



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87638

(13) C2

(51) МПК (2009)

G01V 7/00

G01N 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГРАВИМЕТР ДЛЯ ВИМІРІВ АБСОЛЮТНОГО ЗНАЧЕННЯ ПРИСКОРЕННЯ СИЛИ ТЯЖІННЯ

1

2

(21) а200810246

(22) 11.08.2008

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) ФЕДОРОВСЬКИЙ БОРИС МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ФЕДОРОВСЬКИЙ БОРИС МИКОЛАЙОВИЧ

(56) Заявка UA а 200712687, 26.05.2008

Заявка UA а 200711061, пріор. 08.10.2007, публ. 10.04.2009

Заявка UA а 200600850, 17.04.2006

UA 6921 C1, 31.03.1995

SU 628451 A1, 15.10.1978

SU 554521 A1, 15.04.1977

SU 436311 A1, 15.07.1974

RU 2193786 C1, 27.11.2002

US 6772630 B2, 10.08.2004

US 3704626 A, 05.12.1972

US 3688584 A, 05.09.1972

Заявка UA а 200808722, пріор.02.07.2008, публ. 10.10.2008

(57) Гравіметр для вимірів абсолютного значення прискорення сили тяжіння симетричним способом на морі, який містить: електронний блок регулювання, прилад з відеоекраном, що сполучений з

електронним блоком регулювання, соленоїд, сполучений з електронним блоком регулювання; несучий елемент, розташований всередині соленоїда, який має систему електромагнітного центрування, сполучену з електронним блоком регулювання; причому на несучому елементі закріплена електронна схема, яка містить три датчики кутової швидкості, розташовані в горизонтальній площині під різними кутами один до одного, сполучені із електронною блок-схемою алгоритму роботи гравіметра, розташованою у електронному блоці регулювання, та референтний відбивач; також містить джерело монохроматичного променя, вимірювальний інтерферометр, до складу якого входить ділильний елемент монохроматичного променя, рухомий відбивач, розміщений у вакуумній камері, систему поворотних дзеркал із напівпрозорим дзеркалом на виході, оптично сполученим з електронною схемою відліку шляху та часу, сполученою із електронним блоком регулювання; вакуумна камера має магнітні уловлювачі і катапульти; катапульта має додатковий соленоїд, сполучений із електронним блоком регулювання.

Винахід належить до гравіметричного приладобудування й має своєю метою підвищення точності вимірів прискорення сили тяжіння

Поставлена мета досягається тим, що в умовах вертикальних переміщень судна із прискоренням під дією морської хвилі, що набігає, з якийсь періодичністю й амплітудою, виміри проводяться в періоди відсутності вертикальних переміщень судна, причому, ці періоди виникають у основі хвилі й на її вершині й обумовлені інертністю маси судна.

Відомий відносний струнний гравіметр для вимірів змін прискорення сили тяжіння на морі, у якому шукана величина визнається підсумовуванням числа коливань його струни за час вимірів у порівнянні з еталонним.

Недоліком цього гравіметра є вплив збурюючих прискорень на чутливий елемент гравіметра, що вносить погрішності у виміри. З метою знижен-

ня цих впливів на результат вимірів розробляються складні конструкції струнних датчиків лінійних прискорень із їх термостатированням і демпфіруванням, застосовується частотна фільтрація сигналу й багаторазове згладжування в процесі вимірів, вноситься цілий ряд виправлень. При цьому, мінливість нуля-пункту може знецінити вже проведені виміри, що робить необхідним періодичне еталонування струнного гравіметра на гравіметричному базисі із частковим повторенням вимірів на вже пройденому галсі, при чому в обчисленні прискорення сили тяжіння задіяна спеціальна апаратура зі складною математичною програмою.

Все вищезгадане, робить вимірювання відносним струнним гравіметром дорогим, малоефективним і позбавленим можливості підвищити точність вимірів.

(13) C2

(11) 87638

(19) UA

Відомий пристрій для визначення абсолютного значення прискорення сили тяжіння несиметричним засобом, що містить соленоїд, струнний датчик лінійних прискорень, електронний блок регулювання й несучий елемент, розташований у середині соленоїда. На несучому елементі закріплені референтний відбивач, сполучений з оптичною схемою інтерферометра й струнний датчик лінійних прискорень, сполучений з електронним блоком регулювання, вихід якого сполучений із соленоїдом.

У цьому пристрої точність виміру прискорення сили тяжіння в умовах збурюючих прискорень повинна забезпечуватися за рахунок ефективної обробки струнним датчиком лінійних прискорень змінних частот збурюючих прискорень, які електронним блоком регулювання перетворюються в електричні сигнали різної потужності й надходячи в соленоїд змінюють тягове зусилля його магнітного поля, утримуючи розташоване у середині соленоїда несучий елемент, із прикріпленим до нього референтним відбивачем і струнним датчиком лінійних прискорень у стані руху, який дорівнює руху судна під дію морської хвилі в момент вимірів, утримуючи нерухомим референтний відбивач відносно інтерферометра.

Недоліком цього пристрою є те, що на чутливий елемент струнного датчика лінійних прискорень будуть впливати одночасно змінні по частоті й амплітуді збурюючі прискорення, обумовлені хвилюванням моря й знакозмінні з непостійною частотою й амплітудою прискорення вібрацій, що обумовлені роботою механізмів судна. Впливи на керуючий компенсаційним процесом елемент інформації з різними амплітудно-частковими характеристиками й незбіжними фазами, можуть привести до виникнення резонансних явищ у системі, що втримує референтний відбивач у діючому стані при вимірах, що буде вносити неоднозначні погіршення у визначення абсолютного значення прискорення сили тяжіння.

Застосування пристрою для визначення абсолютного значення прискорення сили тяжіння на морі з таким недоліком не може підвищити точність вимірів.

Відомий гравіметр для вимірів абсолютного значення прискорення сили тяжіння симетричним засобом, що містить рухомий відбивач, виконаний у вигляді кутового світловідбивача й поміщеного у вакуумну камеру, інтерферометр, систему виміру шляху й часу вільного руху рухомого відбивача, електронний блок регулювання вимірами й катапульту для підкидання рухомого відбивача на задану висоту, що складається з котушки соленоїда й сердечника, сполученого з кареткою, при чому підвищення точності вимірів забезпечується тим, що довження соленоїда й сердечника катапульти ставляться до заданої висоти підкидання рухомого відбивача не менше як $1/1$, каретка сполучена із сердечником пружинним елементом, а із соленоїдом - кінематичне. При такому відношенні механізму катапультивання до заданої висоти підкидання рухомого відбивача прискорення розгону рухомого відбивача дорівняє або менше сили тяжіння ($a < g$), що скорочує час дії сил пружинних деформацій

на рухомий відбивач, що дозволяє почати виміри прискорення сили тяжіння через кілька сотих часток секунди після початку його вільного руху у вакуумній камері. Ці особливості дозволяють створювати малогабаритну, із малою висотою підкидання рухомого відбивача, швидкодіючу катапульту, що найбільше відповідає вимогам вимірів на морі. Недоліком цього гравіметра є те, що на вільний рух рухомого відбивача у вакуумній камері у момент вимірів, можуть впливати навколишні магнітні поля, вносячи невизначені перекручування у результатах вимірів.

Метою цього винаходу є усунення зазначених недоліків, підвищення точності вимірів і їхньої збіжності.

На кресленні зображена схема гравіметра для абсолютних вимірів прискорення сили тяжіння симетричним засобом на морі:

Фіг.1

Гравіметр містить: електронний блок регулювання 1, дисплей 2, що сполучений з електронним блоком регулювання; соленоїд 3, сполучений з електронним блоком регулювання; несучий елемент 4, розташований всередині соленоїда, який має систему електромагнітного центрування 5, сполученого із електронним блоком регулювання, причому, на несучому елементі закріплена електронна схема, яка містить три датчика кутової швидкості, розташованих в горизонтальній площині під різними кутами один до одного 6 (на кресленні умовно показані вертикально), сполучених із електронною блок-схемою алгоритму роботи гравіметра 7, розташованою у електронному блоці регулювання; та референтний відбивач 8, містить джерело монохроматичного проміння 12; вимірювальний інтерферометр, до складу якого входить ділильний елемент монохроматичного променя 13; рухомий відбивач 9, розміщений у вакуумній камері 24; система поворотних дзеркал 14, 15, 17, 18, 19, 20 і напівпрозоре дзеркало 16, оптично сполученого з фотоелектронним перетворювачем 21 і сполученою з ним електронну схему відліку слуху і часу 22, сполученої з електронним блоком регулювання; вакуумна камера має магнітні уловлювачі 23, і катапульту 10; катапульту має додатковий соленоїд 11, сполучений із електронним блоком регулювання.

На Фіг.2 представлений варіант структурної схеми електронного блока регулювання.

Він складається з датчиків кутової швидкості 25, 26, 27, контролю нерухомості референтного відбивача; датчиків вібрацій 28; мікро-контролера 29; пристрою керування соленоїдом (3)30; пристрою керування катапультною 31; пристрою сполучення із фотоелектронним помножувачем 32; схеми визначення початку і кінця вимірів 33; пристрою сполучення із дисплеєм (2) 34; пристрою сполучення з ПК 35.

На Фіг.3 представлена електронна блок-схема алгоритму роботи гравіметра, яка містить: електронну схему ініціалізації 36; електронну схему вимірювання параметрів сигналів по XYZ та вібрацій 37; електронну схему обробки результатів визначення положення спокою 38; електронну схему дозволу вимірювання 39; електронну схему вимі-

рювання прискорення сили тяжіння 40; електронну схему сполучення з ПК 41; електронну схему обміну інформацією з ПК 42; електронну схему індикації параметрів вимірювання 43; електронну схему зупинки вимірів 44.

Установлений на силову гіроплатформу гравіметр робить у такий засіб:

З електронного блока регулювання 1 на прилад з відео екраном 2; на систему електромагнітного центрування 5; на схему датчиків кутової швидкості 6 подається стабілізована напруга. На соленоїд 3 подається регулюєма напруга. У періоди відсутності вертикальних переміщень судна, які виникають у основі морської хвилі, та на її вершині й обумовлені інертністю маси судна, оператор, змінюючи напругу, що подається на соленоїд 3 й керуючись зображенням сигналу на екрані приладу 2, виводить несучий елемент 4 із закріпленими на ньому датчиками кутової швидкості 6 і референтним відбивачем 8 таким чином, щоб зображення сигналу на екрані приладу 2 було стабільне. Стабілізована напруга подається на джерело монохроматичного променя 12. Монохроматичний промінь ділять елементом 13 розділяється на два променя, де перший промінь ділять елементом 13 направляється на поворотне дзеркало 14 і на референтний відбивач 8, де тричі відбившись поворотним дзеркалом 15 й напівпрозорим дзеркалом 16 направляється на фотоелектронний перетворювач 21. Другий монохроматичний промінь поворотними дзеркалами 17 і 18 направляється на рухомий відбивач 9, де тричі відбившись поворотними дзеркалами 19, 20 направляється на напівпрозоре дзеркало 16 і об'єднавшись із першим монохроматичним променем, направляється на фотоелектронний перетворювач 21.

Після включення стабілізованої напруги на блок-схему алгоритму роботи гравіметра відбувається ініціалізація мікро контролера (МК) 36; МК робить виміри параметрів лінійних переміщень по осям X,Y,Z 37; у блок-схемі відбувається цифрова обробка сигналів датчиків кутової швидкості з метою визначення становища нерухомості референтного відбивача 38:

Після визначення площини спокою МК 39 видає дозвіл на вимірювання сили тяжіння 40, враховуючи корекції в залежності від вібрацій і знищення фази вимірів 41, 42, 43, 44. Одержав із блок-схеми алгоритму роботи гравіметра дозвіл на проведення вимірів прискорення сили тяжіння електронний блок регулювання подає стабілізовану напругу на фотоелектронний перетворювач 21 і сполучену з ним схему відліку шляху і часу 22. Електронний блок регулювання 1 подає імпульс стабілізованої напруги на додатковий соленоїд 11 катапульти 10. Рухомий відбивач 9 підкидається на задану висоту. Зміна вертикального положення рухомого відбивача 9 на величину, рівну половині довжини хвилі джерела монохроматичного проме-

ня 12, відносно референтного відбивача 8, викликає зміну однієї інтерференційної смуги. Інтерференційне зображення трансформується фотоелектронним перетворювачем 21 у електричні сигнали, які обробляються електронною схемою відліку шляху і часу 22 і по заданим величинам вираховується абсолютне значення прискорення сили тяжіння.

Електронний блок регулювання може робить як у автономному режимі так і разом з ПК. В автономному режимі результати вимірів виводять на цифровий дисплей. При роботі з ПК є можливість змінювати параметри роботи електронного блока регулювання, а також одержувати на екрані ПК різну інформацію.

Застосування датчиків кутової швидкості з їх гіроскопічними здатностями і великою чутливістю визначення становища нерухомості референтного відбивача, узгодженні із блок-схемою алгоритму роботи гравіметра, підвищують точність вимірів симетричним засобом абсолютного значення прискорення сили тяжіння в умовах морського хвилювання.

Система електромагнітного центрування, що складається з електромагнітів рівномірно розташованих, щодо несучого елемента, з послідовно виключеними ємностями, що утворюють резонансні контури, виключає можливість механічного контакту між несучим елементом 4 і соленоїдом 3 у час вимірів при вібраціях, обумовлених роботою механізмів судна.

Виготовлені у вигляді кільцеподібних деталей з магнітоємкого матеріалу, наприклад АРМКО, із вузьким розрізом по радіусу магнітні уловлювачі 23, що розташовані у вакуумній камері 24, притягують на себе навколишні магнітні поля, які, здобувши полярність, стікаються к торцям вузьких розрізів і взаємознищуються, що підвищує сходиність вимірів.

Швидкодіюча катапульта 10 з малою висотою підкидання рухомого відбивача 9, із часом повного власного робочого циклу ~1с. знижує сумарний час вимірів будь-якого об'єму з підвищенням точності вимірів.

Датчики кутової швидкості можуть бути застосовані, наприклад, фірми "Мурата" (каталог, октябрь 2002р. ЗАО "Симметрон ЭК")

Джерела інформації.

1. А.П. Юзефович, Л.В. Огородова, «Гравіметр» М. «Надра» 1980. с 36-61.

2. А.с. СССР. №772388 м кл². ПРО 01. V 7/14 20.06.1980.

3. Патент Ц.А. 6921 сі ПРО 01. В 7/14. 31.03.1995. Бюл. №1 А.П.

4. Л.С. Жданов, В.А. Маранджян «Курс физики» ч.11 «Наука», М. 1970. с 168-169.

5. Заявка а200600850.

6. Фирма «murata» каталог. Октябрь 2002, ЗАО «Симметрон».

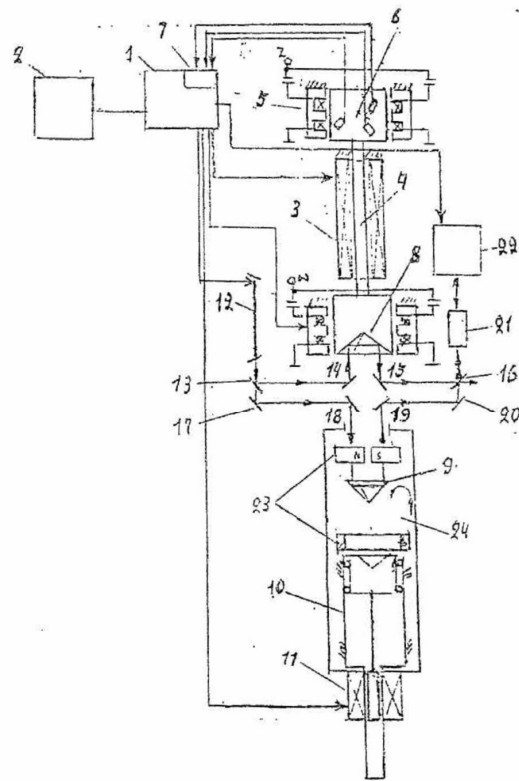


Fig. 1

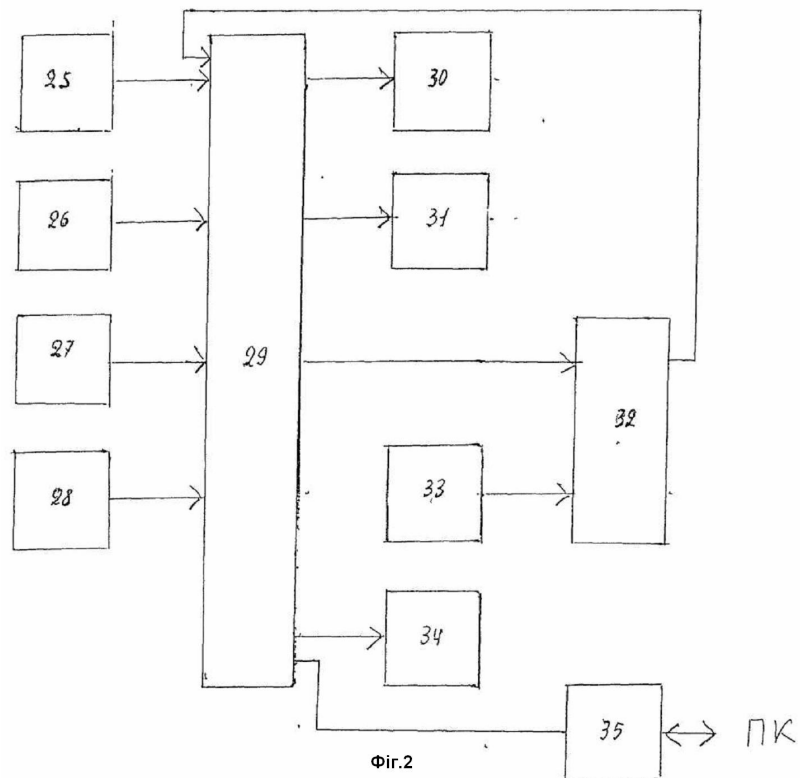
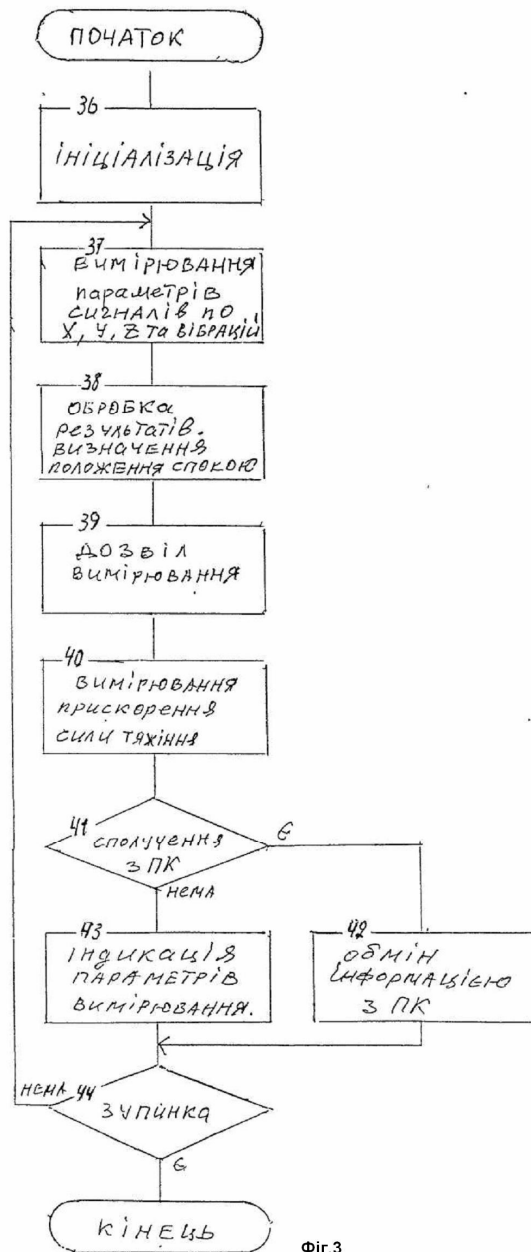


Fig. 2



Фіг.3