



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94512 (13) C2

(51) МПК

B66C 13/06 (2006.01)

B66C 13/22 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ УСУНЕННЯ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ, ЗАКРІПЛЕНОГО НА ГНУЧКОМУ ПІДВІСІ ДО КРАНОВОГО ВІЗКА

1

(21) а200910722

(22) 23.10.2009

(24) 10.05.2011

(46) 10.05.2011, Бюл. № 9, 2011 р.

(72) ЛОВЕЙКІН ВЯЧЕСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ, РОМА-
СЕВИЧ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУР-
СІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

(56) UA 31547 U; 10.04.2008

UA 28823 U; 25.12.2007

SU 982300; 23.03.1985

US 4997095; 05.03.1991

EP 0611211 A1; 17.08.1994

US 5495955 A; 05.03.1996

RU 2280607 C2; 27.07.2006

WO 2006115912 A2; 02.11.2006

2

DE 3513007 A1; 19.12.1985

(57) Пристрій для усунення коливань вантажу, закріпленого на гнучкому підвісі до кранового візка, що містить пульт керування оператора крана, силовий перетворювач, електропривод механізму переміщення візка, датчик довжини гнучкого підвісу, який **відрізняється** тим, що обладнаний датчиком маси вантажу та мікроконтролерною системою, яка першим цифровим входом сполучена з датчиком довжини гнучкого підвісу, другим - з пультом керування оператора крана, а аналоговим входом - з датчиком маси вантажу, крім того вихідний канал мікроконтролерної системи поєднаний з цифровим входом силового перетворювача, який живить електропривод механізму переміщення візка.

Винахід належить до підйомно-транспортного устаткування, а саме до пристроїв, які використовуються для усунення коливань вантажу, що закріплені на гнучкому канаті.

Відомий пристрій для керування механізмом переміщення підвішеного на гнучкому підвісі вантажозахоплюючого органу, який містить задатчик швидкості, керованого перетворювача, датчик довжини гнучкого підвісу, командоапарат, елемент затримки часу, джерело еталонної напруги, нуль-орган, релейний елемент і ключ (А.С. СРСР №982300. В66С 13/06. Бюл. №11). Даний пристрій вибраний за найближчий аналог.

Недоліки найближчого аналога полягають в: 1) небажаному характері зміни швидкості візка протягом розгону або гальмування (тривалість перехідних режимів руху візка прототипу однакова для різних довжин гнучкого підвісу, що впливає на величини прискорення візка та в деяких випадках може призвести до зміни напрямку руху візка протягом розгону/гальмування);

2) складній конструкції, що негативно позначається на надійності пристрою;

3) аналоговому заданні швидкості візка, що не виключає впливу перешкод та, як наслідок, неякісному керуванні рухом візка.

В основу винаходу поставлена задача покращити процес усунення коливань вантажу протягом перехідних режимів руху візка.

Поставлена задача досягається тим, що пристрій для усунення коливань вантажу, закріпленого на гнучкому підвісі до кранового візка, що містить пульт керування оператора крана, силовий перетворювач, електропривод механізму переміщення візка, датчик довжини канату, згідно з винаходом, обладнаний датчиком маси вантажу та мікроконтролерною системою, яка першим цифровим входом сполучена з датчиком довжини гнучкого підвісу, другим - з пультом керування оператора крана, аналоговим входом з датчиком маси вантажу, крім того вихідний канал мікроконтролерної системи поєднаний з цифровим входом силового перетворювача, який живить електропривод механізму переміщення візка.

На фіг.1 зображені графіки зміни переміщення візка x_1 і вантажу x_2 , на фіг.2 представлені графічні залежності швидкості візка \dot{x}_1 та вантажу \dot{x}_2 , на

(13) C2

(11) 94512

(19) UA

фіг.3 показані графіки функції прискорення візка \ddot{x}_1 та вантажу \ddot{x}_2 . Графіки на фігурах 1-3 побудовані для режиму розгону візка з вантажем при таких параметрах: $v=1$ м/с, $m_1=1000$ кг, $m_2=3500$ кг, $\ell=10$ м, $t_1=3$ с (графіки кінематичних характеристик візка зображені штриховою лінією). На фіг.4 показана функціональна схема запропонованого пристрою. На фіг.5. представлено алгоритм роботи пристрою.

На вантажному візку 1 встановлений електропривод механізму переміщення 2, швидкість обертання якого регулюється силовим перетворювачем 3. Силовий перетворювач 3 через цифровий канал поєднаний з мікроконтролерною системою 4. На входи мікроконтролерної системи 4 подаються сигнали з датчика довжини гнучкого підвісу 5 (цифровий сигнал) та датчика ваги вантажу 6 (аналоговий сигнал, який оцифровується мікроконтролером). Для задання мікроконтролерній системі сигналу про напрямок та відстань переміщення візка використовується пульт керування

оператора крана 7, який сполучений з мікроконтролерною системою 4.

Пристрій працює наступним чином

Алгоритм роботи пристрою зображений на фіг.5. Відповідно до цього алгоритму оператор крана вибирає вид керування, задає напрямок та відстань переміщення візка 1 і, якщо це потрібно, номінальну швидкість руху візка (це необхідно для того, щоб покращити роботу крана при транспортуванні вантажів на відносно великі або відносно малі відстані). Після цього мікропроцесорна система 4 опитує датчик довжини гнучкого підвісу 5 та датчик маси вантажу 6. Далі проходить введення даних про допустиме прискорення візка (ці дані попередньо задаються для даного виду кранового візка при налаштуванні роботи пристрою після монтажу) і початковий час розгону візка (не більше 1 с). Для заданого часу розгону візка визначається довжина масиву дискретних прискорень візка протягом розгону. Далі програма, яка записана на мікроконтролерній системі 4, заповнює елементи масиву даними - конкретними значеннями прискорення, які визначаються з формули:

$$\ddot{x}_1 = \left[\Omega v (g \Omega t_1 + \Omega (g - \Omega^2 \ell) (t - t_1) \cos(\Omega t) + \Omega (\Omega^2 \ell - g) t \cos(\Omega (t - t_1)) + (g + \Omega^2 \ell) (\sin(\Omega (t - t_1)) - \sin(\Omega t)) + g \sin(\Omega t_1)) \right] \times \left[g \left(-4 + \Omega^2 t_1^2 + 4 \cos(\Omega t_1) + \Omega t_1 \sin(\Omega t_1) \right) \right]^{-1}, \quad (1)$$

де Ω - частота власних маятникових коливань вантажу відносно візка під час перехідних режимів його руху, рад/с, яка визначається з формули:

$$\Omega = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2)g}{m_1 \ell}}, \quad (2)$$

де m_1 - маса візка, кг ($m_1 = \text{const}$);

m_2 - маса вантажу, кг;

t_1 - час перехідного режиму руху візка, с;

v - номінальна швидкість візка, м/с;

ℓ - довжина гнучкого підвісу, м;

g - прискорення вільного падіння, м/с².

Кожен наступний елемент масиву визначається при часі на час дискретизації Δt більше ніж попередній. Після закінчення формування масиву прискорень програма приступає до визначення максимального значення прискорення $\ddot{x}_{1\max}$. Це робиться порівнянням всіх елементів масиву між собою. Визначене максимальне значення прискорення порівнюється з допустимим (це робиться для того, щоб запобігти проковзуванню коліс візка при інтенсивному розгоні/гальмуванні), і якщо до-

пустиме прискорення буде менше, ніж максимальне, то програма збільшує час розгону на одиницю часу дискретизації і повторює цикл. Цикли повторюються, допоки не виконається умова $\ddot{x}_{1\max} \leq a_{\text{доп}}$. Якщо ж ця умова виконалась, то далі програма визначає довжину переміщення візка протягом перехідних режимів руху та порівнює її з величиною заданої відстані переміщення. При невиконанні умови $2x_1(t_1) \leq x$ програма видає повідомлення "Введіть менше значення усталеної швидкості або більшу швидкість переміщення" на екран панелі керування оператора крана (не показана) та виходить з циклу. В випадку виконання умови відбувається формування часу усталеного

$$\text{руху візка} \left(t_{\text{уст}} = \frac{x - 2x_1(t_1)}{v} \right).$$

Довжина масиву прискорень рівна довжині масиву для дискретних значень швидкості. Таким чином, маючи кількість дискретних точок швидкості візка, програма обчислює їх за формулою:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 = & v(g\Omega^2 t_1 - 2) + 2g\cos(\Omega t) - 2g\cos(\Omega(t - t_1)) + 2g\cos(\Omega t_1) + \sin(\Omega t) \times \\ & \times (gkt - \Omega^3 \ell t - gkt_1 + k^3 \ell t_1) + \Omega(\Omega^2 \ell - g)t \sin(k(t - t_1)) + g\Omega t \sin(\Omega t) \times \\ & \times \left[g \left(-4 + \Omega^2 t_1^2 + 4 \cos(\Omega t_1) + \Omega t_1 \sin(\Omega t_1) \right) \right]^{-1}, \end{aligned} \quad (3)$$

(це відбувається аналогічно обчисленню дискретних прискорень) та записує їх в масив.

Керування швидкістю обертання вала електроприводу 2 здійснюється шляхом відправки з

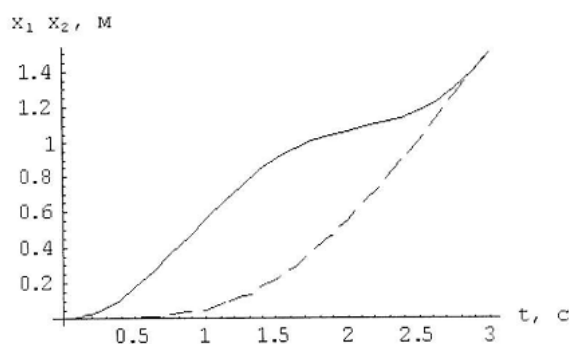
мікроконтролерної системи 4 на силовий перетворювач 3 цифрових сигналів, які вказують, яку швидкість необхідно "відпрацювати" крановому візку. Процес відправки масиву швидкостей для всього

циклу переміщення візка здійснюється так: спочатку відправляється початкове значення початкової швидкості руху візка, до якої візок розженеться через одиницю часу дискретизації Δt . Потім дається команда на пуск. При цьому силовий перетворювач 3 задає параметр керування електроприводом 2, який відповідає першій дискретній точці з масиву швидкостей. Через час дискретизації Δt візок досягне значення першої дискретної швидкості. Далі через час Δt , коли початкова швидкість буде досягнута, з мікроконтролерної системи 4 на силовий перетворювач 3 відправляється наступне кодоване значення швидкості і візок "набирає" наступне значення швидкості. Процес повторюється до досягнення візком 1 номінальної швидкості. Графік зміни швидкості візка протягом розгону представлений на фіг.2. Далі візок 1 рухається на усталеній швидкості, яка являє собою останню дискретну швидкість з масиву. Під час усталеного руху програма "спить" протягом часу, який визначено раніше ($t_{\text{уст}}$). Далі програма відправляє на

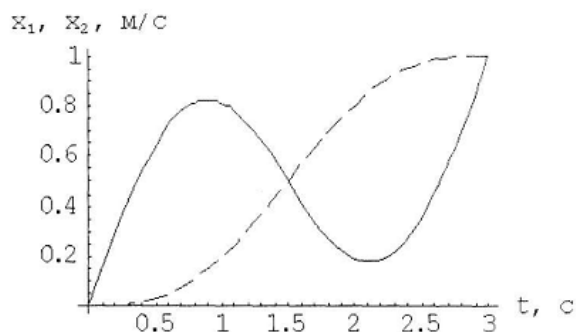
частотний перетворювач кодовані сигнали з масиву швидкостей аналогічно до процесу розгону, але в зворотному порядку. Так здійснюється процес гальмування візка 1. Коли значення останньої точки масиву швидкостей (для розгону це перша точка) буде відпрацьовано, тоді мікроконтролерна система 4 відправить на силовий перетворювач 3 команду на гальмування і візок 1 зупиниться.

Пропонований пристрій є цифровим, що дає змогу значно збільшити перешкодоздатність передачі інформаційних сигналів між елементами пристрою. Блочна конструкція пристрою забезпечує можливість швидкої заміни елементів в випадку виходу з ладу.

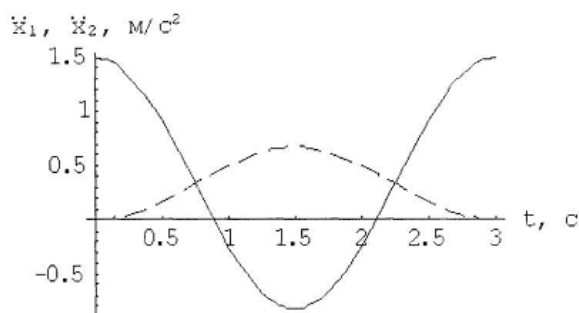
Робота пропонованого пристрою забезпечує усунення коливань вантажу до кінця перехідного режиму руху візка. Це підвищить ефективність експлуатації крана, покращить умови роботи оператора та зменшить час робочого циклу переміщення вантажу.



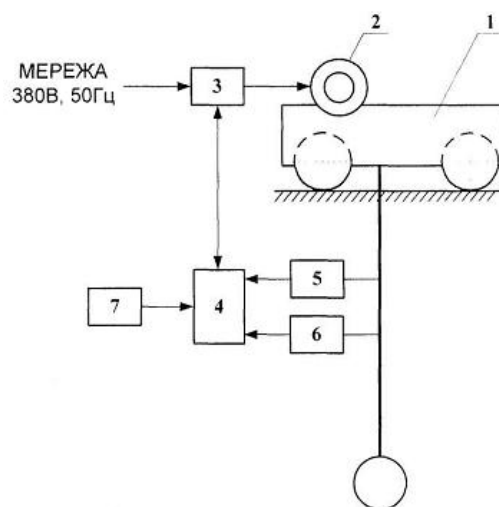
Фиг. 1



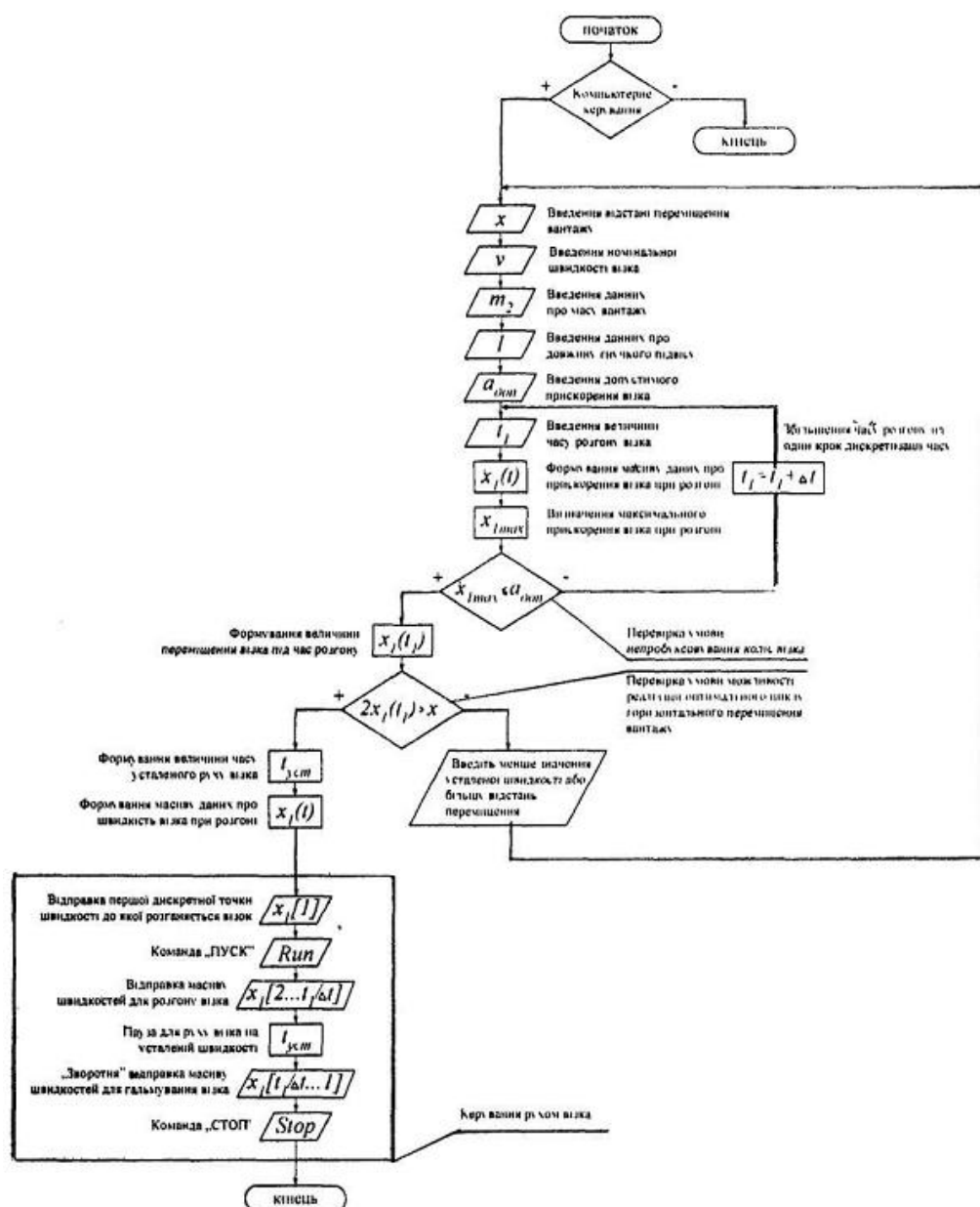
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5