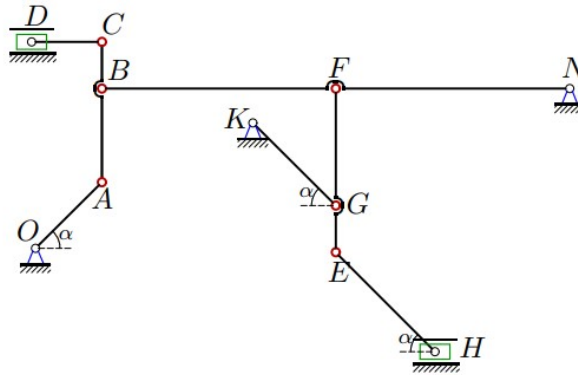


Постановка задачи: Плоский многосвязный механизм с одной степенью свободы приводится в движение кривошипом, который вращается против часовой стрелки с постоянной угловой скоростью. Найти скорости всех шарниров. Размеры даны в сантиметрах.

Задача К-9.13.

Олиференко Ярослав



$$\begin{aligned} \omega_{OA} &= 4 \text{ рад/с}, \alpha = 45^\circ, \\ AB &= 20, BC = 10, \\ BF &= 50, NF = 50, \\ CD &= 15, EH = 30, \\ FG &= 25, GE = 10, \\ OA &= 20, KG = 25. \end{aligned}$$

Решение: Определяем угловые скорости звеньев и скорости точек механизма.

Находим скорость точки **A** $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 4 \cdot 20 = 80 \text{ см/с}$

Рассмотрим треугольник ΔABP_2 $\begin{cases} BP_2 = AB = 20 \text{ см} \\ AP_2 = \sqrt{AB^2 + BP_2^2} = \sqrt{20^2 + 20^2} = 20\sqrt{2} \text{ см} \end{cases}$

Рассмотрим треугольник ΔACP_2 По теореме синусов

$$\frac{CP_2}{\sin \alpha} = \frac{AP_2}{\sin \beta} = \frac{AC}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \beta + \alpha\right)} \Rightarrow \begin{cases} CP_2 = AP_2 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \\ \frac{AP_2}{\sin \beta} = \frac{AC}{\cos(\beta - \alpha)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} CP_2 = 22.36 \\ \beta = 63.43^\circ \end{cases}$$

Определяем угловую скорость стержня **AC**

$$\omega_{AC} = \frac{V_A}{AP_2} = \frac{80}{20\sqrt{2}} = 2.828 \text{ рад/с}$$

Находим скорость точки **C**

$$V_C = \omega_{AC} \cdot CP_2 = 5.656 \cdot 22.36 = 126.5 \text{ см/с}$$

Находим скорость точки **B**

$$V_B = \omega_{AC} \cdot BP_2 = 5.656 \cdot 20 = 113.1 \text{ см/с}$$

Рассмотрим треугольник ΔCP_3D $\begin{cases} \sin \beta = \frac{CD}{CP_3} \\ \cos \beta = \frac{DP_3}{CP_3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} CP_3 = \frac{CD}{\sin \beta} = 16.77 \text{ см} \\ DP_3 = CP_3 \cdot \cos \beta = \frac{CD}{\text{tg} \beta} = 7.503 \text{ см} \end{cases}$

Определяем угловую скорость стержня **CD**

$$\omega_{CD} = \frac{V_C}{CP_3} = 7.543 \text{ рад/с}$$

Находим скорость точки **D**

$$V_D = \omega_{CD} \cdot DP_3 = 56.60 \text{ см/с}$$

Определяем угловую скорость стержня **BN**

$$\omega_{BN} = \frac{V_B}{BF + NF} = 1.131 \text{ рад/с}$$

Находим скорость точки **F**

$$V_F = \omega_{BN} \cdot NF = 56.55 \text{ см/с}$$

Рассмотрим треугольник ΔFP_5G
$$\begin{cases} FG = FP_5 = 25 \text{ см} \\ GP_5 = \sqrt{FG^2 + FP_5^2} = \sqrt{25^2 + 25^2} = 25\sqrt{2} \text{ см} \end{cases}$$

Определяем угловую скорость стержня **FE**

$$\omega_{FE} = \frac{V_F}{FP_5} = 2.262 \text{ рад/с}$$

Находим скорость точки **G**

$$V_G = \omega_{FE} \cdot GP_5 = 79.96 \text{ см/с}$$

Определяем угловую скорость стержня **KG**

$$\omega_{KG} = \frac{V_G}{KG} = \frac{79.96}{25} = 3.198 \text{ рад/с}$$

Рассмотрим треугольник ΔFP_5E
$$\begin{cases} EP_5 = \sqrt{FP_5^2 + FE^2} = \sqrt{25^2 + 25^2} = 43.01 \text{ см} \\ \cos \varphi = \frac{FE}{EP_5} \Rightarrow \varphi = \arccos \frac{FE}{EP_5} = 35.53^\circ \end{cases}$$

Находим скорость точки **E**

$$V_E = \omega_{FE} \cdot EP_5 = 97.29 \text{ см/с}$$

Рассмотрим треугольник ΔEHP_7

По теореме синусов
$$\frac{HE}{\sin \varphi} = \frac{EP_7}{\sin \left(\frac{\pi}{2} + \alpha \right)} = \frac{HP_7}{\sin \left(\pi - \varphi - \frac{\pi}{2} - \alpha \right)}$$

$$\begin{cases} EP_7 = HE \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \varphi} \\ HP_7 = HE \cdot \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\sin \varphi} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} EP_7 = HE \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \varphi} = 36.50 \\ HP_7 = HE \cdot \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\sin \varphi} = 8.498 \end{cases}$$

Определяем угловую скорость стержня **HE**

$$\omega_{HE} = \frac{V_E}{EP_7} = 2.665 \text{ рад/с}$$

Находим скорость точки **H**

$$V_H = \omega_{HE} \cdot HP_6 = 2.665 \cdot 8.498 = 22.65 \text{ см/с}$$

Записываем ответ в табличной форме.

$\omega_{BN}, \text{рад/с}$	$\omega_{AC}, \text{рад/с}$	$\omega_{CD}, \text{рад/с}$	$\omega_{OA}, \text{рад/с}$	$\omega_{FE}, \text{рад/с}$	$\omega_{GK}, \text{рад/с}$	$\omega_{EH}, \text{рад/с}$
$\omega_{BN} = 0.5656$	$\omega_{AC} = 2.828$	$\omega_{CD} = 2.373$	$\omega_{OA} = 4$	$\omega_{FE} = 1.131$	$\omega_{KG} = 1.599$	$\omega_{HE} = 0.2644$

$V_A, \text{см/с}$	$V_B, \text{см/с}$	$V_C, \text{см/с}$	$V_D, \text{см/с}$	$V_E, \text{см/с}$	$V_G, \text{см/с}$	$V_F, \text{см/с}$	$V_H, \text{см/с}$
$V_A = 80$	$V_B = 56.5684$	$V_C = 63.2435$	$V_D = 28.2917$	$V_E = 48.6620$	$V_G = 28.2842$	$V_F = 39.9998$	$V_H = 11.3137$

