

## Виведення рівнянь кінематичного ланцюга планетарного столу

В статті виведено рівняння кінематичного ланцюга планетарного столу з ЧПК для обробки робочих профілів деталей позацентридних епіциклоїдальних передач внутрішнього зачеплення планетарний стіл з ЧПК, кінематичний ланцюг, кінематична схема, позацентридна епіциклоїдальна передача внутрішнього зачеплення

Широкому застосуванню позацентридних епіциклоїдальних передач внутрішнього зачеплення (ПЕПВЗ) в сільськогосподарській техніці, гідравлічних машинах та механізмах заважають технологічні складнощі їх виготовлення, що обумовлено складними робочими профілями деталей.

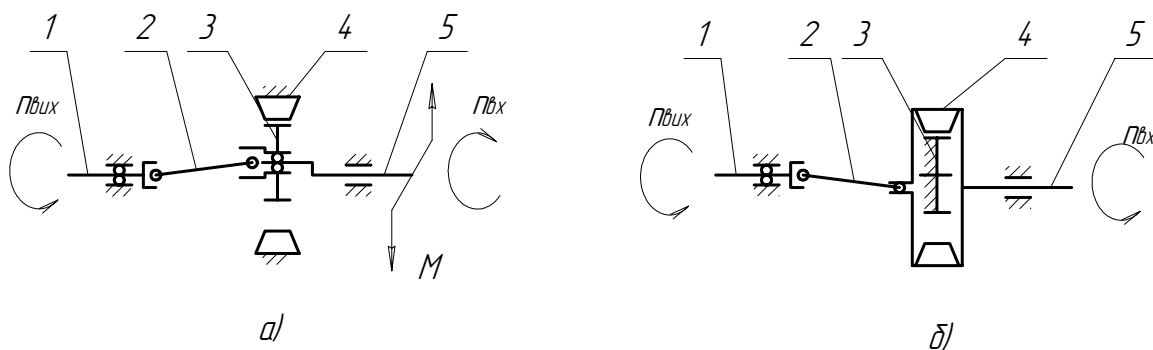
Лезову та абразивну обробку робочих профілів деталей позацентридних епіциклоїдальних передач внутрішнього зачеплення доцільно здійснювати на планетарному столі з ЧПК (ПС) [1,2], що дає можливість підвищення гнучкості виробництва та точності.

Використання ПС дає змогу виконувати переналагодження верстата на обробку деталей ПЕПВЗ з будь-якими геометричними параметрами.

Метою роботи є визначення рівнянь кінематичного ланцюга ПС, які дають можливість встановлення частот обертання взаємодіючих двигунів.

Верстатне зачеплення ПЕПВЗ доцільно замінити схемами адекватних планетарних зубчастих передач, які представлені на рис. 1.

При цьому верстатне зачеплення при обробці колеса з зовнішніми зубцями замінює схема рис. 1а, а з внутрішніми зубцями – рис. 1б.



1- вихідний вал з частотою обертання  $n_{\text{вих}}$ ; 2- шарнір; 3- сателіт з числом зубців  $z_2$ ; 4- сонячне колесо з числом зубців  $z_1$ ; 5- вхідний вал з частотою обертання  $n_{\text{вх}}$ .

Рисунок 1 - Планетарна зубчаста передача:  
а) з нерухомим сонячним колесом;  
б) з нерухомим сателітом

Передавальні відношення визначаються за формулами:  
- для обробки колеса із зовнішніми зубцями (рис. 1а):

$$i = \frac{n_{\text{вх}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{z_2}{z_1 - z_2}; \quad (1)$$

- для обробки колеса із внутрішніми зубцями (рис. 1б):

$$i = \frac{n_{\text{вх}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{z_1}{z_1 - z_2}. \quad (2)$$

На рис. 2 приведена кінематична схема ПС.

Розглядаєма кінематична схема повинна відтворювати при обробці рух обкату з передаточними відношеннями (1) і (2).

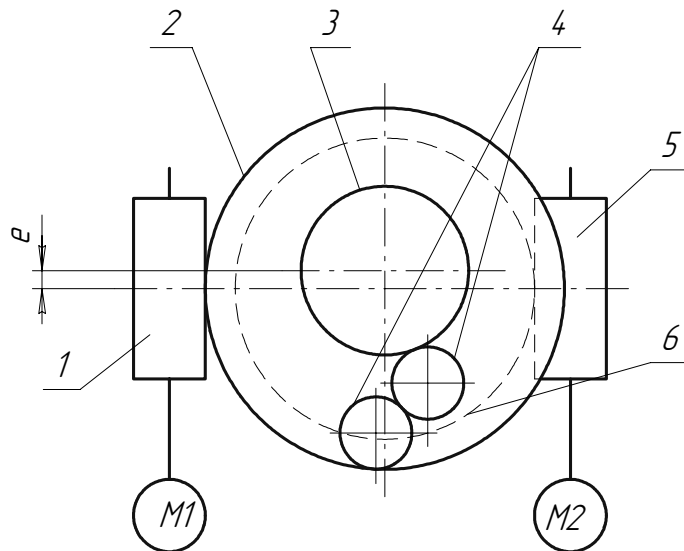
Вхідною ланкою даної кінематичної схеми являється черв'ячне колесо 6, а вихідною – зубчасте колесо 3. При цьому передаточне відношення визначається за формулами:

- для обробки колеса з зовнішніми зубцями:

$$i = \frac{n_6}{n_3} = \frac{z_2}{z_1 - z_2}; \quad (3)$$

- для обробки колеса з внутрішніми зубцями:

$$i = \frac{n_6}{n_3} = \frac{z_1}{z_1 - z_2}. \quad (4)$$



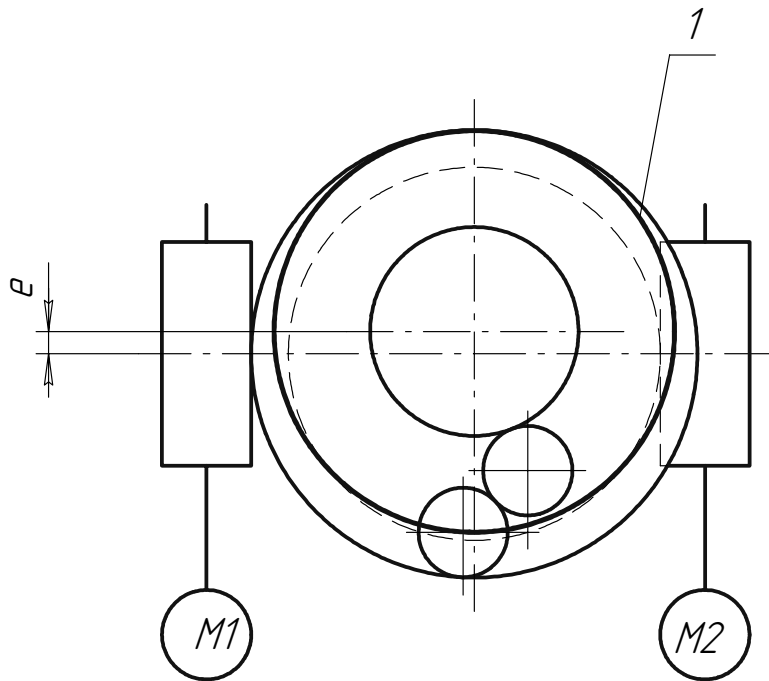
1- черв'як привідний колеса 2 з числом заходів  $K_2$ ; 2- комбіноване черв'ячне колесо з числом зубців  $Z_{\text{чк}2}$  та із внутрішнім зубчастим вінцем з числом зубців  $Z_{\text{вн}2}$ ; 3- зубчасте колесо співвісне зі столом з числом зубців  $Z_{\text{зк}3}$ ; 4- паразитні шестерні з числом зубців  $Z_{\text{зк}4}$ ; e – ексцентриситет в передачі адекватний ексцентриситету передачі по рис.1; 5- черв'як привідний колеса 6 з числом заходів  $K_5$ ; 6- черв'ячне колесо вхідного приводу з числом зубців  $Z_{\text{чк}6}$ .

Рисунок 2 – Кінематична схема планетарного стола

Співвідношення між числами зубців внутрішнього вінця черв'ячного колеса 2  $Z_{\text{вн}2}$  і зубчастого колеса 3  $Z_{\text{зк}3}$  адекватне співвідношенню зубців  $z_1$  і  $z_2$ , яке визначається за формулою:

$$\frac{z_2}{z_1} = \frac{Z_{\text{зк}3}}{Z_{\text{вн}2}}. \quad (5)$$

Проте необхідність розміщення двох паразитних коліс 4 не дає можливості виконувати колесо 3 з розрахунковим числом зубців. В зв'язку з цим замінюємо його умовним колесом  $z'_{\text{зк}3}$  (рис. 3).



1 – замінюче колесо.

Рисунок 3 - Кінематична схема планетарного столу з замінюючим колесом

Число зубців замінючого колеса  $z'_{зк.3}$  визначається за формулою:

$$z'_{зк.3} = \frac{z_2 \cdot z_{вн.2}}{z_1} \quad (6)$$

З урахуванням формул (3) і (4) виведемо значення  $n_3$  для обробки внутрішнього і зовнішнього коліс:

- для обробки колеса з зовнішніми зубцями:

$$n_3 = \frac{(z_1 - z_2)n_6}{z_2} \quad (7)$$

- для обробки колеса з внутрішніми зубцями:

$$n_3 = \frac{(z_1 - z_2)n_6}{z_1} \quad (8)$$

Одночасно на основі схеми рис. 3:

- для обробки колеса з зовнішніми зубцями:

$$n_3 = \frac{(z_{вн.2} - z'_{зк.3})n_6}{z'_{зк.3}} \quad (9)$$

- для обробки колеса з внутрішніми зубцями:

$$n_3 = \frac{(z_{вн.2} - z'_{зк.3})n_6}{z_{вн.2}} \quad (10)$$

Прирівнюємо формули (7) і (9) і визначаємо відношення числа зубців для внутрішнього колеса:

$$\frac{(z_1 - z_2)n_6}{z_2} = \frac{(z_{вн.2} - z'_{зк.3})n_6}{z'_{зк.3}} \quad (11)$$

Прирівняємо формули (8) і (10) і визначаємо відношення чисел зубців для зовнішнього колеса:

$$\frac{(z_1 - z_2)n_6}{z_1} = \frac{(z_{\text{вн.2}} - z'_{\text{зк.3}})n_6}{z_{\text{вн.2}}}. \quad (12)$$

Число обертів двигуна  $M_1$  визначаємо із відношення:

$$n_{M1} \frac{K_1}{z_{\text{чк.2}}} \frac{z_{\text{вн.2}}}{z'_{\text{зк.3}}} = n_3. \quad (13)$$

Звідки:

$$n_{M1} = \frac{n_3}{K_1} \frac{z_{\text{чк.2}}}{z_{\text{вн.2}}} z'_{\text{зк.3}} = n_3. \quad (14)$$

Число обертів двигуна  $M_2$  визначаємо із співвідношення:

$$n_{M2} \frac{K_5}{z_{\text{чк.6}}} = n_6. \quad (15)$$

Виразивши значення  $n_6$  через  $n_3$  з формул (9) і (10) отримаємо:

- для обробки колеса з зовнішніми зубцями:

$$n_{M2} \frac{K_5}{z_{\text{чк.6}}} = \frac{n_3}{(z_{\text{вн.2}} - z'_{\text{зк.3}})} z'_{\text{зк.3}}; \quad (16)$$

- для обробки колеса з внутрішніми зубцями:

$$n_{M2} \frac{K_5}{z_{\text{чк.6}}} = \frac{n_3}{(z_{\text{вн.2}} - z'_{\text{зк.3}})} z_{\text{вн.2}}. \quad (17)$$

Звідки:

- для обробки колеса з зовнішніми зубцями:

$$n_{M2} = \frac{n_3}{(z_{\text{вн.2}} - z'_{\text{зк.3}})} \frac{z'_{\text{зк.3}}}{K_5} z_{\text{чк.6}}; \quad (18)$$

- для обробки колеса з внутрішніми зубцями:

$$n_{M2} = \frac{n_3}{(z_{\text{вн.2}} - z'_{\text{зк.3}})} \frac{z_{\text{вн.2}}}{K_5} z_{\text{чк.6}}. \quad (19)$$

Виведені рівняння дають змогу виконати налагодження планетарного стола на обробку деталей ПЕПВЗ з будь-якими геометричними параметрами.

## Список літератури

1. Поворотний стіл зі змінним ексцентриситетом: Пат. 46348 Україна, МПК 7В 23F5/00 № 2001064472/UA: Заявл. 26.06.2001; Опубл. 15.05.2002, Бюл. №5.
2. Скібінський О.І. Удосконалення процесу формоутворення робочих поверхонь цівкових коліс позацентроїдних епіциклоїдальних передач внутрішнього зачеплення; Автореферат дисертації кандидата технічних наук: 05.03.01/ Кіровоградській національний технічний університет. – Кіровоград, 2004. – 20 с.

В статье выведено уравнение кинематической цепи планетарного стола с ЧПУ для обработки рабочих профилей деталей внецентроидных эпициклоидальных передач внутреннего зацепления.

In clause the equation of a kinematic circuit of a planetary table with Numerical program control for processing working structure of extracentroid epicycloidal transfer of internal gearing.

*Одержано 10.10.06*