



Поліщук Л. К.

Адлер О. О.

**Вінницький
національний
технічний
університет**

УДК621.64

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРИВОДА КОНВЕЄРА ЗІ ЗМІННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Проведены исследования динамики привода конвейера с переменной нагрузкой, которые дали возможность определить характер изменения основных параметров гидравлической системы ленточного конвейера и установить влияние характера изменения нагрузки.

Researches of dynamics of drive conveyor are conducted with the variable loading, which enabled to define character of change of basic parameters of the hydraulic system of band conveyor and set influence of character of change of loading.

Динамічні процеси, що виникають під час експлуатації стрічкових конвеєрів, можуть викликати їх перевантаження та нестійку роботу, а тому точне врахування їх в нестационарних режимах механічної системи є одним з основних факторів, що визначає роботоздатність, надійність та економічність транспортерів.

Метою дослідження динаміки привода конвеєра зі змінним навантаженням є вивчення динаміки перехідних процесів, що виникають під час роботи розробленого привода за умови різного характеру зміни навантаження.

Для дослідження динаміки привода конвеєра зі змінним навантаженням розроблена його розрахункова схема [1, 2], в якій реальна континуальна фізична модель конвеєра приведена до дискретної, оскільки об'єктом дослідження є транспортуючий пристрій невеликої довжини, що застосований в буртоукладальній машині К-65М253-К [3, 4]. Рухомі частини конвеєра представлені двома дискретними масами. До першої зведени маси обертових частин приводного пристрою, до другої - рухомі ланки транспортуючої частини конвеєра. Стрічка конвеєра представлена реологічною моделлю Фохта [5]. Механічні втрати в гідромоторі моделюються обертальними кінематичними парами тертя.

На основі складеної розрахункової схеми та прийнятих допущень [2] розроблено математичну модель привода конвеєра [6, 7], в основу якої покладені рівняння балансу витрат

рідини в напірній та зливній магістралях, рівняння руху відповідних ділянок механічної системи конвеєра та рівняння, що описують роботу пристрою керування. В цих рівняннях враховано взаємозв'язок динамічних процесів в приводі з пружно-дисипативними, жорсткісними, інерційними характеристиками ланок конвеєра та конструктивними особливостями пристрою керування, пов'язаними з використанням параметричного принципу дії у його запірних елементах.

Дослідження динаміки привода конвеєра зі змінним навантаженням здійснювалось на основі інтегрування диференціальних рівнянь математичної моделі за вибраних вихідних значень параметрів системи за допомогою комп'ютерної програми, створеної на основі пакету Math Lab 13.

Аналіз умов роботи гідроприводних систем показав, що на перехідні процеси гідроприводного агрегату впливають інерційне навантаження, крутна жорсткість, об'єм напірної магістралі. Тому вплив кожного з вищезгаданих параметрів визначався перебором крайніх і проміжних їх значень за початкових значень решти параметрів.

Крім того, досліджувались динамічні процеси, що виникають у приводі за ступінчастого та трапецеїдального законів зміни навантаження, які були вибрані після вивчення існуючих режимів вантажопотоків, що надходять на стрічку конвеєра [8].



На рис. 1 – 9 наведені теоретичні залежності зміни тиску в напірних гідролініях першого гідромотора $p_1(t)$ та другого гідромотора $p_3(t)$ після спрацювання пристрою керування, витрати робочої рідини першого і другого гідромоторів $Q_1(t)$ та $Q_2(t)$, частоти обертання вихідної ланки $n(t)$ від крутильної жорсткості механічної частини c_ϕ , об'єму напірної порожнини гідросистеми V_1 , моменту інерції I_3 , конструктивних параметрів пристрою керування та характеру зміни навантаження $M(t)$.

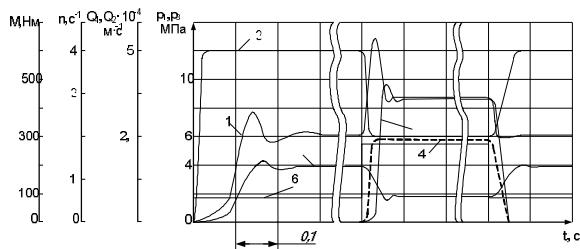


Рис. 1. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$, $M(t)$ (криві 1, 2, 3, 4, 5, 6 відповідно) за $p_{ке}=12$ МПа, крутильної жорсткості $c_\phi=0,37 \cdot 10^{-3}$ Н·м/рад; $f_3/f_4=0,6$ та ступінчастої зміни навантаження

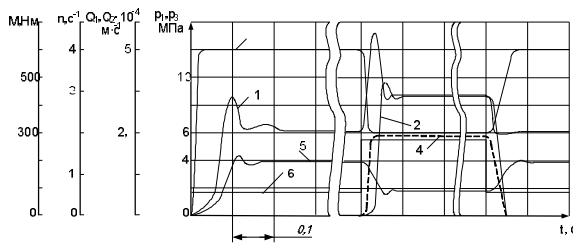


Рис. 2. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$, $M(t)$ (відповідно криві 1, 2, 3, 4, 5, 6) за $p_{ке}=12$ МПа, крутильної жорсткості $2c_\phi=0,74 \cdot 10^{-3}$ Н·м/рад; $f_3/f_4=0,6$ та ступінчастої зміни навантаження

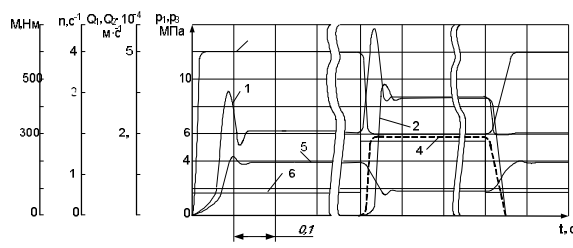


Рис. 3. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$, $M(t)$ (криві 1, 2, 3, 4, 5, 6 відповідно) за $p_{ке}=12$ МПа, крутильної жорсткості $3c_\phi=1,11 \cdot 10^{-3}$ Н·м/рад; $f_3/f_4=0,6$ та ступінчастої зміни навантаження

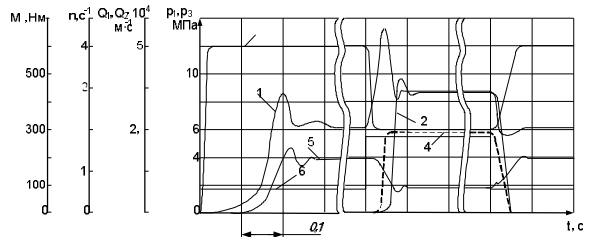


Рис. 4. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$ (відповідно криві 1, 2, 3, 4, 5) за $p_{ке}=12$ МПа, крутильної жорсткості $c_\phi=0,37 \cdot 10^{-3}$ Н·м/рад та максимального інерційного навантаження $I_3=1,01$ кг·м² та ступінчастої зміни навантаження

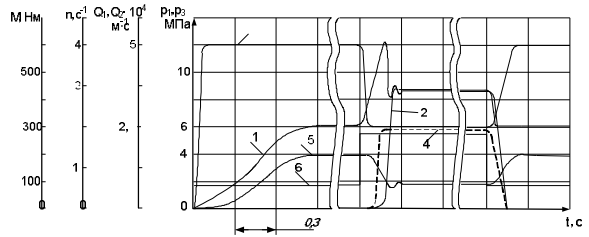


Рис. 5. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$ (відповідно криві 1, 2, 3, 4, 5) за $p_{ке}=12$ МПа, об'єму порожнини напірної магістралі $V_1=5 \cdot 10^{-2}$ м³ та максимального інерційного навантаження $I_4=1,01$ кг·м² та ступінчастої зміни навантаження

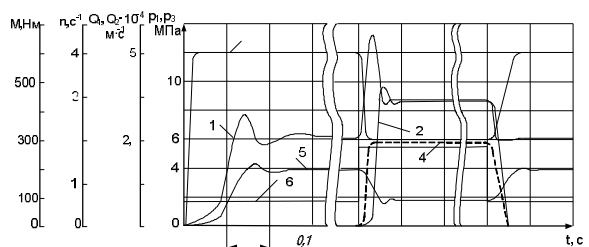


Рис. 6. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$, $M(t)$ (криві 1, 2, 3, 4, 5, 6 відповідно) за $p_{ке}=12$ МПа, крутильної жорсткості $c_\phi=0,37 \cdot 10^{-3}$ Н·м/рад; $f_3/f_4=0,63$ та ступінчастої зміни навантаження

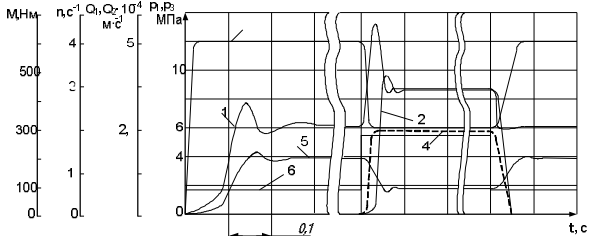


Рис. 7. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$, $M(t)$ (криві 1, 2, 3, 4, 5, 6 відповідно) за $p_{ке}=12$ МПа, крутильної жорсткості $c_\phi=0,37 \cdot 10^{-3}$ Н·м/рад; $f_3/f_4=0,83$ та ступінчастої зміни навантаження

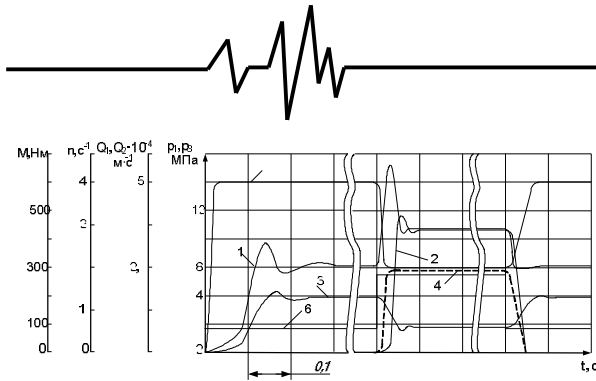


Рис. 8. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$, $M(t)$ (криві 1, 2, 3, 4, 5, 6 відповідно) за $p_{ке}=12$ МПа, крутильної жорсткості $c_\phi=0,37 \cdot 10^{-3}$ Н·м/рад; $f_1/f_2=0,6$ та ступінчастої зміни навантаження

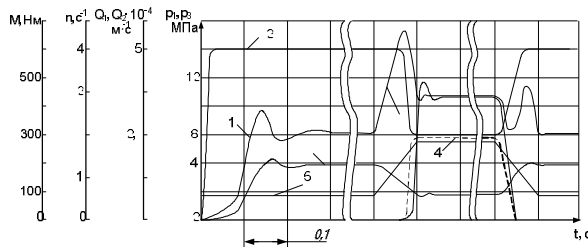


Рис. 9. Теоретичні залежності $p_1(t)$, $p_3(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, $n(t)$, $M(t)$ (криві 1, 2, 3, 4, 5, 6 відповідно) за $p_{ке}=12$ МПа, крутильної жорсткості $c_\phi=0,37 \cdot 10^{-3}$ Н·м/рад; $f_3/f_4=0,6$ та трапецеїдальної зміни навантаження

Дослідження динаміки привода конвеєра зі змінним навантаженням дало змогу визначити характер зміни тиску в напірних гідролініях першого гідромотора та другого гідромотора після спрацювання пристрою керування, витрати робочої рідини першого і другого гідромоторів, частоти обертання вихідної ланки, а також встановити першочерговий вплив на час перехідного процесу пуску та спрацювання пристрою керування під час його «відкриття» й «закриття» крутильної жорсткості механічної частини, об'єму напірної порожнини гідросистеми, моменту інерції та характеру зміни навантаження.

Крім того, встановлено, що характер зміни навантаження суттєво впливає на перебіг динамічних процесів, що відбуваються як під час «відкриття», так і під час «закриття» пристрою керування.

В науково-дослідній лабораторії ВНТУ проведені експериментальні дослідження, які дозволили встановити високу збіжність з наведеними результатами (відхилення в межах 8,4% ... 17,8%), що дозволяє використовувати розроблену математичну модель для дослідження перехідних режимів гідравлічних приводів конвеєрів, які працюють в умовах змінних навантажень на робочому органі.

Література

1. Поліщук Л. К. Динаміка пристрою керування гідроприводу чутливого до навантаження / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // *Машинознавство*. – 2007. – №6 (120). – С. 33 – 37.
2. Поліщук Л. К. Керований гідравлічний привод конвеєра / Л. К. Поліщук, В. П. Пурдик, О. О. Адлер // *Промислова гідравліка і пневматика*. – 2007. – №3(17). – С. 51 – 55.
3. Поліщук Л. К. Гідрофікація транспортуючих пристроїв БУМ / Л. К. Поліщук, Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. П. Коцюбівський // *Вібрації в техніці і технологіях*. – 2002. – №5(26).
4. Середа Л. П. Гідропривод транспортуючих машин / Л. П. Середа, Н. В. Любін, І. В. Гунько // *Вінниця, ВДАУ*, 2004. – 60 с.
5. Лавендел Э. Э. Расчет резинотехнических изделий / Э. Э. Лавендел. – М.: *Машиностроение*, 1976. – 232 с.
6. Поліщук Л. К. Математична модель гідравлічного мотор-барабана стрічкового конвеєра / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // *Наукові нотатки*. – Луцьк, 2005. – №17. – С. 273–282.
7. Поліщук Л. К. Керуючий пристрій для гідроприводу зі змінним навантаженням на робочому органі / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер, А. Л. Штурма // *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. – Луганськ, 2007. – №3 (109), Частина 1. – С. 195–200.
8. Шахмейстер Л. Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л. Г. Шахмейстер, В. Г. Дмитриев. – М.: *Машиностроение*, 1978. – 392 с.