

4. Синтез кулачкового механізму

Рисунок 4.1 – Кінематична схема кулачкового механізму.

Вихідні дані:

- кутова швидкість кулачкового валу $\omega_3 = 141,3 \text{ с}^{-1}$;
- закон руху $\frac{d^2\beta}{d\varphi^2} - \varphi$ штовхача $D = 1$;
- фазовий кут віддалення штовхача $\varphi_B = 30^\circ$;
- фазовий кут далекого вистюю штовхача $\varphi_D = 10^\circ$;
- фазовий кут повернення штовхача $\varphi_{II} = 30^\circ$;
- хід штовхача механізму $h_{10} = 5 \text{ мм}$.

Рисунок 4.2 – Діаграма аналога прискорень штовхача

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1. Побудова кінематичних діаграм руху штовхача.

Діаграму аналога прискорень будуємо заданої форми $D = 1$, за фазами віддалення і наближення. У довільному масштабі відкладаємо робочий кут

$$\varphi_{\text{роб}} = \varphi_{\text{в}} + \varphi_{\text{д}} + \varphi_{\text{п}} = 30^{\circ} + 10^{\circ} + 30^{\circ} = 70^{\circ}$$

Фазові кути $\varphi_{\text{в}}$ і $\varphi_{\text{п}}$ розбиваємо на рівну кількість частин. Максимальну ординату $h_{\text{в}}$ на графіку вибираємо в межах 50...70 мм, а ординату $h_{\text{п}}$ знаходимо за формулою:

$$t_{\text{в}} = (60 / n_1) * (\varphi_{\text{в}} / 360) = (60/1350) * (30/360) = 0,0037 \text{ с} - \text{ час віддалення}$$

$$t_{\text{п}} = (60 / n_1) * (\varphi_{\text{п}} / 360) = (60/1350) * (30/360) = 0,0037 \text{ с} - \text{ час наближення}$$

$$n_1 = 1350 \text{ хв}^{-1} - \text{ число обертання кулачка}$$

$$h_{\text{п}} = (h_{\text{в}} * \varphi_{\text{в}}) / \varphi_{\text{п}} = (70 * 30^2) / 30^2 = 70 \text{ мм}$$

Далі вибираємо точку P_2 , на відстані $H_2 = 60$ мм від точки O .

Відкладаємо $h_{\text{в}}$ і $h_{\text{п}}$, будуємо графік. Полюсна відстань H_2 рухається вибраною добре, якщо координати $V_{\text{в}}$ і $V_{\text{п}}$ будуть в межах 50...70 мм.

Графічним інтегруванням діаграми аналогів швидкостей будуємо діаграму переміщень $S - \varphi$ штовхача. P_1 на відстані $H_1 = 60$ мм

4.2. Розрахунок масштабних коефіцієнтів діаграм.

Масштабні коефіцієнти :

- масштабний коефіцієнт кутів повороту кулачка у градусній і радіанній мірі та масштабний коефіцієнт часу обертання кулачка

$$\mu_{\varphi} = \frac{\varphi_{\text{роб}}}{0 - 12} = \frac{70}{280} = 0,25 \frac{\text{град}}{\text{мм}};$$

$$\mu_{\varphi'} = \frac{\pi \cdot \mu_{\varphi}}{180} = \frac{3,14 * 0,25}{180} = 0,0044 \frac{\text{рад}}{\text{мм}}.$$

$$\mu_t = \frac{\mu_{\varphi'}}{\omega_{13}} = \frac{0,0044}{141,3} = 0,000031 \frac{\text{с}}{\text{мм}}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- переміщення штовхача

$$\mu_s = \frac{h_{10}}{6 - 6'} = \frac{0.005}{75} = 0.000067 \frac{м}{мм}$$

- аналогів кутової швидкості

$$\mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = \frac{\mu_s}{\mu_{\varphi'} \cdot H_1} = \frac{0.000067}{0.0044 \cdot 60} = 0.000256 \frac{м}{мм}$$

- аналогів кутового прискорення

$$\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}} = \frac{\mu_{\frac{dS}{d\varphi}}}{\mu_{\varphi'} \cdot H_2} = \frac{0.000256}{0.0044 \cdot 60} = 0,00097 \frac{м}{мм}$$

- швидкостей штовхача

$$\mu_V = \frac{\mu_s}{\mu_t \cdot H_1} = \frac{0.000067}{0.000031 \cdot 60} = 0,036 \frac{м}{с}$$

- прискорення штовхача

$$\mu_A = \frac{\mu_V}{\mu_t \cdot H_2} = \frac{0.036}{0.000031 \cdot 60} = 19,4 \frac{с^2}{мм}$$

Зведу до таблиці 4.1. всі масштабні коефіцієнти

Таблиця 4.1.- Масштабні коефіцієнти діаграм руху

Коефіцієнт	μ_{φ}	$\mu_{\varphi'}$	μ_t	μ_s	$\mu_{\frac{dS}{d\varphi}}$	$\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}}$	μ_V	μ_A
Вимір	$\frac{град}{мм}$	$\frac{рад}{мм}$	$\frac{с}{мм}$	$\frac{м}{мм}$	$\frac{м}{мм}$	$\frac{м}{мм}$	$\frac{м}{с}$ $\frac{с}{мм}$	$\frac{м}{с^2}$ $\frac{с^2}{мм}$
Значення	0,25	$0,44 \cdot 10^{-2}$	$0,31 \cdot 10^{-4}$	$0,67 \cdot 10^{-4}$	$0256 \cdot 10^{-3}$	$0,97 \cdot 10^{-3}$	0,036	19,4

Визначаємо кінематичні параметри руху штовхача механізму

$$S_0 = \overline{0 - 0'} * \mu_s, м;$$

$$V_0 = \overline{0 - 0_1} * \mu_V, \frac{м}{с};$$

$$A_0 = \overline{0 - 0_2} * \mu_A, \frac{м}{с^2}.$$

Дані параметрів руху штовхача механізму заносимо в таблицю 4.2

ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АВК.
------	------	----------	--------	------	------

Таблиця 4.2 – Кінематичні параметри руху штовхача

Положення величина	Вимір	0,12	1,11	2,10	3,9	4,8	5,7	6,6'
Переміщення h_{10}	мм	0	7	18	38	56	68	75
	м	0	0,00047	0,0012	0,0025	0,0037	0,0045	0,005
Швидкість V	мм	0	25	50	75	50	25	0
	м/с	0	0,9	1,9	2,7	1,9	0,9	0
Прискорення A	мм	70	70	70	70	-70	-70	-70
	м/с ²	1358	1358	1358	1358	-1358	-1358	-1358

4.3. Визначення геометричних розмірів кулачка.

Будуємо діаграму «переміщення – аналог швидкості», прийнявши масштабний коефіцієнт

$$\mu'_s = \mu \frac{d^2 S}{d\varphi^2} = 0,00048 \frac{м}{мм}$$

Таке значення коефіцієнтів потребує перерахувати за таблицею 4.2 діаграму переміщень і діаграму прискорень штовхача за формулами

$$\bar{S}'_0 = \bar{S} * \frac{\mu_s}{\mu'_s} = \frac{0,000067}{0,00048} * \bar{S} = 0,139 * \bar{S}.мм;$$

$$\bar{A}'_0 = \bar{A} * \frac{\mu \frac{d^2 S}{d\varphi^2}}{\mu'_s} = \frac{0,00097}{0,00048} * \bar{A} = 2,0 * \bar{A}.мм.$$

Результати скласти до таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Результати перерахунку діаграм

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Положення	0	1	2	3	4	5	6 – 6'
$\overline{S}_{.мм}$	0	7	18	38	56	68	75
$\overline{S}'_{o.мм}$	0	0,9	2,5	5,2	7,8	9,4	10,4
$\overline{A}_{,мм}$	70	70	70	70	-70	-70	-70
$\overline{A}'_{o,мм}$	140	140	140	140	-140	-140	-140

На нових координатних осях $S' - \varphi(t)$, за таблицею 4.3 будемо діаграму переміщень \overline{S}' - аналог прискорень \overline{A}'_o . До діаграми проводимо під кутом тиску $\theta = 45^\circ$ дотичні прямі і отримуємо мінімальний радіус кулачка

$$R_o = O_K - O * \mu_s = 135 * 0,00048 = 0,0648 м.$$

4.4. Креслення профілю кулачка

Для побудови профілю вибираємо масштабний коефіцієнт довжиною

$$\mu'_s = 0,00048 \frac{м}{мм}.$$

Будуємо коло мінімального радіуса $R_o = 135$ мм. Початкову лінію n-n руху штовхача креслимо дотичною до кола ексцентриситету і зміщеною за напрямком кутової швидкості $-\omega_3$. Від точки O' відкладаємо максимальний хід штовхача $h_{10} = 10,4$ мм. . Від початкової лінії Ab' відкладаємо проти руху кулачка $-\omega_3$ фазові кути, ділимо їх на рівну кількість частин. З отриманих точок будуємо дотичні до кола ексцентриситету. Проводимо окружності з максимального ходу штовхача, на перетині з дотичними отримаємо точки профілю кулачка.

Для креслення кулачку використовуємо параметри таблиці 4.3.