

ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ГІДРОПРИВОДІ КОНВЕЄРА

Залежно від технології виробничих процесів транспортні вантажопотоки конвеєрів, що використовуються в гірничих та вугільних шахтах, при видобуванні корисних копалин відкритим способом, сільськогосподарській техніці тощо, характеризуються відносною постійністю чи змінністю як за інтенсивністю так і за періодом завантаження [1]. Наприклад, у буртоукладниках, що використовуються на цукрових заводах, під час розвантаження коренеплодів з автотранспорту у бункер приймального конвеєра залежно від ємності кузова можливе виникнення перевантажень його привода, що значно перевищує номінальне. В такому випадку, в електромеханічному приводі конвеєрів можливим є вихід з ладу елементів привода, а в гідрофікованому [2] – аварійне відмикання через спрацьовування запобіжного клапана. Для подальшого відновлення роботи конвеєра зменшують навантаження на його робочому органі, після чого здійснюють повторний пуск привода.

Для забезпечення безупинної роботи гідропривода і підвищення продуктивності конвеєра доцільно використати у вмонтованому приводі додатково встановлений гідромотор, паралельно до основного. З цією метою в гідроприводах конвеєрів необхідно використати адаптивну систему керування, чутливу до зміни навантаження на робочому органі [3].

До особливостей досліджуваної системи керування слід віднести наявність пристрою керування, побудованого на основі двокаскадного клапана, в якому перший каскад (сенсор) виконаний у вигляді клапана параметричного принципу дії, а другий каскад – у вигляді запірно-регульовального елемента, та фрикційної муфти з гідроприводом вмикання передавального механізму додаткового гідромотора. Для зменшення пускового моменту на валу додаткового гідромотора необхідно щоб навантаження під час його зрушення було мінімальним, а за розгону – вмикалася фрикційна муфта передавального механізму. Цю функцію виконує запірно-регульовальний елемент.

Дослідження впливу характеристик розробленої адаптивної системи керування на динамічні процеси в гідроприводі конвеєра виконано на основі математичної моделі [4], удосконаленої врахуванням характеру зміни навантаження на приводному барабані, механічних втрат в гідромоторах, зміни напрямків руху робочої рідини під час роботи пристрою керування. Правомірність застосованих принципів побудови моделі та коректність прийнятих припущень доведено порівнянням теоретичних та експериментальних досліджень [5].

Математична модель містить диференціальні рівняння моментів на валах гідромоторів, коли працюють один та два гідромотори, рівняння руху кулькового запірного елемента сенсора, запірно-розподільного елемента в різних фазах переміщення, натискного плунжера фрикційної півмуфти, рівняння балансу витрат рідини в сенсорі, запірно-регульовальному елементі в різних фазах його переміщення, а також рівняння, що визначають тиски «відкриття» та «закриття» кулькового запірного елемента сенсора.

Дослідження динамічних процесів в адаптивній системі керування гідропривода конвеєра проведено із застосуванням комп'ютерного програмного пакету MATLAB Simulink. Для розв'язання диференціальних рівнянь математичної моделі, обчислення її станів в процесі моделювання і генерації коду використано функцію *ode23s*, в основу якої покладено однокроковий модифікований метод Розенброка 2-го порядку, покликаний забезпечити високу швидкість обчислень для жорстких систем.

В результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь з різними значеннями початкових даних отримані у вигляді графіків теоретичні залежності зміни в часі крутного моменту навантаження $M(t)$, тиску напірної гідролінії $p_n(t)$, тиску «відкриття» та «закриття» сенсора $p_1(t)$, тиску в порожнині плунжера $p_2(t)$, переміщення сенсора $x(t)$, переміщення запірно-регулювального елемента $y(t)$, переміщення плунжера фрикційної півмуфти $z(t)$. Аналіз теоретичних графіків показує, що система керування адекватно реагує на зміну зовнішнього навантаження. Перехідні процеси тривають невеликий за проміжком час (до 0,009 с), максимальне амплітудне значення коливань тиску не перевищує тиск «відкриття» ($0,76 p_1$). Характеристики пружини та площа сенсора відповідають налаштуванню на тиск «відкриття» 21 МПа запірно-регулювального елемента. Тривалість відкриття запірно-регулювального елемента до моменту спрацьовування сенсора становить 0,006 с. Затримка в часі між пуском вала другого гідромотора та зчепленням фрикційної муфти становить $9 \cdot 10^{-4}$ с, за якої відбувається перекомутація гідроліній напору та зливу порожнини плунжера 7. Після зниження навантаження запірний елемент сенсора повертається у вихідне положення за тиску «закриття» близько 12 МПа. При відмиканні другого гідромотора відбувається тимчасове зростання тиску в напірній порожнині першого гідромотора до 18 МПа, який є меншим від тиску «відкриття» сенсора і забезпечує стійку роботу гідропривода до моменту виходу на номінальний режим. Порівнянням перехідних процесів встановлено вплив характерного об'єму другого гідромотора ГМ2 на стійкість системи. Коли характерний об'єм не перевищує значень $q_{m2} \leq 0,5q_{m1}$, система працює в стійкому режимі і тиск «відкриття» відповідає тиску налаштування сенсора. Коли ж характерний об'єм другого гідромотора ГМ2 має більші значення (наприклад, $q_{m2} = 0,75q_{m1}$), в гідросистемі спочатку розвиваються нестійкі процеси спрацьовування сенсора і лише за досягнення значень тиску 23 МПа, що більше тиску налагодження, повністю відкривається запірний елемент, коливання якого у цьому положенні відбуваються впродовж 0,05 с, а перевищення тиску над номінальним сягає 30 %.

Визначено параметри системи керування, що забезпечують безупинну роботу конвеєра за рахунок вмикання і вимикання додаткового гідромотора в умовах дії перевантажень.

Список використаних джерел

1. Спиваковский А. О. Теоретические основы расчета ленточных конвейеров / А. О. Спиваковский, В. Г. Дмитриев. – М. : Наука, 1977. – 154 с.
2. Поліщук Л. К. Гідрофікація транспортних засобів буртоукладальних машин / Л. К. Поліщук, Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. П. Коцюбівський. – Вібрації в техніці і технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал. – Вінниця: ВГАУ. – 2002. – №5 (26).
3. Поліщук Л. К. Вмонтовані гідравлічні приводи конвеєрів з гнучким тяговим органом, чутливі до зміни навантаження: монографія / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 184 с.
4. Polishchuk L. Mathematical modeling of dynamic processes of control device of hydraulic drive of belt conveyor with variable load / Polishchuk L., Koval O. – Tehnomus. New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. – 2015 – Issue 1. – P. 141–
5. Поліщук, Л.К. Дослідження динаміки привода конвеєра зі змінним навантаженням / Л.К. Поліщук, О.О. Адлер. – Вібрації в техніці та технологіях. Вінниця, 2009. – №3 (55). – С. 35-35.