

УДК 621.833.65

О.Р. Стрілець, канд. техн. наук, доц.

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

### ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ У ПРИСТРОЇ З ЗУБЧАСТИМ ДИФЕРЕНЦІАЛОМ І ЗАМКНУТОЮ ГІДРОСИСТЕМОЮ ЧЕРЕЗ СОНЯЧНЕ ЗУБЧАСТЕ КОЛЕСО

O. R. Strilets, Ph.D, Assoc. Prof.

#### DYNAMIC SPEED CONTROL MODEL IN A DEVICE WITH A DIFFERENTIAL GEAR AND A CLOSED HYDRAULIC SYSTEM THROUGH A SUN GEAR

Виконання технологічних операцій машинами у різних галузях промисловості здійснюється при різних швидкостях. Для зміни швидкості в сучасній техніці широко відомі пристрої у вигляді ступінчастих і безступінчастих коробок швидкостей. Відомі пристрої зміни швидкості мають багато недоліків - складність конструкції, велика матеріаломісткість, великі динамічні навантаження при переході з однієї швидкості на другу, велике спрацювання деталей через використання фрикційних гальм і муфт. Внаслідок цього зменшується довговічність і надійність деталей приводів машин. Тому виникають задачі створення нових способів і пристроїв керування змінами швидкості. При розробці на рівні винаходів (Пат. № 2211796 RU і Пат. № 44135 UA) вантажоупорного зупинника у вигляді замкнутої гідросистеми і застосування його у зубчастих диференціальних передачах, привело до створення нових пристроїв для керування змінами швидкості. Для проведення силових досліджень, проектування та експлуатації таких пристроїв необхідні знання про динамічні процеси у них.

Розглядається пристрій для керування змінами швидкості з зубчастим диференціалом, який містить сонячне зубчасте колесо 1, сателіти 2, епіцикл 3 і водило 4, розміщені в корпусі 5, а керування швидкістю здійснюється за допомогою замкнутої гідросистеми 6 зв'язаною з сонячним зубчастим колесом 1 зубчастою передачею 7, показаний на рисунку. Зміна швидкості досягається тим, що швидкість сонячного зубчастого колеса змінюється від 0 до  $\omega_{1max}$ , в залежності від швидкості руху рідини у замкнутій гідросистемі

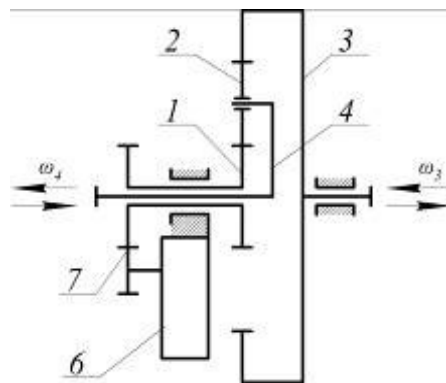


Рисунок 1. Схема зубчастого диференціала з керуванням через сонячне зубчасте колесо

Для отримання диференціальних рівнянь дослідження динамічних процесів у пристрої для керування змінами швидкості з зубчастим диференціалом і замкнутою гідросистемою через сонячне зубчасте колесо, коли ведучою ланкою є водило, а веденою – епіцикл або навпаки застосоване рівняння Лагранжа другого роду

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \omega} \right) = M_3, \quad (1)$$

де  $T$  – кінетична енергія системи;  $M_{3(4)}$  – обертальний момент, що створюється на валу виконавчого механізму, з'єданого з валом епіцикла у першому випадку або з валом водила у другому випадку, який може: *a* – змінюватися періодично на протязі тривалого часу; *б* – після різкого збільшення залишатися незмінним на протязі тривалого часу; *в* – після різкого збільшення зберігатися на протязі малого часу; *г* – виконавчий механізм миттєво зупиняється внаслідок значного перевантаження. показано на рис. 2.

Графіки зміни обертального моменту показані на рис. 2.

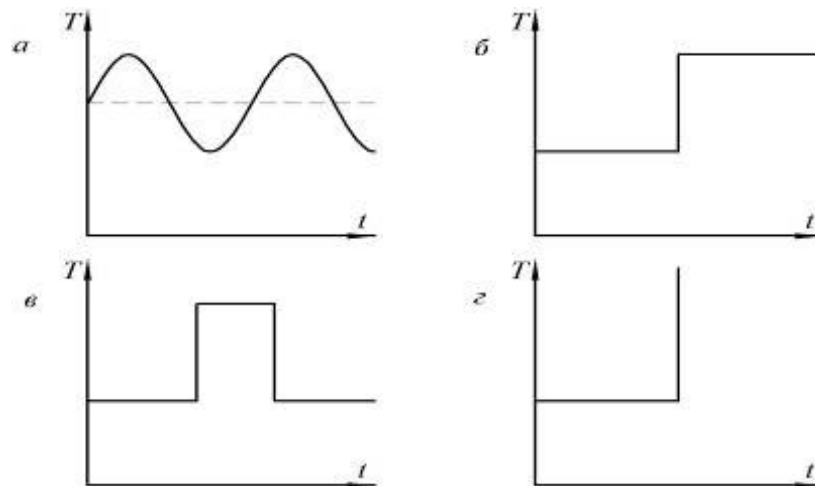


Рисунок 2. Графіки зміни обертального моменту на веденій ланці, якою може бути епіцикл або водило

У вираз для кінетичної енергії системи входять кінетичні енергії таких ланок:  $T_1$  – сонячного зубчастого колеса ( $z_1$ ) з валом і зубчастим колесом  $z_4$  зубчастої передачі 7;  $T_2$  – блока сателітів ( $z_2$ );  $T_3$  – епіцикла ( $z_3$ ) з валом;  $T_4$  – водила;  $T_5$  – зубчастого колеса  $z_5$  зубчастої передачі 7 з замкнутою гідросистемою 6. Тоді:

$$T = \frac{1}{2} (J_1 \omega_1^2 + z_c J_2 \omega_2^2 + z_c m_2 v_{o2}^2 + J_3 \omega_3^2 + J_4 \omega_4^2 + J_5 \omega_5^2), \quad (2)$$

де:  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5$  – відповідно кутові швидкості ланок системи;  $J_1, J_2, J_3, J_4, J_5$  – відповідно динамічні моменти інерції ланок відносно центрів мас;  $m_2$  – маса блока сателітів;  $z_c$  – кількість сателітів;  $v_{o2} = \omega_4 r_4$  – колова швидкість осі обертання сателітів;  $r_4$  – радіус обертання водила. Цей радіус дорівнює сумі початкових радіусів сонячного зубчастого колеса і сателіта  $r_4 = 0,5(d_{w1} + d_{w2})$ .

Таким чином, на основі даної методики отримано диференціальні рівняння для дослідження динамічних процесів у пристрої для керування швидкістю з зубчастим диференціалом і замкнутою гідросистемою через сонячне зубчасте колесо.