

## СИНТЕЗ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДВОПОВЗУННОГО КРИВОШИПНО-ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ З УМОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ МАКСИМАЛЬНИХ КУТІВ ТИСКУ

При синтезі геометричних параметрів двоповзунного кривошипно-важільного механізму (2ПКВМ) дрогошвейної машини [2] необхідно враховувати максимально можливі кути тиску (рис. 1) в контурах  $OA_0B_0C_0$  (КВМ-1) і  $B_0C_0D_0$  (КВМ-2). Обчислення максимального кута тиску  $\alpha_{1m}$  в КВМ-1 виконують відомими-

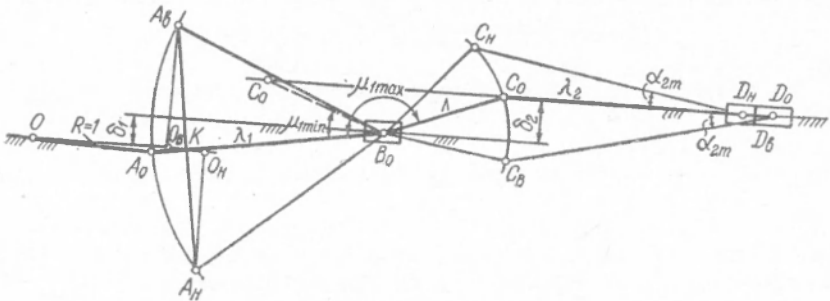


Рис. 1. Схема вибору початкового положення 2ПКВМ для визначення  $\alpha_{2m}$ .

ми методами (наприклад, з допомогою номограм [1]). Що стосується КВМ-2, то відомими методами користуватись не можна, оскільки на функціональні залежності максимального кута тиску  $\alpha_{2m}$  від геометричних розмірів КВМ-2 накладається вплив контура КВМ-1.

Відзначимо, що в КВМ-1 максимальний кут тиску визначається в положенні механізму, коли розташування ведучого кривошипа  $OA$  збігається з вертикальною віссю. Якщо кут повороту ведучого кривошипа  $OA_0$  дорівнює  $90^\circ$ , то наявний максимальний додатний кут тиску ( $\alpha_{1m}$ ), а при  $\varphi=270^\circ$  — максимальний від'ємний кут тиску ( $-\alpha_{1m}$ ). Коли КВМ-1 центральний  $\delta_1=0$ , то максимальний додатний кут тиску дорівнює максимальному за абсолютним значенням від'ємного кута тиску  $\alpha_{1m}=(-\alpha_{1m})$ . У приєднаному центральному КВМ-2  $\delta_2=0$  така рівність максимумів  $\alpha_{2m}$  не зберігається і залежить від взаємного розташування контурів, що визначаються кутом  $\mu_1$ .

Визначимо  $\mu_1$ , за яких зберігається (як і в центральному КВМ-1) рівність максимального додатного та максимального за абсолютним значенням від'ємного кутів тиску:  $\alpha_{2m}=(-\alpha_{2m})$ . Приєднаний КВМ-2 в початковому положенні позначимо  $B_0C_0D_0$ . У

цьому положенні шатун  $CD$  займає горизонтальну вісь. Умовимось вважати точку  $B$  повзуна нерухомим центром обертання розвинутого шатуна  $ABC$ . Тонкими лініями  $B_0C_H D_H$  і  $B_0C_B D_B$  позначимо положення КВМ-2 при  $a_{2m} = |-a_{2m}|$  і визначимо початкове положення КВМ-1. Для цього покажемо шатун  $AB = \lambda_1$  у середньому положенні сумарного кута коливання  $\angle A_B B_0 H_H | \angle A_B B_0 A_0 = \angle A_0 B_0 A_H$ . Зобразимо тонкими лініями  $\angle O_B A_B B_0$  і  $O_H A_H B_0$  крайні положення КВМ-1 відносно нерухомого центра обертання  $B$ . Проведемо через точку  $K$ , яка є центром відрізка  $A_B A_H$ , пряму  $BK$  до перетину дуги радіуса  $\lambda_1$  в точці  $A_0$ . Пряма  $B_0 A_0$  ділить кут  $A_B B_0 A_H$  навпіл. Таким чином,  $O A_0 B_0$  визначає вихідне положення КВМ-1. Знайдений кут  $\mu_{\max}$  — це кут зламу розвинутого шатуна, при якому забезпечується рівність  $a_{2m} = |-a_{2m}|$ . На схемі пунктиром  $B_0 C_0'$  показано симетричне розташування плеча  $BC$  відносно положення  $B_0 C_0$ , яке визначає початкове положення 2ПКВМ при  $\mu_1 = \mu_{1\min}$ .

Аналітичне вираження кутів  $\mu_{1\max} = \mu_{1\min}$  має такий вигляд:

$$\mu_{1\max} = \pi + \alpha_{10} - \gamma_0 \quad \text{і} \quad \mu_{1\min} = \alpha_{10} + \gamma_0,$$

$$\text{де } \alpha_{10} = \arctg \frac{\delta_1}{B_0 K} - \arctg \frac{2\delta_1}{\sqrt{\lambda_1^2 - (1 - \delta_1)^2} + \sqrt{\lambda_1^2 - (1 + \delta_1)^2}};$$

$$\gamma_0 = \arctg \frac{\delta_2}{\Lambda} - \text{значення кутів у початковому положенні 2ПКВМ.}$$

Отже, для значень кута зламу  $\mu_1 = \mu_{1\max}$   $\mu_1 = \mu_{1\min}$  має місце рівність  $a_{2m} = |-a_{2m}|$ , для значень  $\mu_{1\min} < \mu_1 < \mu_{1\max}$  — нерівність  $a_{2m} > |-a_{2m}|$  і для значень  $0^\circ \leq \mu_1 < \mu_{1\min}$  і  $\mu_{1\max} < \mu_1 \leq 180^\circ$  — нерівність  $a_{2m} < |-a_{2m}|$ . Оскільки для значень  $\mu_1$ , що забезпечують  $a_{2m} \leq |-a_{2m}|$ , і значень  $\mu_1$ , які забезпечують  $a_{2m} < |-a_{2m}|$ , залежності  $a_{2m} = f(\mu_1)$  аналогічні, то далі обмежимося розгляданням випадку, коли  $a_{2m} \geq |-a_{2m}|$ .

На відміну від повнооборотного КВМ-1, в якому максимальний кут тиску визначається у положенні вертикального розташування кривошипа, у неповнооборотному КВМ-2 максимальний кут тиску визначається по-різному залежно від меж, в яких знаходиться діапазон кута коливань  $\gamma_\Sigma$ .

Амплітуда коливань  $\gamma_\Sigma$  залежить від геометричного параметра  $\lambda_1$ , а діапазон, в якому знаходиться  $\gamma_\Sigma$ , залежить від кута зламу шатуна  $\mu_1$ . Причому для деяких значень  $\mu_1$  у межах кута коливань плече  $BC$  може займати вертикальне положення.

Знайдемо зв'язок між значеннями  $\mu_1$  і максимумом кута тиску  $a_{2m}$ . Для цього приєднаний контур КВМ-2 (рис. 2, а) зафіксуємо в положенні  $\gamma = 90^\circ$  і, вважаючи, що плечі  $AB$  і  $CB$  розвинутого шатуна  $ABC$  закріплені шарнірно, повернемо  $AB$  (суцільна лінія) у положення  $A'B$  (пунктирна лінія). При цьому кут зламу  $\mu_1$  змінюватиметься від  $\mu_1$  до  $\mu_1'$  (назвемо ці значення кутів межовими). Значення межових кутів зламу визначаємо у вигляді

$$\mu_1 = \arccos \frac{1 - \delta_1}{\lambda_1}, \quad \mu_1' = \arccos \frac{-(1 + \delta_1)}{\lambda_1}. \quad (1)$$

В діапазоні значень кута зламу від  $\mu_1'$  до  $\mu$  кут тиску має максимальні значення при  $\gamma=90^\circ$  і знаходять його у вигляді

$$\alpha_{2m} = \arcsin \frac{\Lambda - \delta_2}{\lambda_2}. \quad (2)$$

Біжучий кут повороту кривошипа, що відповідає  $\alpha_{2m}$ , визначають як

$$\varphi = \arcsin (\lambda_1 \cos \mu_1). \quad (3)$$

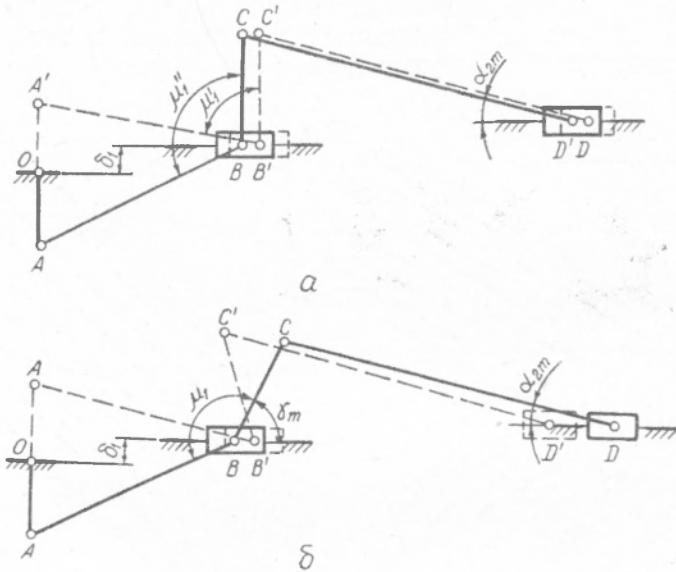


Рис. 2. Схема визначення максимального кута тиску  $\alpha_{2m}$ :  
 а -  $\alpha_2 = \alpha_{2m}$ , якщо  $\gamma=90^\circ$ ; б -  $\alpha_2 = \alpha_{2m}$ , якщо  $\gamma=\gamma_m$ .

Для всіх інших значень  $\mu_1$  максимальний кут тиску шукають у положенні максимального кута  $\gamma$  (рис. 2, б). Якщо кут зламу шатуна знаходиться у межах  $\mu_{1\min} \leq \mu_1 < \mu_1'$ , то максимум  $\alpha_{2m}$  — у положенні  $\varphi=90^\circ$ :

$$\alpha_{2m} = \arcsin \frac{\Lambda \sin \gamma_m - \delta_2}{\lambda_2}, \quad (4)$$

де  $\gamma_m$  — значення кута повороту розвинутого шатуна в положенні, що відповідає  $\alpha_{2m}$

$$\gamma_m = \pi - \arcsin \frac{1 - \delta_1}{\lambda_1} - \mu_1. \quad (5)$$

Коли кут зламу шатуна  $ABC$  перебуває в межах  $\mu_1' < \mu_1 < \mu_{1\max}$ , то  $\alpha_{2m}$  в положенні  $\varphi=270^\circ$ :

$$\alpha_{2m} = \arcsin \frac{\Lambda \sin \gamma_m - \delta_2}{\lambda_2},$$

де  $\gamma_m$  знаходять як

$$\gamma_m = \pi + \arcsin \frac{1 + \delta_1}{\lambda_1} - \mu_1. \quad (6)$$

Таким чином, в межах  $\mu_{1\min} \leq \mu_1 \leq \mu_{1\max}$  кут тиску  $\alpha_{2m}$  постійний, а в межах  $\mu_{1\min} \leq \mu_1 \leq \mu_1'$  і  $\mu_1 \leq \mu_1 \leq \mu_{1\max}$  кут тиску  $\alpha_{2m}$  не постійний і змінюється в межах до 30%.

Наочне уявлення межі існування геометричних параметрів 2ПКВМ у діапазоні значень кутів зламу  $\mu_{1\min} \leq \mu_1 \leq \mu_1'$  і  $\mu_1 < \mu_1 \leq \mu_{1\max}$ , за яких  $\alpha_{2m}$  знаходиться у положенні механізму  $\gamma = \gamma_m$ , дають побудовані номограми (рис. 3).

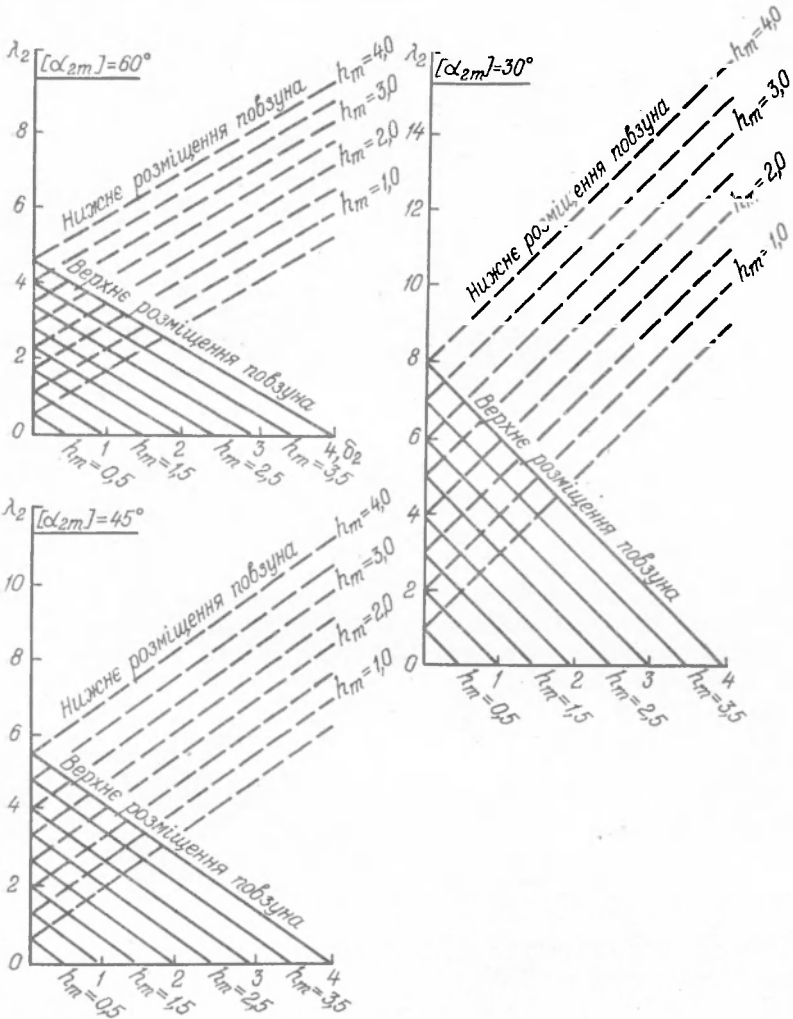


Рис. 3. Номограми для вибору параметрів КВМ-2 за умови забезпечення допустимих кутів тиску.

Порядок їх побудови такий. Запишемо формулу (4) у вигляді

$$\alpha_{2m} = \arcsin \frac{h_m \pm \delta_2}{\lambda_2}, \quad (7)$$

де  $h_m = A \sin \gamma_m$  — узагальнений безрозмірний параметр, що залежить від значень  $\mu_1$  і  $\Lambda$ ; знак плюс прийнято для нижнього, а знак мінус для верхнього розташування повзуна відносно горизонталі. З формули (7) випливає

$$\lambda_2 = \frac{h_m \pm \delta_2}{\sin[\alpha_{2m}]}. \quad (8)$$

Варіюванням значень величин правої частини у межах  $h_m = 0 \div 4$  з кроком  $\Delta h_m = 0,5$  знаходимо відповідне значення невідомих  $\lambda_2$ . На основі знайдених значень побудовані номограми (рис. 1) для значень  $[\alpha_{2m}] = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ , де по горизонтальній осі відкладені значення  $\delta_2$ , а по вертикальній  $\lambda_2$  — похилими променями — значення  $h_m$ . Суцільна лінія — це промені для схеми КВМ-2 з верхнім розташуванням повзуна, а пунктирна — для схеми КВМ-2 з нижнім розташуванням повзуна відносно горизонтальної осі, проведеної через точку  $O$ . Точки перетину суцільних і пунктирних відповідають центральним КВМ-2 ( $\delta_2 = 0$ ).

Користуються номограмами таким чином. Задаються величиною  $[\alpha_{2m}]$ ,  $\lambda$  і визначають за формулою ( $h_m = A \sin \gamma_m$ ) параметр  $h_m$ . Враховуючи вираз (5), попередньо знаходять  $\gamma_m$ . Далі з заданого значення  $\lambda_2$  на вертикальній осі проводимо перпендикуляр до перетину з потрібним променем  $h_m$ . З цієї точки проводимо перпендикуляр до горизонтальної осі  $\delta_2$ . У точці перетину перпендикуляра з горизонтальною віссю знаходимо потрібне значення  $\delta_2$ .

Приклад. Знайти  $\delta_2$ , якщо допустимий кут тиску  $[\alpha_{2m}] = 45^\circ$ . Безрозмірні геометричні параметри механізму  $\lambda_1 = 1,5$ ,  $\delta_1 = 0,2$ ,  $\lambda_2 = 5,0466$ , кут зламу шатуна  $\mu_1 = 165^\circ$ . За формулою (1) знаходимо  $\mu_1^* = \arcsin \frac{(1 + 0,2)}{1,5} = 143,13^\circ$ . Оскільки  $\mu_1 > \mu_1^*$ , то  $\gamma_m$  шу-

кають з допомогою виразу (6):  $\gamma_m = 180^\circ + \arcsin \frac{1 + 0,2}{1,5} - 165^\circ = 68,13^\circ$ . Далі визначають безрозмірний параметр  $h_m = 1,71 \times \sin 68,13^\circ = 1,59$ . За номограмою (рис. 3) знаходимо  $\delta_2 = 0,4$ .

Список літератури: 1. *Бойко А. В.* Критеріальна механіка кулачково-рычажных механізмів. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — К., 1975. — 20 с. 2. *Бойко А. В., Мамонов Ю. П.* Исследование двухползунных кривошипно-рычажных механізмів. — Поліграфія і видавнича справа, 1979, № 15, с. 35—38.

Methods of geometrical synthesis of double-slide crank-lever mechanism at maximum allowed pressure angles are worked out here.

Стаття надійшла до редколегії 20. 11. 83