

ЕЩЁ ОДИН МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСКОРЕНИЙ ТОЧЕК КУЛИСНОГО КАМНЯ

Мешков В.А., Криволапов А.И. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

При определении кинематических характеристик кулисного механизма используется обычно методика, предполагающая учет Кориолисова ускорения при исследовании движения каждой точки кулисного камня. Однако эту задачу можно решить, рассматривая плоскопараллельное движение кулисного камня так же, как движение шатуна в любом механизме.

Рассмотрим плоский кулисный механизм (рис.1) в состав которого входит двухповодковая группа Ассур 3^{го} вида [1]. Эта группа содержит одну поступательную кинематическую пару 2-3, расположенную между двумя вращательными кинематическими парами 1-2 и 3-4. Даны положения всех звеньев механизма (см. рис. 1) и закон движения ведущего звена 1 (кривошипа) $\omega_1 = \text{const}$. Условимся точки звеньев механизма обозначать следующим образом: V_i —точка V принадлежащая звену i .

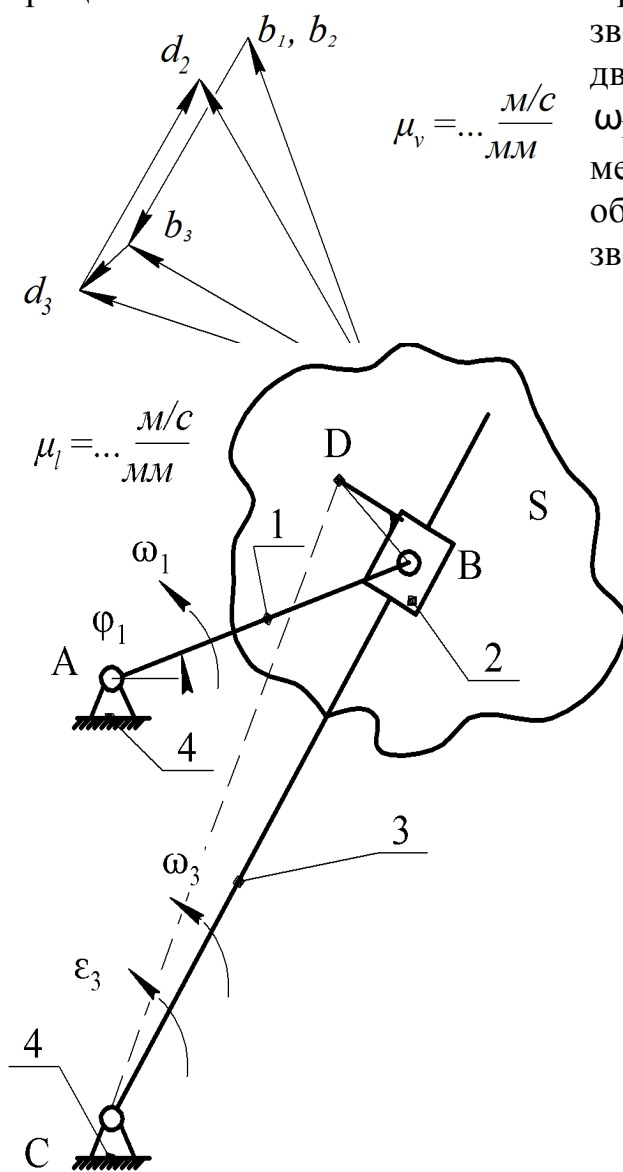


Рисунок 1. Кулисный механизм

Требуется определить скорость и ускорение произвольно выбранной точки, принадлежащей кулисному камню 2 (например, точки D_2).

Строим планы скоростей и ускорений механизма стандартным методом.

Для нахождения вектора скорости точки D_2 определяем вектор скорости \vec{v}_{D_3} точки D_3 по теореме подобия, для чего строим на плане скоростей треугольник b_3d_3c , подобный и сходственно расположенный по отношению к треугольнику B_3D_3C на плане механизма.

Точка D_3 принадлежит плоскости S , жестко связанной с кулисой 3.

Составляем следующее векторное уравнение:

Составляем следующее векторное уравнение:

$$\overline{v}_{D_2} = \overline{v}_{D_3} + \overline{v}_{D_2-D_3} \quad (1)$$

$\perp DC$

Так как звено 2 относительно звена 3 совершает прямолинейное поступательное движение, то $\overline{v}_{D_2-D_3} = \overline{v}_{B_2-B_3}$. Поэтому уравнение (1) может быть представлено в следующем виде:

$$\overline{v}_{D_2} = \overline{v}_{D_3} + \overline{v}_{B_2-B_3}$$

$\parallel BC$

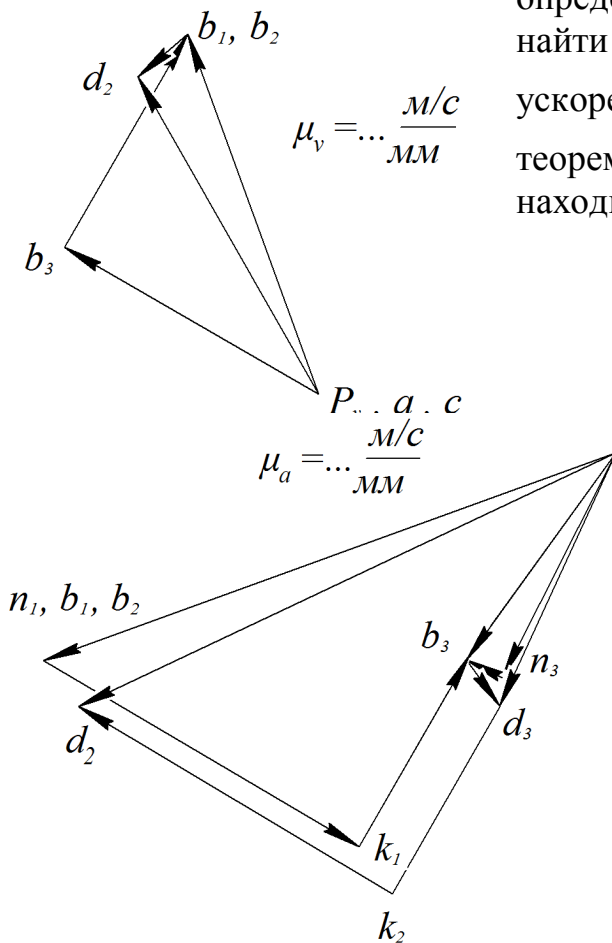
Для решения этого уравнения к вектору $P_v d_3$ прибавляем вектор $d_3 d_2$ равный вектору $b_3 b_2$.

Тогда

$$v_{D_2} = \mu_v \cdot (P_v d_2).$$

Аналогично построению плана скоростей строим план ускорений. Для определения ускорения точки D_2 необходимо найти a_{D_3} , для этого по известным ускорениям точек C и B_3 находим a_{D_3} по теореме подобия. Тогда ускорение точки D_2 находим из уравнения

$$\overline{a}_{D_2} = \overline{a}_{D_3} + \overline{a}_{D_2-D_3} + \overline{a}_{D_2-D_3}^{-k} \quad (2)$$



Так как $\overline{a}_{D_2-D_3} = \overline{a}_{B_2-B_3}$, а $\overline{a}_{D_2-D_3}^{-k} = \overline{a}_{B_2-B_3}^{-k}$, то векторное уравнение (2) разрешимо,

$$a_{D_2} = \mu_a \cdot (P_a d_2).$$

Предлагается другой метод определения кинематических характеристик точек, принадлежащих кулисному камню (например, точки D_2).

Рисунок 3. План ускорений

Исследуем тот же механизм. Определяем кинематические характеристики точек A, B_1, B_2, B_3 прежним способом.

Абсолютное (плоскопараллельное) движение кулисного камня 2 рассматривается как состоящее из переносного (вращательного) движения звена 3 и относительного (прямолинейного поступательного) движения звена 2 относительно звена 3. В связи с этим полное абсолютное ускорение точки B_2 будет включать в свой состав Кориолисово ускорение при движении точки B_2 относительно точки B_3 . [1]

Находим \bar{v}_{D_2} из уравнения

$$\bar{v}_{D_2} = \underline{\underline{\bar{v}_{B_2}}} + \frac{\bar{v}_{D_2-B_2}}{\perp BD} \quad (3)$$

Где направление $\bar{v}_{D_2-B_2}$ перпендикулярно BD и определяется направлением ω_2

$$v_{D_2-B_2} = \omega_2 \cdot l_{BD},$$

$$\omega_2 = \omega_3 = \frac{v_{B_3}}{l_{CB}}$$

Для определения \bar{v}_{D_2} из векторного уравнения (3) к вектору $P_v b_2$ на плане скоростей прибавим вектор $b_2 d_2$, величина и направление которого известны. Тогда

$$v_{D_2} = \mu_v \cdot (P_v d_2).$$

Плоскопараллельное движение камня 2 рассматривается как сумма переносного (поступательного) движения вместе с точкой B_2 и относительного (вращательного) движения вокруг оси, проходящей через точку B_2 .

План ускорений строим, исследуя точки механизма в той же последовательности, что и при построении плана скоростей.

Находим \bar{a}_{D_2} из уравнения

$$\bar{a}_{D_2} = \underline{\underline{\bar{a}_{B_2}}} + \frac{\bar{a}_{D_2-B_2}^n}{D \rightarrow B} + \frac{\bar{a}_{D_2-B_2}^\tau}{\perp BD} \quad (4)$$

где $\bar{a}_{D_2-B_2}^n$ направлено от D к B , а $\bar{a}_{D_2-B_2}^\tau$ перпендикулярно DB и определяется направлением ε_2

$$a_{D_2-B_2}^n = \frac{v_{D_2-B_2}^2}{l_{DB}}$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_3$$

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{B_3}^\tau}{l_{BC}}$$

$$a_{D_2-B_2}^\tau = \varepsilon_2 \cdot l_{BD}$$

Решение уравнения (4) дает ответ

$$a_{D_2} = \mu_a \cdot (P_a d_2).$$

Сравнение планов ускорений, полученных предлагаемым и традиционным методами показывают одинаковость всех найденных ускорений.

Вывод.

Методически легче усвояемым методом определения кинематических характеристик точек кулисного камня (например, точки D_2) является предлагаемый

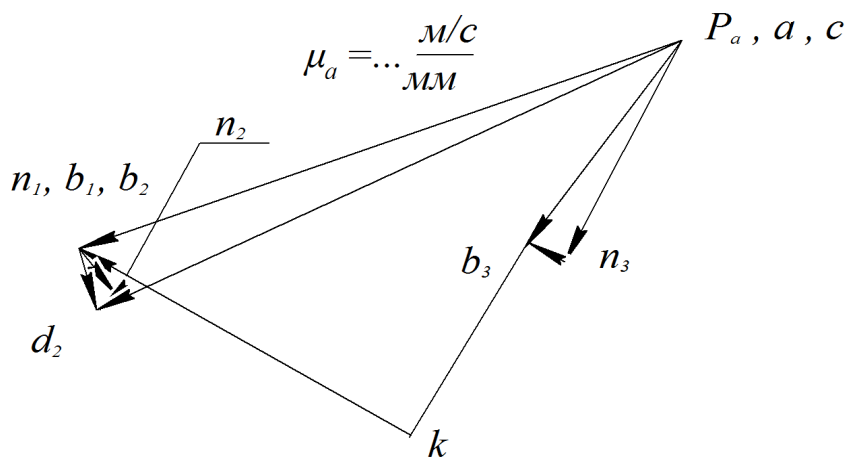


Рисунок 5. Вариант плана ускорений

метод, так как после построения планов скоростей и ускорений механизма он не требует многократного рассмотрения абсолютного и относительного движений двух звеньев механизма – кулисы 3 и кулисного камня 2 (сравни рис. 4 с рис. 2 и рис. 5 с рис. 3).

Список литературы: 1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. Учеб. для вузов. 4^е изд. перераб. и доп. – Москва: Наука, 1988. – 640 с. 2. Мешков В.А. Методические указания для решения задач по кинематическому исследованию стержневых механизмов методом планов в расчетно-графических работах по теории механизмов и машин. – Донецк: ДонНТУ – 2002. – 24с.