

О.М.Полюдов, В.О.Кузнецов**АВТОМАТИЗОВАНИЙ СИНТЕЗ
ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛА
РІЗАННЯ ОДНОНОЖОВИХ
ПАПЕРОРІЗАЛЬНИХ МАШИН**

Методика автоматизованого синтезу геометричних параметрів вузла різання одноножових паперорізальних машин розроблена для оптимізації траєкторії руху ножа машини.

При розрізуванні стосів паперу на одноножових паперорізальних машинах ніж рухається по складній траєкторії, що отримала назву шабельної. Такий рух складається з трьох відносних рухів: вертикального, горизонтального й обертового.

Автоматизований синтез геометричних параметрів виконується в два етапи:

залежно від геометричних параметрів стосу (висоти H_c , довжини L_c) визначаються довжина ножа і його координати перед початком розрізування;

визначаються розміри важелів R_1 і R_2 , координати центрів обертання важелів і траєкторія руху ножа.

Перед початком розрізування ніж розташований під кутом θ_1 до горизонталі, а при повному розрізуванні стосу займає строго горизонтальне положення.

Для вирішення задачі на першому етапі потрібно додатково задати: початкову висоту кромки ножа над стосом y_1 , відстань кромки ножа від краю стосу x_1 , а також кут нахилу хорди криволінійної траєкторії ножа θ_2 (рис. 1).

На основі властивостей проєкцій векторів замкненого векторного контуру складаються рівняння:

$$l \cdot \sin \alpha = H_c + y_1 + L_H \cdot \sin \theta_1; \quad (1)$$

$$l \cdot \cos \alpha = n \cdot \cos \theta_2 + 0,5 \cdot L_H \cdot \cos \theta_1 - 0,5 \cdot L_H; \quad (2)$$

$$l \cdot \cos \alpha = L_H \cdot \cos \theta_1 - L_c - x_1 - x_2; \quad (3)$$

$$n \cdot \sin \theta_2 = H_c + y_1 + 0,5 \cdot L_H \cdot \sin \theta_1; \quad (4)$$

$$m \cdot \sin \beta = l \cdot \sin \alpha - L_H \cdot \sin \theta_1; \quad (5)$$

$$m \cdot \cos \beta = l \cdot \cos \alpha - L_H \cdot \cos \theta_1 + L_c. \quad (6)$$

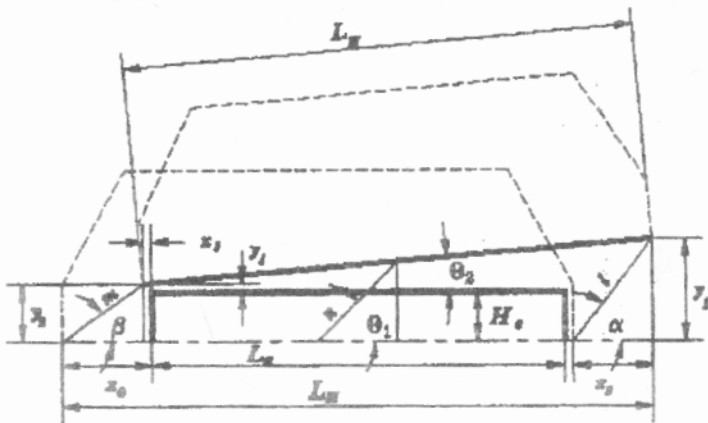


Рис. 1. Схема розташування ножа і стопи.

Після відповідних перетворень з наведеної системи визначаються:

довжина хорди криволінійної траєкторії середньої точки ножа

$$n = \frac{H_c + y_1 + 0,5 \cdot L_H \sin \theta_1}{\sin \theta_2},$$

довжина ріжучої кромки ножа

$$r_H = \frac{L_c + x_1 + x_2 + (H_c + y_1) \cdot \operatorname{ctg} \theta_2}{0,5 \cdot (\cos \theta_1 - \sin \theta_1 \cdot \operatorname{ctg} \theta_2 + 1)};$$

кут нахилу хорди траєкторії правої крайньої точки ножа

$$\alpha = \arccos \frac{n \cos \theta_2 + 0,5 \cdot L_H \cos \theta_1 - 0,5 \cdot L_H}{H_c + y_1 + 0,5 \cdot L_H \sin \theta_1};$$

довжина хорди траєкторії правої точки кромки ножа

$$l = \frac{H_c + y_1 + L_H \sin \theta_1}{\sin \alpha};$$

кут нахилу хорди траєкторії лівої крайньої точки кромки ножа

$$\beta = \arccos \frac{L_H \cdot (1 - \cos \theta_1) + l \cdot \cos \alpha}{l \cdot \sin \alpha - L_H \sin \theta_1};$$

довжина хорди цієї траєкторії

$$m = \frac{l \cdot \sin \alpha - L_H \sin \Theta_1}{\sin \beta}.$$

На початку другого етапу після конструктивної проробки ножедержача потрібно задатися його геометричними розмірами: висотою ножедержача H_H , відстанню між шарнірами закріплення важелів b , відстанню шарніра важеля від краю ножедержача $a = c$ і кутами нахилу важелів R_1 і R_2 до горизонталі Θ_3 і Θ_4 . З визначенням конструкції ножедержача (рис. 2) стають відомими координати центрів

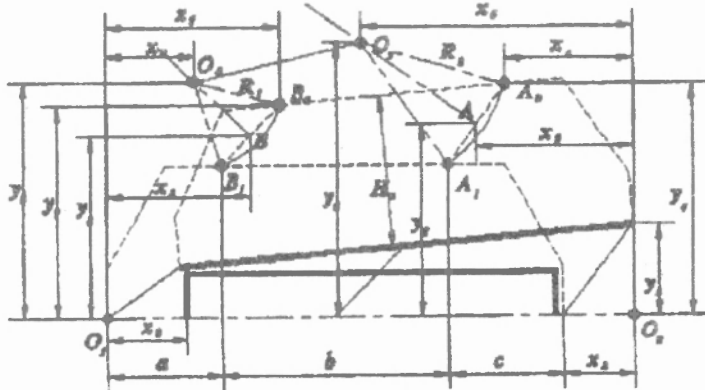


Рис. 2. Схема розташування шарнірів важелів.

закріплення важелів $A_1 [(x_3 + c), H_H]$ і $B_1 [(x_3 + c + b), H_H]$ відносно точки O_2 . Визначаються також координати точок закріплення важелів у вихідному положенні A_0 і B_0 . Для точки A_0 відносно точки O_2

$$\begin{aligned} x_4 &= c \cdot \cos \Theta_1 + H_H \cdot \sin \Theta_1, \\ y_4 &= H_H \cdot \cos \Theta_1 - c \cdot \sin \Theta_1 + y_3. \end{aligned}$$

Для точки B_0 відносно точки O_2

$$\begin{aligned} x_T &= x_0 + a \cdot \cos \Theta_1 - H_H \cdot \sin \Theta_1; \\ y_T &= y_2 + a \cdot \sin \Theta_1 + H_H \cdot \cos \Theta_1. \end{aligned}$$

У важільному шарнірному механізмі, що синтезується, точки A_0 і A_1 , відповідно B_0 і B_1 повинні належати дузі кола, проведеного з відповідного центра O_3 або O_4 . Таким чином, перпендикуляр, проведений з середини відрізка A_0A_1 або B_0B_1 , є геометричним місцем розташування центрів обертання важелів O_3 і O_4 .

Сумісне вирішення рівнянь аналітичної геометрії, складених для прямих, які проходять через задані точки з відомими координатами, дає можливість визначити координати відповідних центрів O_3 і O_4 .

Координати центра O_3 обертання важеля R_2

$$x_0 = \frac{x_6 \cdot (x_3 + c - x_4) + (H_H - y_4) \cdot [y_6 - H_H + (x_3 + c) \cdot \operatorname{tg} \Theta_3]}{(H_H - y_4) \cdot \operatorname{tg} \Theta_3 + (x_3 + c - x_4)};$$

$$y_0 = x_0 - x_3 - c) \cdot \operatorname{tg} \Theta_3 + H_H.$$

Довжина важеля R_2 визначається як відстань між точками A_0 і O_3 :

$$R_2 = \sqrt{(x_0 - x_4)^2 + (y_0 - y_4)^2}.$$

Кутовий розмах важеля R_2 визначається рівнянням

$$\gamma_2 = \arccos \frac{2 \cdot R_2^2 - l_h^2}{2 \cdot R_2^2}, \text{ де } l_h = \sqrt{(x_3 + c - x_4)^2 + (H_H - y_4)^2}.$$

Мінімальний кут передачі визначається з побудови у верхньому положенні ножетримача:

$$\mu_{\min} = \Theta_1 + \Theta_3 - \gamma_2.$$

Координати центра O_4 обертання важеля R_1

$$x_9 = \frac{(y_T - H_H) \cdot (H_H + a \cdot \operatorname{tg} \Theta_3 - y_6) - x_6 \cdot (x_7 - a)}{(y_T - H_H) \cdot \operatorname{tg} \Theta_3 - x_7 + a};$$

$$y_9 = H_H - x_9 \cdot \operatorname{tg} \Theta_3 + a \cdot \operatorname{tg} \Theta_3.$$

Довжина важеля R_1 визначається як відстань між точками B_0 і O_4 :

$$R_1 = \sqrt{(x_9 - x_7)^2 + (y_9 - y_T)^2}.$$

Наведена методика й отримані аналітичні вирази дали можливість створити програмний комплекс для автоматизованого синтезу важільного механізму вузла різання одноножових паперорізальних машин. Програмний комплекс побудовано на базі потужного графічного редактора відомої автоматизованої системи креслення AutoCad. Внутрішня мова цієї системи AutoLisp, яка використовується для розробки програмного комплексу, має можливості як для проведення

відповідних математичних розрахунків, так і для застосування команд графічного редактора AutoCad при побудові графічної і кінематичної схем вузла різання в реальному масштабі.

Як приклад наведена (рис. 3) кінематична схема вузла різання,

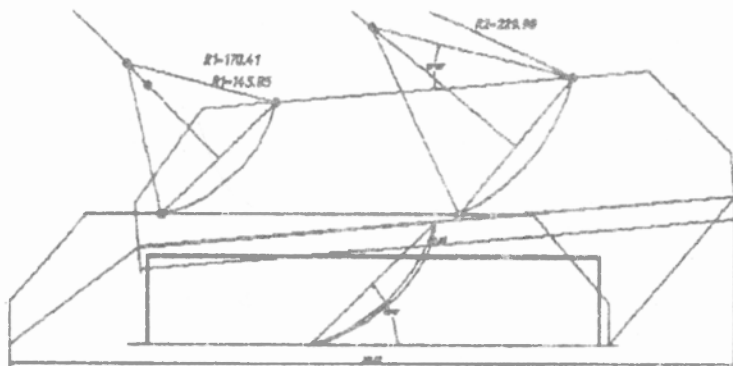


Рис. 3. Кінематична схема синтезованого механізму.

отримана в автоматизованому режимі при роботі програмного комплексу. З цього видно, що траєкторія центра ріжучої кромки ножа залежить від вихідних даних вузла різання. Зміною геометричних параметрів створюється можливість отримання траєкторії, оптимальної для різальних машин подібного типу.

1. Бронштейн І.Н., Семєндяєв К.А. Довідник з математики (для інженерів). М., 1967.
2. Пергамент Д.А. Брошуровально-палітурне устаткування. М., 1990.

Стаття надійшла до редакції 29.01.96