__Вариант 5__: ГЪРБИЧЕН МЕХАНИЗЪМ С РОЛКОВА КОБИЛИЦА

$\alpha = b = \Delta\Psi_{\max} = 0,349\ [rad] = 20\ [\deg];\ L = 130\ [mm];\ \omega_1 = 50\left[\dfrac{rad}{s}\right];\ k = 6$;

$\varphi_O = 180[\deg]$; $\varphi_{OП} = 0\ [\deg]$; $\varphi_П = 180\ [\deg]$; $\theta_P = 20[\deg]$; $p = \varphi = \dfrac{\varphi_O}{6} = \dfrac{180^\circ}{6} = 30,0$;

Гърбицата се върти в положителна посока. Преодоляването на силите на полезно съпротивление става при отдалечаване на изходното звено. Понеже изходното звено на механизма е кулиса, то изходната координата B и нейните производни B^1 и B^{11} ще записваме с индексите $\Delta\Psi$, Ψ^1 и Ψ^{11} . Съответно ходът на изходното звено е $L.\alpha = K_{\Psi^{11}}.L.\Delta\Psi_{\max} = 1,1.130.0,349 = 49,91mm$; $K_{\Psi^{11}} = 1,1$;

__1. Определяне на предавателните функции__. Понеже имаме механизъм с ролкова кобилица величината B^{11} се изменя по "трапецовиден" закон. От израза $\Psi^{11}_{\max} = B^{11}_{\max} = k.\dfrac{H}{\varphi_0^2}$ (стойността на коефициента k зависи от вида на избрания закон на $B^{11}(\varphi)$), записан във вида $\Psi^{11}_{\max} = k.\dfrac{\alpha}{\varphi_0^2}$ при $k = 6$ (по задание), определяме $\Psi^{11}_{\max} = k.\dfrac{\alpha}{\varphi_0^2} = 6.\dfrac{20}{180^2} = 0,0037$. Разделяме фазовите ъгли φ_O и $\varphi_П$ на шест равни части. Като използваме таблица 4.2 изчисляваме съответни стойности на Ψ^{11} , Ψ^1 и $\Delta\Psi$ за фазата на отдалечаване, умножаваме ги по избрана или зададена (както е в случая) дължина на стойката $L = 138\ mm$ и ги записваме в таблица ($L.\Psi^{11}_{\max}.K_{\Psi^{11}} = 130.0,0037.40,0 = 24,05mm$).

За фазата на отдалечаване : ***За положение*** **0** : $L.\Psi^1_1(0) = 0\,mm$;

За положение **1** : $L.\Psi^1_1(1) = -\dfrac{p.b}{2} = -\dfrac{p.\Delta\Psi_{\max}}{2} = -\dfrac{30,0.0,349}{2} = -5,24\,mm$;

За положение **2** : $L.\Psi^1_1(2) = -\dfrac{3.p.b}{2} = -\dfrac{3.p.\Delta\Psi_{\max}}{2} = -\dfrac{3.30,0.0,349}{2} = -15,71\ mm$;

За положение **3** : $L.\Psi^1_1(3) = -2.p.b = -2.p.\Delta\Psi_{\max} = -2.30,0.0,349 = -20,94\ mm$;

За положение **4** : $L.\Psi^1_1(4) = -\dfrac{3.p.b}{2} = -\dfrac{3.p.\Delta\Psi_{\max}}{2} = -\dfrac{3.30,0.0,349}{2} = -15,71\ mm$;

За положение **5** : $L.\Psi^1_1(5) = -\dfrac{p.b}{2} = -\dfrac{p.\Delta\Psi_{\max}}{2} = -\dfrac{30,0.0,349}{2} = -5,24\ mm$;

За положение **6** : $L.\Psi^1_1(6) = 0\ mm$;

За фазата на приближаване : $\Psi^1_{j^1} = +\left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_П}\right).L.\Psi^1_j(1) = +\left(\dfrac{180}{180}\right).5,24 = 5,24$;

За положение **0** : $L.\Psi^1_j(0) = 0\,mm$;

За положение **1** : $L.\Psi^1_j(1) = \left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_П}\right).\dfrac{p.b}{2} = \left(\dfrac{180}{180}\right).\dfrac{p.\Delta\Psi_{\max}}{2} = \dfrac{30,0.0,349}{1,0.2} = 5,24\ mm$;

За положение **2** : $L.\Psi^1_1(2) = \left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_П}\right).\dfrac{3.p.b}{2} = \left(\dfrac{180}{150}\right).\dfrac{3.p.\Delta\Psi_{\max}}{2} = \dfrac{3.30,0.0,349}{1,0.2} = 15,71\ mm$;

***За положение* 3** : $L.\Psi_1^1(3)=\left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_\Pi}\right).2.p.b=\left(\dfrac{180}{180}\right).2.p.\Delta\Psi_{\max}=\dfrac{2.30,0.0,349}{1,0}=20,94\ mm$;

***За положение* 4** : $L.\Psi_1^1(4)=\left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_\Pi}\right).\dfrac{3.p.b}{2}=\left(\dfrac{180}{180}\right).\dfrac{3.p.\Delta\Psi_{\max}}{2}=\dfrac{3.30,0.0,349}{1,0.2}=15,71\ mm$;

***За положение* 5** : $L.\Psi_1^1(5)=\left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_\Pi}\right).\dfrac{p.\Delta\Psi_{\max}}{2}=\left(\dfrac{180}{180}\right).\dfrac{30,0.0,349}{2}=5,24\ mm$;

***За положение* 6** : $L.\Psi_1^1(6)=0\ mm$;

Обръщането на знака на Ψ^{11}, Ψ^1 и $\Delta\Psi$ в сравнение с този на B^{11}, B^1 и ΔB от таблица 4.2 се дължи на отрицателните стойности на $\Delta\Psi$ в израза $\Psi=\Psi_O+\Delta\Psi$ за изходната координата. Обикновенно видът на закона на движение на изходното звено във фазата на опдалечаване и във фазата на приближаване е еднакъв. Тогава фазовите ъгли φ_O и φ_Π за удобство се разделят на еднакъв лрой стъпки $m=m^1$. За фазата на отдалечаване индексираме положенията на механизма с $j=0,1,2,...,m$, а за фазата на приближаване с $j^1=0,1^1,2^1,...,m^1$. Тогава стойностите B^{11} и B^1, съответно на втората и първата предавателна функция във фазата на приближаване се определят чрез съответните стойности на B^1 и B^{11} на същите функции във фазата на отдалечаване като ползваме зависимостите

$$\Psi_{j^1}^{11}=-\left(\frac{\varphi_O}{\varphi_\Pi}\right)^2.L.\Psi_j^{11}=-\left(\frac{180}{180}\right)^2.(-24,05)=+24,05\ ;\qquad \Delta\Psi_1=\Delta\Psi_{6-1}^1\ ;$$

Стойностите ΔB_j на променливата част на функцията на положението във фазата на приближаване са равни на съответни стойности ΔB_{m-j} за фазата на отдалечаване: $\Delta\Psi_j=\Delta\Psi_{m-j}$. Допълнително в последния ред на двете таблици са записани стойностите на абсцисата x_P на МЦС(P), определена от израза : $x_P=L.\Psi^1/\left(\Psi^1-1\right)$. Избираме подходящ мащабен модул k_φ на ъгъла на завъртане на гърбицата φ и върху абсцисна ос Y нанасяме положенията от $0\div6$ за фазата на отдалечаване, интервала $6\div0^1$, съответстващ на фазов ъгъл $\varphi_{O\Pi}$, положенията $0^1\div6^1$ за фазата на приближаване. Избираме подходящ мащабен модул на функциите $\Delta\Psi$, Ψ^1 и Ψ^{11} ($K_{\Psi^{11}}=K_{\Psi^1}=K_\Psi$). Табличните стойности на функциите разделяме на съответните мащабни модули, с което получаваме ординатите на съответни точки от графиките на функциите. Свързваме получените точки на една от функциите и получаваме техните графики.

За фазата на отдалечаване : ***За положение* 0** : $L.\Delta\Psi(0)=0\,mm$;

***За положение* 1** : $L.\Delta\Psi(1)=-\dfrac{b.p^2}{6.K_\Psi}=-\dfrac{p^2.\Delta\Psi_{\max}}{6.K_\Psi}=-\dfrac{30,0^2.0,349}{6.40}=-1,31\ mm$;

***За положение* 2** : $L.\Delta\Psi(2)=-\dfrac{7.p^2.b}{6.K_\Psi}=-\dfrac{7.p^2.\Delta\Psi_{\max}}{6.K_\Psi}=-\dfrac{7.30,0^2.0,349}{6.40}=-9,16\ mm$;

***За положение* 3** : $L.\Delta\Psi(3)=-H/2=-\alpha/2=-49,91/2=-24,96\,mm$;

***За положение* 4** : $L.\Delta\Psi(4)=-\dfrac{29.p^2.b}{6.K_\Psi}=-\dfrac{29.p^2.\Delta\Psi_{\max}}{6.K_\Psi}=-\dfrac{29.30,0^2.0,349}{6.40}=-37,95\ mm$;

За положение **5** : $L.\Delta\Psi\left(5\right)=-\dfrac{35.p^2.b}{6.K_\Psi}=-\dfrac{35.p^2.\Delta\Psi_{\max}}{6.K_\Psi}=-\dfrac{35.30,0^2.0,349}{6.40}=-45,81\ mm$;

За положение **6** : $L.\Delta\Psi\left(6\right)=-H=-\alpha=-49,91\ mm$;

За фазата на приближаване : $\Delta\Psi_1=\Delta\Psi_{6-1}^1$;

За положение **0** : $L.\Delta\Psi_j^1\left(0^1\right)=-H=-\alpha=-49,91\ mm$;

За положение **1**: $L.\Delta\Psi_j^1\left(1^1\right)=\left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_П}\right).\dfrac{35.p^2.\Delta\Psi_{\max}}{-6.K_\Psi}=\left(\dfrac{180}{180}\right).\dfrac{35.30^2.0,349}{-6.40}=-45,81mm$;

За положение **2**: $L.\Delta\Psi_j^1\left(2^1\right)=\left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_П}\right).\dfrac{29.p^2.b}{-6.K_\Psi}=\dfrac{29.p^2.\Delta\Psi_{\max}}{-1.6.K_\Psi}=\dfrac{29.30^2.0,349}{-1,0.6.40}=-37,95mm$;

За положение **3** : $L.\Delta\Psi_j^1\left(3^1\right)=-H/2=-\alpha/2=-49,91/2=-24,96mm$;

За положение **4** : $L.\Delta\Psi_j^1\left(4^1\right)=\left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_П}\right).\dfrac{7.p^2.b}{-6.K_\Psi}=\left(\dfrac{180}{180}\right).\dfrac{7.p^2.\Delta\Psi_{\max}}{-6.K_\Psi}=\dfrac{7.30^2.0,349}{-1,0.6.40}=-9,16mm$;

За положение **5** : $L.\Delta\Psi_j^1\left(5^1\right)=\left(\dfrac{\varphi_O}{\varphi_П}\right).\dfrac{p^2.b}{-6.K_\Psi}=\left(\dfrac{180}{180}\right).\dfrac{p^2.\Delta\Psi_{\max}}{-6.K_\Psi}=\dfrac{30^2.0,349}{-1,0.6.40}=-1,31mm$;

За положение **6** : $L.\Delta\Psi_j^1\left(6^1\right)=0\ mm$;

<u>2. Определяне на основните размери R_O , R и началния ъгъл φ_O на кобилицата.</u>

Нанасяме координатната система Oxy , свързана със стойката, с ос $Ox\equiv OC$. От център C на въртене на кобилицата описваме дъга с радиус L . Върху тази дъга маркираме ррелативните положения на центъра O на въртене на гърбицата в началното(нулевото) положение на равнината на кобилицата, като използваме графиката на $\Delta\Psi$. В обратна посока на въртене на кобилицата подреждаме релативните положения от1 до 6 на т.О, като апроксимираме дъги с хорди, взети от графиката на $\Delta\Psi$. С ординатага на т.1 от графиката $\Delta\Psi$ засичаме от т.О релативното й положение 1 върху дъгата с център C . От релативното положение 1 на т.О нанасяме върху дъгата разликата от ординатите на точките 1 и 2 от графиката $\Delta\Psi$ и засичаме релативно положение 2 на т.О. По същия начин нанасяме релативните положения 3,4,5 и6 на т.О. През т.С и всяко релативно положение на т.О минава съответно релативно положение на оста x в равнината на началното положение на кобилицата. Върху тези положения на ос x нанасяме относителния МЦС P и получаваме центроидата z_2 в равнината на кобилицата. Права, прекарана през т.О под ъгъл(Θ_P) спрямо ос x и права, прекарана през т.С перпендикулярно на ос x , се пресичат в т.D. Описваме окръжност с диаметър OD . Свързваме с права релативното положение на МЦС P с най-голяма абсциса(в случая P_3) с т. C . Права, прекарана през т. P_3 под ъгъл Θ_P спрямо P_3C и права, прекарана през т.С перпендикулярно на P_3C се пресичат в т. D_i^1 . Описваме втора окръжност с диаметър P_3D^1 . Двете окръжности ограждат област β , в която ако изберем началното(нулевото) положение на центъра B_1 на ролката, ще удовлетворим условието $\Theta\leq\Theta_P$ за всяко положение на механизма. В случая избираме начално положение на т. B_i , определено от дължината $R=mm$ на кобилицата и ъгъла $\Psi_O=156^\circ$, за които се получава радиус на основната окръжност:

$$R_O = \sqrt{L^2 + R^2 - 2.L.R.\cos\Psi_O} = \sqrt{130^2 + 110^2 + 2.130.110.\cos 150^\circ} =$$
$$= \sqrt{16900 + 12100 - 24768{,}33} = 65{,}1\ mm\ ;$$

1. $x_{B1} = L + R.\cos\Psi\ ; \quad y_{B1} = R.\sin\Psi\ ;$
2. $x_P = L.\Psi^1 / \left(\Psi^1 - 1\right)\ ;$
3. $tg\,\mu = \Psi^1.\left(1 - \Psi^1\right) / \Psi^{11}\ ;$
4. $k_3 = tg\,\Psi\ ; \quad k_2 = y_{B1} / \left(x_{B1} - x_P\right)\ ;$
5. $k_q = \dfrac{k_2 + tg\mu}{1 - k_2.tg\mu}\ ;$ 6. $x_Q = \dfrac{k_3.L - k_q.x_P}{k_3 - k_q}\ ;$
7. $y_Q = k_3.\left(x_Q - L\right)\ ; \quad k_1 = y_Q / x_Q\ ;$
8. $x_A = k_2.x_P / \left(k_2 - k_1\right)\ ;$ 9. $y_A = k_1.x_A\ ;$
10. $\rho = \sqrt{\left(x_A - x_{B1}\right)^2 + \left(y_A - y_{B1}\right)^2}\ ;$
11. $x_{B0} = x_{B1} - \dfrac{r.sign\,k_2}{\sqrt{1 + k_2^2}}\ ;$ 12. $y_{B0} = k_2.\left(x_{B0} - x_P\right)\ ;$
13. $x_{Bi} = x_{B1} + \dfrac{\left(r_i - r\right).sign\,k_2}{\sqrt{1 + k_2^2}}\ ;$ 14. $y_{Bi} = k_2.\left(x_{Bi} - x_P\right)\ ;$
15. $\begin{bmatrix} X_{B1} \\ Y_{B1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\varphi_i & \sin\varphi_j \\ -\sin\varphi_i & \cos\varphi_j \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_{B1} \\ y_{B1} \end{bmatrix};$
16. $\begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\varphi_j & \sin\varphi_j \\ -\sin\varphi_j & \cos\varphi_j \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_P \\ y_P \end{bmatrix};$
17. $\begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\varphi_i & \sin\varphi_j \\ -\sin\varphi_j & \cos\varphi_j \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_A \\ y_A \end{bmatrix};$
18. $\begin{bmatrix} X_{B0} \\ Y_{B0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\varphi_i & \sin\varphi_j \\ -\sin\varphi_j & \cos\varphi_j \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_{B0} \\ y_{B0} \end{bmatrix};$
19. $\begin{bmatrix} X_{Bi} \\ Y_{Bi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\varphi_i & \sin\varphi_j \\ -\sin\varphi_j & \cos\varphi_j \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} x_{Bi} \\ y_{Bi} \end{bmatrix};$
20. $\Theta = \left| arctg\,\dfrac{1 + k_3.k_2}{k_3 - k_2} \right|\ ;$