



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **132878** (13) **U**
(51) МПК
G01B 11/16 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2018 10646	(72) Винахідник(и): Левтеров Андрій Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.10.2018	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Левтеров Андрій Іванович, пр. Перемоги, 54-а, кв. 41, м. Харків, 61202 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.03.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.03.2019, Бюл.№ 5	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ВЕЛИКИХ РОЗМІРІВ

(57) Реферат:

Пристрій для вимірювання деформацій елементів конструкцій великих розмірів містить лазер, фотоприймач та блок обробки і реєстрації. До складу пристрою також введені оптичний коліматор, вузол розгортки, блок комутації та n-1 фотоприймачів, які являють собою n послідовно розташованих датчиків деформації, що знаходяться на опорах, розташованих на деякій певній рівній відстані один від одного по горизонталі впродовж конструкції, жорстко закріплених на конструкції, що деформується. Перший і n-ий фотоприймачі, лазер, з'єднаний через оптичний коліматор з вузлом розгортки лазерного променя винесені за межі конструкції, що деформується. Всі n фотоприймачі знаходяться на одній висоті над поверхнею конструкції, що деформується, а лазер, коліматор і вузол розгортки знаходяться на протилежному боці конструкції на тій же висоті від горизонтальної поверхні конструкції напроти фотоприймачів, чутлива поверхня яких повернута в напрямку вузла розгортки. Вузол розгортки здійснює розгортку лазерного променя у горизонтальній площині по поверхні датчиків деформації, а блок комутації з'єднаний з блоком обробки і реєстрації.

UA 132878 U

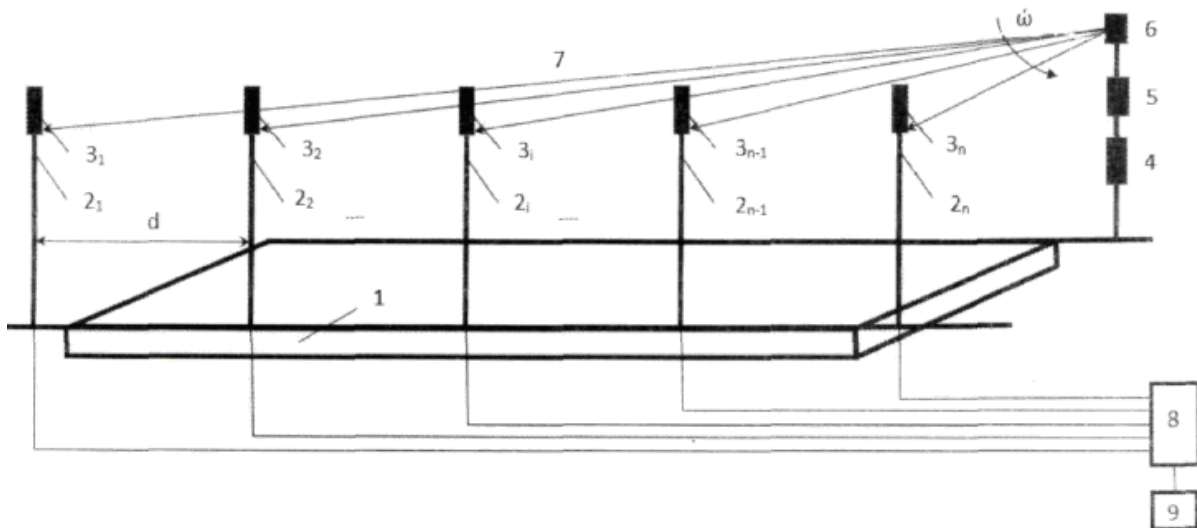


Fig. 1

Корисна модель належить до вимірювання деформацій елементів конструкцій великих розмірів, наприклад мостів, оптичними методами.

Для контролю та прогнозування стану мостової споруди з застосуванням АСДМ широке розповсюдження набули оптичні методи вимірювання деформації. Так, наприклад, у пристрої для вимірювання деформації, що містить n послідовно розташованих датчиків деформації, жорстко закріплених на конструкції, що деформується, кожен з яких містить напівпрозоре дзеркало, хрестоподібну марку та джерело світла, приймач світла, вузол фокусування, вузол розгортки світла, блок комутації та реєстратор, причому розташовані послідовно уздовж оптичної осі між приймачем світла і напівпрозорими дзеркалами n хрестоподібних марок, розташовані уздовж оптичної осі кожного датчика, перпендикулярній основній оптичній осі між напівпрозорим дзеркалом і джерелом світла, блок комутації, вхід якого з'єднаний з приймачем світла, а його вихід з'єднаний з вузлом фокусування, n джерелами світла і реєстратором ОхМ, що містить вимірювальну схему і обчислювальний блок [1,2].

Недоліком цих пристроїв є недостатня точність та недостатні функціональні можливості і практична неприцездатність пристрою у сонячні дні, тому що приймачу світла важко відрізнити промінь світла, що застосовується у пристрої, від променя сонця, тим паче, що джерело світла у аналогу ще й проходить через напівпрозоре дзеркало. Посилаючись у аналогу на відмову від лазерного променя, де не використовується промінь певної довжини хвилі і легко за допомогою відповідного фільтра відсікається весь спектр сонячного світла, крім променя певної довжини хвилі, автори значно обмежують функціональні можливості аналогу.

Найближчим аналогом є пристрій, який містить джерело світла у вигляді вузько спрямованих світлових імпульсів, фотоприймач, виконаний у вигляді матриці фотоелементів з кількістю строк і стовпців, рівним $2N+1$, де $N=1,2,\dots, i$, блок обробки і реєстрації, з'єднаний з фотоприймачем, генератор імпульсів, з'єднаний з джерелом світла, блок затримки, вхід якого з'єднаний з генератором імпульсів, а його вихід - з блоком обробки і реєстрації. Джерело світла і фотоприймач закріплені на конструкції, що деформується.

Недоліком цього пристрою є те, що контроль деформації виконується в одній точці конструкції, що обмежує область застосування цього пристрою. Якщо потрібно здійснити контроль конструкції великих розмірів, наприклад мостів, то потрібно певна кількість матричних фотоприймачів та джерел світла у вигляді вузько спрямованих світлових імпульсів, для чого необхідно використовувати декілька аналогічних пристроїв, що значно ускладнює конструкцію.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки пристрою для вимірювання деформацій конструкцій великих розмірів спрощеної конструкції з підвищеними функціональними можливостями.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомий пристрій, що вміщує лазер, фотоприймач, блок реєстрації додатково введені оптичний коліматор, вузол розгортки, блок комутації та $n-1$ фотоприймачів, які являють собою n послідовно розташованих датчиків деформації, що знаходяться на опорах, розташованих на деякій певній рівній відстані один від одного по горизонталі впродовж конструкції, жорстко закріплених на конструкції, що деформується, причому перший і n -ий фотоприймачі, лазер, з'єднаний через оптичний коліматор з вузлом розгортки лазерного променя винесені за межі конструкції, що деформується, всі n фотоприймачі знаходяться на одній висоті над поверхнею конструкції, що деформується, а лазер, коліматор і вузол розгортки знаходяться на протилежному боці конструкції на тій же висоті від горизонтальної поверхні конструкції напроти фотоприймачів, чутлива поверхня яких повернута в напрямку вузла розгортки, причому вузол розгортки здійснює розгортку лазерного променя у горизонтальній площині по поверхні датчиків деформації, а блок комутації з'єднаний через блок обробки і реєстрації.

На Фіг. 1 представлений загальний вигляд пристрою і положення фотоприймачів на конструкції без деформації.

На Фіг.2 представлений загальний вигляд пристрою і положення фотоприймачів на конструкції з деформацією.

На Фіг. 3 представлена конструкція фотоприймача з k елементами.

На Фіг. 4 представлений обіг лазерним променем i -того елемента фотоприймача Z_m до деформації конструкції.

На Фіг. 5 представлений обіг лазерним променем j -того елемента фотоприймача Z_m після деформації конструкції.

Працює пристрій наступним чином. Для виміру деформації конструкції великих розмірів застосовуються n фотоприймачів Z_1, \dots, Z_n , що являють собою n послідовно розташованих датчиків деформації, які знаходяться на опорах $2_1, \dots, 2_n$, жорстко закріплених на конструкції, розташованих на деякій певній рівній відстані d один від одного по горизонталі впродовж

конструкції 1 (Фіг. 1 та Фіг. 2) і на одній висоті від горизонтальної поверхні конструкції (Фіг. 3 та Фіг. 4). Причому фотоприймачі Z_1 і Z_n , винесені за межі конструкції. Крім того за межі конструкції винесені лазер 4, оптичний коліматор 5 і вузол 6 розгортки лазерного променя 7, які розташовуються на опорі на такій же висоті, як і фотоприймачі, але на протилежному боці конструкції напроти датчиків деформації, чутлива поверхня яких повернута у напрямку вузла розгортки лазерного променя. У пристрої застосовується лазер з безперервним випромінюванням променя певної довжини хвилі. Послідовно з лазером розташовується оптичний коліматор, який складається з об'єктива, у фокальній площині якого розміщується вихід лазерного променя 7. Оптичний коліматор 5 забезпечує паралельність лазерного променя і тому, за рахунок, практично, нульової розбіжності, вся енергія лазерного променя буде зосереджена на чутливій поверхні кожного багатоелементного фотоприймача, виконаного у вигляді лінійки елементів певної довжини l (Фіг. 3), причому кожний фотоприймач має однакову кількість елементів. Кожний елемент фотоприймача виконаний із певного матеріалу, що без особливих перешкод пропускає лазерний промінь 7. Всі n фотоприймачів, що складаються із k елементів, містять фотодіоди, перед якими розташовуються чутлива поверхня і оптичний фільтр, що пропускає промінь тільки певної довжини хвилі лазера. Всі елементи фотоприймача розміщуються у герметичному корпусі. Вузол розгортки 6, наприклад, являє собою двигун, на валу якого розташовується дзеркало або призма із дзеркальною гранню, що знаходяться під кутом 45° до лазерному променя, або крутий оптичний клин, за рахунок чого промінь лазера розгортається у горизонтальній площині.

Оптичний сигнал, що розгортається, з вузла розгортки 6 послідовно пробігає по чутливій поверхні елемента з відповідним однаковим номером і кожного Z_1, \dots, Z_n фотоприймача (Фігура 3, Фігура 4). Електричний сигнал з фотодіода надходить на підсилювач електричного сигналу фотоприймача, який, після підсилення, надходить на блок комутації 8 (Фіг. 1 та Фіг. 2).

Якщо конструкція буде деформована (пунктирна лінія 10 на Фіг. 2 та Фіг. 4). то фотоприймачі Z_2, \dots, Z_{n-1} змінять своє положення відносно лазерного променя, що розгортається, і лазерний промінь 7 буде обігати інший за номером (наприклад, j) елемент відповідного фотоприймача, а на фотоприймачах Z_1, Z_n номер елемента не поміняється. Підсилені електричні сигнали з відповідних елементів фотоприймачів Z_1, \dots, Z_n надходять через блок 8 комутації до блока 9 обробки і реєстрації. Різниця між номером і елемента фотоприймача Z_1 або Z_n і номером елемента відповідного фотоприймача, що знаходиться на деформованій поверхні конструкції помножена на певну довжину елемента, дасть величину деформації тієї ділянки конструкції, на якій знаходиться відповідний фотоприймач.

$$\Delta l_m = (j-i) \cdot l,$$

де Δl_m - величина деформації під m -тим фотоприймачем,

i - номер елемента фотоприймача Z_m до деформації (номер елемента фотоприймача Z_1 або Z_n),

j - номер елемента фотоприймача Z_j після деформації,

l - довжина елемента фотоприймача.

Пристрій може бути застосований в автоматизованій системі моніторингу деформацій (АСДМ) мостових конструкцій, інших елементів конструкцій великих розмірів, що дозволить оперативно контролювати їхній стан, зміщення і прогини, що виникають в результаті впливу зовнішніх природно-кліматичних впливів, а також інтенсивного транспортного навантаження.

Джерела інформації:

1. Brevet d'invention. №2.153.798 France G 01 B 11/00. Dispositif optique de controle permanent d'alignement. - 24.09.1971.

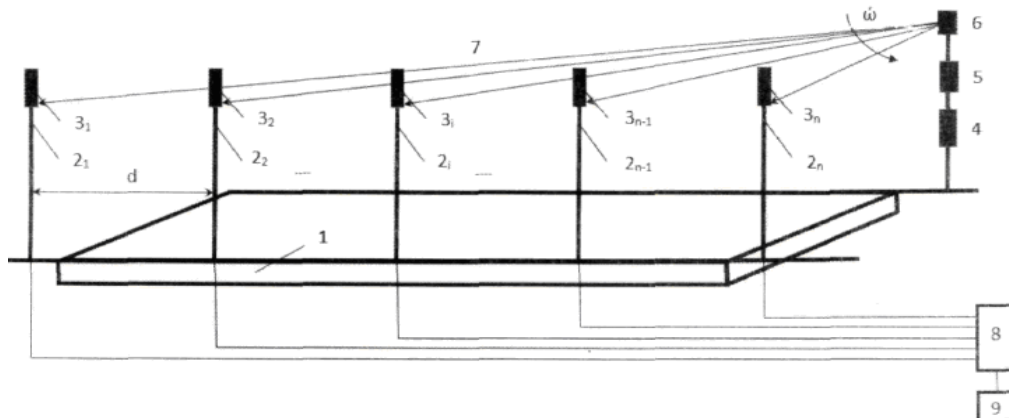
2 А.с. №1216642 СРСР МПК G 01 B 16/11. Устройство для определения деформаций конструкции // Богатыренко К.И., Денисенко О.В. -3728163/25-28. Заявл. 18.04 1984; опубл. 07.03.1986. Бюл. №9.

3 А.с. №1441193 СРСР МПК G 01 B 11/16. Устройство для определения деформаций образца // В.Н. Гавриков, А.В. Бабенко, О.А. Фуженко. - 42444991/25-28. Заявл. 14.05.87; опубл. 30.11.88. Бюл. №44.

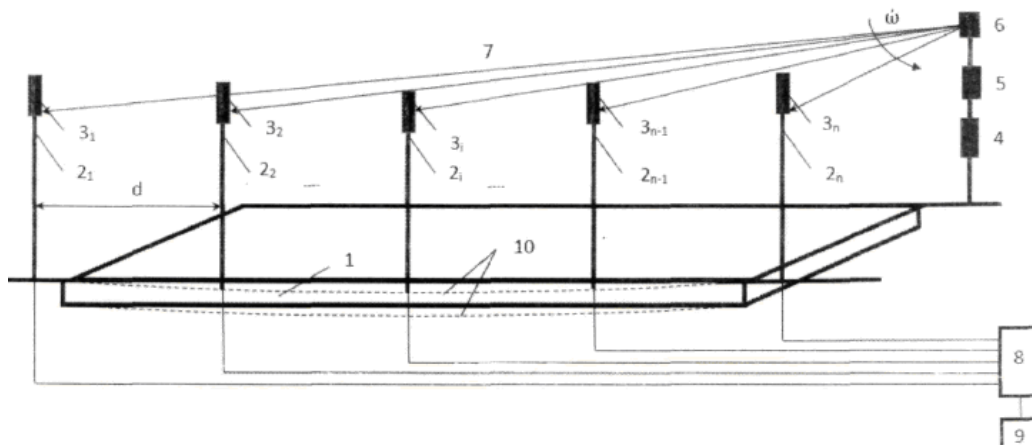
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для вимірювання деформацій елементів конструкцій великих розмірів, що містить лазер, фотоприймач та блок обробки і реєстрації, який **відрізняється** тим, що до складу пристрою додатково введені оптичний коліматор, вузол розгортки, блок комутації та $n-1$ фотоприймачів, які являють собою n послідовно розташованих датчиків деформації, що знаходяться на опорах, розташованих на деякій певній рівній відстані один від одного по

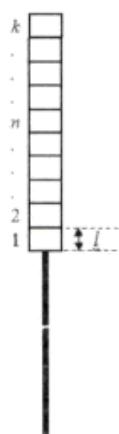
- 5 горизонталі уздовж конструкції, жорстко закріплених на конструкції, що деформується, причому перший і n-ий фотоприймачі, лазер, з'єднаний через оптичний коліматор з вузлом розгортки лазерного променя, винесені за межі конструкції, що деформується, всі n фотоприймачі знаходяться на одній висоті над поверхнею конструкції, що деформується, а лазер, коліматор і вузол розгортки знаходяться на протилежному боці конструкції на тій же висоті від горизонтальної поверхні конструкції напроти фотоприймачів, чутлива поверхня яких повернута в напрямку вузла розгортки, причому вузол розгортки здійснює розгортку лазерного променя у горизонтальній площині по поверхні датчиків деформації, а блок комутації з'єднаний з блоком обробки і реєстрації.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

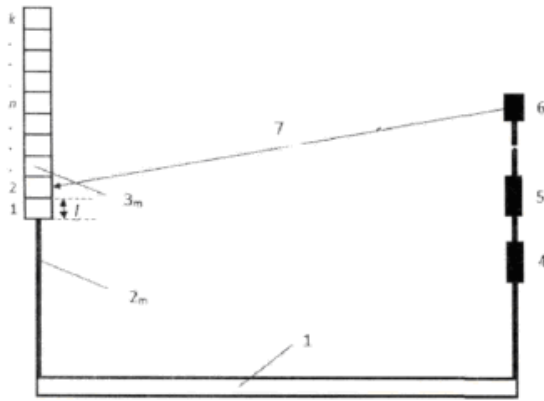


Fig. 4

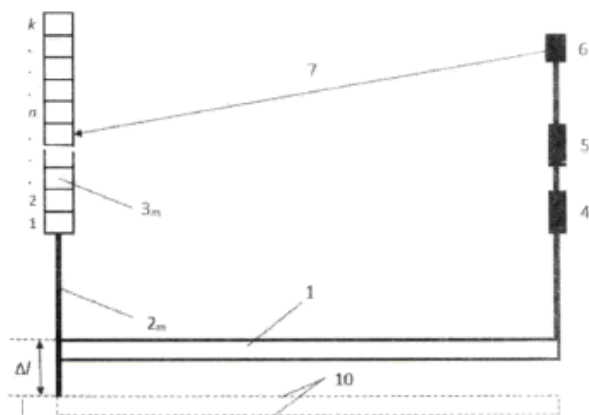


Fig. 5

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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