

С. Г. Стельмащук

ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВОГО РАДІУСА КУЛАЧКА ПРОГРАМНОГО РОЗВАНТАЖУВАЧА НЕПОВНОЗУБИХ КОЛІС

Розглядаються особливості визначення початкових радіусів кулачків програмного розвантажувача надлишкових сил інерції механізмів неповнозубих коліс.

The article deals with the peculiarities of initial radiuses cams definition of programmed unloader of superfluous forces of inertia of mechanisms incomplete-cogged of wheels.

Забезпечення віддалення кулачкових механізмів програмних розвантажувачів механізмів неповнозубих коліс з кулачковим вмиканням (ІП МНЗК КВ) від заклинювання повинне здійснюватися лише у фазі вибігу НЗК КВ, коли відбувається «зарядка» пружини навантажувача, тобто у фазі «віддалення» коромисла.

Поточні величини кутів тиску в цьому випадку змінюються відповідно до відомої залежності [1]. Приймаючи довжину коромисла рівною міжцентровій відстані ($|O_4F_1| = |O_4O_3|$, рис. 2, [2]), отримаємо

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{\pm \frac{\omega_{\text{кор.к}}}{\omega_{\text{зк}}} - \cos(\gamma_n + \gamma_m - \gamma_k) + 1}{\sin(\gamma_n + \gamma_m - \gamma_k)},$$

де знак «плюс» відповідає протилежному, а знак «мінус» – збіжному напрямку кутових швидкостей $\omega_{\text{зк}}$ і $\omega_{\text{кор.к}}$ (тут і далі позначення див. [2]).

З урахуванням значень $\omega_{\text{кор.к}}$ (за формулою (8) [2]) і

$$\omega_{\text{зк}} = \omega_{2\text{к}} \cdot i_1 = b_k \frac{\psi_{\text{вкл}}}{\phi_{\text{вкл}}} \omega_1 \cdot i_1$$

формула для визначення кутів тиску набирає вигляду

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{\pm \frac{b_{\text{кв}}}{b_k} \cdot \frac{\gamma_m}{2i_1\psi_{\text{вкл}}} - \cos(\gamma_n + \gamma_m(1 - a_{\text{кв}})) + 1}{\sin(\gamma_n + \gamma_m(1 - a_{\text{кв}}))}, \quad (1)$$

де ω_1 – кутова швидкість ведучого вала.

Аналіз формули (1) показує, що кути тиску набувають більших значень для кулачкового механізму 1, 3 (рис. 2, [2]).

З достатньою для інженерного синтезу точністю можна прийняти, що

$$a_{\text{кв}} \approx s_{\text{кв}}, \quad b_{\text{кв}} \approx v_{\text{кв}} \cdot i, \quad \gamma_n \approx \frac{r_{\text{омн}}}{\lambda_2},$$

$$r_{\text{омн}} = \frac{r_0}{s_{\text{уп}}}$$

де $r_{\text{омн}}$ – відносний початковий радіус кулачка.

З урахуванням цих допущень формула (1) набере вигляду

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{i_o \cdot y_k - \cos\left(\frac{r_{\text{отн}}}{\lambda_2} + \gamma_m (1 - s_{\text{ки}})\right) + 1}{\sin\left(\frac{r_{\text{отн}}}{\lambda_2} + \gamma_m (1 - s_{\text{ки}})\right)}, \quad (2)$$

де $i_o = \frac{\gamma_m}{2\psi_{\text{вкл}} \cdot i_1}$; $y_k = \frac{b_{\text{ку}}}{b_k} \approx \frac{(1 + 2\psi_1)c_k}{B^2(1 + \psi_1 - s_{\text{ки}})}$.

На рис. 1 зображено графіки поточних кутів тиску на фазі підйому кулачкового механізму 1, 3 для закону періодичного руху «С_о», $\psi_1 = 0,6$ і $\lambda_2 = 1,5$ (зміни ψ_1 у межах 0,4 – 0,6 і λ_2 у межах 1 – 2 незначно впливають на величини кутів тиску α_k) при варіюванні величинами $r_{\text{отн}}$ (0,25 – 0,75), i_o (0,02 – 0,10) і γ_m (0,2 – 0,3).

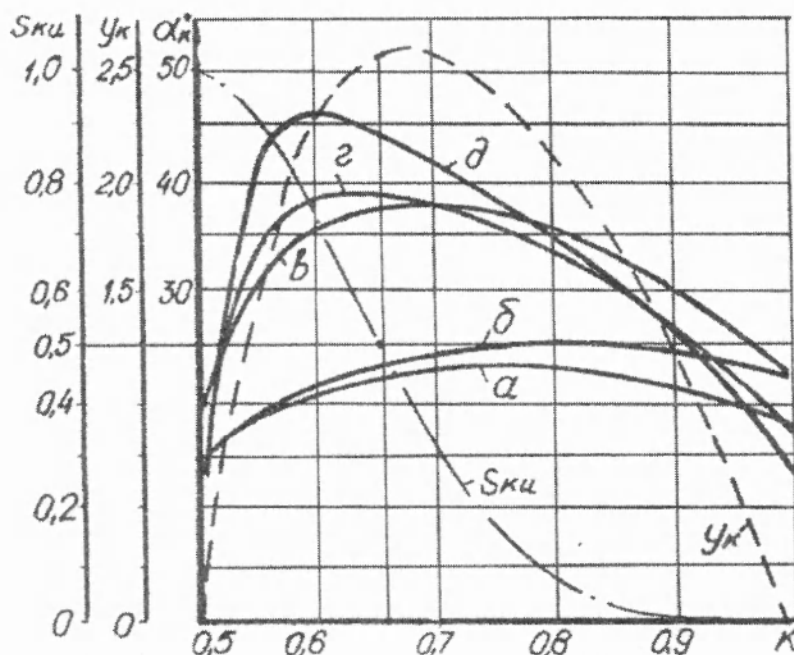


Рис. 1. Графіки кутів тиску кулачкового механізму ПР МНЗК КВ при «С_о», $\lambda_2=1,5$; $\psi_1=0,6$:

а) $\gamma_m=0,2$; $i_o=0,02$; $r_{\text{отн}}=0,75$; б) те саме, але $\gamma_m=0,3$; в) $i_o=0,1$; г) $r_{\text{отн}}=0,5$; д) $r_{\text{отн}}=0,25$; $S_{\text{ки}}=f(k)$ – інваріанти переміщення

Як показує аналіз формули (2) і графіків (рис.1), збільшення параметра $r_{\text{отн}}$ у межах 0,2 – 0,8 веде до зменшення піків кутів тиску α_k . Подальше збільшення $r_{\text{отн}}$ (у межах 1,0 – 1,5) спричиняє зростання величин кутів тиску. Звідси параметр $r_{\text{отн}}$ повинен знаходитись у межах 0,25 – 0,75, і його мінімально оптимальну величину потрібно визначати з умов обмеження піків кутів тиску α_k .

Збільшення кута включення $\psi_{\text{вкл}}$, який сприятливо впливає на динаміку НЗК КВ, дозволяє також зменшити кути тиску, а отже, і габарити програмних розвантажувачів циклових механізмів (ПРЦМ).

Напівобертові схеми НЗК КВ (коли $i_1 = 2$) вигідно відрізняються від повнообертових ($i_1 = 1$) і з погляду габаритів ПРЦМ: піки величин кутів тиску зменшуються в 1,42 раза.

Графіки наочно ілюструють те, що максимальні величини кутів тиску (α_m) мають місце, коли $s_{ки} \approx 0,5$; коефіцієнт Y_k поблизу цього положення досягає свого максимуму (Y). Виходячи з цього, з формули (2) визначаємо потрібний відносний радіус $r_{отн}$, що вимагається для забезпечення обмеження кута тиску α^* :

$$r_{отн} = \lambda_2 \cdot \arcsin(\cos[\alpha] \cdot ((1 + i_o Y) \sin[\alpha] - \sqrt{1 - (1 + i_o Y)^2 \cdot \cos^2[\alpha]})) - 0.5 \lambda_2 \gamma_m, \quad (3)$$

де $[\alpha]$ – допустимий кут тиску.

Результати досліджень $r_{отн}$ зведено в номограму (рис. 2), де висхідні параметри

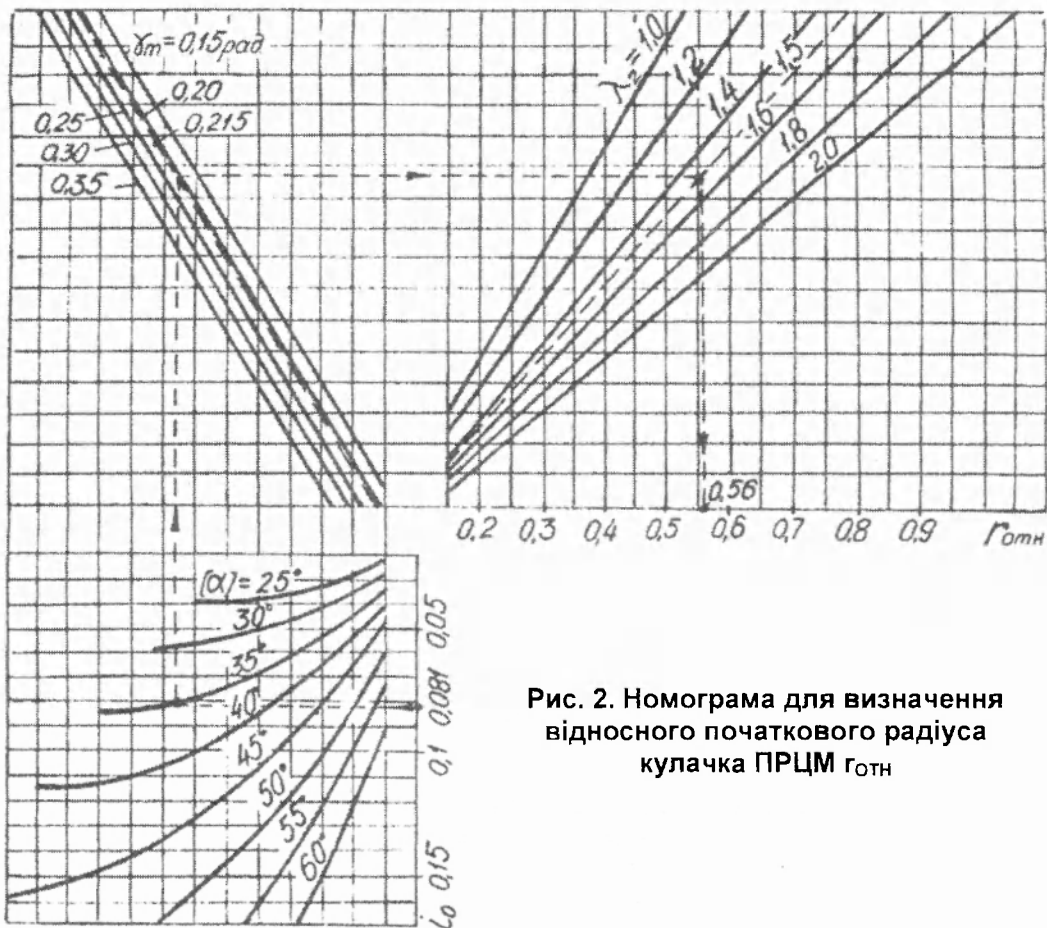


Рис. 2. Номограма для визначення відносного початкового радіуса кулачка ПРЦМ $r_{отн}$

змінюються в прийнятних межах: $i_o = 0,03 - 0,20$; $[\alpha] = 25 - 60^\circ$; $\gamma_m = 0,15 - 0,35$ рад і $\lambda_2 = 1 - 2$; при цьому $r_{отн}$ набуває значення в інтервалі $0,15 - 1,05$. Ключ знаходження $r_{отн}$ зображено для таких висхідних параметрів: $i_o = 0,08$; $[\alpha] = 35^\circ$; $\gamma_m = 0,215$ рад і $\lambda_2 = 1,6$; (при цьому $r_{отн} = 0,56$).

1. Артоблевский И. И. Теория механизмов. М., 1967.
2. Стельмащук С.Г. Механіка програмних розвантажувачів механізмів неповнозубих коліс з кулачковим вмиканням // Поліграфія і видавнича справа. 2005. № 41. С. 34-40.