



УКРАЇНА

(19) UA (11) 15900 (13) U
(51) МПК (2006)
G01P 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЕРТАЛЬНИХ РУХІВ

1

2

(21) u200601124

(22) 06.02.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Шабатура Юрій Васильович, Овчинников Костянтин В'ячеславович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Диференційний вимірювальний перетворювач характеристик обертальних рухів, що містить вал, модулятор світлового потоку, зв'язаний з валом, джерело світла, розташоване навпроти модулятора світлового потоку, фотоприймач, корпус, дві діафрагми, одна з яких розташована перед фотоприймачем, а інша - перед джерелом світла по одну сторону від модулятора світлового потоку, причому діафрагми виконано щілинними, який **відрізняється** тим, що в нього введено другий модулятор світлового потоку, який радіально розміщений на поверхні вала поруч з першим моду-

лятором світлового потоку, розгортка якого має форму прямокутного трикутника, гострий кут якого є дотичним по циліндричній поверхні вала до прямого кута, крім того розгортка обмежена з боків світлопоглинаючою поверхнею, другий фотоприймач, друге джерело світла, третю та четверту діафрагми, радіально зсунуті відносно першої та другої діафрагми на кут 180° , третя діафрагма розташована перед другим джерелом світла, а четверта - перед другим фотоприймачем по одну сторону від другого модулятора світлового потоку, який радіально зсунутий відносно першого модулятора світлового потоку на 180° , причому перший та другий фотоприймачі оптично зв'язані відповідно з першим та другим модуляторами світлового потоку, суматор, входи якого з'єднані з виходами першого та другого фотоприймачів, підсилювач, вхід якого з'єднано з виходом суматора, а вихід є виходом вимірювального перетворювача.

Корисна модель відноситься до вимірювальної техніки і може використовуватися для визначення кутової швидкості та кутового прискорення.

Відомий фотоелектричний імпульсний сенсор [Авторське свідоцтво СРСР №1348734, кл. G01P3/36, опубліковане 30.10.1987 р. Бюл. №40]. Винахід призначений для автоматичного контролю та вимірювання переміщень робочих органів механізмів. Він складається з джерела світла, розташованого вздовж однієї вісі фотоприймачів та розміщеним між джерелом світла та фотоприймачами модулятором світла. Модулятор світла виконано у вигляді порожнього барабану з прорізами у боковій циліндричній поверхні. Прорізи виконані під кутом до вісі обертання барабану таким чином, що при обертанні барабану забезпечується повна послідовна засвітка лише одного з фотоприймачів, вісь яких розташована вздовж вісі обертання барабана.

Недоліком розглянутого сенсору є те, що він має складну механічну конструкцію, що обмежує термін його надійної роботи і знижує метрологічні характеристики.

Також відомий давач кутової швидкості [Авторське свідоцтво № 669291, кл. G01P3/46, 1979, №23], що містить модулятор у вигляді циліндра всередині якого встановлено нерухомий стакан з прямокутним отвором у боковій поверхні. Ширина цього отвору дорівнює ширині отворів модулятора. Над модулятором, навпроти отвору в стакані розташований лінійний фотоприймач. Всередині стакана встановлено дзеркало, яке оптично зв'язує джерело світла з фотоприймачем. При обертанні модулятора відбувається зміна світлового потоку, що потрапляє на фотоприймач. На виході фотоприймача формуються трикутні імпульси напруги, крутизна переднього і заднього фронтів яких прямо пропорційна кутовій швидкості обертання. Шляхом диференціювання вихідного сигналу можна отримати напругу, рівень якої прямо пропорційний кутовій швидкості обертання.

Недоліком розглянутого пристрою є те, що площа отвору крізь який світловий потік потрапляє на фотоприймач нелінійно залежить від кута повороту модулятора. Це призводить до того, що похідна вихідного сигналу нелінійно залежить від ку-

(13) U

(11) 15900

(19) UA

тової швидкості, що обумовлює виникнення систематичної похибки вимірювання.

З відомих пристроїв найбільш близьким за технічною суттю є вимірювальний перетворювач для визначення кількості обертів, кутової швидкості, та кутового прискорення [Патент №9702 Україна, кл. G01P01/00, бюл. №10, 17.10.2005], який містить вал, корпус, модулятор світлового потоку, зв'язаний з валом, джерело світла, розташоване навпроти модулятора світлового потоку, фотоприймач, дві діафрагми розташовані по одну сторону від модулятора світлового потоку, одна з яких - перед джерелом світла, а інша - перед фотоприймачем, причому обидві діафрагми виконано щільовими. Модулятор світлового потоку виконаний у вигляді світловідбиваючої поверхні, радіально розміщеної на валу, розгортка якої має форму прямокутного трикутника, гострий кут якого є дотичним по циліндричній поверхні валу до прямого кута і яка обмежена з боків світлопоглинаючою поверхнею. Фотоприймач оптично зв'язаний з світловідбиваючою поверхнею, а виходом вимірювального перетворювача є вихід фотоприймача.

Недоліком розглянутого пристрою є те, що при виникненні биття валу спотворюються фронти вихідних імпульсів, що призводить до збільшення систематичної похибки та погіршення метрологічних характеристик вимірювального перетворювача.

В основу корисної моделі поставлена задача створення диференційного вимірювального перетворювача характеристик обертальних рухів, в якому за рахунок введення нових елементів і зв'язків досягається нечутливість вимірювального перетворювача до поперечного биття валу, що призводить до підвищення надійності та покращення метрологічних характеристик.

Поставлена задача вирішується тим, що в диференційний вимірювальний перетворювач характеристик обертальних рухів, що містить, вал, модулятор світлового потоку зв'язаний з валом, джерело світла, розташоване навпроти модулятора світлового потоку, фотоприймач, корпус, дві діафрагми, одна з яких розташована перед фотоприймачем, а друга перед джерелом світла по одну сторону від модулятора світлового потоку, причому діафрагми виконано щільовими, введений другий модулятор світлового потоку, який радіально розміщений на поверхні валу поруч з першим модулятором світлового потоку, розгортка якого має форму прямокутного трикутника, гострий кут якого є дотичним по циліндричній поверхні валу до прямого кута, а також розгортка обмежена з боків світлопоглинаючою поверхнею, друге джерело світла, другий фотоприймач, третя та четверта діафрагми, радіально зсунуті відносно першої та другої діафрагми на 180° , причому третя розташована перед другим джерелом світла, а четверта перед другим фотоприймачем по одну сторону від другого модулятора світлового потоку, який радіально зсунутий відносно першого модулятора світлового потоку на 180° , причому перший та другий фотоприймачі оптично зв'язані відповідно з першою та другою світловідбиваючими поверхнями, а виходом вимірювального перетворювача є вихід фотоприймачів.

На фіг.1 представлено схематичне зображення перерізу пристрою; на фіг.2 представлено загальний вигляд валу з нанесеним на нього світловідбиваючим та світлопоглинаючим шарами; на фіг.3 представлено діаграми роботи.

Диференційний вимірювальний перетворювач характеристик обертальних рухів містить вал 1, модулятор світлового потоку 13, який зв'язаний з валом, джерело світла 5, розташоване навпроти модулятора світлового потоку 13, фотоприймач 6, корпус 2, першу та другу діафрагми з щільовими отворами 3, 4, одна з яких розташована перед фотоприймачем 6, а інша перед джерелом світла 5 по одну сторону від модулятора світлового потоку 13, другий модулятор світлового потоку 14, друге джерело світла 9, другий фотоприймач 10, третя та четверта діафрагми 7, 8, радіально зсунуті відносно першої 3 та другої 4 діафрагми на кут 180° , третя розташована перед другим джерелом світла 9, а четверта - перед другим фотоприймачем 10 по одну сторону від другого модулятора світлового потоку 14, який радіально зсунутий відносно першого модулятора світлового потоку 13 на 180° , причому перший та другий фотоприймачі 6, 10 оптично зв'язані відповідно з першим та другим модуляторами світлового потоку 13, 14, суматор 11 входить якого з'єднаний з виходами першого та другого фотоприймачів 6, 10, підсилювач 12 вхід якого з'єднано з виходом суматора 11, а вихід якого є виходом вимірювального перетворювача.

Працює диференційний вимірювальний перетворювач характеристик обертальних рухів наступним чином. При обертанні вала 1 обертаються перший 13 та другий 14 модулятори світлового потоку. Світловий потік від першого джерела світла 5 відбиваючись від першого модулятора світлового потоку 13, крізь третю діафрагму 4 потрапляє на чутливий шар першого фотоприймача 6. Аналогічно світловий потік від другого джерела світла 9 відбиваючись від другого модулятора світлового потоку 14, крізь четверту діафрагму 8 потрапляє на чутливий шар другого фотоприймача 10. Таким чином утворено два вимірювальних канали, які відрізняються один від одного взаємним розташуванням відносно валу 1. Розглянемо роботу одного вимірювального каналу приймаючи до уваги, що другий вимірювальний канал працює аналогічно. Отже, вихідна напруга на виході фотоприймача 6 прямо пропорційна світловому потоку який потрапляє на їх чутливий шар, який прямо пропорційний площі фігури яка обмежена лініями щільового отвору діафрагми 4 та границею світловідбиваючої поверхні модулятора світлового потоку 13. Залежність площі світловідбиваючої поверхні, що обмежена щільовим отвором діафрагми 4 від кута повороту модулятора світлового потоку 13 відносно діафрагми 4 визначається виразом:

$$s(\psi) = \int_{R\psi}^{R\psi+R\varphi} (R\psi) \operatorname{tg}\Theta d(R\psi) = \int_{\psi}^{\psi+\varphi} R\psi \operatorname{tg}\Theta \cdot R \cdot d\psi = \frac{1}{2} R^2 \psi^2 \operatorname{tg}\Theta \Big|_{\psi}^{\psi+\varphi} = R^2 \operatorname{tg}\Theta \varphi \psi + \frac{1}{2} R^2 \operatorname{tg}\Theta \varphi^2, \quad (1)$$

де ψ - поточний кут повороту модулятора світлового потоку 13 відносно діафрагми 4, R - радіус вала 1, на якому розміщено світловідбиваючу по-

верхню модулятора світлового потоку 13, Θ - гострий кут світловідбиваючої поверхні (фіг.2), який є дотичним до прямого кута по поверхні вала 1, φ - кут під яким видно з центру вала 1 проекцію меншої сторони прямокутного щільового отвору діафрагми 3 на поверхню вала 1 (фіг.1), π - число пі. Вираз (1) вірний як для одного так і для іншого вимірювального каналу.

Враховуючи, що $\text{tg}\Theta = \frac{h}{2\pi R}$ запишемо вираз

(1) у вигляді:

$$s(\psi) = \frac{Rh}{2\pi} \varphi\psi + \frac{Rh}{4\pi} \varphi^2, \quad (2)$$

де h - довжина катета розгортки світло відбиваючої поверхні модулятора світлового потоку 13, який розміщений навпроти кута Θ .

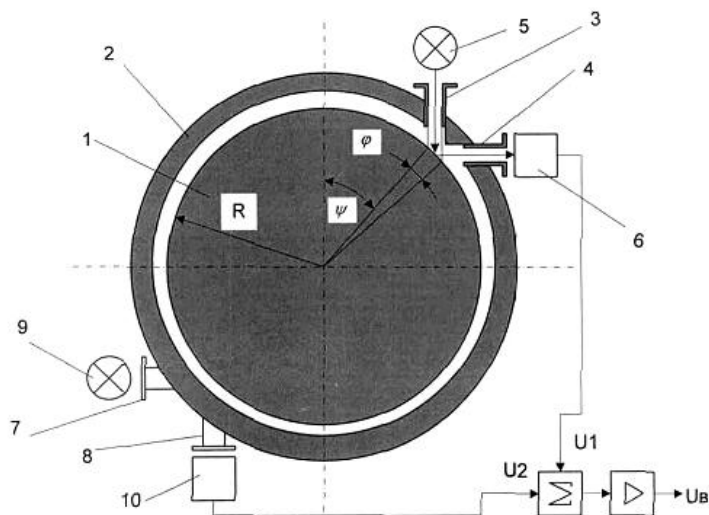
З виразу (2) видно, що площа фігури, що обмежена щільовим прорізом діафрагми 3 та границею світловідбиваючої поверхні модулятора світлового потоку 13 лінійно залежить від кута повороту модулятора світлового потоку 13 ψ відносно діафрагми 4. І вихідна напруга фотоприймача 6 також лінійно залежить від кута повороту модулятора світлового потоку 13.

$$U_B = b \cdot s(\psi), \quad (3)$$

де b - коефіцієнт пропорційності, а так як

$$\omega(t) = \frac{d\psi(t)}{dt}, \quad (4)$$

де ω - кутова швидкість, то залежність кутової швидкості обертання модулятора світлового потоку 13 від вихідної напруги фотоприймача 6 опису-



Фиг. 1

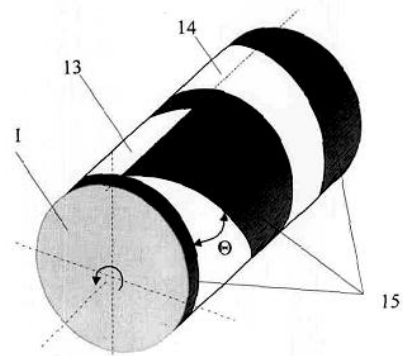
ється виразом

$$\omega(t) = k \frac{dU_B}{dt}, \quad (5)$$

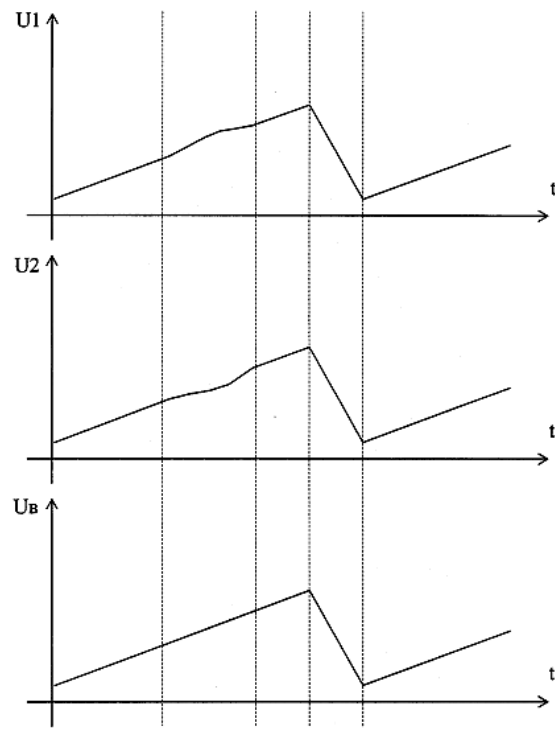
де k - коефіцієнт пропорційності, U_B - вихідна напруга фотоприймача.

Форма вихідного сигналу двох вимірювальних каналів, та вихідного сигналу диференційного вимірювального перетворювача характеристик обертальних рухів показана на фіг.3.

При виникненні биття вала 1 в площині розташування фотоприймачів 6 та 10 відбуватимуться спотворення вихідного сигналу фотоприймачів, а оскільки фотоприймачі 6 та 10 радіально зміщені один від одного на кут 180° , то такі спотворення будуть ідентичними за величиною але різними за напрямком (фіг.3). Для виключення впливу спотворень вихідного сигналу фотоприймачів 6 та 10 при виникненні биття вала в диференційному вимірювальному перетворювачі характеристик обертальних рухів введені додаткові елементи, суматор 13 та підсилювач 14 з коефіцієнтом підсилення $\frac{1}{2}$. Вихідні сигнали фотоприймачів 6 та 10 потрапляють на входи суматора 11 вихід якого з'єднаний з входом підсилювача з коефіцієнтом підсилення $\frac{1}{2}$ вихід якого є виходом диференційного вимірювального перетворювача характеристик обертальних рухів. Таке поєднання елементів суматора 11 та підсилювача 12 дозволяє отримати на виході диференційного вимірювального перетворювача характеристик обертальних рухів вихідний сигнал, стійкий до збурень у вигляді поперечного биття вала.



Фиг. 2



Фиг. 3