

УДК 621.22

М. С. Бурдейний, В. О. Трегубов, Л. К. Поліщук, О. В. Піонткевич
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ГІДРОПРИВОДУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Задача із забезпечення транспортування вантажів під час перевантаження гідроприводу стрічкового конвеєра в 2 рази має початок вирішення в працях [1, 2]. Наступний етап розв'язання поставленої задачі потребує вибору раціональних параметрів пристрою керування для оптимізації статичних та динамічних характеристик під час перебігу перехідних процесів в гідроприводі стрічкового конвеєра.

Розроблені принципові та розрахункові схеми гідроприводу стрічкового конвеєра з пристроєм керування, а також запропоновано математичну модель із прийнятими припущеннями [2, 3]. Математична модель складена з 9 нелінійних диференціальних рівнянь, а її розв'язок виконано за допомогою програми MATLAB Simulink із точністю 0,1%.

Розраховано по перехідним процесам значний вплив k_3 жорсткості регульованої пружини золотника, b_3 коефіцієнту в'язкого тертя золотника по корпусу та f_δ площі робочого вікна дроселя золотника на статичні та динамічні характеристики в гідроприводі стрічкового конвеєра. Вихідними величинами для дослідження є показники швидкості обертання $d\phi/dt$ валів гідромоторів та тиск p_n робочої рідини в нагнітальній гідролінії. При цьому навантаження на стрічковий конвеєр змінювалося від номінального режиму в 5 кН·м до режиму перевантаження в 10 кН·м ($t_{\text{старт}}=0,15$ с), та навпаки ($t_{\text{стоп}}=0,4$ с).

Сформульовано комплексний критерій оптимізації перехідних процесів по статичним та динамічним характеристикам гідроприводу стрічкового конвеєра за методом LP пошуку [4] для вибору раціональних параметрів пристрою керування:

$$W_{\text{комп}} = \frac{\delta_{\text{стаб } i}}{\delta_{\text{стаб } \text{max}}} \cdot 0,5 + \frac{\sigma_{\text{вкл } i}}{\sigma_{\text{вкл } \text{max}}} \cdot 0,3 + \frac{\sigma_{\text{викл } i}}{\sigma_{\text{викл } \text{max}}} \cdot 0,2, \quad (1)$$

де i – номер дослідів; max – максимальне значення характеристики в серії дослідів; $\delta_{\text{стаб}}$ – величина похибки стабілізації швидкості обертання $d\phi/dt$ валів гідромоторів при зміні режимів роботи; $\sigma_{\text{вкл}}$ та $\sigma_{\text{викл}}$ – величини перерегулювання по тиску p_n в напірній гідролінії гідроприводу стрічкового конвеєра під час включення та виключення пристрою керування.

Комплексний критерій оптимізації покликаний забезпечити найкращий показник по стабілізації швидкості обертання $d\phi/dt$ валів гідромоторів, та мінімальні показники по величині перерегулювання по тиску p_n в напірній гідролінії після включення та виключення пристрою керування. При цьому, в формулі (1) використано вагові коефіцієнти комплексного критерію оптимізації 0,5; 0,3 та 0,2 з урахуванням максимального впливу величини похибки стабілізації швидкості обертання $d\phi/dt$ валів гідромоторів на результат оптимізації, ніж величин перерегулювання по тиску p_n в напірній гідролінії. Раціональні значення параметрів пристрою керування відповідають найменшому комплексному критерію оптимізації $W_{\text{комп}}$.

Зміна найвпливовіших параметрів пристрою керування відбувалася в діапазонах: $k_3=(30\dots46)$ кН/м; $b_3=(0,4\dots1,2)$ кН·с/м; $f_\delta=(1,8\dots5,0)$ мм². Проведено 27 дослідів при мінімальному, середньому та максимальному значеннях прийнятий найвпливовіших параметрів пристрою керування. В результаті моделювання та розрахунків встановлено, що для найменшого комплексного критерію оптимізації $W_{\text{комп}} = 0,44$ досягаються оптимальні статичні та динамічні характеристики: $\sigma_{\text{вкл}} = 7,5$ %, $\sigma_{\text{викл}} = 35,1$ %, $\delta_{\text{стаб}} = 7,8$ %, при цьому раціональні параметри пристрою керування: $k_3 = 30$ кН/м; $b_3 = 0,8$ кН·с/м; $f_\delta = 1,8$ мм².

Отримані раціональні параметри пристрою керування, що забезпечують оптимальні перехідні процеси в гідроприводі стрічкового конвеєра будуть корисними для інженерів та науковців, які займаються проектування нової гідроапаратури, а саме виготовлення тривимірних моделей або прототипів в металі. Наприклад, для дослідження течій робочої рідини в каналах пристрою керування з метою зменшити місцеві втрати тиску [5].

Продемонстровано перехідні процеси в гідроприводі стрічкового конвеєра від швидкості обертання $d\varphi/dt$ валів гідромоторів (див. рис. 1, а) та від тиску p_n в напірній гідролінії (див. рис. 1, б) після застосування раціональних параметрів пристрою керування.

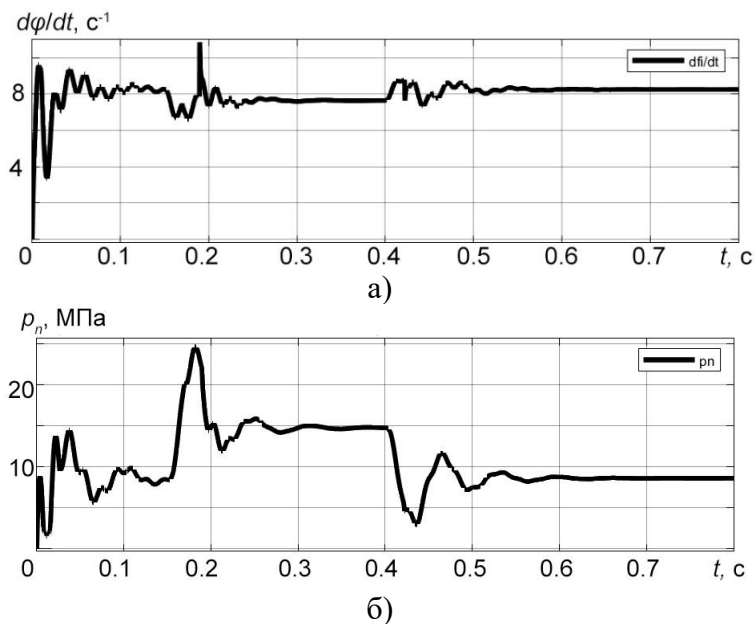


Рис. 1. Перехідні процеси в гідроприводі стрічкового конвеєра після вибору раціональних параметрів пристрою керування

Висновки

1. Запропоновано комплексний критерій оптимізації для забезпечення найкращого показника по стабілізації швидкості обертання $d\varphi/dt$ валів гідромоторів, та мінімізації показників по величині перерегулювання тиску p_n в напірній гідролінії після включення пристрою керування та його виключенню.

2. Розраховано раціональні параметри пристрою керування: $k_3 = 30$ кН/м; $b_3 = 0,8$ кН·с/м; $f_d = 1,8$ мм², які дозволяють досягти оптимальні показники статичних та динамічних характеристик: $\sigma_{\text{вкл}} = 7,5$ %, $\sigma_{\text{викл}} = 35,1$ %, $\delta_{\text{стаб}} = 7,8$ %.

Список використаних джерел

- Polishchuk L. K. Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor / L. K. Polishchuk, O. V. Piontkevych. 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017», Kaunas University of Technology, 19 May 2017. – P. 307-311.
- Polishchuk L. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads / L. Polishchuk, O. Khmara, O. Piontkevych, O. Adler, A. Tungatarova, A. Kozbakova. Informatyka, Automatyka, Pomiarы W Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2022. – Vol. 12(2). – P. 60-63. DOI: 10.35784/iapgos.2949
- Polishchuk L. Application of hydraulic automation equipment for the efficiency enhancement of the operation elements of the mobile machinery / L. Polishchuk, L. Kozlov, Y. Burennikov, V. Strutinskiy, V. Kravchuk Informatyka, Automatyka, Pomiarы w Gospodarce i Ochronie Środowiska, 9(2), 2019. – P. 72-78. DOI: 10.5604/01.3001.0013.2553
- Лозінський Д.О. Оптимізація електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків / Д.О. Лозінський, Л.Г. Козлов, О.В. Піонткевич, О.І. Кавецький // Вісник машинобудування та транспорту, 2023. – №17(1). – С. 87-91. DOI: 10.31649/2413-4503-2023-17-1-87-91
- Petrov O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling. / O. Petrov, L. Kozlov, D. Lozinskiy, O. Piontkevych// In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019. – P. 653–660. DOI: 10.1007/978-3-030-22365-6_65