

УКРАЇНА



# ПАТЕНТ

НА ВІНАХІД

№ 122818

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР ДЛЯ  
СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України винаходів **06.01.2021.**

Т.в.о. Генерального директора  
Державного підприємства  
«Український інститут  
інтелектуальної власності»

П.І. Іваненко





(19) **UA**(51) МПК (2021.01)  
**G01M 11/00**  
**G01M 1/02 (2006.01)**

- 
- |                                                                                  |                                 |                  |                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) Номер заявки:                                                               | <b>а 2018 10909</b>             | (72) Винахідник: | <b>Сандлер Альберт<br/>Кирилович, UA</b>                                                      |
| (22) Дата подання заявки:                                                        | <b>05.11.2018</b>               |                  |                                                                                               |
| (24) Дата, з якої є чинними<br>права інтелектуальної<br>власності:               | <b>07.01.2021</b>               | (73) Володілець: | <b>Сандлер Альберт<br/>Кирилович,<br/>вул. Бреуса, 26/2, кв. 231, м.<br/>Одеса, 65017, UA</b> |
| (41) Дата публікації відомостей<br>про заявку та номер<br>Бюлетеня:              | <b>12.05.2020,<br/>Бюл. № 9</b> |                  |                                                                                               |
| (46) Дата публікації відомостей<br>про державну реєстрацію<br>та номер Бюлетеня: | <b>06.01.2021,<br/>Бюл. № 1</b> |                  |                                                                                               |
- 

(54) Назва винаходу:

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

(57) Формула винаходу:

Волоконно-оптичний акселерометр, що містить герметичний корпус з вводом для опорного світловоду, який має блок G-лінз, що з'єднаний з вимірювальним та компенсуючим світловодами, розміщеними в герметичному корпусі, при цьому на торцях вимірювального та компенсуючого світловодів розташовані віддзеркалюючі шари з сапфірового скла, на вимірювальному світловоді розташована ексцентрикова маса з кварцового скла, який відрізняється тим, що блок G-лінз додатково має C-лінзи для здійснення роз'єднання/об'єднання випромінювання, всі світловоди мають депресовану серцевину, вимірювальний та компенсуючий світловоди мають оптичні фільтри, з опорним світловодом жорстко сполучена біметалева пластина для компенсації температурного впливу.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
Державне підприємство  
«Український інститут інтелектуальної власності»  
(Укрпатент)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 1803050121 необхідно:

1. Перейти за посиланням <https://sis.ukrpatent.org>.
2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.
3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа Укрпатенту

07.01.2021



І.Є. Матусевич



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122818** (13) **C2**

(51) МПК (2021.01)

**G01M 11/00**

**G01M 1/02** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>(21)</b> Номер заявки: <b>a 2018 10909</b>                                               | <b>(72)</b> Винахідник(и):<br><b>Сандлер Альберт Кирилович (UA)</b>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>05.11.2018</b>                                          | <b>(73)</b> Володілець (володільці):<br><b>Сандлер Альберт Кирилович,</b><br>вул. Бреуса, 26/2, кв. 231, м. Одеса, 65017<br>(UA)                                                                                                                                                                                         |
| <b>(24)</b> Дата, з якої є чинними<br>права інтелектуальної<br>власності: <b>07.01.2021</b> | <b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги<br>експертизою:<br>UA 62937 U, 26.09.2011<br>WO 9800740 A1, 08.01.1998<br>US 6647161 B1, 11.11.2003<br>UA 16068 U, 17.07.2006<br>US 4800267 A, 24.01.1989<br>RU 132564 U1, 20.09.13<br>US 5118931 A, 02.06.1992<br>RU 2146373 C1, 10.03.2000<br>US 4788868 A, 06.12.1988 |
| <b>(41)</b> Публікація відомостей<br>про заяву: <b>12.05.2020, Бюл.№ 9</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>(46)</b> Публікація відомостей<br>про державну<br>реєстрацію: <b>06.01.2021, Бюл.№ 1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

**(54) ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**(57) Реферат:**

Даний винахід належить до інваріантних волоконних акселерометрів, які засновано на керуванні оптичними властивостями світловодів. Заявлений волоконно-оптичний акселерометр містить герметичний корпус з вводом для опорного світловоду, який має блок G-лінз, що з'єднаний з вимірювальним та компенсуючим світловодами, розміщеними в герметичному корпусі. При цьому на торцях вимірювального та компенсуючого світловодів розташовані віддзеркалюючі шари з сапфірового скла. На вимірювальному світловоді розташована ексцентрикова маса з кварцового скла. Блок G-лінз додатково має C-лінзи для здійснення роз'єднання/об'єднання випромінювання. Всі світловоди мають депресовану серцевину. Вимірювальний та компенсуючий світловоди мають оптичні фільтри. З опорним світловодом жорстко сполучена біметалева пластина для компенсації температурного впливу. Винахід полягає у підвищенні захищеності елементів від неконтрольованих експлуатаційних факторів та одночасно збереженні високого рівня чутливості п'єзооптичних та швидкодії волоконних акселерометрів відомих типів.

UA 122818 C2



Винахід належить до інваріантних волоконних акселерометрів, які засновано на керуванні оптичними властивостями світловодів. Область застосування - контроль рівня високочастотної вібрації газотурбінних установок. Для дослідження вібраційних полів у підшипникових вузлах газових турбін та газотурбокомпресорів суднових дизелів в умовах впливу високих температур [1, 2, 3].

Відомий п'єзооптичний акселерометр, який складається з циліндричної камери з герметичними вводами для світловодів по торцях, U-подібної основи з кварцового скла, випромінюючого, приймаючого та керованого світловодів, п'єзоелектричного модулятора, первинного п'єзоелемента та електродів [4].

Недоліки пристрою, які обумовлені використанням п'єзоматеріалів, електродів керування та наявності окремих світловодів для підводу та відводу випромінювання:

наявність елементів, виконаних з матеріалів з коефіцієнтами теплового поширення, що відрізняються один від одного;

необхідність обробки контактної поверхні основи з надзвичайно високою якістю для уникнення створення умов для появи паразитної модуляції;

досить низький рівень швидкодії віброакселерометра у височастині області;  
складність конструкції.

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, що досягається, до винаходу, який пропонується, є інваріантний волоконний акселерометр, що складається з герметичного корпусу, основи з кварцового скла, оптичного демультиплексора, одна з гілок якого містить G-лінзи та оптичний фільтр, з'єднуючого опорного світловоду, демультиплексора/мультиплексора, опорного, вимірювального та компенсуючого світловодів, віддзеркалюючих шарів з сапфірового скла на торцях вимірювального та компенсуючого світловодів та ексцентрикової маси на вимірювальному світловоді [5].

Недоліки пристрою, які обумовлені використанням згрупованих в єдиний блок у гілці демультиплексора G-лінзи та оптичного фільтра та відсутності елементів термокомпенсації:

віддаленість оптичного фільтра від ділянки, на якій відбувається модуляція випромінювання під впливом вібрації, створює умови для появи адитивного паразитного випромінювання та перекручування результатів вимірювання;

відсутність C-лінзи викликає неконтрольовані втрати зворотного випромінювання перекручування результатів вимірювання;

неможливість компенсації впливу негативних дестабілізуючих факторів, таких як підвищена температура, на елементи акселерометра.

В основу винаходу поставлена задача створення волоконно-оптичного віброакселерометра, у якому підвищена захищеність елементів від неконтрольованих експлуатаційних факторів та одночасно збережені високий рівень чутливості п'єзооптичних та швидкодія волоконних акселерометрів відомих типів.

Поставлена задача вирішується тим, що волоконно-оптичний акселерометр для спеціальних умов експлуатації, що містить герметичний корпус, опорний світловод, містить блок C/G-лінз, вимірювальний та компенсуючий світловоди з віддзеркалюючими шарами з сапфірового скла на торцях, та ексцентрикової маси з кварцового скла на вимірювальному світловоді. Світловоди мають депресовану сердцевину, оптичні фільтри залучені до складу вимірювального та компенсуючого світловодів, роз'єднання/об'єднання випромінювання здійснюють у блоці C/G-лінз, а для компенсації температурного впливу застосовано жорстко сполучену з опорним світловодом біметалеву пластину.

Технічний ефект досягається завдяки тому, що комбінація оптичних елементів забезпечує:

більш адекватного перетворення параметрів вібрації у зміни інформаційного сигналу;

компенсації впливу дестабілізуючих факторів на вимірювальний канал акселерометра;

наближення акселерометра, завдяки компенсації дестабілізуючих факторів, до джерела

виникнення вібрації у контрольованих вузлах;

підвищення якості функціонування за рахунок вибрання раціональної схеми модуляції випромінювання;

спрощення конструктивного виконання.

Суть винаходу пояснює креслення.

На (кресл.) де зображено герметичний корпус 1, опорний світловод 2, з'єднаний з одного боку з блоком C/G-лінз 3, який з'єднаний з вимірювальним 5 та компенсуючим 6 світловодами. До складу світловодів залучені оптичні фільтри 4. Самі світловоди консольно зафіксованими у корпусі, а їх торці вкрито віддзеркалюючими шарами з сапфірового скла 8 [7]. До вимірювального світловода, крім того, прикріплено ексцентрикову масу з кварцового скла 7, рух якої викликає порушення умов повного внутрішнього відбивання світла у вимірювальному



світловоді та модуляцію інтенсивності світлового потоку у ньому пропорційно величині механічних коливань, яка фіксується після відбивання світлового випромінювання від дзеркального шару. До опорного світловоду плазмовою зваркою прикріплено біметалеву пластину 9 [8]. Застосування світловодів з депресованою серцевиною дозволяє суттєво розширити діапазон одномодового режиму світловоду.

Під впливом механічних коливань та неконтрольованих дестабілізуючих факторів у вимірювальному світловоді відбувається порушення умов повного внутрішнього відбивання світла, яке виникає як відклик на зміни показника переломлювання вимірювального світловода [6]. У компенсуючому світловоді аналогічні зміни відбуваються тільки під впливом неконтрольованих дестабілізуючих факторів.

Порушення умов повного відбивання світла у вимірювальному та компенсуючому світловодах знаходить своє відображення у зміні величини інтенсивності світлового випромінювання, яке відбивається від віддзеркалюючих шарів. Випромінювання повертається до демультіплексора, де завдяки комбінації C/G-лінз та оптичного фільтра має різні довжини хвиль. Подальша обробка величини інтенсивності випромінювання, що надходить від двох світловодів та реєструється по чергово в двох динамічних субрежимах, за методом диференційної селекції дозволить отримати електричний сигнал, який буде пропорційний величині вимірюваної вібрації та в якому буде компенсована складова від впливу дестабілізуючих факторів.

Перелік посилань креслення

Волоконно-оптичний акселерометр для спеціальних умов експлуатації: 1 - корпус; 2 - опорний світловод; 3-C/G-лінзи; 4 - оптичний фільтр; 5 - вимірювальний світловод; 6 - компенсуючий світловод; 7 - ексцентрикова маса; 8 - віддзеркалюючий шар; 9 - біметалева пластинка.

Відомості, які підтверджують можливість здійснення винаходу.

У статичному режимі (механічні коливання відсутні), у елементах акселерометра відбувається зменшення інтенсивності оптичного випромінювання, що проходить скрізь них, яке обумовлене тільки впливом дестабілізуючих неконтрольованих факторів. У цьому режимі, під впливом температури, змінюється геометрія біметалевої пластини, зафіксованої на ділянці опорного світловоду. Збільшення радіуса вигину опорного світловоду викликає визначене зменшення втрат потужності оптичного випромінювання пропорційно температурі зовнішнього середовища. Таким чином в межах режиму відбувається термокомпенсація підвищеної температури.

У динамічному режимі (контроль механічних коливань) під впливом вібрації відбувається рух ексцентрикової маси, який перетворюється у деформацію зсуву у вимірювальному світловоді. За таких умов змінюється співвідношення показників переломлення серцевини та оболонки вимірювального світловоду, що викликає адекватне порушення у ньому умови повного внутрішнього відбивання світла. За таких умов, частина випромінювання, що уведене до вимірювального світловода, буде виводитися за його межі. Частина світла, що залишилася, буде відбиватися від віддзеркалюючого шару та повертатися по опорному світловоду до фотоприймача.

Випромінювання, що надходить від вимірювального та компенсуючого світловодів, завдяки комбінації C/G-лінз та оптичних фільтрів має різні довжини хвиль. У першому динамічному субрежимі фотоприймачем реєструється випромінювання з довжиною хвилі, що надходить від компенсуючого світловоду та враховується в подальшому як поправка. У другому динамічному субрежимі фотоприймачем реєструється випромінювання з довжиною хвилі, що надходить від вимірювального світловода.

Подальша обробка величини інтенсивності випромінювання, що реєструється по чергово в двох субрежимах, за методом диференційної селекції дозволить отримати електричний сигнал, який буде пропорційний величині вимірюваної вібрації та в якому буде компенсована складова від впливу дестабілізуючих факторів. Таким чином буде здійснена інваріантність акселерометра до дестабілізуючих факторів та реалізована можливість застосування в спеціальних умовах експлуатації.

Джерела інформації:

1. Моек, Е., Штрикерт, Х. Техническая диагностика судовых машин и механизмов. - Л.: Судостроение, 1986. - С. 97-103.

2. Баркова Н.А. Оптимизация методов диагностики подшипников качения по высокочастотной вибрации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vibrotek.com/russian/articles/opthi/index.htm>.



3. Якобсон П.П. Особенности вибрационной диагностики газотурбинных установок. [Электронный ресурс] - Режим доступа <http://www.vibrotek.com/russian/articles/gtu/index.htm>.

4. Сандлер, А.К., Сандлер, О.А. ГГезооптичний віскозиметр: Деклараційний патент України № 41993, МПК (2009) G01M 11/00. - заявл. 04.11.2008.// Опубл. 25.06.2009, бюл. № 12.

5 5. Сандлер, А.К., Сандлер, О.А. Інваріантний волоконний акселерометр: Деклараційний патент України № 62437, МПК (2011) G01M 11/00. - заявл. 02.02.2011.// Опубл. 26.10.2011, бюл. № 18.

6. Гуляев, Ю.В., Меш, М.Я., Проклов, В.В. Модуляционные эффекты в волоконных световодах и их применение. - М.: Радио и связь, 1991. - 152 с.

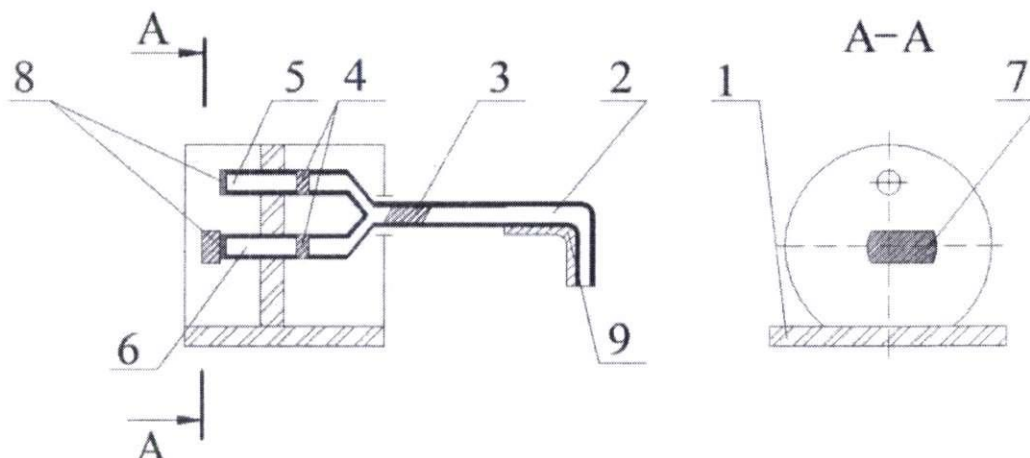
10 7. Круглов Р.С., Appel't В.Э., Задорин А.С. Динамические искажения сигналов в многомодовых оптических волокнах, <http://www.tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2006-5/40-45.pdf>.

15 8. Сандлер А.К., Цюпко Ю.М., Сандлер О.А., Цюпко К.Ю. Волоконно-оптический датчик климат-контролю для вимірювання вологості і температури: Патент України на винахід № 79525, МПК (2013.01) G02B 6/00 G01N 25/56 (2006.1). - заявл. 24.10.2012.// Опубл. 25.04.2013, бюл. № 8.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

20 Волоконно-оптический акселерометр, що містить герметичний корпус з вводом для опорного світловоду, який має блок G-лінз, що з'єднаний з вимірювальним та компенсуючим світловодами, розміщеними в герметичному корпусі, при цьому на торцях вимірювального та компенсуючого світловодів розташовані віддзеркалюючі шари з сапфірового скла, на вимірювальному світловоді розташована ексцентрикова маса з кварцового скла, який **відрізняється** тим, що блок G-лінз додатково має C-лінзи для здійснення роз'єднання/об'єднання випромінювання, всі світловоди мають депресовану серцевину, вимірювальний та компенсуючий світловоди мають оптичні фільтри, з опорним світловодом жорстко сполучена біметалева пластина для компенсації температурного впливу.

25



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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