



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34183 (13) A

(51) 6 G05D13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(21) 99063235

(22) 11.06.1999

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Ключковський Сергій Миронович

(73) Державний університет "Львівська політехніка", Ключковський Сергій Миронович

(57) 1. Спосіб автоматичного регулювання кутової швидкості шляхом дії на потік рушійної енергії в регульованій системі, який **відрізняється** тим, що дію на потік енергії здійснюють зміною динамічного моменту інерції механічної обертальної системи, яку створюють шляхом перетворення енергії механічного акумулятора у відносне переміщення мас інерційних ланок системи під дією їх відцентрових сил.

2. Пристрій для автоматичного регулювання кутової швидкості, який містить стійку з валом і флан-

цем на ньому, розміщені симетрично відносно осі вала і з'єднані шарнірно з фланцем важелі з тягарцями на кінцях, встановлену з можливістю переміщення уздовж осі вала втулку, який **відрізняється** тим, що він містить гвинтову пружину стиску, один кінець якої жорстко з'єднаний з валом, а інший контактує з втулкою, з протилежним від пружини торцем якої контактують згадані важелі, які виконані двоплечими з ортогональним розміщенням плечей, при цьому протилежні до тягарців плечі важелів утворюють із згаданою втулкою синусні механізми, а пружина підібрана і налагоджена таким чином, що на номінальній кутовій швидкості важелі динамічно зрівноважені відцентровою силою тягарців на одному їх плечі і силою пружини на протилежному в будь-якому їх проміжному положенні.

Винахід відноситься до галузі приладобудування та машинобудування і може бути використаний для автоматичного регулювання швидкості руху в механізмах.

Відомий спосіб автоматичного регулювання кутової швидкості шляхом дії на потік рушійної енергії в регульованій системі [1, с.87]. Дію на потік рушійної енергії здійснюють періодичним замиканням і розмиканням контактів в ланцюгу живлення електродвигуна за допомогою відцентрового електроконтактного вібраційного регулятора.

Відомий пристрій для автоматичного регулювання кутової швидкості, який містить стійку з валом і фланцем на ньому, розміщені симетрично відносно осі вала і з'єднані шарнірно з фланцем важелі з тягарцями на кінцях, встановлену з можливістю переміщення уздовж осі вала втулку [1, с. 88]. Втулка шарнірно з'єднана додатковими важелями зі згаданими важелями. Крім цього, пристрій містить пружину розтягу, яка своїми кінцями з'єднана з важелями, шунтований електродвигун постійного струму, при цьому згаданий вал механічно зв'язаний з валом електродвигуна, а згадана втулка за допомогою механічної передачі періодично розмикає і замикає контакти в ланцюгу живлення електродвигуна.

При перевищенні номінального значення кутової швидкості порушується баланс сил, діючих на важелі, внаслідок чого останні приходять в рух, втулка зміщується в осьовому напрямку і за допомогою механічної передачі розмикає контакти ланцюга живлення електродвигуна. При наступному зменшенні швидкості контакти знову замикаються. Перемикавання контактів відбувається у високочастотному вібраційному режимі. Зміною опору в ланцюгу живлення електродвигуна шляхом перемикавання контактів реалізується зміна моменту рушійних сил і тим самим зміна потоку рушійної енергії в регульованій системі.

Проте за відомим способом і пристроєм регулювання кутової швидкості руху можливе лише при наявності двигуна з можливістю зміни його крутного моменту. У випадку застосування джерел неелектричної енергії, наприклад, пружинного акумулятора, неможливо згідно з відомим способом реалізувати зміну моменту рушійних сил.

В основу винаходу поставлена задача створення такого способу автоматичного регулювання кутової швидкості та пристрою для його здійснення, в яких за рахунок зміни динамічного моменту інерції обертальної механічної системи здійснюва-

(19) UA (11) 34183 (13) A

лось б керування потоку рушійної енергії в регульованій системі.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі автоматичного регулювання кутової швидкості шляхом дії на потік рушійної енергії в регульованій системі, згідно з винаходом, дію на потік енергії здійснюють зміною динамічного моменту інерції механічної обертальної системи, яку створюють шляхом перетворення енергії механічного акумулятора у відносно переміщення мас інерційних ланок системи під дією їх відцентрових сил.

Як відомо, обертальний рух ланки зведення механічної системи описується рівнянням Лагранжа у формі

$$I_{3\phi} \frac{d\omega}{dt} + 0,5 \frac{\partial I_{3\phi}}{\partial \phi} \omega^2 = T,$$

де $I_{3\phi}$ - зведений динамічний момент інерції системи; T - зведений крутний момент, ϕ і ω - кутові переміщення і швидкість ланки зведення [1, с.47]. Оскільки кутова швидкість ланки зведення - вала регульованої системи - є наближеною до постійної

$\omega \rightarrow \text{const}$ і $\frac{d\omega}{dt} \rightarrow 0$, момент сил на валу системи

визначається другим членом рівняння. Шляхом зміни динамічного моменту інерції обертальної механічної системи створюється момент рушійних сил, який, згідно з винаходом, використовується для регулювання кутової швидкості. Джерелом енергії слугує акумулятор механічної енергії, робота якого приводить до зміни динамічного моменту інерції системи і, як наслідок, притоку рушійної енергії в систему регулювання. Автоматична зміна динамічного моменту інерції здійснюється, згідно з винаходом, під дією відцентрових сил, діючих на маси інерційних ланок системи.

Поставлена задача вирішується також тим, що пристрій для автоматичного регулювання кутової швидкості, який містить стійку з валом і фланцем на ньому, розміщені симетрично відносно осі вала і з'єднані шарнірно з фланцем важелів 2 тягарцями на кінцях, встановлену з можливістю переміщення уздовж осі вала втулку, згідно з винаходом, містить гвинтову пружину стиску, один кінець якої жорстко з'єднаний з валом, а інший контактує з втулкою, з протилежним від пружини торцем якої контактують згадані важелі, які виконані двоплечими з ортогональним розміщенням плечей, при цьому протилежні до тягарців плечі важелів утворюють із згаданою втулкою синусні механізми, а пружина підібрана і налагоджена таким чином, що на номінальній кутовій швидкості важелі динамічно зрівноважені відцентровою силою тягарців на одному їх плечі і силою пружини на протилежному в будь-якому їх проміжному положенні.

Оскільки двоплечі важелі динамічно зрівноважені відцентровою силою тягарців на одному їх плечі і силою пружини на протилежному в будь-якому їх проміжному положенні саме на номінальній кутовій швидкості, то будь-яке мале відхилення швидкості, викликане прикладенням зовнішнього моменту, приводить до порушення цієї рівноваги і до переміщення важелів. Переміщення важелів змінює динамічний момент інерції обертальної системи $I_{3\phi}$, що викликає появу крутного моменту T на валу пристрою. Оскільки момент T завжди протилежний напрямку моменту зовнішніх сил, при-

кладеного до вала пристрою, він запобігає відхиленню кутової швидкості від номінальної. Тому запропонований пристрій забезпечує автоматичне регулювання кутової швидкості.

Винахід пояснюється кресленням, на якому зображена кінематична схема пристрою для автоматичного регулювання кутової швидкості.

Спосіб здійснюють наступним чином. При відхиленні кутової швидкості від номінального значення змінюється величина відцентрової сили, яка діє на ланки механічної системи. Оскільки згадані ланки знаходяться в стані динамічної рівноваги при номінальній кутовій швидкості в будь-якому проміжному їх положенні під дією двох сил - відцентрової і сили акумулятора, то при зміні однієї з них, а саме - відцентрової сили, рівновага порушується і ланки здійснюють рух, змінюючи при цьому динамічний момент інерції системи. Наслідком зміни останнього є виникнення на валу крутного моменту, який запобігає подальшому відхиленню швидкості. Таким чином, відбувається автоматична зміна потоку рушійної енергії в регульованій системі, джерелом якої є акумулятор механічної енергії.

Пристрій для автоматичного регулювання кутової швидкості містить стійку (на фігурі не показана), вал 1, з фланцем вала 1 шарнірно з'єднані двоплечі ортогональні важелі 2 з тягарцями 3 на кінцях. На валу 1 розміщена гвинтова пружина стиску 4, один кінець якої жорстко з'єднаний з валом 1, а інший впирається в рухому відносно вала 1 втулку 5, з протилежним торцем якої контактують важелі 2, утворюючи з нею синусні механізми. Пристрій містить декілька симетрично розташованих відносно осі обертання важелів 2 для статичного і динамічного зрівноваження системи, а для зменшення втрат на тертя між втулкою 5 і важелями 2 введені ролики 6. Пружина стиску 4 підібрана і налагоджена таким чином, що на номінальній кутовій швидкості важелі 2 динамічно зрівноважені відцентровою силою тягарців 3 на одному їх плечі і силою пружини 4 на протилежному в будь-якому їх проміжному положенні.

Пристрій працює наступним чином. На розрахунковій кутовій швидкості важелі 2 динамічно зрівноважені відцентровими силами тягарців 3 і силою пружини 4, знаходяться в стані спокою відносно вала 1. При виникненні малого відхилення кутової швидкості динамічна рівновага важелів 2 порушується, оскільки змінюється відцентрова сила тягарців 3. Важелі 2 починають переміщуватись. Під час кутового переміщення важелів 2 на тягарці 3 діють сили Коріоліса, пари яких утворюють крутний момент T , який без урахування маси важелів 2 визначається

$$T = 2zm \dot{\alpha} \phi l \cos \alpha (a + l \sin \alpha),$$

де $\dot{\alpha}$ - кутова швидкість переміщення важелів 2; ϕ - кутова швидкість вала 1; m - маса тягарців 3; z - кількість важелів 2; a - відстань від осі обертання до центра шарніра кріплення важелів 2; l - довжина плеча важеля 2 від центра мас тягарця 3 до центра шарніра, α - кутова координата важеля 2. Регулювання кутової швидкості досягається завдяки тому, що напрям моменту від сил Коріоліса завжди протилежний напрямку моменту, прикладеного до вала 1 пристрою ззовні, а потік рушійної

енергії в системі відбувається при появі моменту від сил Коріоліса. При цьому пружина 4 виконує функцію двигуна і акумулятора механічної енергії і при переміщенні втулки 5 вона виконує роботу. Пристрій має обмежену енергоємність, яка визначається енергоємністю акумулятора.

Ефект регулювання кутової швидкості досягається при забезпеченні байдужої динамічної рівноваги важелів 2 на номінальній кутовій швидкості у будь-якому їх проміжному положенні. Ця необхідна умова забезпечується якщо коефіцієнт жорсткості і сила монтажно-деформації пружини 4 пов'язані з масовими і геометричними параметрами пристрою залежністю, ліва частина якої виражає зведену до втулки 5 відцентрову силу тягарців 3, а права частина - силу пружини 4 в положенні важелів 2, яке характеризує кут α :

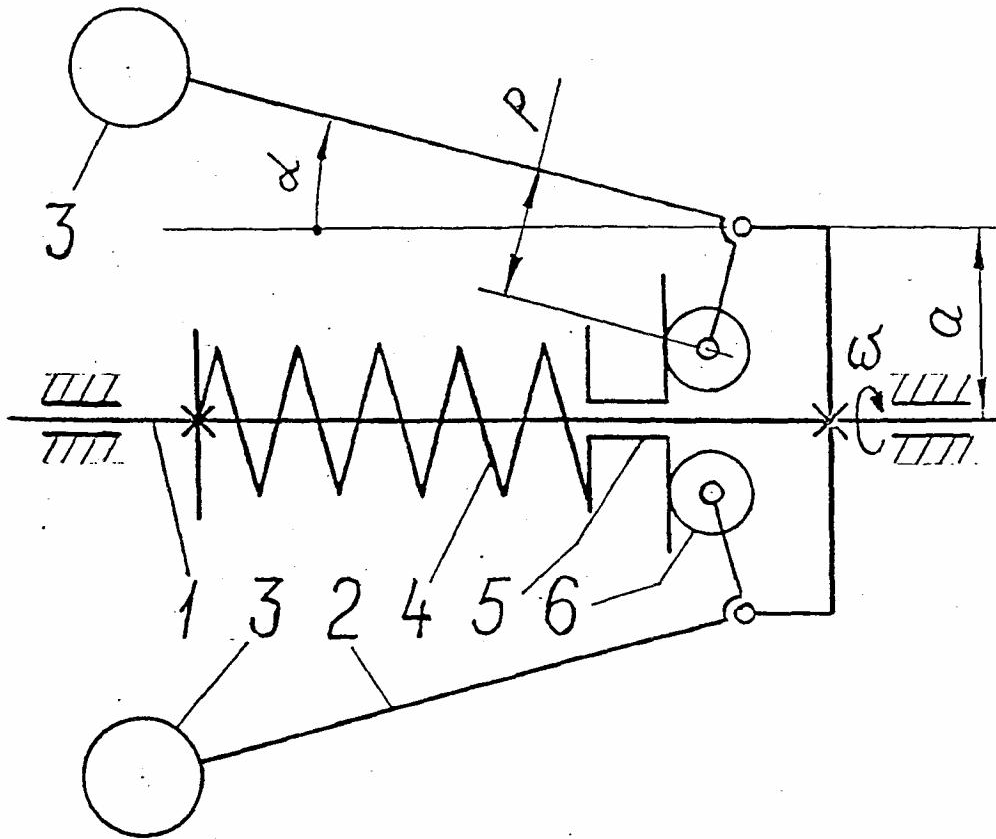
$$Z \frac{1}{\rho} m \omega^2 (a + l \sin \alpha) = F_0 + k p \sin \alpha,$$

де k - коефіцієнт жорсткості пружини 4; F_0 - сила пружини 4 при $\alpha=0$; a - відстань від осі обертання до центра шарніра кріплення важелів 2; l - довжина плеча важеля 2 від центра мас тягарця 3 до центра шарніра; p - довжина плечей важелів 2 від центра роликів до центрів шарнірів; Z - кількість важелів 2; m - маса тягарців 3.

Пропонований спосіб і пристрій для його здійснення передбачають нові порівнянн з прототипом технічні ефекти - рекуперацію механічної енергії та виникнення моменту на валі пристрою без передачі реактивного моменту на стійку.

Джерела інформації

1. Красковский Е.Я., Дружинин Ю.А., Филатова Е.М. Расчет и конструирование механизмов, приборов и вычислительных систем. - М.: Высш. шк., 1991. - 480 с.



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 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

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