



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36111 (13) A

(51) 6 B23D25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЦИКЛІЧНОЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

(21) 99116010

(22) 02.11.1999

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Холодний Валерій Іванович

(73) Холодний Валерій Іванович

(57) Спосіб циклічної синхронізації рухомих об'єктів, за яким для одержання заданого розузгодження по шляху між ведучим і ведомим об'єктами в кожному циклі переміщення змінюють швидкість ведомого об'єкта по відношенню до швидкості ведучого об'єкта в період між ділянками руху об'єктів з синхронною швидкістю, який **відрізняється** тим, що швидкість ведомого об'єкта по відношенню до швидкості ведучого об'єкта змінюють на величину, яка визначається відповідно до виразу

$$\Delta V = V_1 - V_2 = V_1 \cdot \Delta l \cdot F(l_1)$$

в якому: V_1 , V_2 - швидкості ведучого та ведомого об'єктів;

Δl - відносне значення заданого розузгодження по шляху між ведучим та ведомим об'єктами, яке визначається відповідно до виразу

$$\Delta l = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_c}$$

в якому L_1 , L_2 - задані значення переміщень ведучого та ведомого об'єктів на протязі циклу;

L_c - задана величина переміщення об'єктів з синхронною швидкістю руху,

L_1 - відносне поточне значення переміщення ведучого об'єкта з початку циклу, яке визначається відповідно до виразу

$$l_1 = \frac{\int_0^t V_1(t) dt}{L_1 - L_c}$$

в якому t - поточне значення часу з початку циклу,

$F(l_1)$ - функція керування, відповідна до будь-якого бажаного закону змінення швидкості ведомого об'єкта і задовольняє умови:

$$F(l_1)=0, \text{ при } l_1=0 \text{ і } l_1=1$$

$$\int_0^1 F(l_1) dl_1 = 1$$

Винахід належить до галузі автоматичного керування та регулювання електроприводу і призначений для керування технологічно звиваними технологічними об'єктами. Він може бути використаний, наприклад, для керування маніпуляторами, за допомогою яких виконуються технологічні операції на конвеєрах, летючими ножицями, які розрізають рухомий матеріал на куски заданої довжини тощо.

Відомі різні способи синхронізації рухомих об'єктів, а також пристрої, які реалізують ці способи, за допомогою яких здійснюється циклічна синхронізація двох рухомих об'єктів із забезпеченням заданого розузгодження по шляху між ними в кожному циклі переміщення. Так, наприклад, в способі за а. с. СРСР № 1022782 ("Спосіб керування електроприводом летючих ножиць") в кожному циклі розрізання рухомого матеріалу здійснюється формування трапецеїдальної тахограми ножів ножиць, чим забезпечується постійна величина переміщення їх в циклі. При цьому змінення швидкості ножів виконується з постійним прискоренням, а змінення швидкості ножів відносно швидкості прокату залежить від заданої довжини розрізання.

В способі за а. с. СРСР № 1228979 ("Спосіб керування електроприводом летючих ножиць") в кожному циклі розрізання формується оптимальна за тепловими збитками в електроприводі трапецеїдальна тахограма летючих ножиць, зі змінними і залежними від довжини розрізання прискоренням і швидкістю ножів ножиць. Недоліком цих способів є їх складність до реалізації та обмеженість застосування.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб за а. с. СРСР № 1382603 ("Спосіб керування електроприводом летючих ножиць"), в якому зміна швидкості ножів в кожному циклі розрізання виконується за параболічним законом з синхронізацією під час розрізання швидкостей ножів та прокату. При цьому величина шляху ножів забезпечується постійною для різних довжин розрізання. За цим способом вимірюють поточне абсолютне значення величин швидкості та переміщення прокату, за якими розраховують миттєві значення прискорення та швидкості ножів ножиць. Недоліком цього способу є складність його реалізації, а також та обставина, що зміна швидкості ножів ножиць вико-

нується тільки за параболічним законом, що обмежує галузь застосування.

В запропонованому способі для одержання заданого розузгодження по шляху між ведучим і ведомим об'єктами в кожному циклі переміщення змінюють швидкість ведомого об'єкта відносно швидкості ведучого об'єкта в період між моментами руху об'єктів з синхронною швидкістю. Проте, на відміну від прототипу, за цим способом швидкість ведомого об'єкта відносно швидкості ведучого об'єкта змінюють відповідно до виразу

$$\Delta V = V_1 - V_2 = V_1 \cdot \Delta l \cdot F(l_1) \quad (1)$$

в якому:

V_1 - швидкість ведучого об'єкта;

V_2 - швидкість ведомого об'єкта

Δl - відносне значення заданого розузгодження по шляху між ведучим та ведомим об'єктами, яке визначається відповідно до виразу

$$\Delta l = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_c} \quad (2)$$

в якому:

L_1, L_2 - задані значення переміщень ведучого та ведомого об'єктів протягом циклу;

L_c - задана величина переміщення об'єктів з синхронною швидкістю руху,

L_1 - відносне поточне значення переміщення ведучого об'єкта з початку циклу, яке визначається відповідно до виразу

$$l_1 = \frac{\int_0^t V_1(t) dt}{L_1 - L_c} \quad (3)$$

в якому:

t - поточне значення часу з початку циклу;

$F(l_1)$ - функція керування, відповідна до будь-якого бажаного закону змінення швидкості ведомого об'єкта і задовольняє умові:

$$F(l_1)=0, \text{ при } l_1=0 \text{ і } l_1=1$$

$$\int_0^1 F(l_1) dl_1 = 1 \quad (4)$$

Завдяки цьому, запропонований спосіб забезпечує одержання заданого розузгодження по шляху в кожному циклі переміщення при будь-якому змінненні швидкості ведучого об'єкта і заданому законі змінення швидкості ведомого об'єкта протягом одного циклу. Для доведення цього розглянемо, наприклад, випадок, коли керування ведомим об'єктом виконується запропонованим способом, а функція керування $F(l_1)$ задовольняє умові (4) і має вигляд

$$F(l_1) = \frac{\pi}{2} \sin(\pi l_1) \quad (5)$$

Розузгодження по шляху між ведучим і ведомим об'єктами визначається шляхом інтегрування виразу (1) з врахуванням (2), (3) і (5):

$$\int_0^{t_n} \Delta V(t) dt = \int_0^{t_n} V_1(t) \cdot \Delta l \cdot F(l_1) dt = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_c} \cdot \frac{\pi}{2} \int_0^{t_n} V_1(t) \times \sin \left(\frac{\pi \int_0^t V_1(t) dt}{L_1 - L_c} \right) \cdot dt \quad (6)$$

в якому t_n - час руху об'єктів з несинхронною швидкістю. Введемо в вираз (6) нову змінну

$$L = \int_0^t V_1(t) dt \quad (7)$$

і її диференціал

$$dL = V_1(t) dt \quad (8)$$

а також змінимо верхню границю інтегрування, яка з урахуванням (7) дорівнює

$$\int_0^{t_n} V_1(t) dt = L_1 - L_c \quad (9)$$

З урахуванням (7), (8) і (9) маємо

$$\begin{aligned} \int_0^{t_n} \Delta V(t) dt &= \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_c} \cdot \frac{\pi}{2} \int_0^{L_1 - L_c} \sin \left(\frac{\pi L}{L_1 - L_c} \right) dL = \\ &= \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_c} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{L_1 - L_c}{\pi} \left[-\cos \left(\frac{\pi L}{L_1 - L_c} \right) \right]_0^{L_1 - L_c} = \\ &= L_1 - L_c \end{aligned} \quad (10)$$

На фіг. 1 наведена блок-схема пристрою для реалізації запропонованого способу, на фіг. 2 наведені діаграми швидкостей ведучого і ведомого об'єктів.

Пристрій містить датчик 1 швидкості ведучого об'єкта, блок 2 задання переміщень, блоки 3, 4 множення, блоки 5, 6 ділення, інтегратор 7, функціональний перетворювач 8, суматор 9 і систему 10 автоматичного регулювання швидкості ведомого об'єкта.

Функціональний перетворювач 9 представляє собою, наприклад, програмований елемент, що обчислює значення функції керування $F(l_1)$ відповідно, наприклад, до одного із виразів, наведених в таблиці.

Система 10 автоматичного регулювання представляє собою відомий пристрій, підтримуючий швидкість керованого об'єкта, відповідно до заданого значення.

Пристрій функціонує таким чином. На початку циклу блок 2 задання переміщень формує сигнал заданого розузгодження по шляху $L_1 - L_2$ і сигнал $L_1 - L_c$ заданого переміщення ведучого об'єкта під час несинхронного руху об'єктів, які подаються на входи блоків 5 і 6 ділення. На виході блока 5 при цьому формується сигнал відносного значення заданого розузгодження по шляху між ведучим і ведомим об'єктами, який подається на один із входів блока 3 множення. З початку циклу сигнал швидкості ведучого об'єкта з виходу датчика 1 подається на входи блока 3 множення, інтегратора 7 і суматора 9. При цьому на виході інтегратора 7 формується сигнал поточного значення переміщення ведучого об'єкта, який подається на вхід блока 6 ділення, на виході якого формується сигнал l_1 відносного значення переміщення ведучого об'єкта. Сигнал l_1 подається на вхід функціонального перетворювача 8, завдяки чому на його виході формується сигнал, пропорційний поточному значенню функції керування $F(l_1)$. Останній подається на перший вхід блока 4 множення, на другий вхід якого подається з виходу блока 3 сигнал, пропорційний добутку $V_1 \cdot \Delta l$. На виході блока 4 формується сигнал ваданого розузго-

дження по швидкості ΔV згідно з виразом (1). Цей сигнал подається на другий вхід суматора 9, на виході якого формується сигнал $V_{23}=V_1-\Delta V$ задання швидкості ведомого об'єкта. Завдяки дії цього сигналу, система 10 керує швидкістю ведомого об'єкта, підтримуючи її на заданому рівні. При цьому швидкість ведомого об'єкта змінюється згідно з виразом (1) і протягом часу t_n розузгодження по шляху L_1-L_2 досягає заданої величини. Після закінчення відрізка часу t_n сигнал ΔV становиться рівним нулю, а на виході суматора 9 сигнал V_{23} дорівнює сигналу V_1 . При цьому системою 10 швидкість V_2 ведомого об'єкта підтримується однаковою з швидкістю ведучого об'єкта і протягом

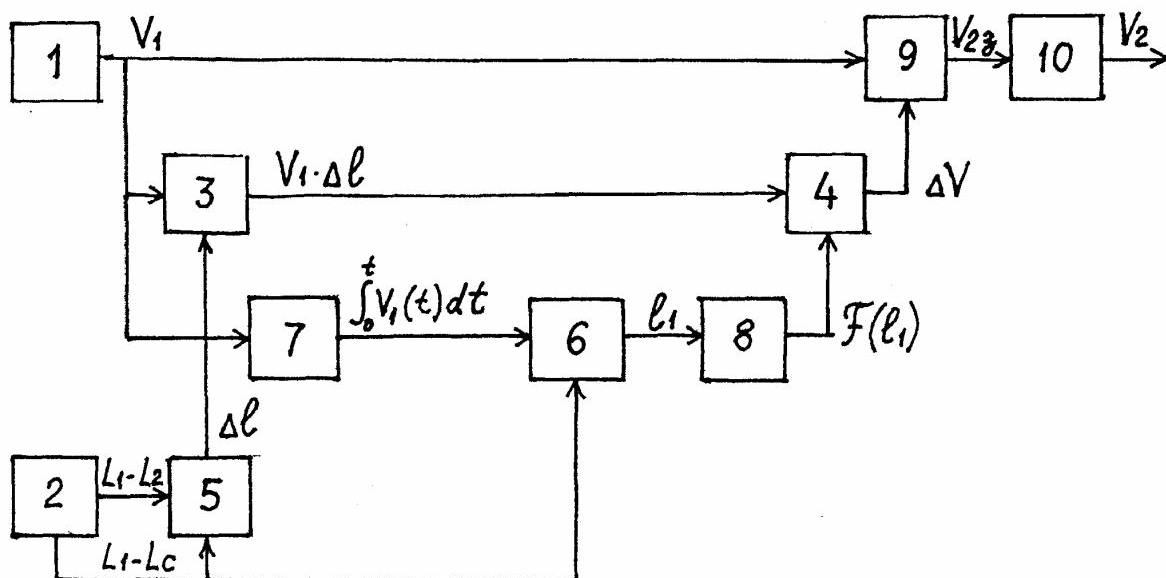
часу t_c рух об'єктів виконується з синхронною швидкістю на заданому відрізку шляху L_c .

Як видно з опису пристрою, який реалізує запропонований спосіб, його структура не залежить від того, за яким законом виконується зміна швидкості ведомого об'єкта, що суттєво спрощує пристрій і розширяє галузь застосування способу.

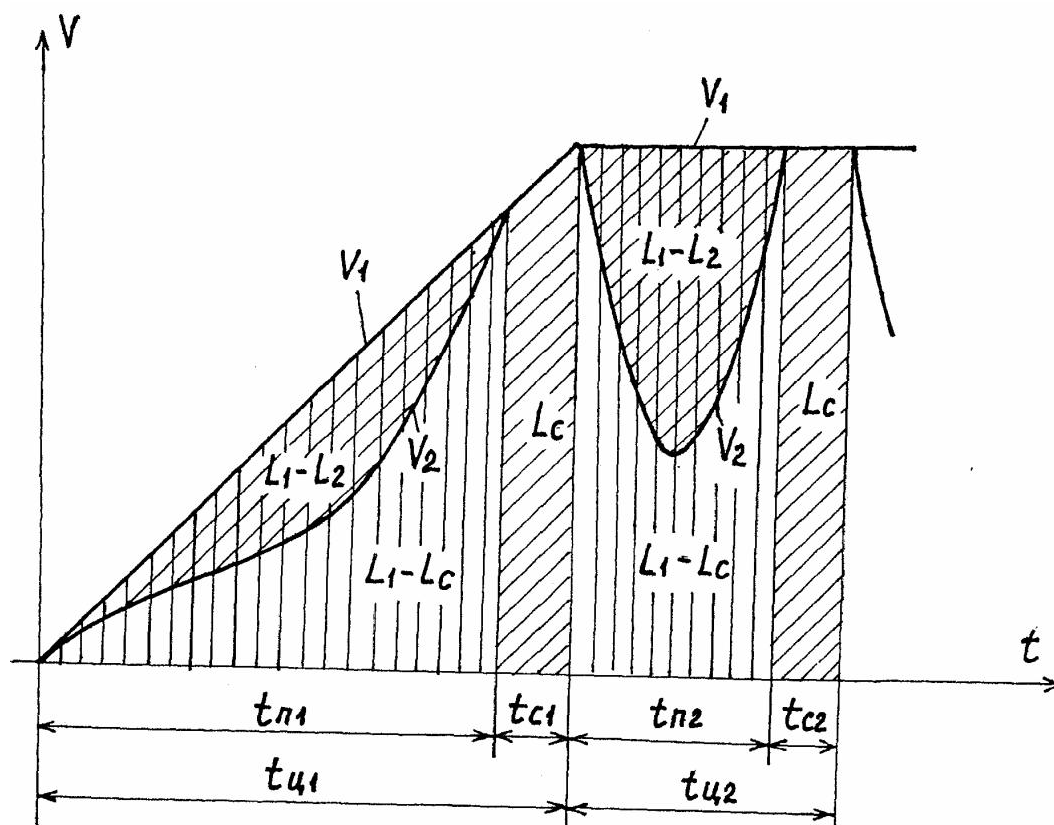
Технічним результатом застосування запропонованого способу циклічної синхронізації рухомих об'єктів є надання змоги синтезувати будь-який закон керування ведомим об'єктом, зумовлений технологічними, енергосиловими, конструкторськими та іншими вимогами.

Для побудови пристрою, який реалізує даний спосіб, можливо використати технічні засоби, які виробляються сучасною промисловістю.

N n/n	Функція керування $F(\ell_1)$		
	Вид	Аналітичний вираз	Графік
1	Парабола	$6\ell_1(1-\ell_1)$ при $0 \leq \ell_1 \leq 1$	
2	Синусоїда	$\frac{\pi}{2} \sin(\pi \ell_1)$ при $0 \leq \ell_1 \leq 1$	
3	Трапеція	$4,5\ell_1$ при $0 \leq \ell_1 \leq \frac{1}{3}$ $1,5$ при $\frac{1}{3} \leq \ell_1 \leq \frac{2}{3}$ $4,5(1-\ell_1)$ при $\frac{2}{3} \leq \ell_1 \leq 1$	
4	Трикутник	$4\ell_1$ при $0 \leq \ell_1 \leq \frac{1}{2}$ $4(1-\ell_1)$ при $\frac{1}{2} \leq \ell_1 \leq 1$	
5	Косинусоїда	$1 - \cos(2\pi \ell_1)$ при $0 \leq \ell_1 \leq 1$	
6	Кусочна парабола	$16\ell_1^2$ при $0 \leq \ell_1 \leq \frac{1}{4}$ $16(-\ell_1^2 + \ell_1 - \frac{1}{8})$ при $\frac{1}{4} \leq \ell_1 \leq \frac{3}{4}$ $16(-\ell_1^2 - 2\ell_1 + 1)$ при $\frac{3}{4} \leq \ell_1 \leq 1$	
7	Еліпс	$\frac{8}{\pi} \sqrt{\ell_1 - \ell_1^2}$ при $0 \leq \ell_1 \leq 1$	
8	Рівняння 4-ої ступені	$10(-7\ell_1^4 + 14\ell_1^3 - 9\ell_1^2 + 2\ell_1)$ при $0 \leq \ell_1 \leq 1$	



Фиг. 1



Фиг. 2

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
