

УДК 677.05.059:621.835.8

К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ О ВЕКТОРАХ СКОРОСТЕЙ И УСКОРЕНИЙ ШЕСТИЗВЕННОГО БАТАННОГО МЕХАНИЗМА

В.А. ШМЕЛЕВ, Н.В. МИХАЙЛОВА

(Шуйский государственный педагогический университет,
ОАО «Шуйский машиностроительный завод им. Фрунзе,
Ивановская государственная текстильная академия)

Решение первого этапа задачи о векторах скоростей и ускорений четырехзвенника OABC шестизвеного батанного механизма приведено в [1].

В настоящей работе рассматривается вопрос о векторах четырехзвенника CBDE механизма (рис. 1).

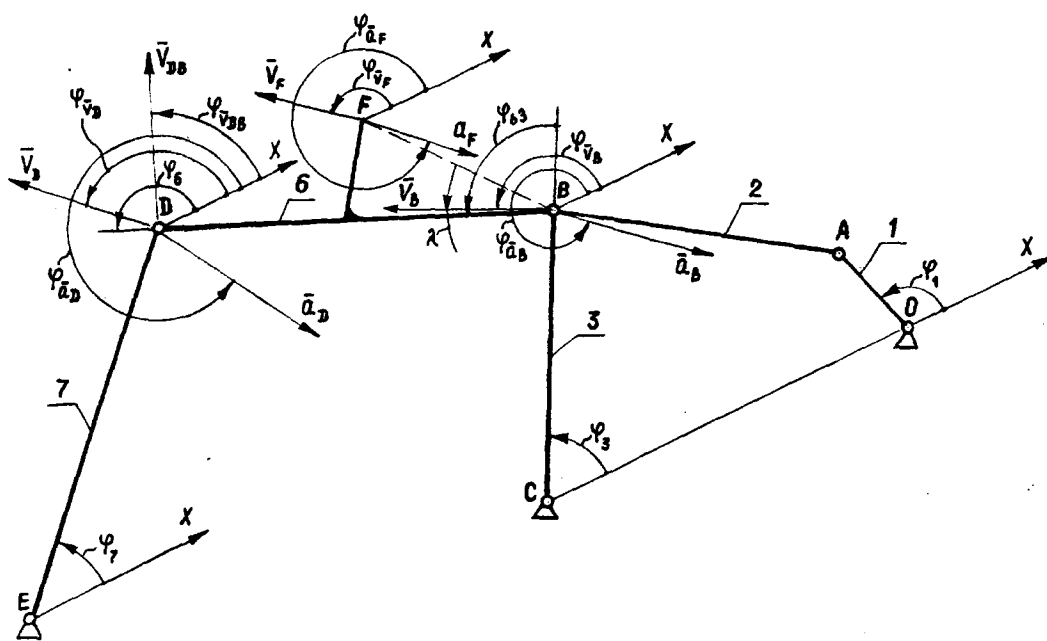


Рис. 1

Задача о векторах скоростей. Вектор v_B скорости точки B коромысла (рис.1) направлен под углом $\varphi_{v_B}^1$ наклона к ли-

нии отсчета OX и определяется выражением [1]:

¹Далее φ_{v_i} будем, как и в [1], называть углом вектора v_i .

$$\varphi_{v_B} = \varphi_3 + (2-n)\pi/2,$$

где

$$n = \frac{\omega_3}{|\omega_3|}.$$

Вектор v_D абсолютной скорости точки D расположен перпендикулярно отрезку ED и направлен в сторону вращения звена ED, а по аналогии с вышеуказанным и в соответствии с рис. 1 определяется как

$$\varphi_{v_D} = \varphi_7 + (2-n)\pi/2, \quad (1)$$

а

$$\varphi_{v_{DB}} = \varphi_6 + \pi/2p, \quad (2)$$

где

$$p = \frac{\omega_6}{|\omega_6|}.$$

Введем обозначения

$$L_3 = \frac{l_3}{l_1}, \quad L_6 = \frac{l_6}{l_1}, \quad L_7 = \frac{l_7}{l_1};$$

$$\Omega_3 = \frac{\omega_3}{\omega_1}, \quad \Omega_6 = \frac{\omega_6}{\omega_1}, \quad \Omega_7 = \frac{\omega_7}{\omega_1}.$$

Запишем соотношение для ΔBFD :

$$\frac{BF}{BD} = k_1.$$

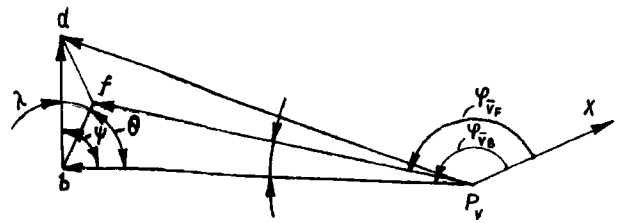


Рис. 2

Из подобия треугольников BFD (рис. 1) и bfd (рис. 2) следует

$$k_1 = \frac{BF}{BD} = \frac{bf}{bd}.$$

Отсюда

$$bf = k_1 bd.$$

В соответствии с первой расчетной схемой (рис. 2), приняв $\omega_1 = 1$, $l_1 = 1$ и $\mu_v = 1$, запишем

$$bd = \Omega_6 L_6, \quad bf = k_1 \Omega_6 L_6 \quad \text{и} \quad p_v b = \Omega_3 L_3. \quad (3)$$

Из расчетной схемы следует

$$\theta = \psi - \lambda, \quad (4)$$

где

$$\psi = \varphi_{63}.$$

Из $\Delta fp_v b$

$$p_v f = \sqrt{bf^2 + p_v b^2 - 2bf p_v b \cos \theta}$$

или, используя (3),

$$p_v f = \sqrt{(k_1 \Omega_6 L_6)^2 + (\Omega_3 L_3)^2 - 2k_1 \Omega_6 L_6 \Omega_3 L_3 \cos \theta}. \quad (5)$$

Угол φ_{v_F} вектора v_F определяется

$$\varphi_{v_F} = \varphi_{v_B} + \delta + \pi/2(1+p),$$

где

$$\delta = \arcsin \frac{bf \sin \theta}{pvf}. \quad (6)$$

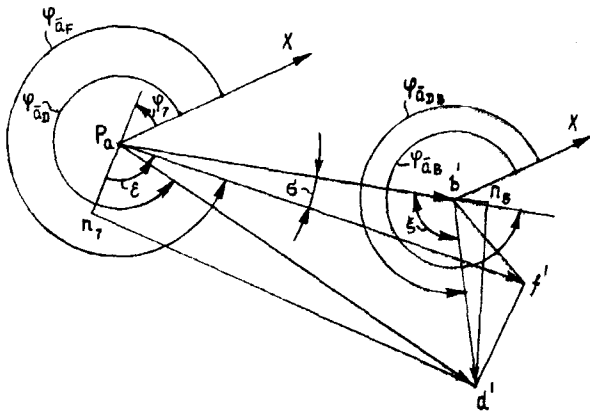


Рис. 3

Задача о векторах ускорений. На второй расчетной схеме (рис. 3) $p_a b'$, $p_a d'$, $p_a f'$ – направленные отрезки, изображающие векторы ускорений точек В, D и F звеньев механизма; $d' b'$, $f' b'$ – направленные отрезки, изображающие векторы ускорений точек D и F относительно точки В; φ_{aB} , φ_{aD} , φ_{aDB} , φ_{aF} – углы наклона к линии отсчета OX векторов a_B , a_D , a_{DB} , a_F . Угол между векторами a_B и a_D обозначим как $\varphi_{aB, aD}$.

Используя принятые в [2] обозначения и введя дополнительные, запишем:

$$Z = n_7 d', \quad Q = p_a n_7, \quad P = b' n_6,$$

$$\Pi = p_a b', \quad \Lambda = p_a d', \quad O = b' d'.$$

В соответствии с рис. 3 имеем

$$\varphi_{aD} = \pi + \varphi_7 + \varepsilon,$$

где

$$\varepsilon = \arcsin \frac{n_7 d'}{p_a d'} = \arcsin \frac{Z}{\Lambda},$$

а

$$p_a d' = \Lambda = \sqrt{Q^2 + Z^2}. \quad (7)$$

Тогда

$$\varphi_{aD} = \pi + \varphi_7 + \arcsin \frac{Z}{\Lambda}. \quad (8)$$

Далее

$$\varphi_{aDB} = \varphi_{aB} - (\pi - \xi) = \varphi_{aB} - \pi + \xi, \quad (9)$$

где

$$\xi = \arccos \frac{(p_a b')^2 + (b' d')^2 - (p_a d')^2}{2 p_a b' b' d'}.$$

Здесь

$$b' d' = O = \sqrt{P^2 + \theta^2}. \quad (10)$$

Тогда

$$\xi = \arccos \frac{\Pi^2 + O^2 - \Lambda^2}{2 \Pi O}. \quad (11)$$

На схеме

$$\varphi_{aF} = \varphi_{aB} - \sigma. \quad (12)$$

Из $\Delta p_a b' f'$

$$\sigma = \arcsin \frac{b' f' \sin(\xi + \lambda)}{p_a f'}. \quad (13)$$

Здесь

$$b' f' = k_1 b' d' = k_1 O \quad (14)$$

²В дальнейшем φ_{a_i} будем называть углом вектора a_i

$$\text{и } p_a f' = \sqrt{(p_a b')^2 + (b' f')^2 - 2p_a b' b' f' \cos(\xi + \lambda)}$$

или

$$p_a f' = \sqrt{\Pi + (k_1 O)^2 - 2\Pi k_1 O \cos(\xi + \lambda)}. \quad (15)$$

Подставив в (13) выражения (14) и (16), получим

$$\varphi_{aF} = \varphi_{aB} - \arcsin \frac{k_1 O \sin(\xi + \lambda)}{\sqrt{\Pi^2 + (k_1 O)^2 - 2\Pi k_1 O \cos(\xi + \lambda)}}. \quad (16)$$

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований и [1] разработана новая методика определения положений векторов скоростей и ускорений в принятой системе отсчета.

2. Предложены оригинальные правила расположения векторов в зависимости от направлений угловых скоростей рассматриваемых звеньев, а также найдены приемы определения направления углов отсче-

та векторов с помощью соответствующих коэффициентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмелев В.А., Михайлова Н.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999. № 6. С. 96...100.
2. Шмелев В.А., Михайлова Н.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000. № 2.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин ИГТА. Поступила 14.01.00.