



*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

Т 1.5. Дослідження кінематики механізмів аналітичним методом

Рачкевич Руслан

Тематичний план лекції

I) Метод векторних замкнутих контурів для визначення кінематичних характеристик механізмів

Метод векторних замкнутих контурів для визначення кінематичних характеристик механізмів

Функція положення механізму $q = f(\varphi, a_1, a_2, \dots, a_k),$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{df}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt},$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{df}{d\varphi} \cdot \omega,$$

Перша
передаточна
функція
(аналог
швидкості)



$$\frac{d^2q}{dt^2} = \left(\frac{df}{d\varphi} \right)' \cdot \omega + \frac{df}{d\varphi} \cdot \omega' = \frac{d^2f}{d\varphi^2} \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot \omega + \frac{df}{d\varphi} \cdot \varepsilon,$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} = \frac{d^2f}{d\varphi^2} \omega^2 + \frac{df}{d\varphi} \cdot \varepsilon.$$

Друга
передаточна
функція
(аналог
прискорення)



Метод векторних замкнутих контурів для визначення кінематичних характеристик механізмів

Кривошипно-повзунний механізм

$$\vec{r} + \vec{l} = \vec{x}_B,$$

$$\begin{cases} r \cos \varphi + l \cos \varphi_2 = x_B, \\ r \sin \varphi + l \sin \varphi_2 = 0, \end{cases}$$

$$\varphi_2 = \arcsin \beta,$$

$$\beta = -\frac{r}{l} \sin \varphi,$$

$$x_B = r \cos \varphi + l \sqrt{1 - \beta^2},$$

$$\frac{dx_B}{d\varphi} = -r \left(\sin \varphi - \frac{\beta \cos \varphi}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right),$$

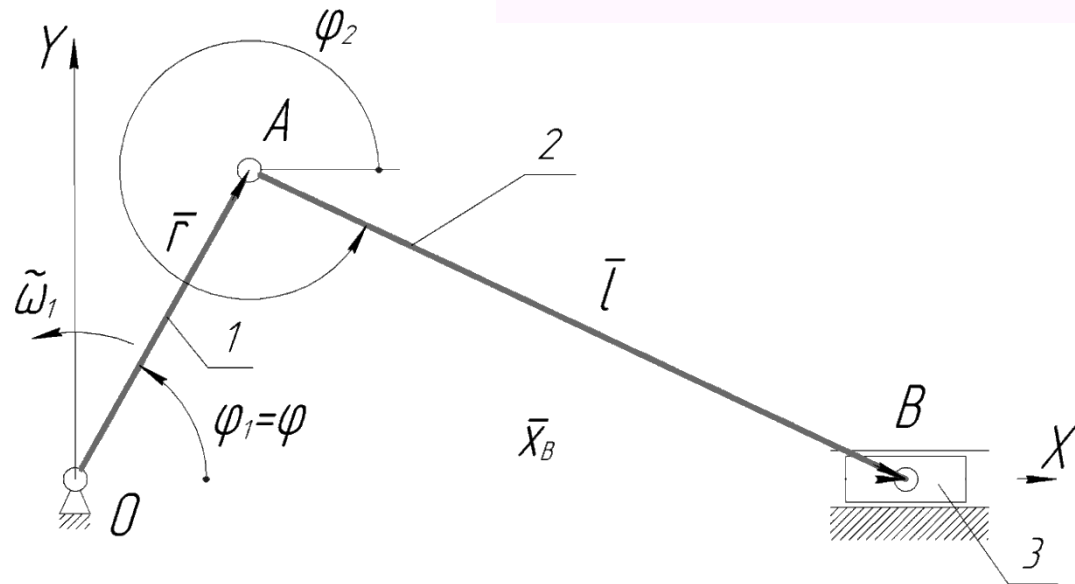
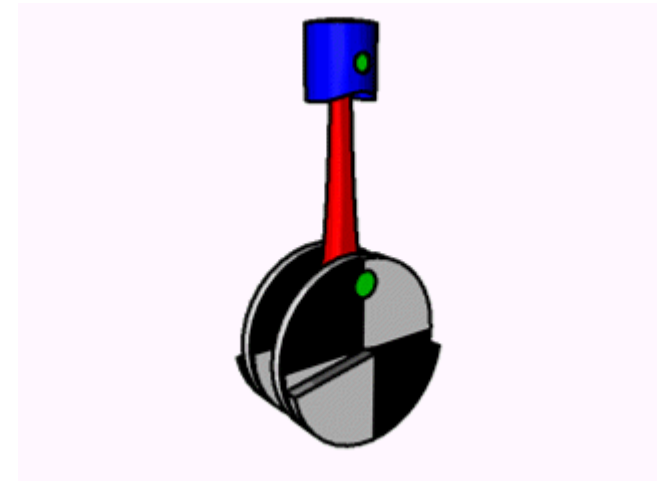
$$V_B = \frac{dx_B}{d\varphi} \omega_1.$$

$$k = p - n = 4 - 3 = 1$$

k – кількість замкнутих векторних контурів;

p – кількість кінематичних пар;

n – кількість рухомих ланок



Метод векторних замкнутих контурів для визначення кінематичних характеристик механізмів

$$k = p - n = 4 - 3 = 1$$

k – кількість замкнутих векторних контурів;

p – кількість кінематичних пар;

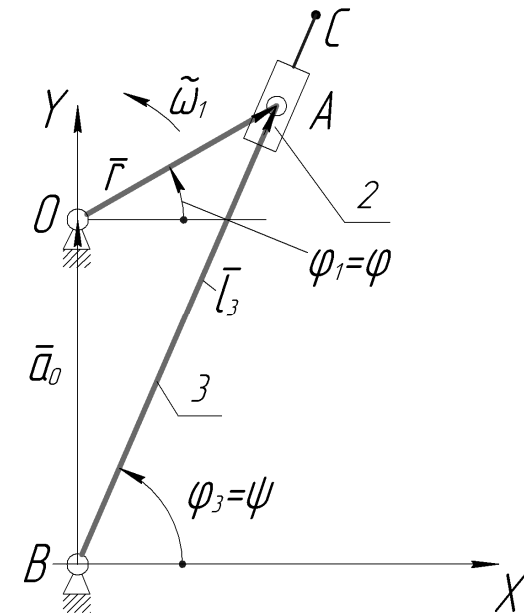
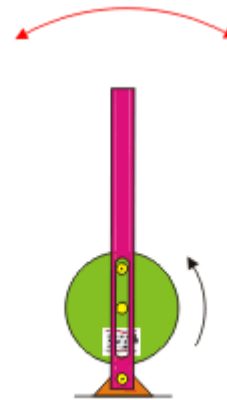
n – кількість рухомих ланок

Кулісний механізм

$$\vec{a}_0 + \vec{r} = \vec{l}_3,$$

$$\begin{cases} r \cos \varphi = l_3 \cos \psi, \\ a_0 + r \sin \varphi = l_3 \sin \psi, \end{cases}$$

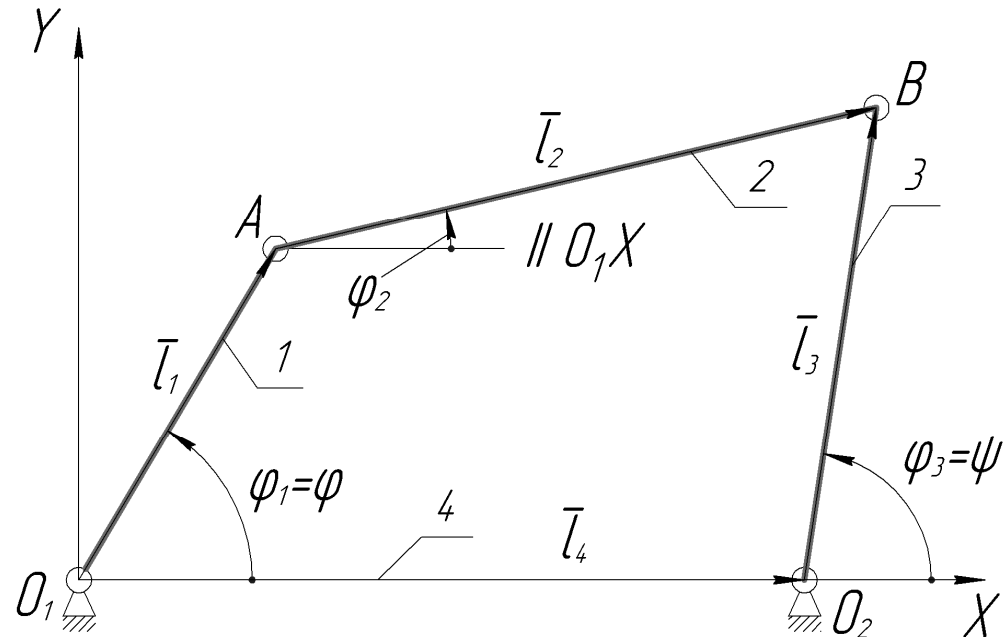
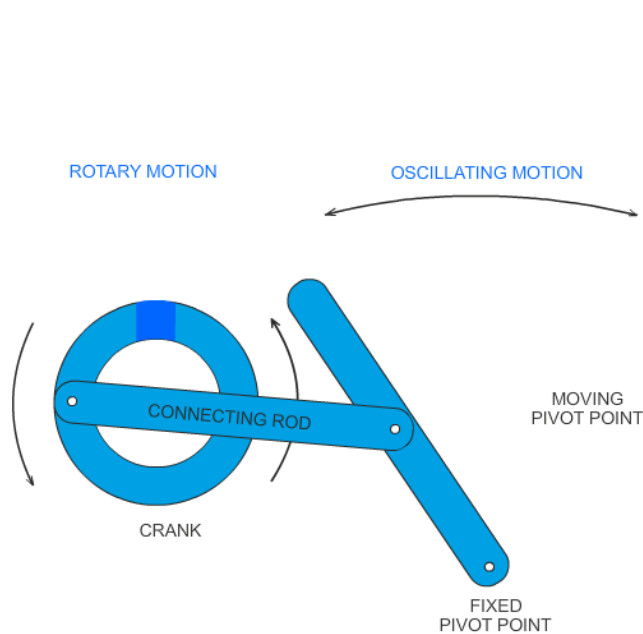
$$\begin{cases} r^2 \cos^2 \varphi = l_3^2 \cos^2 \psi, \\ a_0^2 + 2a_0 r \sin \varphi + r^2 \sin^2 \varphi = l_3^2 \sin^2 \psi, \\ a_0^2 + 2a_0 r \sin \varphi + r^2 = l_3^2, \\ l_3 = \sqrt{r^2 + a_0^2 + 2a_0 r \sin \varphi}, \\ \psi = \arccos \left(\frac{r \cos \varphi}{l_3} \right), \\ \psi = \arccos \left(\frac{r \cos \varphi}{\sqrt{r^2 + a_0^2 + 2a_0 r \sin \varphi}} \right), \end{cases}$$



$$\frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{r \left(\sin \varphi + \frac{a_0 r}{l_3^2} \cos^2 \varphi \right)}{\sqrt{l_3^2 - r^2 \cos^2 \varphi}},$$

$$\omega_3 = \frac{d\psi}{d\varphi} \omega_1.$$

Метод векторних замкнутих контурів для визначення кінематичних характеристик механізмів



$$k = p - n = 4 - 3 = 1$$

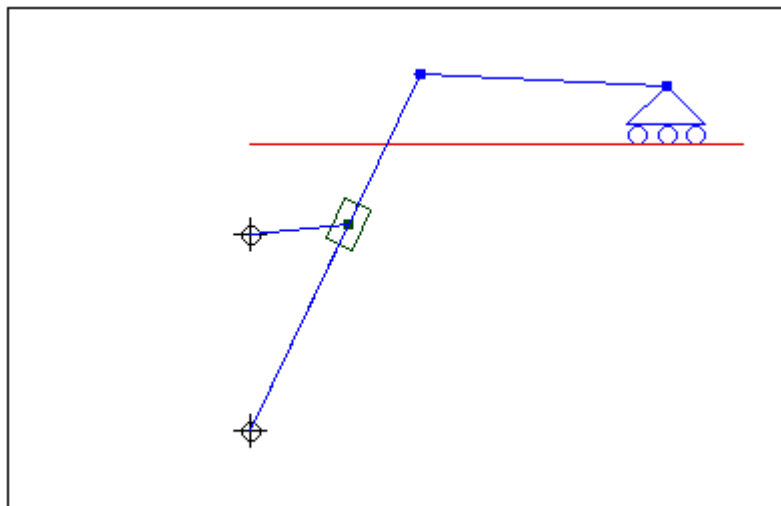
k – кількість замкнутих векторних контурів;
 p – кількість кінематичних пар;
 n – кількість рухомих ланок

$$\vec{l}_1 + \vec{l}_2 = \vec{l}_4 + \vec{l}_3,$$

$$\begin{cases} l_1 \cos \varphi + l_2 \cos \varphi_2 = l_4 + l_3 \cos \psi, \\ l_1 \sin \varphi + l_2 \sin \varphi_2 = l_3 \sin \psi. \end{cases}$$

Метод векторних замкнутих контурів для визначення кінематичних характеристик механізмів

7



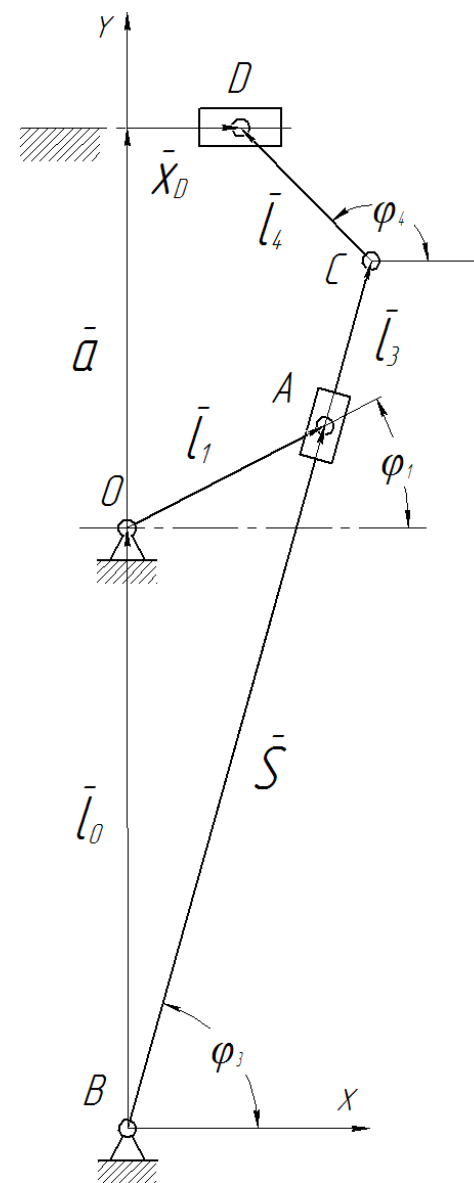
$f(x, t)$

$$\begin{cases} \vec{S} = \vec{l}_0 + \vec{l}_1, \\ \vec{l}_3 + \vec{l}_4 = \vec{l}_0 + \vec{a} + \vec{x}_D, \end{cases}$$

$$k = p - n = 7 - 5 = 2$$

k – кількість замкнутих векторних контурів;
 p – кількість кінематичних пар;
 n – кількість рухомих ланок

$$\begin{cases} S \cos \varphi_3 = l_1 \cos \varphi_1, \\ S \sin \varphi_3 = l_0 + l_1 \sin \varphi_1, \\ l_3 \cos \varphi_3 + l_4 \cos \varphi_4 = x_D, \\ l_3 \sin \varphi_3 + l_4 \sin \varphi_4 = l_0 + a. \end{cases}$$



Дякую за увагу!