



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55408

(13) C2

(51) 7 G01P15/00

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

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ПРИСКОРЕННЯ У ТРИСОСЬВІЙ АКСЕЛЕРОМЕТРІЇ

1

2

(21) 98116050

(22) 17 11 1998

(24) 15 04 2003

(46) 15 04 2003, Бюл. № 4, 2003 р.

(72) Баранов Вадим Миколайович, Петров Микола Борисович, Сидоренко Горислав Степанович

(73) Державне науково-виробниче об'єднання "Метрологія"

(56) Петрович В. И. Виброаппаратура для диагностики энергетического оборудования, "Приборы и системы", 5, 1989, с 24-26

JP A 01128562 18 05 1989

(57) Установка для воспроизведения виброускорения у трисосвий акселерометрії, яка складається з при-

строю для утворення коливання, блока управління, системи обробки сигналів та індикації, яка відрізняється тим, що пристрій для утворення коливання виконано у вигляді маятника на чотирьох підвісах, на яких закріплена горизонтальна платформа з прапорцем, напроти якого розміщено оптичний датчик швидкості, вихід якого з'єднано з входом блока управління, вихід блока управління з'єднано з пристроєм для утворення коливання, а блок управління через канал спільного користування приєднано до системи обробки сигналів та індикації

Гаданий винахід відноситься до вимірювальної техніки, а саме, до засобів вимірювання вібрацій і може знайти використання у приладах для відтворення каліброваних прискорень у трисосвій акселерометрії

Відомий математичний та фізичний маятники [1], коливання котрих спирається на використанні сили тяжіння. Під час коливання вертикальний вектор прискорення сили тяжіння розкладається на направлену вздовж підваги та тангенціальну компоненти, остання з яких призводить до коливання маятника

Відомі установки для відтворення коливань твердого тіла, наприклад, вібростенди [2], що складаються з пристрою для створення коливання, генератора коливань, наприклад, електромагніта, оптичного вимірювача зміщення та блоку управління

Недоліками цих установок є те, що внаслідок обмеження максимальної амплітуди вібрації вони не можуть використовуватись на низьких та наднизьких частотах, придатні для передачі розміру одиниці до приладів, вага яких не перевищує 200-400 грамів, а також те, що вони здатні створювати каліброване прискорення лише по одній з ортогональних осей

В основу винаходу поставлено задачу одержання каліброваних прискорень для трисосвовой акселерометрії на наднизькій частоті, підвищення

вантажопідйомності та точності відтворення прискорень за рахунок того, що в установці для відтворення виброприскорення у трисосвій акселерометрії, яка складається з пристрою для створення коливання, блоку управління, системи обробки сигналів та індикації, згідно з пропозицією, пристрій для створення коливання виконано у вигляді маятника на чотирьох підвісах, на яких закріплена горизонтальна платформа з «прапорцем», напроти якого розміщено оптичний датчик швидкості, вихід якого подано до входу блока управління, вихід блока управління з'єднано з пристроєм для створення коливання, а блок управління через «канал спільного користування» приєднано до системи обробки сигналів та індикації

На Фіг 1 зображена схема установки для відтворення виброприскорення у трисосвій акселерометрії

Пристрій для створення коливання 1 (маятник) у вигляді підвищеної до опори на чотирьох підвісах платформи, на якій закріплено «прапорець» 2, який у свою чергу перетинає промінь оптичного датчика швидкості 3, вихід датчика швидкості приєднано до входу блока управління 4, вихід блоку управління приєднано до пристрою для створення коливання 5, блок управління та система обробки сигналів та індикації 6 поєднані між собою за допомогою «каналу спільного користування», крізь який відбувається обмін інформацією між систе-

(13) C2

(11) 55408

(19) UA

ною обробки (наприклад, ПЕОМ) та блоком управління

Під позицією 7 позначено припад, що атестується, наприклад, триосьовий акселерометр або сейсмодатчик

Таке виконання установки дає змогу задавати величину та підтримувати стабільною амплітуду коливання маятника, а отже і отримувати у напрямку коливання каліброване горизонтальне віброприскорення з частотою коливання, каліброване прискорення по вертикалі з подвоєною частотою та відсутність прискорення у перпендикулярному до площини коливання напрямку

Установка працює наступним чином

Під час коливання маятника 1 «прапорець» 2 перетинає промінь датчика швидкості 3, внаслідок чого на його виході формується прямокутний імпульс, тривалість якого зворотно пропорційна швидкості з якою «прапорець» рухається повз промінь датчика Цей імпульс поступає у блок управління 4, де заповнюється імпульсами високої частоти. Інформація про кількість цих імпульсів поступає по «каналі спільного користування» до системи обробки інформації, де порівнюється з заданою оператором кількістю імпульсів, що необхідна для одержання заданої амплітуди коливання Система обробки виробляє імпульс необхідної тривалості для досягнення заданої амплітуди коливання та її стабілізації та надсилає його в блок управління Блок управління виробляє кожні півперіоду потужний імпульс для живлення пристрою для створення коливань Внаслідок коливання маятника зі стабільною заданою амплітудою прискорення сили ваги на платформі маятника розкладається на горизонтальну A_g та вертикальну A_v компоненти зі значеннями, наведеними нижче У напрямку перпендикулярному площині коливання маятник не створює прискорень, що дає змогу перевіряти у триосьових акселерометрів коефіцієнт поперечного перетворення

Установка реалізована у вигляді дослідних зразків під назвою КК - 2 за кресленням АМШК 402131 005

Дослідження та атестація зразку показали, що установка забезпечує відтворення на частоті 0,64Гц прискорень від 0,05 до 300см/с² з похибкою, що не перевищує 0,02 %, а прискорення у перпендикулярному напрямку не перевищує 0,2% від максимального прискорення у напрямку коливання

Нижче наведено математичні вирази, на яких ґрунтується установка

На фіг 2 зображена векторна діаграма установки для відтворення прискорення у триосьовий акселерометри"

На ній прийняті наступні позначення

O - опора маятника,

AB - вектор прискорення сили ваги - g у формулах,

AC - радіальна компонента сили ваги,

AD - тангенціальна компонента сили ваги,

AF - вертикальне прискорення (амплітуда) - A_v у формулах,

AE - горизонтальне прискорення (амплітуда) - A_g у формулах,

φ - кут коливання

Модулі векторів горизонтального (A_g) та вертикального (A_v) прискорень мають наступний вигляд

$$A_g = \varphi \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\varphi) - 2g(\cos(\varphi) - \cos(\varphi_m)) \cdot \sin(\varphi), \quad (1)$$

$$A_v = g \cdot \sin^2(\varphi) - 2g(\cos(\varphi) - \cos(\varphi_m)) \cdot \cos(\varphi) \quad (2)$$

де φ_m - величина максимального кута відхилення маятника,

φ - фаза коливання маятника $\varphi = \varphi_m \cdot \sin(\omega \cdot t)$,

ω - кутова частота коливання маятника

$$\omega = \sqrt{g/l},$$

g - прискорення сили ваги,

l - довжина підвісів маятника

При кутах коливання менших 30 градусів амплітуди горизонтального та вертикального прискорень з незначною похибкою пов'язані з амплітудою коливання, довжиною підвісів та величиною прискорення сили ваги наступними формулами

$$A_{gmax} = g \cdot \sin(\varphi_m) \cdot \cos(\varphi_m), \quad (3)$$

$$A_{gmin} = -A_{gmax}, \quad (4)$$

$$A_{vmax} = g \cdot \sin^2(\varphi_m), \quad (5)$$

$$A_{vmin} = -2 \cdot g \cdot (1 - \cos(\varphi_m)), \quad (6)$$

$$A_{g_r} = 2 \cdot A_{gmax}, \quad (7)$$

$$A_{v_r} = A_{vmax} - A_{vmin}, \quad (8)$$

$$\sin(\varphi) = L/l \quad (9)$$

У цих формулах

A_{gmax} - амплітуда горизонтального прискорення,

A_{vmax} - амплітуда вертикального прискорення позитивна,

A_{vmin} - те ж - негативна,

A_{g_r} - розмах горизонтального прискорення,

A_{v_r} - розмах вертикального прискорення,

L - лінійне відхилення платформи від стану спокою (L = AO₁ на фіг 2),

l - довжина підвісів маятника (AO на фіг 2)

При більших кутах коливання формули програми ПЕОМ, котра виконує разом з блоком електроніки встановлення потрібної для заданого прискорення амплітуди коливання, враховують величину періоду коливання фізичного маятника у порівнянні з його математичним [1] шляхом введення співмножника у вираз для періоду коливання

$$T_2 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g(1 + 0.25 \cdot \sin^2(\varphi_m/2) + 0.141 \cdot \sin^4(\varphi_m/2) + 0.097 \cdot \sin^6(\varphi_m/2) + 0.07477 \cdot \sin^8(\varphi_m/2))}}$$

Наведені вирази показують, що для отримання каліброваного прискорення треба з необхідною похибкою завдати кутову амплітуду коливання маятника, або пов'язаний з нею параметр, наприклад, відхилення від вертикалі (AO₁ на фіг 2), або кутову швидкість у нейтральному положенні маятника (у крапці O₁ на фіг 2), що й реалізовано у цій установці

Установка КК-2 має наступні головні характеристики

1 Діапазон відтворюваних прискорень 0,05 - 300см/с²,

2 Частота сигналу прискорення

по осі коливання 0,64Гц;

по вертикальній осі 1,28Гц.

3. Основна похибка відтворення прискорення: не більше $\pm 0,1\%$ (реально - не більше $\pm 0,02\%$).

4. Діапазон вимірюваних коефіцієнтів поперечного перетворення: 0,004...1 з похибкою, що не перевищує $\pm 0,004$.

Установка реалізована у вигляді стійки маятника та стола оператора, на якому розміщено блок управління, систему обробки (ПЕОМ) та блоки живлення блоку управління.

Література:

1. Яворский Б.М. и Делтаф А.А., Справочник по физике, "Наука", 1968.

2. В.И. Петрович, Виброаппаратура для диагностики энергетического оборудования, «Приборы и системы управления», 5.1989.

3. Петров Н.Б., Соловьев В.С., Трёхкоординатный образцовый акселерометр. Теория та практика безплатформених інерціальних навігаційних систем (БУНС), Київ, 1994.

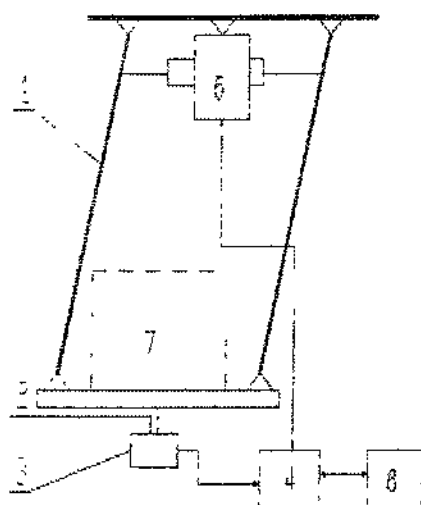


Fig.1

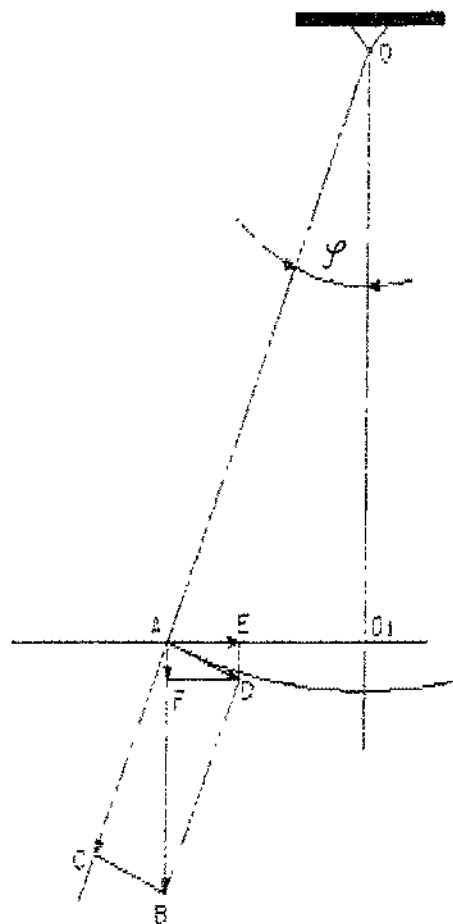


Fig.2