

УДК 621.833.65

О.Р. Стрілець, канд. техн. наук

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна.

КІНЕМАТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЗУБЧАСТИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ ПЕРЕДАЧ З ЗАМКНУТОЮ ГІДРОСИСТЕМОЮ

O.R. Strilets, Ph.D.

KINEMATIC BENEFITS OF EPICYCLIC GEAR TRAIN WITH A CLOSED CIRCUIT HYDRAULIC SYSTEM

Розглядаються зубчасті диференціальні передачі, які являються основою для створення планетарних коробок передач і дозволяють безсходиново керувати змінами швидкості через вмикання додаткових керуючих пристроїв.

Наводяться схеми однорядних і дворядних зубчастих диференціальних передач з пристроями у вигляді замкнутих гідросистем, розроблені на рівні корисних моделей (патенти України на корисні моделі: №№ 7328, 11121, 18514, 18587, 28489, 48301, 48608). Керування змінами швидкості здійснюється за рахунок дроселювання рідини, яка рухається в замкнутій гідросистемі. Наприклад, на рис. 1, *а* показана одна із схем однорядної диференціальної передачі з пристроєм для керування змінами швидкості, складається з сонячного зубчастого колеса 1, сателітів 2, опорного зубчастого колеса – епіцикла 3 і водила 4 розміщених у корпусі 5. На корпусі 5 розміщена замкнута гідросистема 6, яка зв'язана з валом епіцикла 3 зубчастою передачею 7. Замкнута гідросистема 6 складається з гідронасоса 8, трубопроводів 9, регулювального дроселя 10, зворотного клапана 11 і ємності 12 для рідини.

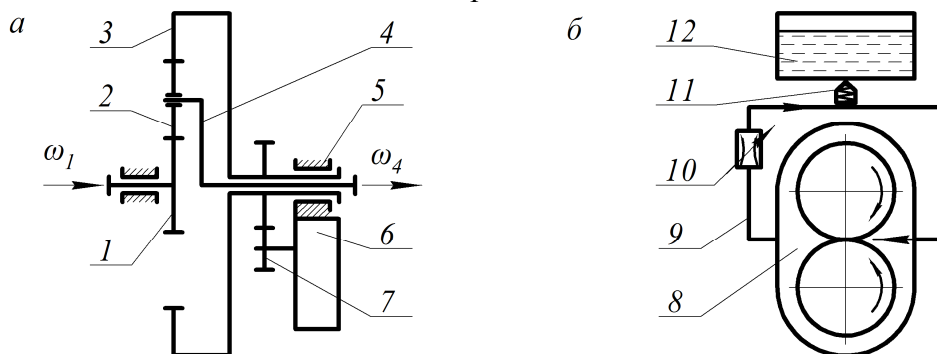


Рис. 1. Схеми: *а* – зубчастої диференціальної передачі з керуванням через епіцикл та ведучою ланкою – сонячним зубчастим колесом; *б* – замкнутої гідросистеми

Розглянутий випадок коли ведучою ланкою буде сонячне зубчасте колесо 1, а веденою – водило 4 (рис. 1, *а*). Керування зміною веденої ланки – водила 4 здійснюється через епіцикл 3. Якщо прийняти кутову швидкість ведучої ланки 1 за $\omega_1 = const$, тоді за рахунок зміни швидкості колеса – епіцикла 3 ($\omega_3 = var$) за допомогою замкнутої гідросистеми 6 можна плавно змінювати швидкість веденої ланки – водила 4 (ω_4). Маємо те, що зубчасте колесо – епіцикл 3 через зубчасту передачу 7 приводить у рух шестеренчастий гідронасос 8, який перекачує рідину в замкнутій гідросистемі 6 складеній з трубопроводів 9 і регулювального дроселя 10 – коли регулювальний дросель 10 відкритий. Якщо регулювальний дросель 10 закритий, тоді замкнута гідросистема 6 закрита, тобто шестеренчастий гідронасос 8 зупинений і, при цьому, зубчасте колесо – епіцикл 3 зупинене ($\omega_3 = 0$). Таким чином, в залежності від пропускної здатності регулювального дроселя 10, швидкість зубчастого колеса – епіцикла 3 (ω_3) змінюється від 0 до ω_{3max} і, при цьому, змінюється швидкість водила 4 (ω_4). Зв'язок між швидкостями в такій передачі описується відомим аналітичним

виразом

$$\omega_4 = \frac{\omega_1 - \omega_3 u_{13}^{(4)}}{1 - u_{13}^{(4)}}, \quad (1)$$

де $u_{13}^{(4)}$ – передаточне відношення механізму від сонячного зубчастого колеса 1 до епіцикла 3 при зупиненому водилі 4. Для схем на рис. 1 $u_{13}^{(4)} = -(z_3 / z_1)$, де z_1 – число зубів сонячного зубчастого колеса; z_3 – число зубів епіцикла. Знак (-) тому, що у передачі є одне зовнішнє (колеса 1-2) зачеплення. Таким чином, врахувавши від’ємне значення передаточного відношення $u_{13}^{(4)}$, вираз (1) для розглянутої схеми матиме остаточний вигляд

$$\omega_4 = \frac{\omega_1 + \omega_3 u_{13}^{(4)}}{1 + u_{13}^{(4)}}. \quad (2)$$

Для того щоб більш наочно показати характер зміни швидкості через диференціальну передачу з пристроєм у вигляді замкнутої гідросистеми, формула (2) запрограмована на комп’ютері та отримані графічні залежності $\omega_4 = f(\omega_3, \omega_1, u_{13}^{(4)})$, показані на рис.2.

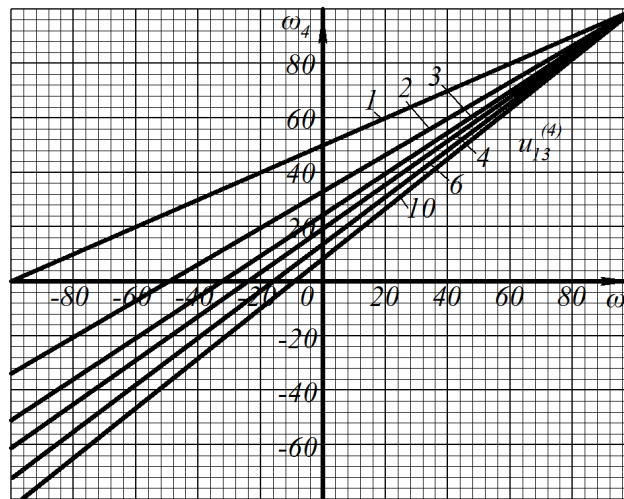


Рис. 2. Залежності $\omega_4 = f(\omega_3, \omega_1, u_{13}^{(4)})$, при $u_{13}^{(4)} = 1 \dots 10$ і $\omega_1 = 100 \text{ рад/с}$

У доповіді наводяться приклади зміни швидкості через зубчасту диференціальну передачу коли ланкою керування може бути водило, або сонячне зубчасте колесо, або сателіт. Отримані графічні залежності швидкостей між ведучими і веденими ланками або навпаки у цих прикладах, за допомогою засобів комп’ютерного моделювання, подібно, як на рис. 2, наочно підтверджують можливість керування змінами швидкості і для таких випадків.

Плавне керування змінами швидкості у приводах машин через зубчасті диференціальні передачі з пристроями для керування змінами швидкості у вигляді замкнутих гідросистем, у порівнянні з відомими способами, підвищує довговічність і надійність машин за рахунок зменшення динамічних навантажень на їх деталі та виключення тертя ковзання.