



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 110867

(13) C2

(51) МПК

G01C 9/14 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

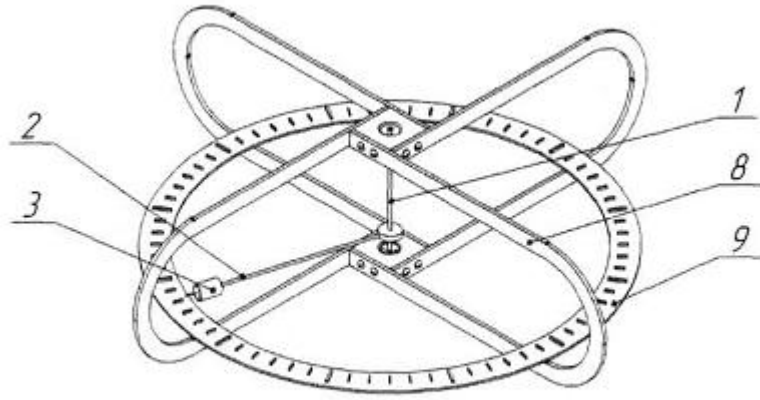
(21) Номер заявки:	а 2014 05412	(72) Винахідник(и):	Гожий Адам Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки:	21.05.2014	(73) Власник(и):	Гожий Адам Васильович,
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.02.2016		вул. М'ясоєдова, 27/29, к. 49, м. Полтава-14, 36029 (UA)
(41) Публікація відомостей про заявку:	12.01.2015, Бюл.№ 1	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.02.2016, Бюл.№ 4		UA 11810 U, 16.01.2006 SU 24965 A, 27.02.1931 RU 27211 U1, 10.01.2003 RU 2111454 C1, 20.05.1998 GB 122537 A, 30.01.1919 GB 274545 A, 15.07.1927 GB 124081 A, 20.03.1919 GB 182540 A, 30.06.1922 US 2385424 A, 25.09.1945 US 1381844 A, 14.06.1921

## (54) КРУГОВИЙ НАХИЛОМІР

### (57) Реферат:

Винахід належить до геофізики, геодезії, геодинаміки, метрології, землезнавства, біолокації, а саме до пристроїв для визначення у будь-яких напрямках нахилів земної поверхні і площин та інших елементів інженерних споруд, що на ній знаходяться. Круговий нахиломір, що складається із горизонтального коромисла, на одному кінці якого є тягар, а другий кінець жорстко з'єднаний із вертикальним стрижнем, який є основою вертикальної осі обертання горизонтального коромисла. Вертикальна вісь обертання геометрично задається точкою установки вістря голки на нижньому кінці вертикального стрижня у конічне заглиблення на корпусі приладу або установки вістря голки у нижній частині приладу у конічне заглиблення на нижньому кінці вертикального стрижня і точкою дотику циліндричної шпильки (тупої голки) на верхньому кінці вертикального стрижня до вістря кільцевого ножа на корпусі приладу. Горизонтальне коромисло виконане з можливістю вільно обертатись навколо вертикальної осі, геометрично заданої вказаними двома точками дотику. Нахиломір також має кругову шкалу для визначення величин поворотів горизонтального коромисла навколо вертикальної осі. Винахід дає можливість вести вимірювання в довільних напрямках; підвищити точність вимірювань, забезпечити відсутність похибок (обумовлених крученням, тертям, деформаціями), властивих маятникам на всіх різновидах підвісів коромисла.

UA 110867 C2



Фиг. 2

Нахиломіри є різновидністю горизонтальних маятників. В геофізиці, геодезії, гравіметрії, геодинаміці, астрометрії, метрології, нахиломіри використовуються для визначення нахилів і деформацій земної поверхні під дією різних сил, для вивчення деформацій земної кори та змінень фігури Землі. Крім того, нахиломірами визначають нахили окремих частин і поверхонь великих інженерних споруд (фундаментів АЕС, гребель ГЕС, мостів, тунелів, шахт тощо) при їх спорудженні і при стеженні за станом їх безпечної експлуатації.

Першим класичним прототипом сучасних нахиломірів є горизонтальний маятник, що був винайдений у Німеччині Хенглером у 1832 р. Через 40 років, у 1872 році, Цельнер удосконалив маятник Хенглера і назвав його «астрономічні терези». Згодом його стали називати горизонтальним маятником Цельнера. Основна ідея винаходу Цельнера (нитковий підвіс коромисла) виявилась настільки вдалою, що з деякими удосконаленнями вона успішно використовується впродовж уже майже півтора століття (Мельхиор П., 1968, на стор. 128).

Горизонтальний маятник Цельнера дозволяє реєструвати відносні змінення (відносно напрямку сили тяжіння) нахилу деякої умовної лінії, що перпендикулярна до площини підвісу маятника і жорстко зв'язана із земною поверхнею. Точне абсолютне положення ні цієї умовної лінії, ні осі поворотів маятника, відносно до напрямку сили тяжіння, визначити не можна. Усі різновидності горизонтальних маятників спочатку переважно використовувались для визначення припливних і неприпливних нахилів земної поверхні, і тому з часом за ними закріпилась назва - нахиломіри.

Відомі нахиломіри цельнерівського типу, що використовуються в теперішній час, значно досконаліші від класичного горизонтального маятника Цельнера - їх прототипу. Нахиломіри належать до найбільш високоточних засобів визначення нахилів поверхонь. Точність визначення нахилів земної поверхні сучасними нахиломірами цельнерівського типу - не нижче ніж 0,001" (Островський А.Е., 1978, на стор.22). Однак вони не без вад. Найбільш суттєвими є такі: 1) існування дрейфу нульпунктів приладів; 2) неможливість визначення абсолютних (відносно напрямку сили тяжіння - прямовисної лінії) значень нахилів; 3) можливість проведення визначень нахилів лише в стаціонарних умовах. Основна причина існування цих вад була відома давно - це недосконалість ниткового підвісу маятника. Вона обумовлена обривами, температурними та іншими деформаціями і крученнями ниток. Їх виготовляли із різних матеріалів (шовк, кінське волосся, платина та інші метали, кварц тощо), однак позбавитись від названих вад повною мірою не вдавалось. Тому паралельно із удосконаленнями горизонтальних маятників на ниткових підвісах коромисла конструювали маятники і на жорстких підвісах. Найбільш вдалу конструкцію винайшов фон Ребер-Пашвіц Е. [5]. Коромисло його горизонтального маятника з тягарем на одному кінці другим кінцем у двох точках з'єднувалось із корпусом приладу через осьові голкові опори, які установлювались в опорних чашках; голкові опори діяли на коромисло під різними кутами. Відтак коливання коромисла відбувалось відносно квазівертикальної осі, заданої цими двома голковими опорами на корпусі приладу.

Геккер О. удосконалив горизонтальний маятник Ребер-Пашвіца шляхом установки голкових опор в чашках так, щоб їх осі співпадали із напрямком дії сили тяжіння [4]. В удосконаленій Геккером конструкції горизонтального маятника Ребер-Пашвіца головним недоліком були труднощі у підборі матеріалів, із яких треба виготовляти осьові голки і чашки. Зазвичай використовували сталь і агат. Однак їх швидке зношування викликало тертя і, відповідно, зниження чутливості маятника. Вона знаходилась на рівні 0,01", тобто була на порядок нижчою ніж у горизонтальних маятників із цельнерівським підвісом.

Мілн і Шоу намагалися удосконалити маятник Ребер-Пашвіца, замінивши верхню жорстку голкову опору на ниткову і використавши в голковій опорі іридій і сапфір. Однак суттєвих підвищень чутливості маятника Ребер-Пашвіца їм не вдалось. Суть робіт [4, 5] викладена в (Мельхиор П., 1968, стор. 138, 139).

У горизонтальних маятників і з нитковими, і з жорсткими підвісами коромисла є ще один суттєвий недолік - вони дозволяють проводити визначення нахилів лише у певних напрямках. Найчастіше за такі напрямки беруть меридіан і перший вертикал. Здійснювати визначення нахилів у довільних напрямках (у довільних вертикалах) за допомогою відомих на сьогоднішній день горизонтальних маятників на ниткових і на жорстких підвісах є справою дуже складною і малоефективною. Метою нашої роботи було подолання цього бар'єру і створення нахиломіра, придатного для визначення нахилів у довільних напрямках - тобто створення кругового нахиломіра.

Як прототип нашого кругового нахиломіра ми використали горизонтальний маятник Ребер-Пашвіца. В усіх горизонтальних маятниках (і створених на їх основі нахиломірах) коливання маятника відбувається відносно квазівертикальної умовної осі, яка проходить через дві точки ниткового чи жорсткого підвісу коромисла маятника в корпусі приладу в цілому. В ньому

(корпусі) ці точки знаходяться у боковому положенні, а тому здійснити поворот коромисла на  $360^\circ$  навколо цієї умовної осі коливання маятника не можна, бо це призведе до деформації або до кручення, або навіть до обриву ниток підвісу у маятнику Цельнера чи до пошкодження осевих голкових підвісів коромисла у маятнику Ребер-Пашвіца.

Отже виходить, що створити круговий нахиломір безпосередньо на основі відомих горизонтальних маятників з нитковим чи жорстким підвісами не можна, бо на подвійних підвісах нема можливості забезпечити вільне кругове обертання коромисла маятника навколо квазівертикальної осі.

Круговий нахиломір на основі горизонтального маятника, що пропонується як прилад для високоточних визначень нахилів у довільних напрямках, повинен мати такі особливості пристрою.

1. Жорстке коромисло 2 горизонтального маятника (фіг.2) з тягарем 3 на одному кінці другим кінцем жорстко з'єднане із жорстким стрижнем 1, що є основою квазівертикальної осі, навколо якої здійснюється обертання коромисла 2.

2. Основа квазівертикальної осі обертання являє собою жорсткий стрижень 1, нижній кінець якого є гострою голкою 5 (фіг. 1а), або конічним заглибленням 4 (фіг. 1б) а верхній кінець є тупою голкою 7 такого ж діаметра, як і нижня голка 5.

3. Корпус приладу 8 являє собою жорстоку конструкцію (фіг.2), всередині якої є простір для установки коромисла 2, жорстко з'єданого зі стрижнем 1; в нижній частині цього простору є конічне заглиблення 4 (фіг. 1а), в яке ставиться вістря голки 5 стрижня 1, або у нижній частині цього простору є голка 5 (фіг. 1 б), на вістря якої ставиться конічне заглиблення 4 на нижньому кінці стрижня 1; в обох випадках у верхній частині корпусу приладу 8 є ножове кільце 6, яке фіксує положення верхнього кінця тупої голки 7 стрижня 1.

4. Фактичною геометричною віссю обертання горизонтального маятника є лінія, що проходить через точку дотику вістря нижньої голки 5 (фіг 1а) до вершини конічного заглиблення 4 і точку дотику бокової циліндричної поверхні верхньої голки 7 до вістря ножового кільця 6 на корпусі приладу 8. При обертанні маятника умовна геометрична вісь фактично описує у просторі гостроконічну поверхню, вершиною якої є вершина конічного заглиблення 4, а основою - вістря ножового кільця 6, по якому перекочується бокова циліндрична поверхня верхньої голки 7.

5. Для визначення нахилів якоїсь поверхні корпус приладу 8 (фіг.2) з'єднується із підставкою (трегером), який можна поставити на стандартний штатив, або безпосередньо на поверхню вимірювань. Для визначення кутів повороту коромисла 2 в корпусі нахиломіра 8 є кругова шкала 9, через центр якої проходить умовна геометрична вісь обертання коромисла.

Методика досліджень кругового нахиломіра і методика визначень нахилів поверхонь і ліній за його допомогою аналогічні методикам таких досліджень і визначень відомими нахиломірами і рівнями (наприклад, бульбашковими круглими і циліндричними) (Товчигречко С.С., 1965).

Винайдений круговий нахиломір придатний для використання: при визначенні припливних і неприпливних нахилів земної поверхні; при контролі установки технологічного обладнання в проектне положення; при будівництві і експлуатації великих інженерних споруд; як біолокатор тощо.

Виготовлення винайденого кругового нахиломіра не має якихось нездоланих технічних і технологічних перешкод.

Джерела науково-технічної інформації

1. Мельхиор П. Земные приливы. - Москва, «Мир», 1968, - 482 с.

2. Островський А.Е. Деформации земной коры по наблюдениям наклонов. -Москва, «Наука», 1978, - 184 с.

3. Товчигречко С.С. Уровни и методы их исследования. - Москва, Изд-во Госкомстандарта, 1965, - 108 с.

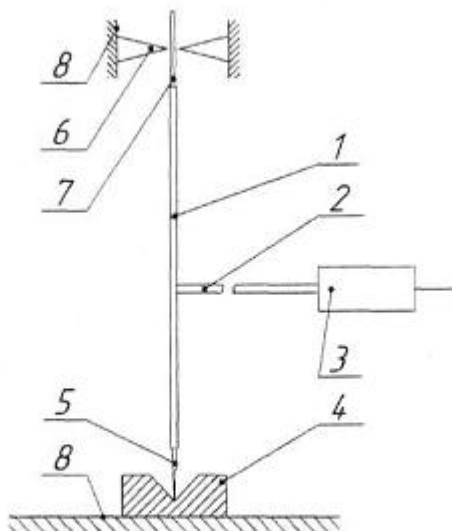
4. Hecker O. Das Horizontalpendel. «Zeitschrift fur Instrumentenkunde» Volume 16, pages 2-16, 1896

5. von Rebeur-Paschwitz E. Resultate aus Beobachtungen am Horizontalpendel zur Untersuchung der relativen Variationen der Lothlinie. «Astronomische Nachrichten» Volume 126, Issue 3001-3002, pages 1-18, 1891

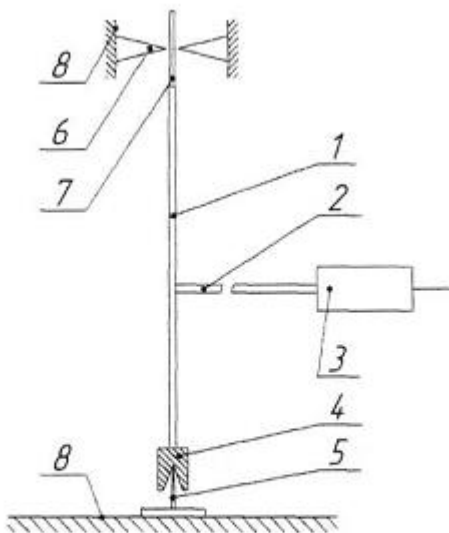
## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Круговий нахиломір, що складається із горизонтального коромисла, на одному кінці якого є тягар, а другий кінець жорстко з'єднаний із вертикальним стрижнем, який є основою вертикальної осі обертання горизонтального коромисла, який **відрізняється** тим, що

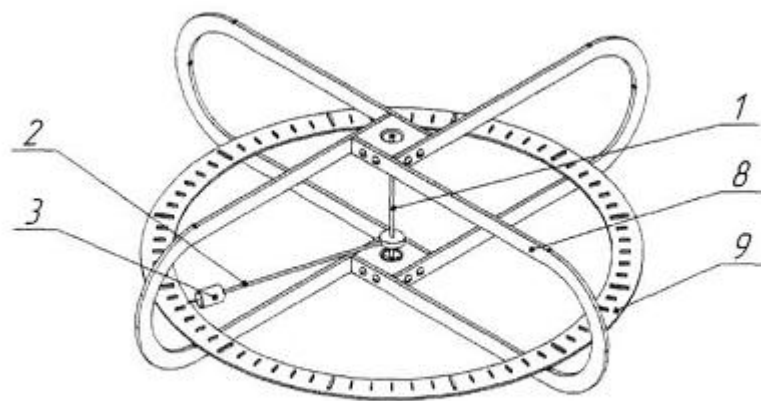
- вертикальна вісь обертання геометрично задається точкою установки вістря голки на нижньому кінці вертикального стрижня у конічне заглиблення на корпусі приладу або установки вістря голки у нижній частині приладу у конічне заглиблення на нижньому кінці вертикального стрижня і точкою дотику циліндричної шпильки (тупої голки) на верхньому кінці вертикального стрижня до вістря кільцевого ножа на корпусі приладу, при цьому горизонтальне коромисло виконане з можливістю вільно обертатись навколо вертикальної осі, геометрично заданої вказаними двома точками дотику, причому нахиломір має кругову шкалу для визначення величин поворотів горизонтального коромисла навколо вертикальної осі.
- 5



Фиг. 1а



Фиг. 1б



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

---

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