



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55894 (13) U
(51) МПК (2009)
B66C 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЗМЕНШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ОБМЕЖЕННІ РОЗГОЙДУВАННЯ ПІДВІШЕНИХ НА КАНАТІ ВАНТАЖІВ, ЩО ПЕРЕМІЩАЮТЬСЯ

1

2

(21) u201008214

(22) 01.07.2010

(24) 27.12.2010

(46) 27.12.2010, Бюл. № 24, 2010 р.

(72) ПАНКРАТОВ АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, ЗАЛЯТОВ АРТЕМ ФАРИТОВИЧ

(73) ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

(57) Спосіб зменшення динамічних навантажень при обмеженні розгойдування підвішених на канаті вантажів, що полягає в послідовному розгоні механізму пересування з підвішеним вантажем, який **відрізняється** тим, що послідовно впливають на двох інтервалах часу силами, що змінюються по напівсинусоїдах і визначаються за формулою

$$F_1 = F_2 = (m_1 + m_2) \frac{(v_2 - v_1)}{T} \operatorname{sign} \left[\sin \left(\frac{\pi t}{T} \right) \right] \sin \left(\frac{\pi t}{T} \right),$$

де F_1 , F_2 - основні сили на першому й другому інтервалах часу відповідно;

m_1 - маса вантажу;

m_2 - наведена маса механізму пересування;

v_1 - початкова швидкість механізму пересування при розгоні або гальмуванні;

v_2 - кінцева швидкість механізму пересування при розгоні або гальмуванні;

t - поточний час від початку перехідних процесів, а перший і другий часові інтервали T визначають за формулою

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g(m_1 + m_2)}{l \cdot m_1}}},$$

де l - довжина каната;

g - прискорення вільного падіння.

Спосіб відноситься до галузі техніки, а саме до підйомно-транспортного обладнання, а саме до способів демпфування коливань вантажу при переміщенні їх підйомно-транспортними засобами, і може бути використаний для керування механізмами пересування з підвішеними на канаті вантажами.

Відомий спосіб керування механізмом пересування підвішеного на канаті вантажу, згідно з яким здійснюється послідовно розгін механізму пересування на трьох часових інтервалах від початкової швидкості до заданої кінцевої швидкості, перший і третій часові інтервали рівні один іншому, і на цих інтервалах на механізм пересування впливають основною силою. Недоліками даного способу є виникнення неприпустимих динамічних навантажень у кінематичних ланцюгах, відсутність енергоефективності та адаптації системи керування переміщенням до зміни довжини канату (див., наприклад, патент SU 1047102 "Спосіб керування механізмом пересування підвішеного на канаті вантажу").

Відомий спосіб керування механізмом пересування підвішеного на канаті вантажу, згідно з яким здійснюється послідовно розгін механізму пересування з підвішеним вантажем на трьох часових інтервалах від початкової швидкості до заданої кінцевої швидкості, інтервали визначені за допомогою принципу максимуму Понтрягіна та на цих інтервалах на механізм пересування впливають основною силою, що змінюється по експоненті (див., наприклад, Найдено С.В. Керування електроприводом механізмів горизонтального переміщення з підвішеним вантажем. Одеса).

Загальними суттєвими ознаками відомого способу й того, що заявляється є послідовний розгін механізму пересування з підвішеним вантажем.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого способу обмеження розгойдування підвішених на канаті вантажів, що переміщуються, який би забезпечував зменшення динамічних навантажень у кінематичних ланцюгах і підвищував енергоефективність і точність системи

(13) U

(11) 55894

(19) UA

керування переміщенням за рахунок її адаптації до змін довжини канату.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі обмеження розгойдування підвішених на канату вантажів, що переміщуються, при розгоні послідовно впливають на двох інтервалах часу силами, що змінюються по напівсинусоїдах і визначені за формулою

$$F_1 = F_2 = (m_1 + m_2) \frac{(v_2 - v_1)}{T} \operatorname{sign} \left[\sin\left(\frac{\pi t}{T}\right) \right] \sin\left(\frac{\pi t}{T}\right),$$

де F_1 , F_2 - основні сили на першому й другому інтервалах часу відповідно;

m_1 - маса вантажу;

m_2 - наведена маса механізму пересування;

v_1 - початкова швидкість механізму пересування при розгоні або гальмуванні;

v_2 - кінцева швидкість механізму пересування при розгоні або гальмуванні;

t - поточний час від початку перехідних процесів, а перший і другий часові інтервали T , визначають по формулі

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g(m_1 + m_2)}{l \cdot m_1}}},$$

де l - довжина канату;

g - прискорення вільного падіння.

Послідовний вплив на двох інтервалах часу силами $F_1 = F_2$, що змінюються по напівсинусоїдах дає можливість зменшити динамічні навантаження в кінематичних ланцюгах і підвищити енергоефективність керування переміщенням.

Визначення першого та другого часових інтервалів T дає можливість адаптації системи керування до змін довжини канату, отже підвищити точність керування переміщенням вантажу.

У цілому запропонований спосіб дозволяє в порівнянні із прототипом розширити функціональні можливості й за рахунок цього підвищити енергоефективність керування переміщенням у динамічних режимах на 6% та знизити динамічні навантаження не менш ніж на 12%, підвищити точність керування не менш ніж на 10%.

Застосування в сукупності операцій послідовного впливу на двох інтервалах часу силами, що змінюються по напівсинусоїдах, визначення першого й другого тимчасових інтервалів дає можливість зменшити динамічні навантаження в кінематичних ланцюгах, підвищити енергоефективність і точність керування переміщенням вантажу.

Спосіб реалізується наступним чином.

На Фіг.1 наведена функціональна схема системи керування моментом привода переміщення підвішеного на канату вантажу.

Візок 1 масою m_2 переміщується горизонтально під дією сили F , яка створюється за рахунок обертаючого моменту M на валу двигуна 2, підключеного через редуктор 3 до колісної пари 4 механізму пересування візка 1. Двигун 2 одержує живлення з мережі змінного трифазного струму через перетворювач 5 частоти, який управляється регулятором 6 моменту M . На прямий вхід регуля-

тора 6 моменту подається сигнал U_{3M} - завдання моменту з виходу задатчика 7 моменту, на інверсний вхід регулятора 6 моменту подається сигнал U_M з виходу датчика 8 струму через блок 9 визначення моменту M .

Па перший вхід задатчика 7 моменту подається сигнал з виходу регулятора 10 швидкості, на другий вхід задатчика 7 моменту подається сигнал з виходу блоку 11 визначення довжини l канату 12.

Вантаж 13 масою m_1 переміщується вертикально за допомогою барабана 14 лебідки механізму підйому, який приводиться в рух за допомогою двигуна 15 підйому. Поворот вала барабана 14 контролюється датчиком кута повороту 16, підключеного входом до вала барабана 14, а виходом - до входу блоку 11 визначення довжини l . До третього входу задатчика 7 моменту підключений таймер 17.

При розгоні й гальмуванні сигнал завдання швидкості змінюється програмно так, щоб сила, що діє на візок на двох тимчасових інтервалах змінювалася за законом

$$F = F_1 = F_2 = (m_1 + m) \frac{(v_2 - v_1)}{T} \operatorname{sign} \left[\sin\left(\frac{\pi t}{T}\right) \right] \sin\left(\frac{\pi t}{T}\right).$$

Точне значення напівсинусоїдальної форми сили F підтримується регулятором 6 моменту (пряме керування моментом) за рахунок зворотного зв'язку по моменту, формованій датчиком 8 струму й блоку 9 визначення моменту M . Значення інтервалів часу T безупинно коректуються регулятором 6 моменту за рахунок зворотного зв'язку по довжині l канату, формованій за допомогою датчика 16 кута повороту й блоку 11 визначення довжини l канату 12. Відлік часових інтервалів T проводиться за допомогою таймера 17.

На Фіг.2 наведені графіки зміни обертаючого моменту двигуна $M_{дв}(t)$, швидкості пересування візка $v_T(t)$, пружного динамічного моменту $M_y(t)$, отриманих моделюванням перехідних процесів при розгоні візка l із системами керування, у яких обмеження розгойдування підвішених на канату вантажів, що переміщуються, здійснюються по аналогу, прототипу та запропонованому способу.

У моделі електромеханічної системи пересування візка з вантажем, підвішеним на канату враховувалося сухе тертя в колісних парах люфти в редукторі й пружні зв'язки в кінематичних ланцюгах.

Динамічні навантаження оцінювалися коефіцієнтом динамічності

$$K_d = \frac{M_{\max}}{M_{уст}},$$

де M_{\max} - максимальне значення динамічного моменту;

$M_{уст}$ - значення, що встановилося, моменту двигуна.

Енергоефективність керування розгоном візка оцінювався коефіцієнтом пропорційним енерговитратам у динамічних режимах

$$E = \int_0^{2T} M(t) dt.$$

Порівняння коефіцієнтів динамічності й енерговитрат наведено в табл.1.

Таблиця 1

Порівняння коефіцієнтів динамічності й енерговитрат

Спосіб	Кд	Е
Аналог	2	$2 \cdot 10^5$
Прототип	1,2	$1,7 \cdot 10^5$
Пропонований	1,05	$1,6 \cdot 10^5$

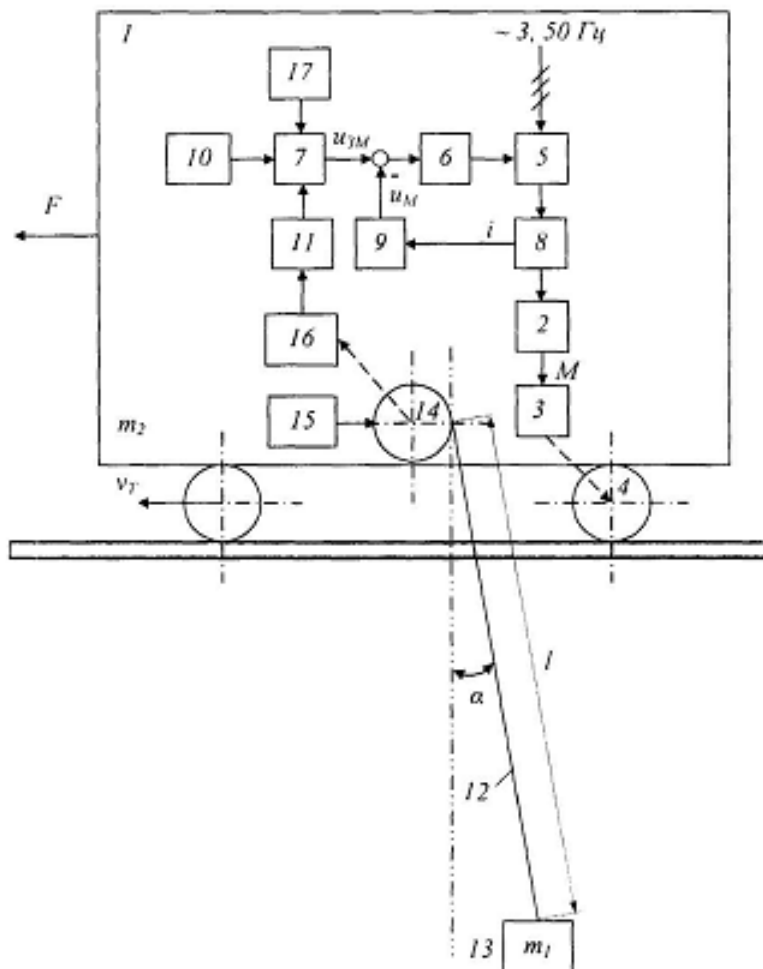
Порівняння коефіцієнтів динамічності й енерговитрат по даним графіків Фіг.2 показало, що керування електроприводом по пропонованому способу підвищує енергоефективність у динамічних режимах на 6% і знижує динамічні навантаження

на 12%, підвищує точність керування не менш ніж на 10%.

Розроблений спосіб обмеження розгойдування підвішених на канаті вантажів, що переміщаються, може застосовуватися на всіх промислових підприємствах України, де використовуються підйомно-транспортне обладнання, наприклад на мостових, козових, порталних кранах машинобудівних заводів, портів, складів, заводах будівельної індустрії й т.п.

Економічний ефект за рахунок пропонованого способу обмеження розгойдування підвішених на канаті вантажів, що переміщаються, наприклад, на мостовому крані вантажопідйомністю 50т із тризмінним графіком роботи становить не менш 67тис грн. у рік.

Перевагою пропонованого способу обмеження розгойдування підвішених на канаті вантажів, що переміщаються, у порівнянні із прототипом є підвищення енергоефективності й точності системи керування, а також зниження динамічних навантажень.



Фіг. 1

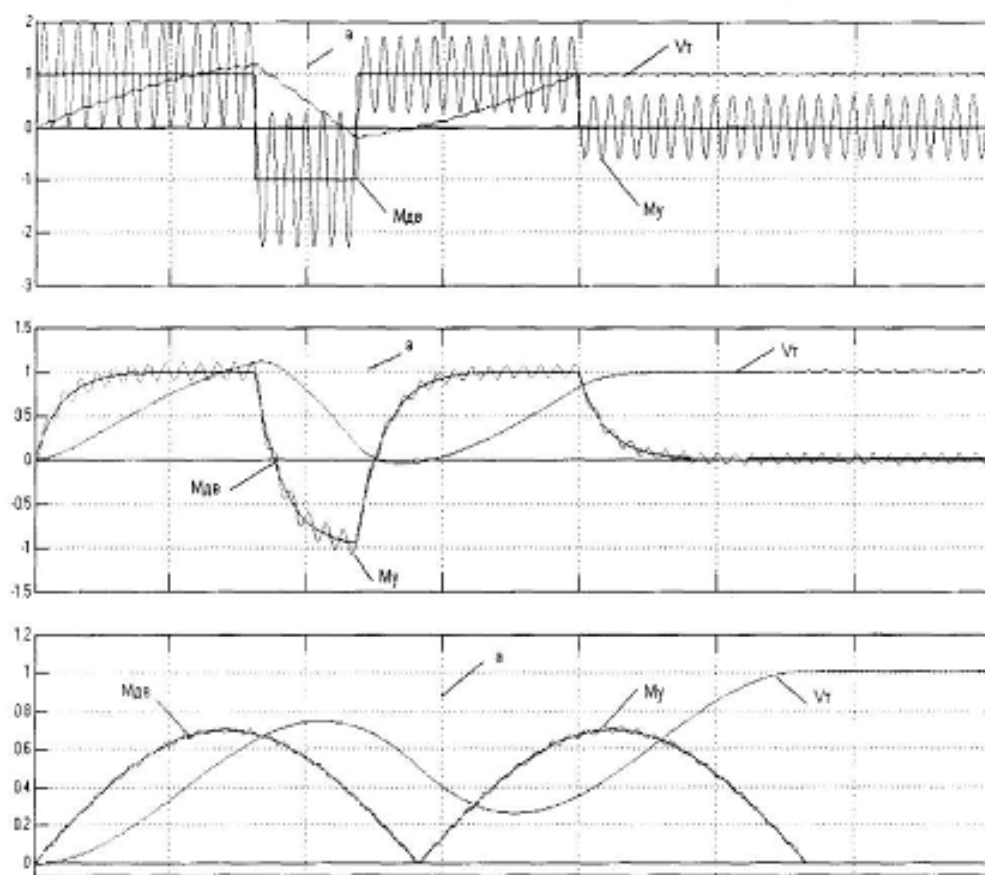


Fig. 2