

Лекція 1

Загальні відомості про вимірювальні перетворювачі

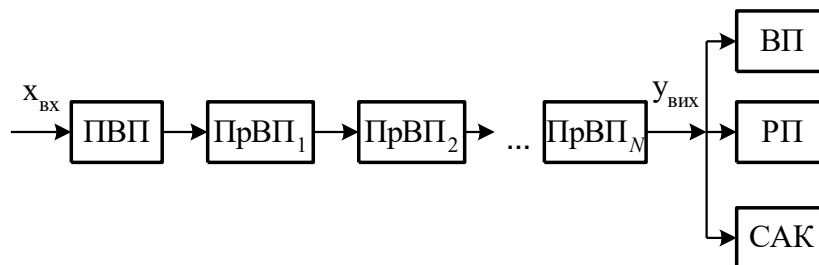


Рис.1. Функціональна схема засобу вимірювання

Первинна інформація $x_{вх}$, вихідна величина $y_{вих} = y_{вих}(x_{вх})$ (рис. 1).

Якщо точка підвісу маятника рухатиметься з прискоренням a , то під дією сили інерції $P=ta$ маса маятника m відхилиться від вертикального положення на кут $\alpha = \alpha(a)$.

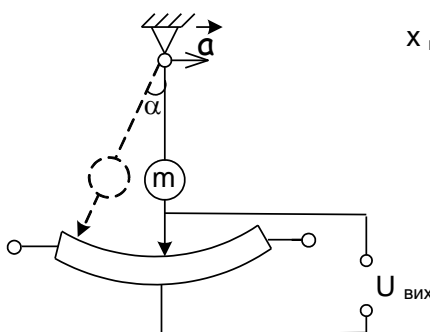


Рис. 2. Акселерометр

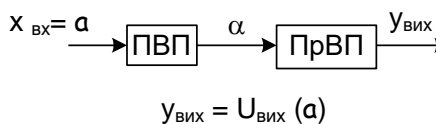


Рис. 3. Функціональна схема акселерометра

$$u_{вих} = u_{вих}(a) \quad (1)$$

$$y_{вих} = f(x_{вх}), \quad (2)$$

$$\Delta y_{вих} = \Delta y_{вих}(t) \leq \Delta y_{вих\text{доп}} \quad (x_{вх} = \text{const}), \quad (3)$$

де $\Delta y_{вих\text{доп}}$ – допустима зміна в часі вихідної величини.

$$y_{вих} = k_x x_{вх} \quad (4)$$

(k_x – передаточний коефіцієнт),

$$k_x(t) = const$$

$$\Delta k_x \leq \Delta k_{\text{доп}} \quad (5)$$

$\Delta k_{\text{доп}}$ – допустима зміна передаточного коефіцієнта.

$$k = k(t, P, \Theta^0, n \dots), \quad (6)$$

де t – час; P – тиск навколишнього середовища; Θ^0 – його температура; n – перевантаження.

$$k = k(t, \Theta^0, P, n \dots) = const$$

або

$$\Delta k(t, \Theta^0, P, n, \dots) \leq k_{\text{доп}} \quad (7)$$

$$x_{\text{exmin}} \leq x_{\text{ex}}(t) \leq x_{\text{exmax}} \quad (8)$$

$$y_{\text{euxmin}} \leq y_{\text{eux}}(t) \leq y_{\text{euxmax}}$$

$$(Tp + 1)y_{\text{eux}} = kx_{\text{ex}}, \quad (9)$$

$$T \leq T_{\text{доп}}$$

Коли рівняння динаміки вищого порядку зі сталими часу $T_n, T_{n-1}, \dots, T_2, T_1$, допустима інерційність визначається нерівностями, які повинні виконуватися:

$$T_n \leq T_{n \text{ доп}};$$

$$T_{n-1} \leq T_{n-1 \text{ доп}};$$

.....

$$T_2 \leq T_{2 \text{ доп}};$$

$$T_1 \leq T_{1 \text{ доп}}.$$

$$\begin{aligned} & y_{\text{eux}}(t) = f[x_{\text{ex}}(t - \tau)]; \\ & t \leq \tau \quad y_{\text{eux}} = 0, \text{ якщо } x_{\text{ex}} \neq 0; \\ & t > \tau \quad y_{\text{eux}} \neq 0, \text{ якщо } x_{\text{ex}} \neq 0. \end{aligned} \quad (10)$$

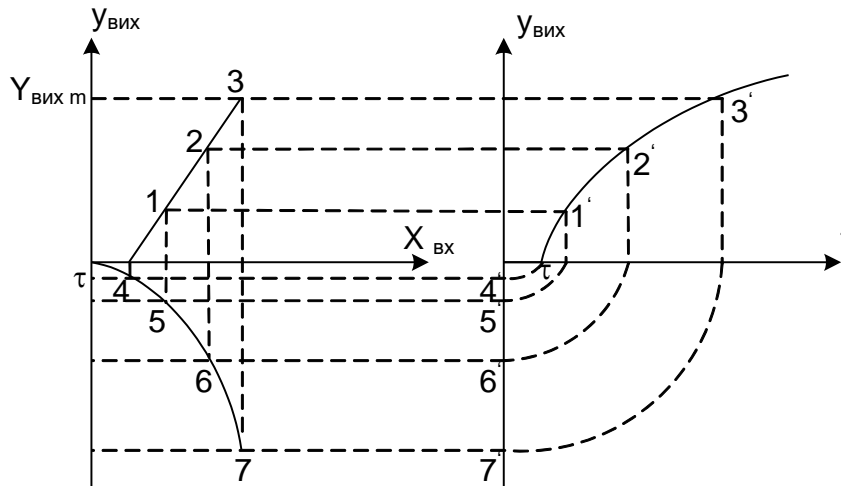


Рис. 4. До визначення поняття запізнювання



Рис. 5. Варіанти використання перетворювачів

$y_{\text{вих}} = kx_{\text{вх}}$, де $x_{\text{вх}} = \text{const}$; $y_{\text{вих}} = f(x_{\text{вх}})$, де $f(x_{\text{вх}})$ – нелінійна функція (наприклад, $y_{\text{вих}} = \sin(x_{\text{вх}})$ або $y_{\text{вих}} = kx_{\text{вх}}^2$).

$$F(y_{\text{вих}}, \dot{y}_{\text{вих}}, \ddot{y}_{\text{вих}}, \dots, y_{\text{вих}}^{(n)}, t, x_{\text{вх}}, \dot{x}_{\text{вх}}, \ddot{x}_{\text{вх}}, \dots, x_{\text{вх}}^{(m)}, f_{\text{в1}}, f_{\text{в2}}, \dots, f_{\text{вv}}) = 0, \quad (11)$$

де F – в загальному випадку нелінійна функція; $\dot{x}_{\text{вх}}, \ddot{x}_{\text{вх}}, \dots, x_{\text{вх}}^{(m)}$ – похідні від вхідної величини за часом; $f_{\text{в1}}, f_{\text{в2}}, \dots, f_{\text{вv}}$ – збурюючі фактори, які впливають на роботу перетворювача; $\dot{y}_{\text{вих}}, \ddot{y}_{\text{вих}}, \dots, y_{\text{вих}}^{(n)}$ – похідні від вхідної величини за часом.

$$F_{\text{вих}}(y_{\text{вих}}, \dot{y}_{\text{вих}}, \ddot{y}_{\text{вих}}, \dots, y_{\text{вих}}^{(n)}, t) = F_{\text{вх}}(x_{\text{вх}}, \dot{x}_{\text{вх}}, \ddot{x}_{\text{вх}}, \dots, x_{\text{вх}}^{(m)}, f_{\text{в1}}, \dots, f_{\text{вv}}), \quad (12)$$

$$\dot{y}_{\text{eux}} = 0, \ddot{y}_{\text{eux}} = 0, \dots, y_{\text{eux}}^{(n)} = 0;$$

$$\dot{x}_{\text{ex}} = 0, \ddot{x}_{\text{ex}} = 0, \dots, x_{\text{ex}}^{(m)} = 0.$$

$$F_{\text{eux}}(y_{\text{eux}}) = F_{\text{ex}}(x_{\text{ex}}, f_{\text{e}1}, f_{\text{e}2}, \dots, f_{\text{e}v}), \quad (13)$$

$$y_{\text{eux}} = F_{\text{ex}}(x_{\text{ex}}, f_{\text{e}1}, f_{\text{e}2}, \dots, f_{\text{e}v}), \quad (14)$$

$$y_{\text{eux}} = F_{\text{ex}}(x_{\text{ex}}). \quad (15)$$

$$\begin{aligned} -x_{\text{ex.m}} &\leq x_{\text{ex}} \leq x_{\text{ex.m}}; \\ -y_{\text{eux.m}} &\leq y_{\text{eux}} \leq +y_{\text{eux.m}} \end{aligned} \quad (16)$$

$$y_{\text{eux}} = k_x x_{\text{ex}},$$

де k_x – коефіцієнт перетворення вимірювального перетворювача, або його чутливість.

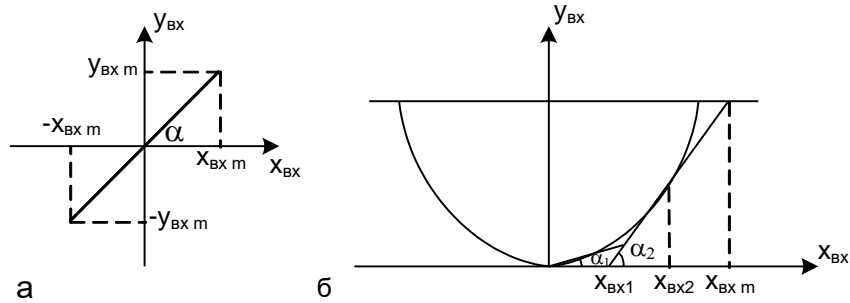


Рис. 6. Статична характеристика ВП: а – лінійна; б – нелінійна

$$k_x = \frac{y_{\text{eux}}}{x_{\text{ex}}} = \text{tg} \alpha = S_x.$$

$$y_{\text{eux}} = y_{\text{eux}}(x_{\text{ex}}),$$

де $y_{\text{вих}}(x_{\text{вх}})$ – нелінійна функція.

$$S_x(x_{\text{ex}}) = \frac{dy_{\text{eux}}}{dx_{\text{ex}}}.$$

$$y_{\text{eux}} = ax^2,$$

$$S_x(x_{\text{ex}}) = 2ax_{\text{ex}}.$$

$$y_{\text{eux}} = y_{\text{eux}}(x_{\text{ex}}, f_{\text{e}1}, f_{\text{e}2}, \dots, f_{\text{e}v}),$$

$$S_x = k_x(\dot{x}, \dot{f}_{\text{e}1}, \dot{f}_{\text{e}2}, \dots, \dot{f}_{\text{e}v}).$$

$$S_x = S_x(\Theta^o, P, n, \dots) = \text{var},$$

$$\Theta^o = \text{var}, P = \text{var}, n = \text{var}.$$

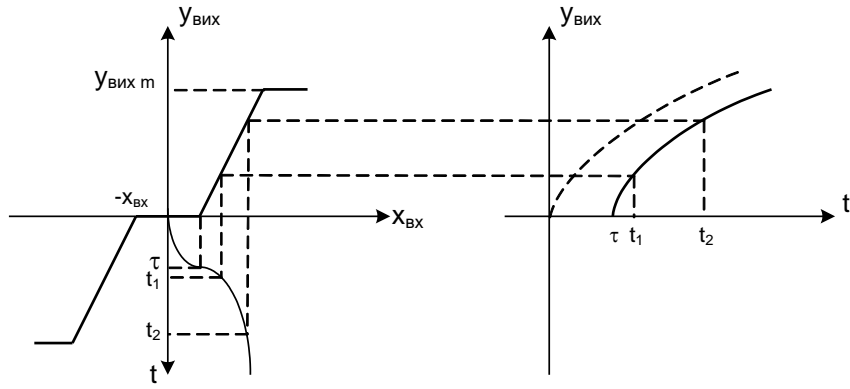


Рис. 7. До визначення порогу чутливості

$$y_{вих}(t) = k_x x_{вих}(t - \tau).$$

$$D = x_{вих.макс} - x_{вих.мін},$$

$$\Delta y_{вих} \leq \Delta y_{вих.дон},$$

$$D = x_{вих.м} - (-x_{вих.м}) = 2x_{вих.м}.$$

$$\Delta x_{вих} = x_{вих}^* - x_{вих}.$$

$$\Delta y_{вих} = y_{вих}^*(\infty) - y_{вих}.$$

$$\Delta y_{вих.д}(t) = y_{вих}^*(t) - y_{вих}^*(\infty).$$

$$\Delta y_{вих}(t) = y_{вих}^*(t) - y_{вих}(t).$$

$$\Delta y_{вих}(t) = \Delta y_{вих.д}(t) + \Delta y_{вих.ст}.$$

При $t \rightarrow \infty \Delta y_{вих.д}(t) \rightarrow 0, \Delta y_{вих}(t) \rightarrow \Delta y_{вих.ст}.$

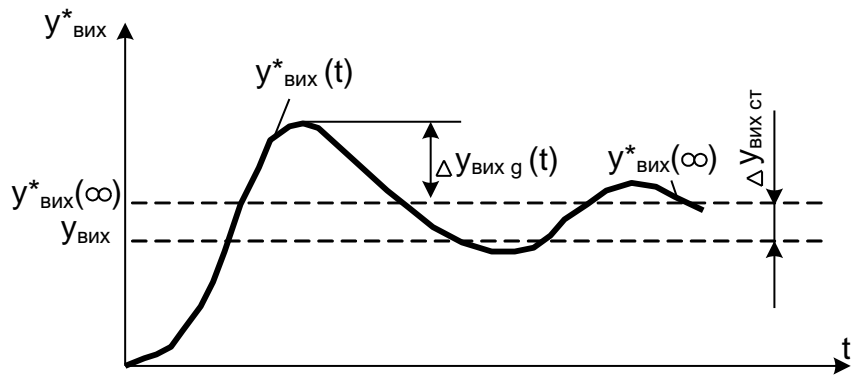


Рис. 8. До визначення динамічної похибки ВП