



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45150 (13) U
(51) МПК (2009)
G01P 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДАТЧИК ЛІНІЙНИХ ПРИСКОРЕНЬ

1

2

(21) u200905519

(22) 01.06.2009

(24) 26.10.2009

(46) 26.10.2009, Бюл.№ 20, 2009 р.

(72) ГОРДІН ОЛЕКСАНДР ГРИГОРОВИЧ, КЛЕЦЬКО
ВЕРОНІКА СЕРГІЇВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМ. М.Є.ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ
АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Датчик лінійних прискорень, що містить камеру,
повністю заповнену рідиною, з'єднану з корпусом,
в якій нерухомо закріплена жорстка пластина
із центральним і периферійними отворами, дві

пружні розтяжки і збудник коливань струнного частотного перетворювача, який **відрізняється** тим, що в камері додатково розміщено ще одну пластину, ідентичну першій, введені дві гідравлічні магістралі, що з'єднують камеру з першим і другим гідроциліндрами із сильфонами в торцях, кожний з яких зв'язаний через жорсткий шток з рухомою рамою розміщеною за межами камери струнного частотного перетворювача, струнні пружні розтяжки якого закріплені одними своїми кінцями на рухомому центральному вузлі закріплення, а другими кінцями - на нерухомих вузлах закріплення, розташованих на нерухомій рамі.

Корисна модель відноситься до вимірювальної техніки і може бути використана в авіаційній та космічній промисловості, в інерціальних навігаційних системах для вимірювання уявного прискорення рухомих об'єктів.

Відомий струнний акселерометр [Патент України на корисну модель, №65203А МПК 7601P15/10, бюл. №3, опубл. 2004р.], який містить корпус, мембрани, пристрій для кріплення струн, постійні магніти, датчик вихідного сигналу, вихід якого з'єднаний з бортовою цифровою обчислювальною машиною.

До недоліків даного вимірювача треба віднести: конструктивна складність датчика в цілому з урахуванням струнних частотних перетворювачів, та при необхідності обмеження габаритів вимірювача, як наслідок - малі інерційна маса, чутливість та великий поріг чутливості приладу в цілому.

Як прототип обраний струнний датчик лінійних прискорень [А. с. СРСТ, №1048925 МПК G01P15/10, опубл. 1981р.], який містить дві камери, повністю заповнені рідиною, з'єднані з корпусом, дві тверді пластини із центральним і периферійним отворами, нерухомо встановлені в кожній камері, струнний частотний перетворювач, що містить дві пружні розтяжки і елементи системи збудження коливань.

До недоліків такого струнного датчика можна віднести: порівняльно великий поріг чутливості та обмежена чутливість, обумовлені порівняльно невеликими розмірами камери з рідиною і малою

інерційною масою, температурні похибки вимірювань внаслідок впливу параметрів інерційної маси на роботу струнного частотного перетворювача.

Задача корисної моделі - підвищення точності, чутливості та стабільності вимірювання лінійних прискорень, забезпечення широкого діапазону регулювання вказаних параметрів, спрощення конструкції датчика в цілому.

Задача, яка поставлена, вирішується завдяки тому, що в датчику лінійних прискорень, що містить камеру, повністю заповнену рідиною, з'єднану з корпусом, в якій нерухомо закріплена жорстка пластина із центральним і периферійними отворами, дві пружні розтяжки і збудник коливань струнного частотного перетворювача, відповідно до корисної моделі, що в камері додатково розміщено ще одну пластину, ідентичну першій, введені дві гідравлічні магістралі, що з'єднують камеру з першим і другим гідроциліндрами із сильфонами в торцях, кожний з яких зв'язаний через жорсткий шток з рухомою рамою розміщеною за межами камери струнного частотного перетворювача, струнні пружні розтяжки, якого закріплені одними своїми кінцями на рухомому центральному вузлі закріплення, а другими кінцями - на нерухомих вузлах закріплення, розташованих на нерухомій рамі.

На Фіг. наведена спрощена конструктивна-компоновочна схема датчика лінійних прискорень.

Датчик лінійних прискорень складається з корпусу 1, нерухомо з'єданого з камерою 2, повністю

(13) U
(11) 45150
(19) UA

заповненою щільною рідиною 3 як інерційною масою і двох нерухомо встановлених в камері 2 жорстких пластин 4 і 5 із центральним і периферійними отворами, двох гідравлічних магістралей 6 і 7, що з'єднують камеру 2 з першим 8 і другим 9 гідроциліндрами із сильфонами 10, 11 в торцях, кожний з яких зв'язаний через жорсткий шток 12 і 13 відповідно з рухомою рамою 14. Всередині рухомої рами 14 розміщений струнний частотний перетворювач, до складу якого входить дві струнні пружні розтяжки 15 і 16, закріплені одними своїми кінцями на рухомому центральному вузлі закріплення 17, а другими кінцями - на нерухомих вузлах закріплення 18 і 19 розташованих на нерухомій рамі 20. Кожна струнна пружна розтяжка 15 і 16 знаходиться у полі збудника коливачів 21 і 22 відповідно. Рухомий центральний вузол закріплення 17 з'єднаний з рухомою рамою 14 за допомогою пружних елементів 23, 24, 25, 26, розташованих симетрично відносно повздовжньої осі рухомої рами 14. Центральний вузол закріплення 17 закріплений на коромислі 27, з яким з'єднані пружні елементи 23, 24, 25, 26.

Струнні пружні розтяжки 15 і 16 у початковому стані мають певне початкове натягнення, при цьому власні частоти поперечних коливачів обох розтяжок у полі збудників коливачів 21 і 22 співпадають.

Кожна струнна пружна розтяжка 15 і 16 струнного частотного перетворювача є елементом автогенератора, який формує вхідні сигнали для перетворювачів 28, 29 та обчислювального пристрою 30. Вихідний сигнал 31 датчика, який вміщує інформацію про прискорення, яке вимірюється, формується за допомогою обчислювального пристрою 30.

Датчика лінійних прискорень працює наступним чином.

Камера 2 датчика повністю заповнена рідиною 3, в якості інерційної маси, тому якщо рух датчика відбувається з прискореннями на стінки камери 2 діє сила

$$F = mW, \quad (1)$$

де m - маса рідини, W - проекція уявного прискорення корпусу 1 датчика на вісь чутливості датчика.

За рахунок діючої сили F на торцевих стінках камери 2 з'являється додатковий тиск рідини

$$\Delta p = \frac{mW}{S_0} \quad (2)$$

де S_0 - площа торцевої стінки камери з рідиною.

На торцевих стінках камери 2 додатковий тиск має різні знаки: на одній - позитивний, на другій - негативний, відповідно до напрямку вектора уявного прискорення \vec{W} .

Тиск рідини в гідромагістралях 6 і 7 та в гідроциліндрах 8, 9 змінюється відповідно до тиску рідини в камері 2.

Сильфони 10 і 11 за допомогою жорстких штоків 12 і 13 з'єднані з рухомою рамою 14, за рахунок чого існує вплив жорстких штоків 12 і 13 сильфонів 10 і 11 на пружні елементи 23, 24, 25, 26.

Сила, з якою жорсткий шток 12 або 13 діє на рухому раму 14:

$$\Delta F = \Delta p S_1, \quad (3)$$

S_1 - площа поперечного перетину сильфона 10 або 11. Використовуючи формули (2) і (3), запишемо

$$\Delta F = \frac{mWS_1}{S_0} \quad (4)$$

При цьому лінійний хід жорсткого штока 12 або 13 визначається так:

$$l_c = \frac{\Delta F}{C_c}, \quad (5)$$

де C_c - коефіцієнт жорсткості сильфона як пружного елемента.

Хід вузлів закріплення пружних елементів 23, 24, 25, 26 на рухомій рамі 14

$$l = l_c = \frac{\Delta F}{C_c} \quad (6)$$

Збоку пружних елементів 23, 24, 25, 26 до вузла закріплення 17 струнних пружних розтяжок 15, 16 прикладена сила

$$\Delta F_p = l_c = \frac{\Delta F_c}{C_c} \quad (7)$$

де C - коефіцієнт жорсткості пружних елементів 23, 24, 25, 26. Таким чином до струнних пружних розтяжок 15, 16 прикладені додаткові сили відповідно

$$\Delta F_{15} = \frac{mS_1C}{S_0C_c} \cdot W, \quad \Delta F_{16} = -\frac{mS_1C}{S_0C_c} \cdot W, \quad (8)$$

Частоту власних коливачів струнної пружної розтяжки на першій гармоніці можна визначити так:

$$f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{F}{ml}} \quad \text{або} \quad f^2 = \frac{F}{4ml}, \quad (9)$$

де F - сила натягнення, прикладена до струнної пружної розтяжки, m - маса струнної пружної розтяжки, l - довжина активної частини струнної пружної розтяжки.

При зміні сили, прикладеної до струнної пружної розтяжки, змінюється частота її власних коливачів

$$f = f_0 + \Delta f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{F_0 + \Delta F}{ml}}, \quad (10)$$

де F_0 - сила початкового натягнення кожної струнної пружної розтяжки.

Отже, для струнних пружних розтяжок 15 і 16 можемо записати наступні співвідношення:

$$F_{15}^2 = \frac{F_0 + \frac{mS_1C}{S_0C} \cdot W}{4ml}, \quad F_{16}^2 = \frac{F_0 - \frac{mS_1C}{S_0C} \cdot W}{4ml} \quad (11)$$

Періоди власних коливачів струнних пружних розтяжок 15 і 16 знайдемо як

$$T_{18} = \frac{1}{f_{15}}, \quad T_{19} = \frac{1}{f_{16}} \quad \text{або} \quad T_{15} = \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{F_0 + \frac{mS_1C}{S_0C} \cdot W}{4ml}} \right]^{-1} \quad (12)$$

$$T_{16} = \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{F_0 - \frac{mS_1C}{S_0C} \cdot W}{4ml}} \right]^{-1}$$

Вихідний сигнал 31 датчика - кількість імпульсів автогенератора заповнюючих імпульсів високої частоти за половину періоду коливань струнної пружної розтяжки, буде дорівнювати відповідно для кожної струнної пружної розтяжки 15 і 16

$$n_{15} = \frac{1}{2} f T_{15} = \frac{1}{2} f \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{F_0 - \frac{mS_1C}{S_0C} \cdot W}{4ml}} \right]^{-1},$$

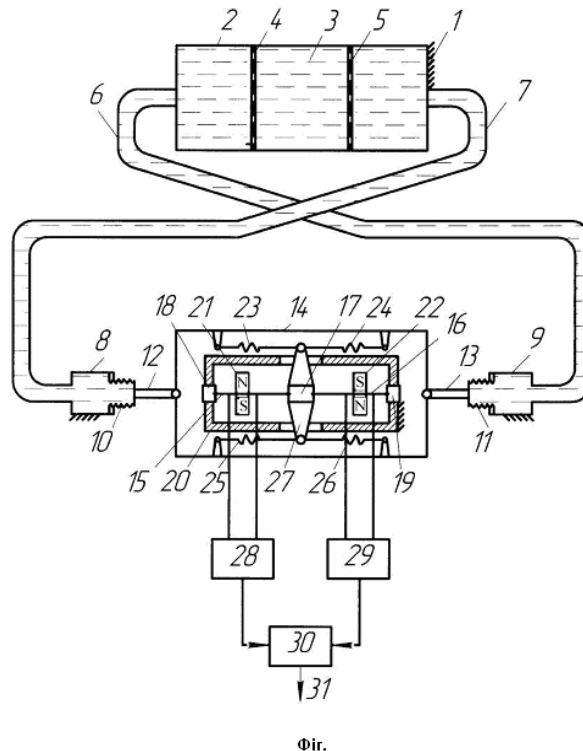
$$n_{16} = \frac{1}{2} f T_{16} = \frac{1}{2} f \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{F_0 - \frac{mS_1C}{S_0C} \cdot W}{4ml}} \right]^{-1}, \quad (13)$$

де f - частота заповнюючих імпульсів генератора 32.

Тобто вихідний сигнал вміщує інформацію про прискорення W , яке вимірюється.

Таким чином, використання в датчику лінійних прискорень камери, в якій розміщено ще одну пластину, ідентичну першій, дві гідравлічні магістралі, що з'єднують камеру з першим і другим гідроциліндрами із сильфонами в торцях, кожний з яких зв'язаний через жорсткий шток з рухомою рамою розміщеною за межами камери струнного частотного перетворювача, струнні пружні розтяжки, якого закріплені одними своїми кінцями на рухомому центральному вузлі закріплення, а другими кінцями - на нерухомих вузлах закріплення, розташованих на нерухомій рамі, дозволяє досягти наступного позитивного результату:

1. Підвищення чутливості датчика лінійних прискорень.
2. Забезпечення порогу чутливості датчика, який обумовлений тільки система обробки інформації
3. Можливість широкого вибору габаритів та розміщення камери з рідиною як інерційного масою у відповідному місці рухомого об'єкта, ніяк не зв'язаному з прецизійними перетворювачами інформації.



Фіг.