

Расчетно-графическая работа №1

Задача К-11. Кинематический анализ
плоского механизма

Рисунок 3, вариант 11

Оформление.

Чувашский государственный университет
им. И.Н.Ульянова

Факультет энергетики и электротехники
Кафедра высшей математики и теоретической
механики им. С.Ф.Сайкина

Расчетно-графическая работа №1

по теме:

«Кинематический анализ
плоских механизмов»

Рис. 3, вариант 11

Выполнил:
студент группы ФЭиЭТ-...-15
Фамилия И.О.

Проверила:
Васильева Е.В.

Чебоксары - 2016

Дано:

$$AB = 80 \text{ см}$$

$$r = 20 \text{ см}$$

$$R = 30 \text{ см}$$

$$s = OA = f(t) = 10t^2 + 50t, \text{ см}$$

$$s_1 = 60, \text{ см}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 0^\circ$$

Найти:

1. Скорости точек А, В, С, D.
2. Угловые скорости стержня АВ и колеса в заданном положении.
3. Ускорение точки А.

Заданный рисунок

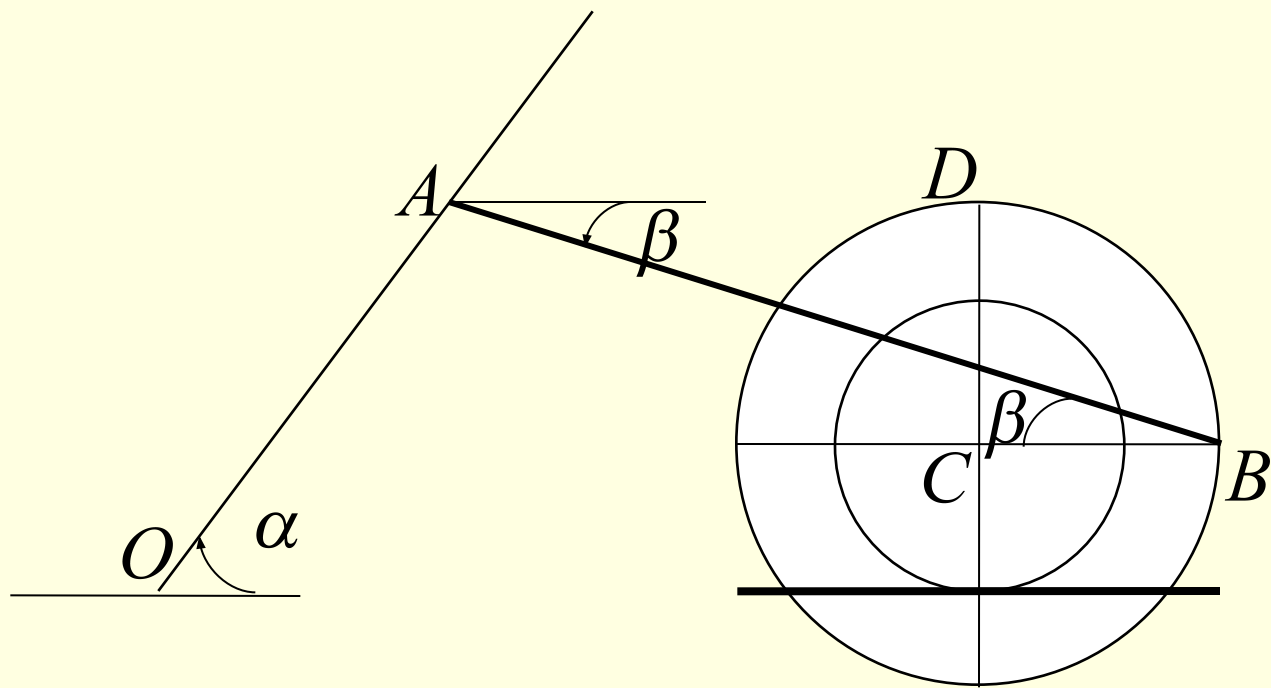
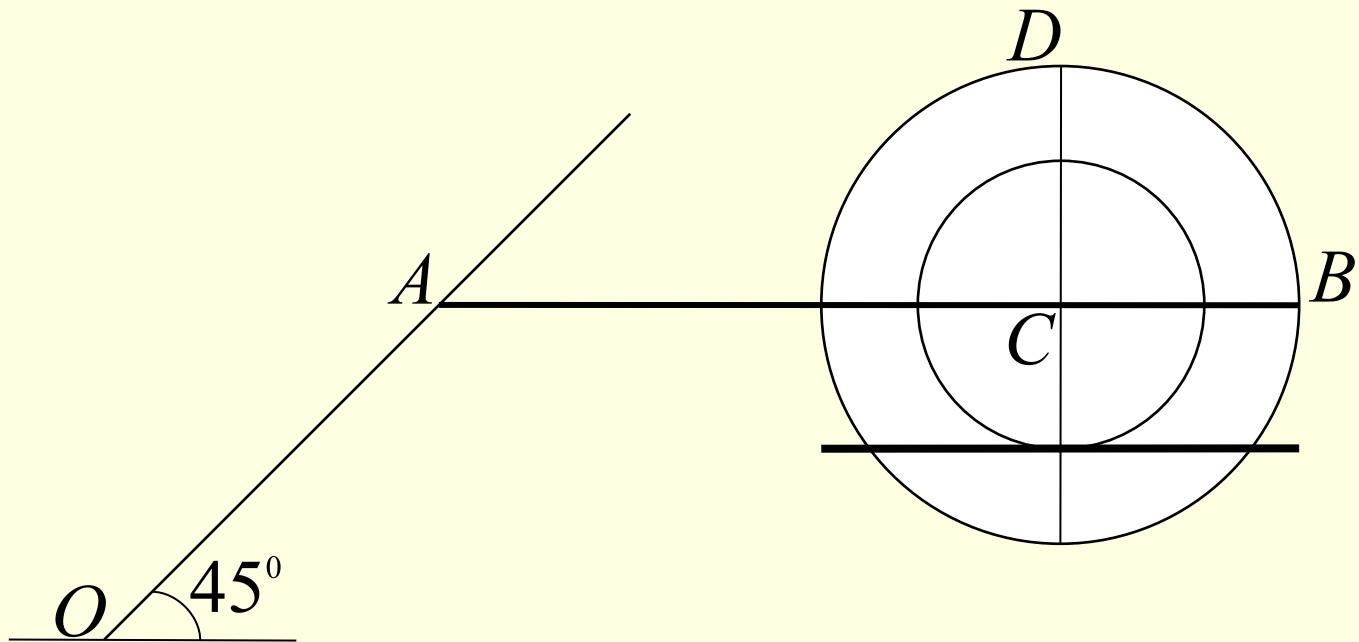


Рисунок с учетом данных



Решение:

1. Рассмотрим движение точки А.

По условию задачи т.А движется по прямой ОА по закону $s = OA = f(t)$ положение т.А соответствует положительному направлению движения.

Тогда движение точки А задано естественным способом.

Для того чтобы определить скорость и ускорение т.А, найдем время t_1 , когда расстояние, пройденное точкой станет s_1 .

Для этого решим уравнение:

$$s_1 = f(t) \Rightarrow 60 = 10t^2 + 50t$$

Получим: $t_1 = 1$.

Определим скорость и ускорение:

$$v_A = \frac{ds}{dt} = \dot{s} = 50 + 20t$$

$$w_A^{\tau} = \frac{dv_A}{dt} = \dot{v}_A = 20$$

$$w_A^n = \frac{v_A^2}{\rho}$$

При $t_1 = 1 \text{ с}$ получим:

$v_A = 50 + 20 \cdot 1 = 70 \text{ см/с} > 0$, т.е. направление вектора скорости т.А совпадает с положительным направлением движения.

$w_A^\tau = 20 \text{ см/с}^2 > 0$, т.е. направление вектора касательного ускорения т.А совпадает с положительным направлением движения.

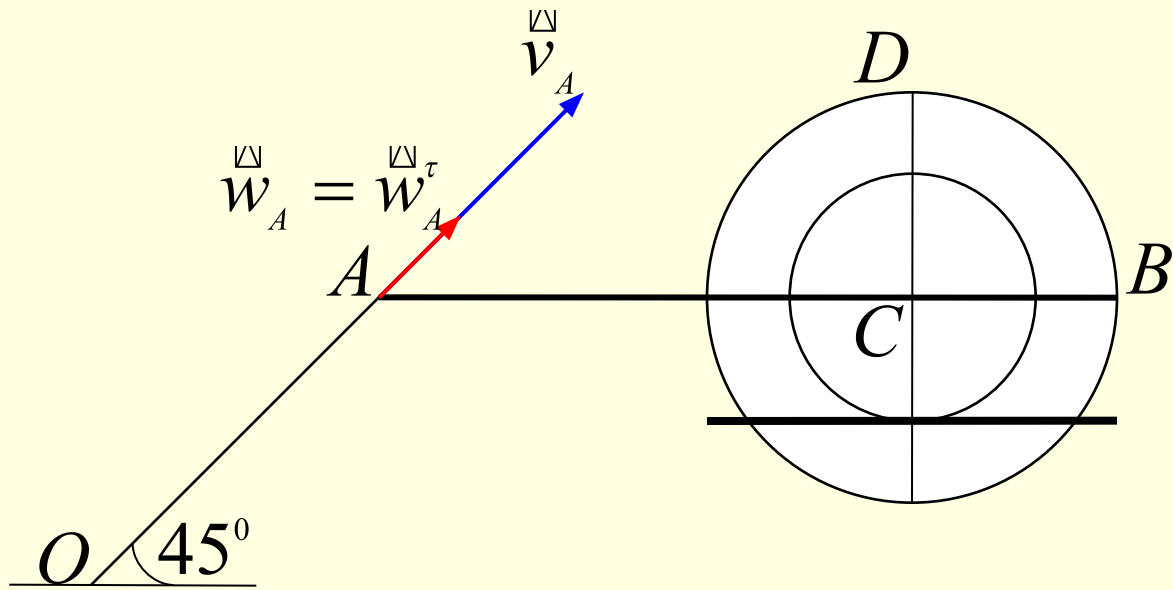
$$w_A^n = \frac{v_A^2}{\rho} = \frac{70^2}{\infty} \rightarrow 0$$

Тогда полное ускорение:

$$w_A = \sqrt{w_A^{\tau^2} + w_A^{n^2}} = \sqrt{20^2 + 0^2} = 20 \text{ см/с}^2, \text{ совпадает}$$

по направлению и по длине с вектором касательного ускорения т.А.

Изобразим все вектора на рисунке.

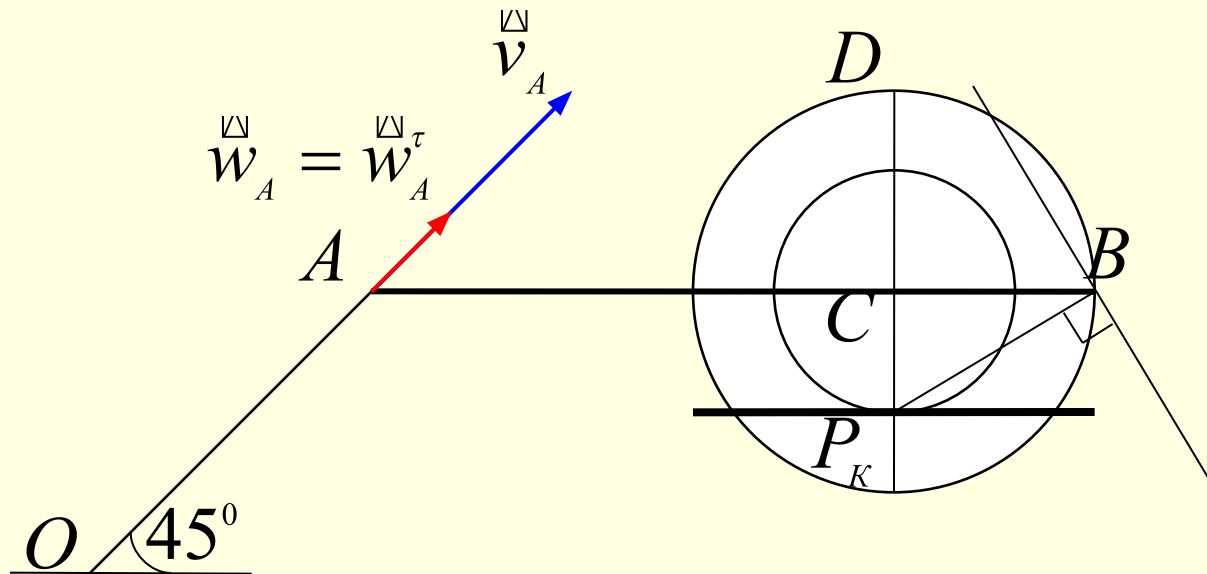


2. Рассмотрим движение стержня АВ.
Стержень совершает ППД. Тогда для
определения скоростей его точек
определим мцс – т. P_{AB} (на пересечении
перпендикуляров к скоростям точек).

3. Рассмотрим движение колеса.

Оно совершает ППД. Положение мцс колеса известно – т. P_K .

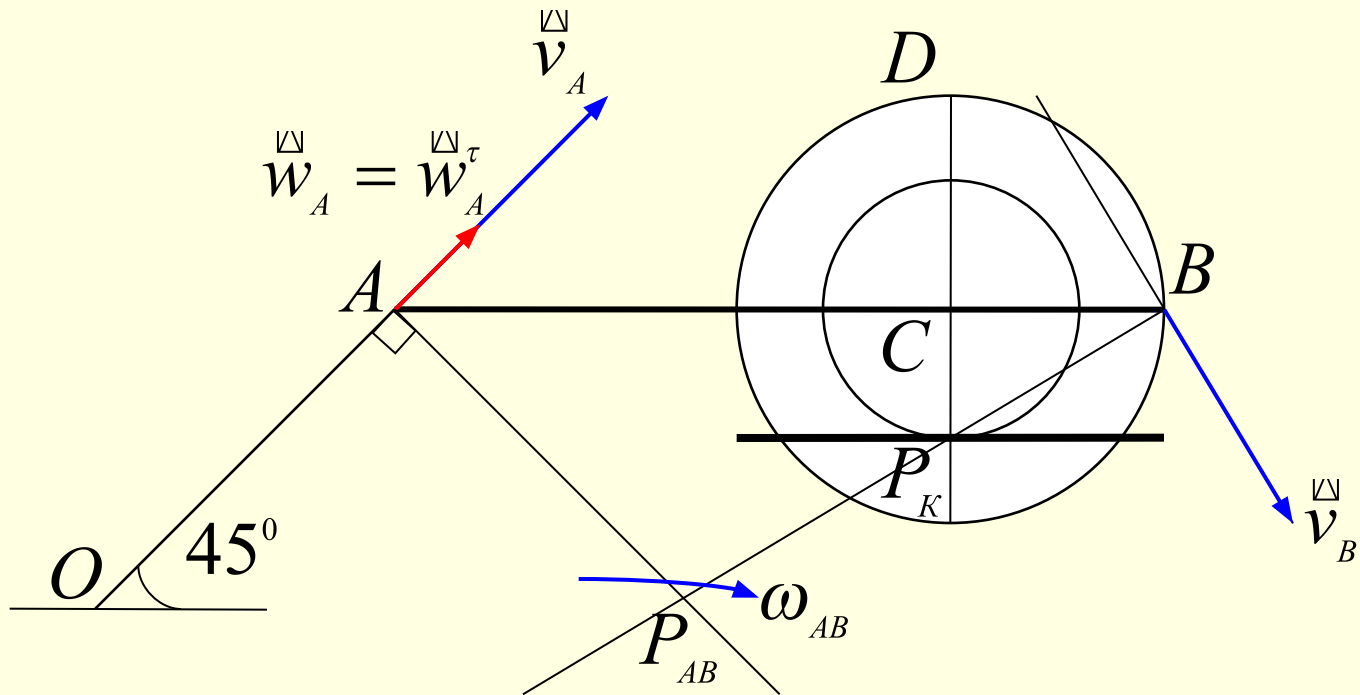
Тогда можем определить положение прямой, на которой находится вектор скорости т.В.



Возвращаемся к пункту 2.

Т.к. известно положение прямой, на которой находится вектор скорости $t.V$, то можем определить мцс стержня AB и направление вращения угловой скорости этого стержня.

Тогда по направлению угловой скорости можем окончательно определить на рисунке направление вектора скорости $t.V$.



Определим угловую скорость стержня и скорость точки В из соотношения:

$$\omega_{AB} = \frac{v_A}{AP_{AB}} = \frac{v_B}{BP_{AB}}, \text{ где расстояния } AP_{AB} \text{ и } BP_{AB}$$

определим по теореме синусов из треугольника ABP_{AB} .

$$\angle A = 45^\circ, \quad \angle B = \operatorname{arctg} \frac{r}{R} = \operatorname{arctg} \frac{20}{30} = 33,69^\circ,$$

$$\angle P_{AB} = 180^\circ - \angle A - \angle B = 101,31^\circ$$

Тогда по теореме синусов:

$$\frac{AB}{\sin 101,31^{\circ}} = \frac{AP_{AB}}{\sin 33,69^{\circ}} = \frac{BP_{AB}}{\sin 45^{\circ}} \Rightarrow$$

$$AP_{AB} = \frac{AB}{\sin 101,31} \cdot \sin 33,69 = \frac{80}{0,981} \cdot 0,555 = 45,26 \text{ см}$$

$$BP_{AB} = \frac{AB}{\sin 101,31} \cdot \sin 45 = \frac{80}{0,981} \cdot 0,707 = 57,656 \text{ см}$$

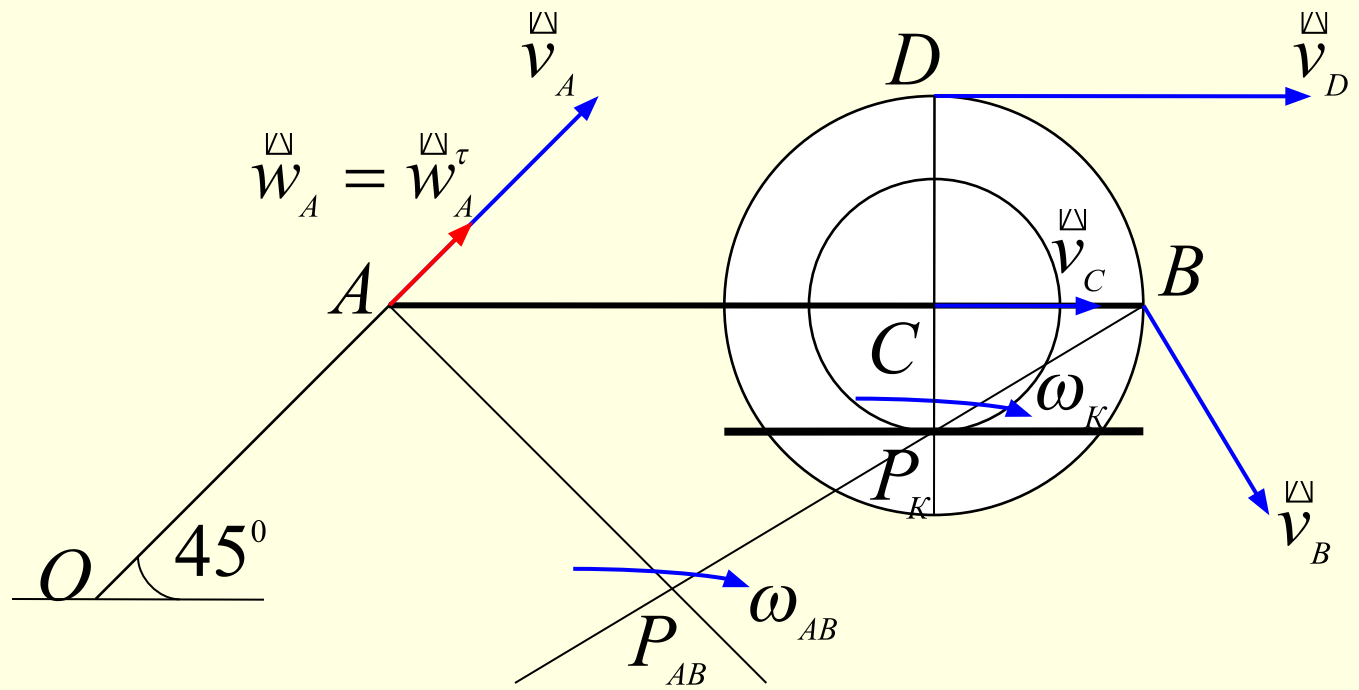
Тогда:

$$\omega_{AB} = \frac{v_A}{AP_{AB}} = \frac{70}{45,26} = 1,547 \text{ c}^{-1}$$

$$v_B = \omega_{AB} \cdot BP_{AB} = 1,547 \cdot 57,656 = 89,182 \text{ см/с}$$

Переходим к 3 пункту.

Зная направление скорости т.В, можем определить угловую скорость колеса, направления скоростей точек С и D.



Угловую скорость колеса и скорости точек С и D определим из соотношения:

$$\omega_K = \frac{v_B}{BP_K} = \frac{v_C}{CP_K} = \frac{v_D}{DP_K}, \text{ где расстояния } BP_K, CP_K$$

и DP_K легко найти по рисунку.

$$BP_K = \sqrt{R^2 + r^2} = \sqrt{30^2 + 20^2} = 36,056 \text{ см}$$

$$CP_K = r = 20 \text{ см}$$

$$DP_K = R + r = 30 + 20 = 50 \text{ см}$$

Итак:

$$\omega_K = \frac{v_B}{BP_K} = \frac{89,182}{36,056} = 2,474 \text{ с}^{-1}$$

$$v_C = \omega_K \cdot CP_K = 2,474 \cdot 20 = 49,469 \text{ см/с}$$

$$v_D = \omega_K \cdot DP_K = 2,474 \cdot 50 = 123,673 \text{ см/с}$$