



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **103211**

(13) **U**

(51) МПК

**G01B 7/30** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 04877**

(22) Дата подання заявки: **19.05.2015**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.12.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.12.2015, Бюл.№ 23**

(72) Винахідник(и):

**Кіреєв Максим Еріданович (UA),  
Смолич Денис Вікторович (UA),  
Краснов Володимир Миколайович (UA),  
Скрипець Андрій Васильович (UA),  
Сагідаєв Юрій Магомедович (UA)**

(73) Власник(и):

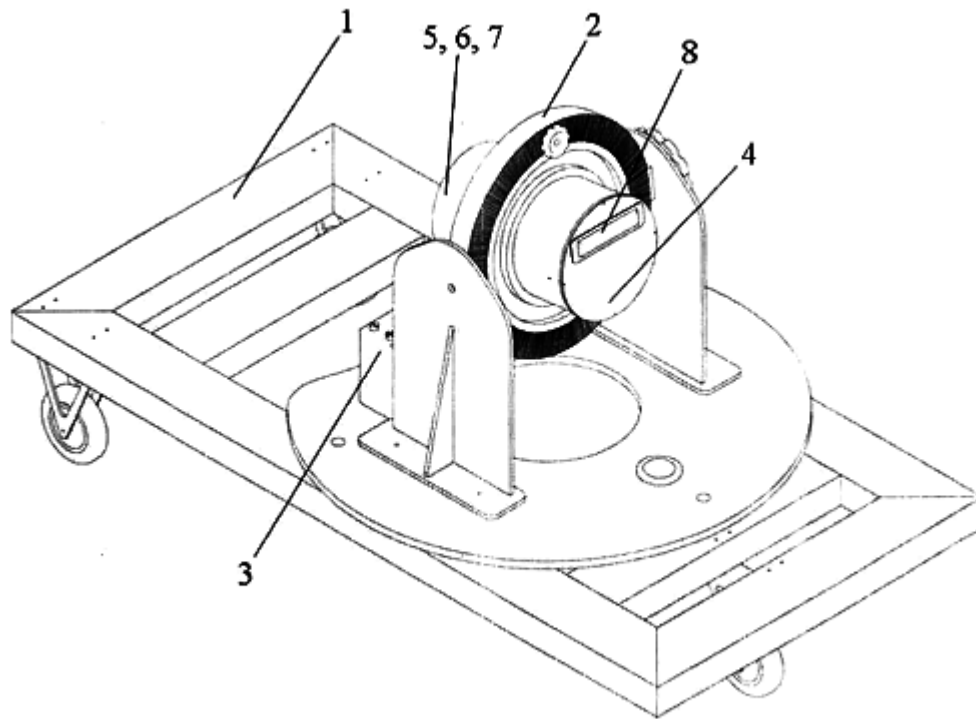
**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ,  
пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)**

## (54) ВИМІРЮВАЧ РІВНОСТІ ТА УХИЛІВ ПОВЕРХОНЬ КОНСТРУКЦІЙ АЕРОДРОМУ

(57) Реферат:

Вимірювач для визначення поздовжніх і поперечних ухилів та рівності поверхні аеродромних покриттів включає до себе колісну базу, встановлений на ній поворотний кронштейн, в якому закріплений корпус з розміщеними в ньому двоосьовим акселерометром, двоосьовим датчиком кутових швидкостей, мікроконтролером та рідкокристалічним дисплеєм. Інформація про кути ухилів надходить від двох типів датчиків - акселерометра та датчика кутових швидкостей, а рідкокристалічний дисплей має можливість одночасної індикації значень та знаків кутів в обох напрямках - поздовжньому та поперечному, при цьому датчики та дисплей розміщені в поворотному кронштейні, який закріплений на рухомій колісній базі, що має можливість переміщення в процесі вимірювання.

UA 103211 U



**Фиг. 1**

Даний напрямок розробки належить до області геодезичного приладобудування і призначений для автоматичного вимірювання рівності та ухилів поверхонь конструкцій аеродрому, а також для аналогічного вимірювання дорожніх покриттів, залізничних шляхів, а також для інших завдань, як вимірювач, так і індикаторний пристрій.

Відомий пристрій для визначення кутів нахилу об'єктів, що містить панель з підвішеним на ній маятником і шкалу, закріплену на панелі, при цьому панель, плата, шкала й інші елементи конструкції виконані з можливістю їхнього взаємного переміщення і закріплення [1]. Недоліком конструкції є складність встановлення пристрою на об'єкт, необхідність додаткових монтажних операцій і постійного настроювання пристрою перед кожним вимірюванням.

Відомо пристрій для вимірювання кута нахилу, що містить інерційну масу у вигляді сталеві кулі, яка знаходиться на гладкій основі, фіксованої з боків майже вертикальними попередньо напруженими видолінками, на які наклеєні тензодатчики опору [2]. Недоліком даного пристрою є низька роздільна здатність, точність, обмежені чутливістю тензодатчиків, неідеальним поліруванням основи, відхиленнями форми інерційної маси від сферичної, забрудненнями в місці контакту інерційної маси з основою.

Відомо також пристрій для контролю ухилів автомобільних доріг, що містить плоску вимірювальну поверхню, на якій розташований чутливий до її орієнтації елемент у вигляді датчика лінійних прискорень, електронна схема перетворення сигналу і засоби індикації на рідкому кристалі [3].

В ньому встановлений зовні на корпусі перемикач координат вимірювання, виконаний з можливістю механічного перемикач режимів вимірювання, при цьому перетворювач прискорень в електричний сигнал виконаний у вигляді двокоординатного вимірювача прискорення сили тяжіння, а рідкокристалічний індикатор - з можливістю одночасної індикації напрямку і величини ухилу за кожною із двох геометричних осей симетрії корпусу в площині його робочої поверхні, причому перемикач координат виміру, рідкокристалічний індикатор і двокоординатний вимірювач прискорення сили тяжіння підключені до електронної схеми перетворення сигналу.

Недоліком вказаного вимірювального пристрою є невисока надійність і оперативність вимірювання у зв'язку з неможливістю за одне встановлення визначити величину і напрям максимального кута нахилу досліджуваного об'єкта. Для цього операторові необхідно здійснювати додаткові маніпуляції з пристроєм спочатку для визначення напрямку, в якому відбувається збільшення сигналу від нахилу об'єкта, а потім маніпуляції для визначення такого положення робочої поверхні пристрою на досліджуваному об'єкті, при зміні якого в будь-якому напрямку відбувається зменшення сигналу від нахилу об'єкта.

Найближчим до корисної моделі, що заявляється, є цифровий вимірювач ухилів, який має перетворювач лінійних прискорень в електричний сигнал та електронну схему перетворення сигналу, які встановлені на його робочій поверхні, а також рідкокристалічний засіб індикації [4].

Недоліками вказаного вимірювача є невисока оперативність та складність вимірювань у зв'язку з неможливістю одночасного вимірювання ухилів за двома осями. Для цього оператору необхідно змінювати положення перемикача координат вимірювання. Це також унеможливорює неперервність вимірювання поздовжніх та поперечних ухилів поверхні.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого пристрою для вимірювання ухилів поверхонь конструкцій аеродрому, за допомогою якого можна було би підвищити точність та спростити процедури вимірювань ухилів та рівності поверхні аеродромних покриттів.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у вимірювачі ухилів та рівностей поверхонь конструкцій аеродрому застосовуються мікросхеми акселерометрів та датчиків кутових швидкостей (ДКШ), виконаних за MEMS-технологією, інформація від яких комплексно обробляється в мікроконтролері за алгоритмом "фільтра Калмана".

Вимірювач для визначення поздовжніх і поперечних ухилів та рівності поверхні аеродромних покриттів, який включає до себе колісну базу, встановлений на ній поворотний кронштейн, в якому закріплений корпус з розміщеними в ньому двоосьовим акселерометром, двоосьовим датчиком кутових швидкостей, мікроконтролером та рідкокристалічним дисплеєм, згідно з корисною моделлю, інформація про кути ухилів надходить від двох типів датчиків - акселерометра та датчика кутових швидкостей, а рідкокристалічний дисплей має можливість одночасної індикації значень та знаків кутів в обох напрямках - поздовжньому та поперечному, при цьому датчики та дисплей розміщені в поворотному кронштейні, який закріплений на рухомій колісній базі, що має можливість переміщення в процесі вимірювання.

Між суттєвими ознаками корисної моделі, що заявляється, та технічним результатом, який досягається, існує причинно-наслідковий зв'язок.

На фіг. 1 зображено загальний вигляд вимірювача рівності та ухилів поверхонь конструкцій аеродрому.

На фіг. 2 зображено структурну схему перетворення сигналів.

Вимірювач складається з алюмінієвої колісної бази 1, на якій встановлений поворотний кронштейн 2 та акумулятор 3. В поворотному кронштейні закріплений корпус 4, в якому розміщені двоосьовий акселерометр 5, двоосьовий датчик кутових швидкостей 6, мікроконтролер 7, рідкокристалічний дисплей 8 та перетворювач напруги 9.

Запропонований вимірювач функціонує таким чином.

Як джерела первинної інформації в модулі використовуються мікроелектромеханічні (MEMS) датчики - акселерометри та ДКШ.

Вихідними сигналами вищезгаданих датчиків - акселерометра та ДКШ - є значення напруги, яка пропорційна відповідно прискоренню та кутовій швидкості обертання.

Двоосьовий акселерометр 5 має два виходи, з яких знімаються напруги, пропорційні діючій величині проекції прискорення сили тяжіння на обидві осі  $g_x$  та  $g_y$ . Значення цих проекцій залежать від положення корпусу модуля та визначаються кутами нахилу до горизонту  $\gamma$  і  $\varphi$  зі співвідношень:

$$g_x = g \cdot \sin \gamma;$$

$$g_y = g \cdot \sin \varphi,$$

де  $g$  - прискорення сили тяжіння.

Таким чином, вихідні напруги з акселерометра пропорційні кутам  $\gamma$  і  $\varphi$ .

Двоосьовий ДКШ 6 має два виходи, з яких знімаються напруги, пропорційні діючим навколо осей його чутливості кутовим швидкостям  $\omega_x$  та  $\omega_y$ . Значення цих напруг змінюються тільки під час повороту, тому значення кутів  $\gamma$  і  $\varphi$  визначаються з виразів:

$$\gamma = \int \omega_x dt;$$

$$\varphi = \int \omega_y dt.$$

Для подальшої обробки інформації напруги подаються на аналогово-цифровий перетворювач, вбудований в мікроконтролер 7. Отримані цифрові сигнали від обох датчиків обробляються в мікроконтролері за алгоритмом "фільтра Калмана" та обчислюються кутові положення вимірювача відносно площини горизонту в поздовжньому та поперечному напрямках поверхні конструкції аеродрому.

Значення цих кутів відображаються на рідкокристалічному дисплеї 8. Верхній рядок відповідає значенню поздовжнього кута, нижній - значенню поперечного. Причому, перед значеннями кутів показуються знаки «+» або «-», що означає правий або лівий ухил відповідно.

Поворотний кронштейн 2 використовується для калібрування вимірювача.

Вхідна наруга  $U_{вх}$  з акумулятора 3 подається на перетворювач напруги 9, з якого подаються необхідні значення напруг живлення  $U_{ж}$  до датчиків 5 та 6, дисплея 8 та мікроконтролера 7, а також на опірний вхід аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера 7. Режим роботи рідкокристалічного дисплея 8 вибраний таким чином, що на ньому показуються тільки три розряди кожного з кутів.

Режим роботи аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера 7 вибраний таким чином, щоб інформація про кути видавалася в кутових градусах.

Точність вимірювання модулем кутів поздовжнього та поперечного ухилів становить 6'.

Джерела інформації:

1. Патент РФ № 2142613, МПК G01C 9/00, G01C 9/02. Устройство для определения углов наклона объектов / А.В. Заболотный, Б.Н. Бровкин.; заявители и патентообладатели: Открытое акционерное общество "ГАЗ", Открытое акционерное общество Арзамасский машиностроительный завод.; заявл. 24.06.1998, опубл. 10.12.1999.

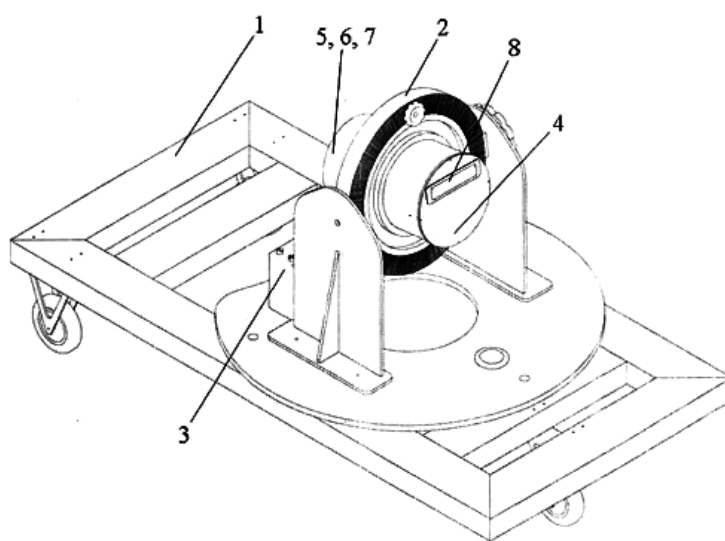
2. Авторское свидетельство СССР № 187324, МПК G01C 9/16. Устройство для замера углов крена / А.К. Смирнов, В.М. Веткин.; заявл. 02.08.1965, опубл. 11.10.1966.

3. Свидетельство РФ на полезную модель № 12607, МПК G01C 9/06. Устройство для контроля уклонов автомобильных дорог / А.Н. Ефремов, Е.В. Романовский, В.Н. Лактешкин.; заявитель и патентообладатель: Унитарное государственное предприятие "Инженерный центр "Луч".; заявл. 31.05.1999, опубл. 20.01.2000.

4. Патент РФ № 2166732, МПК G01C9/00, Цифровой измеритель уклонов / В.М. Ачильдиев, Дрофа, А.А. Недодаев, В.М. Рублев, А.С. Фадеев.; заявители и патентообладатели: В.М. Ачильдиев, В.Н. Дрофа, В.М. Рублев.; заявл. 21.03.2000, опубл. 10.05.2001.

# ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Вимірювач рівності та ухилів поверхонь конструкцій аеродрому, який містить колісну базу, встановлений на ній поворотний кронштейн, в якому закріплений корпус з розміщеними в ньому двоосьовим акселерометром, двоосьовим датчиком кутових швидкостей, мікроконтролером та рідкокристалічним дисплеєм, який **відрізняється** тим, що інформація про кути ухилів надходить від двох типів датчиків - акселерометра та датчика кутових швидкостей, а рідкокристалічний дисплей має можливість одночасної індикації значень та знаків кутів в обох напрямках - поздовжньому та поперечному, при цьому датчики та дисплей розміщені в поворотному кронштейні, який закріплений на рухомій колісній базі, що має можливість переміщення в процесі вимірювання.
- 10



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601