последовательного приближения.

Ереванский политехнический  
институт им. К. Маркса

Поступило 10.VI.1966.

Մ. Բ. ԷԴՅԱԿՅԱՆ, Բ. Վ. ԱՄԲԱՐԿՈՒՄՅԱՆ

ՇՏՐԻՊՈՒԱՅԻՆ ԻՅՆԱՆԵՂՄԻ ԳԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԹՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո ս մ

Այս հոդվածը նվիրված է քարի սղոցման հաստոցի շարիպսային մեխանիզմի գինամիկական անալիզին:

Հոդվածի մեջ առաջարկվում է մատչելի եղանակ մեխանիզմի կինեմատիկական գույգերում առաջացող հակազդումների որոշման համար օգտագործելով ստատիկայի հավասարակշռության պայմանները: Հոդվածում նշվում է նաև եղանակ հակազդումների որոշման համար հաշվի առնելով շփման ուժերը:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М. Б. Эдялян, Ю. Л. Саркисян, Известия АН АрмССР\* (серия ф.-м. н.), вып. 1, 1965.