



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **134607** (13) **U**
(51) МПК
G01B 11/16 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

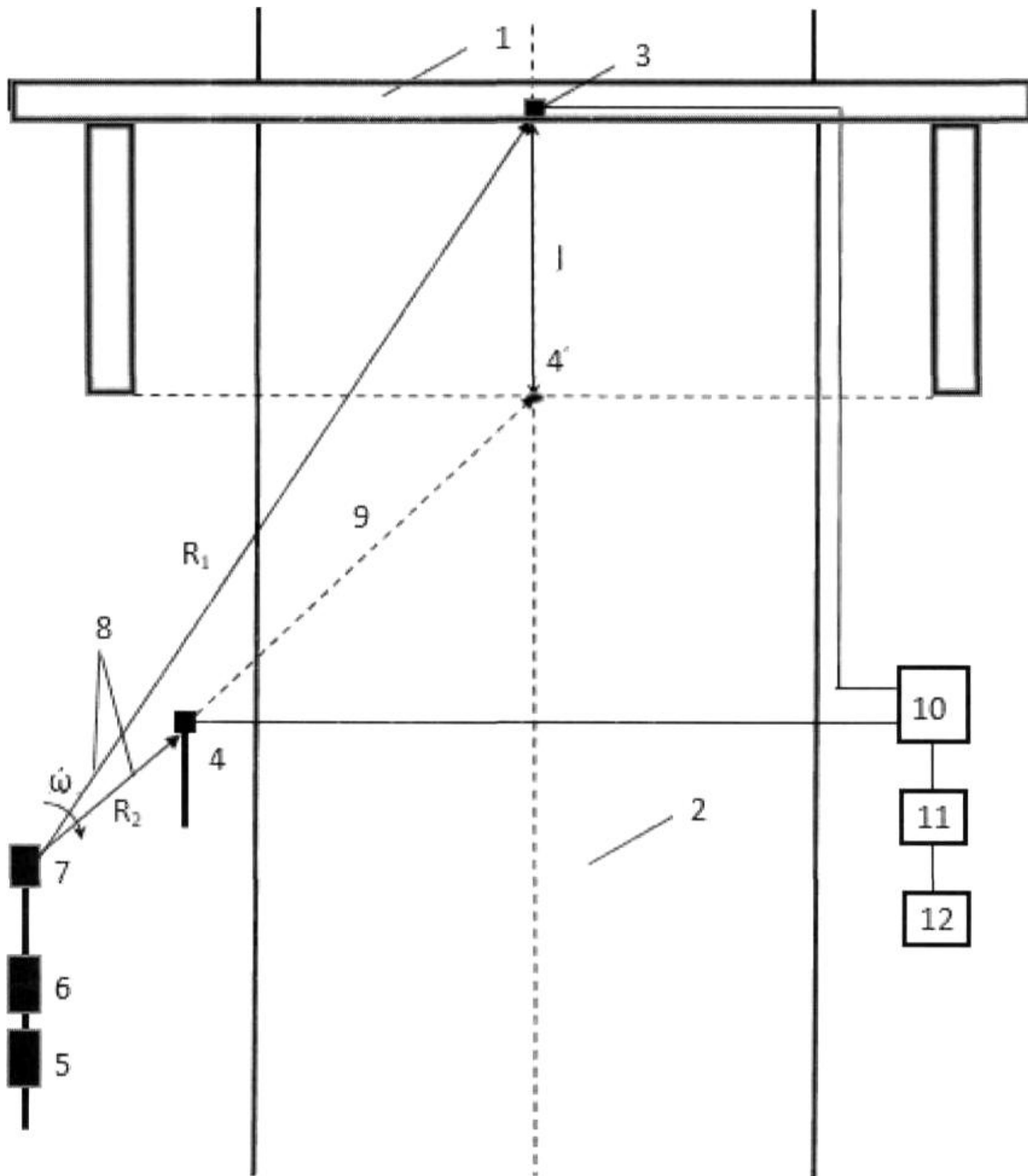
<p>(21) Номер заявки: u 2018 12757</p> <p>(22) Дата подання заявки: 21.12.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.05.2019</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.05.2019, Бюл.№ 10</p>	<p>(72) Винахідник(и): Левтеров Андрій Іванович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): 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)</p>
--	---

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ МОСТІВ ТА ПІДМОСТОВОГО ГАБАРИТУ

(57) Реферат:

Пристрій для вимірювання деформацій елементів конструкцій та підмостового габариту мостів містить джерело світла та блок обробки і реєстрації. Пристрій додатково містить послідовно розташовані на опорі джерело світла у вигляді лазера ІЧ-діапазону, коліматор та вузол розгортки лазерного променя та фотоприймачі. Перший фотоприймач закріплюється до наміченої точки мостової прольотної балки. Другий фотоприймач встановлюється на ґрунті в одній вертикальній площині з першим фотоприймачем на певній відстані від мосту. Фотоприймачі з'єднані відповідно з першим та другим входом блоку комутації, вихід якого з'єднаний з блоком обробки і реєстрації.

UA 134607 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до вимірювання деформацій елементів конструкцій мостів та підмостового габариту оптичними методами.

Відомий пристрій для вимірювання деформацій мостів, що містить датчик на тензометричній основі, який конструктивно являє собою консольну пластину з наклеєними тензорезисторами. Один кінець пластини жорстко з'єднано з нерухомою основою датчика, а до іншого закріплено струну (дріт), яку з'єднано з конструкцією та через пружину до землі. Причому струна закріплюється до наміченої точки мостової прольотної балки, а під точкою кріплення струни в ґрунт або асфальтне покриття проїзної частини дороги забивається анкер (стрижень діаметром 12 мм та довжиною 200...500 мм). Нижній кінець струни через пружину з натягом близько 2-3 кг приєднується до анкера. Сам датчик закріплюється на тринозі, а кінець чутливої консолі приєднується до натягнутої струни. Кожна система струна-датчик після встановлення в робоче положення необхідно тарувати тарувальним "еталоном" - шпренгельною планкою, оскільки кожного разу довжина струни та пружність скруток в місцях її приєднання буде різною. Причому під час навішування та знімання тарувальної планки проводиться реєстрація показів датчика, за якими і визначається його масштабний коефіцієнт [1].

Недоліком цього пристрою є обмежене застосування для вимірювання експлуатаційного навантаження автодорожніх мостів у вигляді суцільного транспортного потоку з неперіодичним тривалим навантаженням та залізничних мостів, якщо під прольотом мосту проходить автомобільна дорога, тому що, по-перше, для закріплення струни на прольотній балці мосту треба застосовувати, наприклад, автокран, а у зв'язку з цим перекивати рух транспорту, який рухається по дорозі під мостом. По-друге, відбувається руйнування дорожнього покриття дороги при вбиванні анкера і при їх витяганні після проведення обстеження. По-третє, на час обстеження треба перекивати рух транспорту по дорозі під мостом на тривалий час, пов'язаний з таруванням датчика (датчиків) і саме обстеженням, що економічно недоцільно. Крім того, цей пристрій не можливо застосовувати на мостах через річку чи на заболочених ґрунтах. Наведені недоліки значно обмежують застосування цього пристрою для вимірювання деформацій та експлуатаційного навантаження автодорожніх мостів у вигляді суцільного транспортного потоку з неперіодичним тривалим навантаженням та залізничних мостів.

Найбільш близьким аналогом є пристрій для вимірювання деформацій, який містить джерело світла, виконане у вигляді джерела вузькоспрямованих світлових імпульсів, блок обробки і реєстрації, генератор імпульсів, блок затримки і фотоприймач, виконаний у вигляді матриці фотоприймачів чисельністю рядків і стовпців, рівним $2N+1$, яка контролює величину і напрямок деформації, причому, якщо вузько спрямований світловий імпульс потрапив одночасно на кілька фотоелементів багатоелементного фотоприймача, то відстань і напрямок деформації обчислюється як середньоарифметичне значення величини всіх освітлених фотоелементів у блоку обробки і реєстрації [2].

Недоліком цього пристрою є складність пристрою, завдяки застосуванню матриці з чисельністю $2N+1 \times 2N+1$ фотоприймачів, що тягне за собою блок комутації на $2N+1 \times 2N+1$ входів та $2N+1 \times 2N+1$ перетворювачів імпульсів з фотоприймачів.

В основу корисної моделі поставлена задача спрощення та розширення функціональних можливостей пристрою для вимірювання деформацій елементів конструкцій мостів та підмостового габариту.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій, який містить джерело світла та блок обробки і реєстрації, згідно з корисною моделлю, пристрій додатково містить послідовно розташовані на опорі джерело світла у вигляді лазера ІЧ-діапазону, коліматор та вузол розгортки лазерного променя, перший фотоприймач, який закріплюється до наміченої точки мостової прольотної балки, другий фотоприймач, який встановлюється на ґрунті в одній вертикальній площині з першим фотоприймачем, встановлений на опорі на певній відстані від мосту, які з'єднані відповідно з першим та другим входом блоку комутації, вихід якого з'єднаний з блоком обробки і реєстрації, який являє собою блок обчислень деформацій мостової конструкції та підмостового габариту, вихід якого з'єднаний з блоком реєстрації.

На Фіг. 1 представлений загальний вигляд пристрою без деформації прольотної балки мосту.

На Фіг. 2 представлений загальний вигляд пристрою з деформацією прольотної балки мосту.

На Фіг. 3 представлені часові діаграми роботи пристрою без деформації прольотної балки мосту (а) і після деформації (б).

Працює пристрій наступним чином.

Для виміру підмостового габариту та виміру деформації прольотної балки 1 мосту застосовуються перший фотоприймач 3, встановлений в середині прольотної балки мосту,

другий фотоприймач 4, встановлений на опорі на певній відстані від мосту та послідовно розташовані лазер 5, оптичний коліматор 6 і вузол 7 розгортки лазерного променю 8, які встановлені на опорі на певній відстані від другого фотоприймача 4 і відповідно на певній відстані від мосту, причому другий фотоприймач 4 та вузол 7 розгортки лазерного променю 8 знаходяться в одній вертикальній площині з першим фотоприймачем 3 (Фіг. 1). Для вибору точок встановлення першого фотоприймача 3 на середині прольотної балки мосту та виміру підмостового габариту l (низ фотоприймача 3 на прольотній балці 1 мосту та точка 4' на дорозі 2 на Фіг. 1) застосовується, наприклад, тахеометр. Другий фотоприймач 4 встановлюється на опорі таким чином, що б точка 4' була його продовженням 9 на дорозі 2 (Фіг. 1, 2).

У пристрої застосовано лазер (лазерний діод) з безперервним випромінюванням променю інфрачервоного (ІЧ) діапазону певної довжини хвилі. Послідовно з лазером розташовується оптичний коліматор, який складається з об'єктива, у фокальній площині якого розміщується вихід лазерного променю. Оптичний коліматор 6 забезпечує паралельність лазерного променю 8 і тому, за рахунок, практично, нульової розбіжності, вся енергія лазерного променю буде зосереджена на чутливій поверхні кожного фотоприймача, виконаній із певного матеріалу, що без особливих перешкод пропускає лазерний промінь. Фотоприймачі 3 і 4 містять фотодіод, перед яким розташовуються чутлива поверхня і оптичний фільтр, що пропускає промінь тільки певної довжини хвилі лазера. Всі елементи фотоприймача розміщуються у герметичному корпусі. Вузол розгортки 7, наприклад, являє собою двигун, на валу якого розташовується дзеркало, що знаходяться під кутом 45° до лазерному променю, або крутий оптичний клин, за рахунок чого промінь лазера розгортається у вертикальній площині.

Оптичний сигнал 8, що розгортається, з вузла розгортки 7 послідовно пробігає по чутливій поверхні першого і другого фотоприймачів певної довжини h (Фіг.1, 2). Електричний сигнал з фотодіода фотоприймачів 3 і 4 поступає на підсилювач електричного сигналу відповідного фотоприймача, який, після підсилення, поступає на блок комутації 10 (Фіг.1, 2). Тривалість електричного імпульсу з виходу фотоприймача буде визначатися швидкістю проходження лазерного променю по чутливій поверхні фотоприймача, яка, у свою чергу, буде визначатися кутовою швидкістю ω' двигуна вузла розгортки і відстанню R вузла розгортки до фотоприймача (Фіг.1, 2). Тому тривалість імпульсів з першого та другого фотоприймачів буде різною і в міру наближення фотоприймача до вузла розгортки буде збільшуватись (Фіг. 3)

$$\tau_1 = \frac{h}{\omega R_1}, \quad (1)$$

де $\omega' = 2 \cdot \pi \cdot f$ - кутова швидкість обертів двигуна;

R_1 - відстань між блоком розгортки лазерного променю та першим фотоприймачем.

Тоді для другого фотоприймача тривалість імпульсу буде, відповідно,

$$\tau_2 = \frac{h}{\omega R_2}, \quad (2)$$

Тривалість часу t проходження лазерного променю від першого фотоприймача до другого фотоприймача буде відповідати довжині l підмостового габариту при відсутності деформації прольотної балки мосту. Слід зазначити, що тривалість часу t береться від заднього фронту імпульсу першого фотоприймача 3 до переднього фронту імпульсу другого фотоприймача 4 (Фіг. 3, а).

Якщо конструкція мосту буде деформована 13 (пунктирні лінії на Фіг. 2), то підмостовий габарит зміниться, відповідно, до l_1 (Фіг. 2), що відповідатиме часу t_1 проходження лазерного променю від першого фотоприймача 3 до другого фотоприймача 4 (Фіг. 3, б), причому тривалість імпульсів буде такою ж, як і для конструкції до деформації (Фіг. 3, а).

Після надходження імпульсів з фотоприймачів 3 і 4 відповідно до деформації прольотної балки мосту і після її деформації через блок 10 комутації до блоку 11 обчислення, який виконує обчислення спочатку t і t_1 , а потім підмостового габариту з виразу:

$$\frac{t}{t_1} = \frac{l}{l_1}, \quad (3)$$

$$l_1 = \frac{l \cdot t_1}{t}, \quad (4)$$

Звідки величина деформації прольотної балки мосту буде:

$$\Delta l = l - l_1, \quad (5)$$

5 Після перетворення і обчислення інформація про величину підмостового габариту та величину деформації прольотної балки мосту з блоку 11 обчислень надходить на реєстратор 12 (Фіг. 1, 2).

Розроблений пристрій пройшов випробування у лабораторних умовах, показав велику працездатність і достатню точність (до 1 мм) виміру підмостового габариту та деформацій

10 конструкцій елементів мостів.

Пристрій може бути застосований в автоматизованій системі моніторингу деформацій та мостового габариту (АСДМ), що дозволить оперативно контролювати їхній стан, зміщення і прогини, що виникають в результаті впливу зовнішніх природно-кліматичних впливів, а також суцільного транспортного потоку на автодорожніх мостах та поїздів на залізничних мостах.

15 Джерела інформації:

1. Редченко В.П. Динамічні випробування мостів. Частина 2: вільні коливання, модальний контроль / Редченко В.П. - Дніпро: Пороги, 2017. - 216 с.

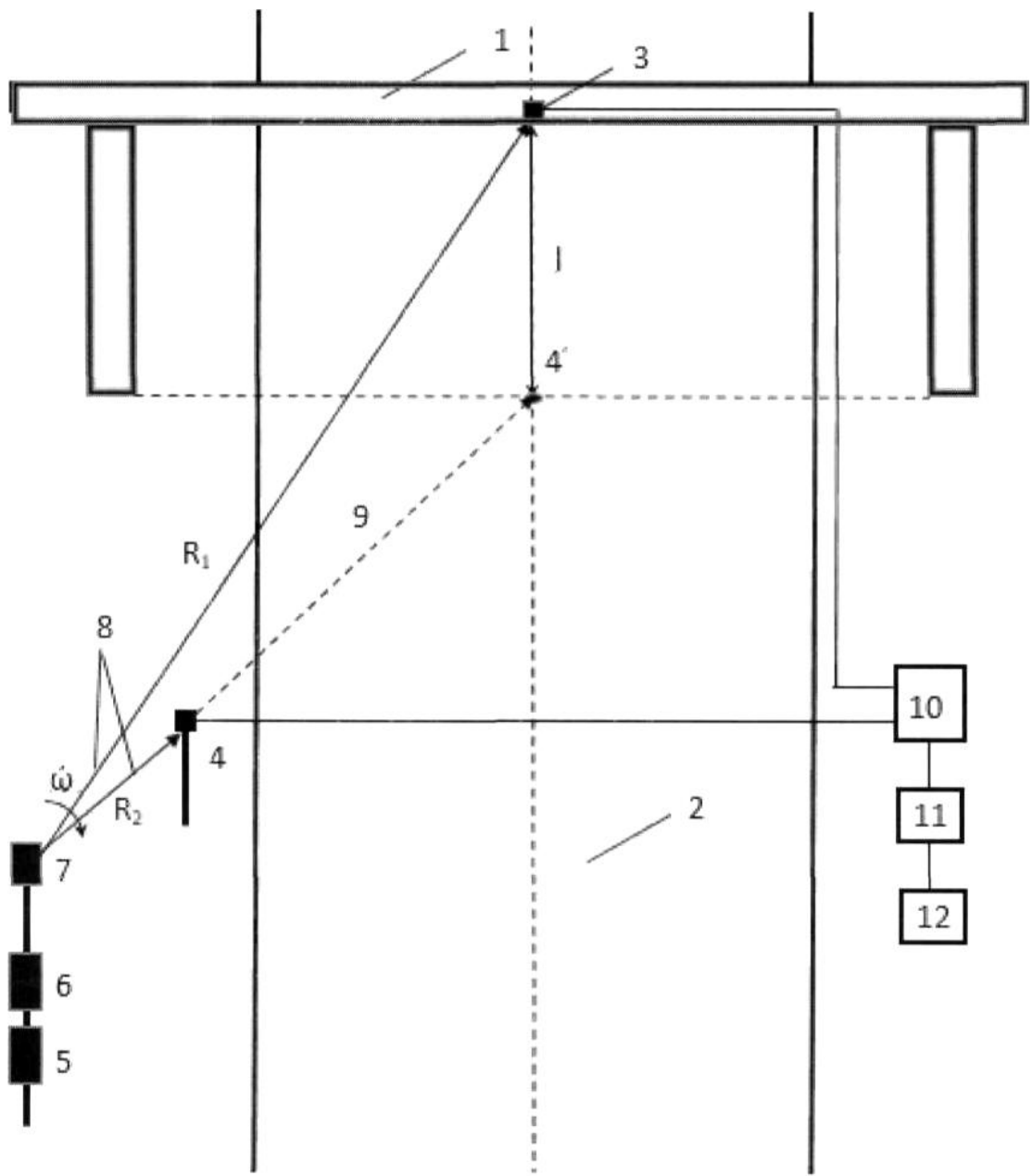
2. АС СРСР № 1441193, МПК G 01 B 11/16. Устройство для определения деформаций образца // В.Н. Гавриков, А.В. Бабенко, О.А. Фуженко. - 42444991/25-28. Заявл. 14.05.87; опубл. 30.11.88. Бюл. № 44.

20

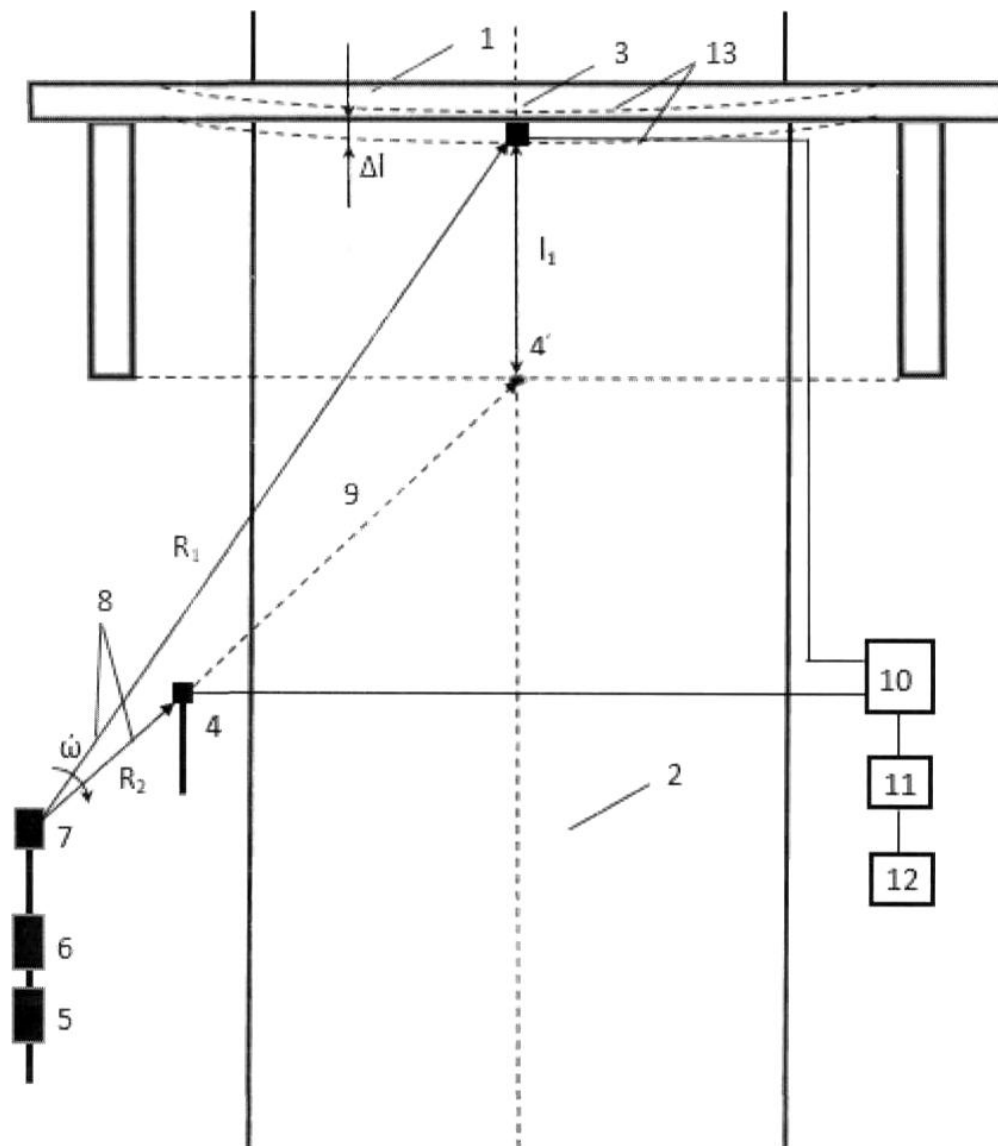
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Пристрій для вимірювання деформацій елементів конструкцій та підмостового габариту мостів, який містить джерело світла та блок обробки і реєстрації, який **відрізняється** тим, що містить послідовно розташовані на опорі джерело світла у вигляді лазера ІЧ-діапазону, коліматор та вузол розгортки лазерного променя, перший фотоприймач, який закріплюється до наміченої точки мостової прольотної балки, другий фотоприймач, який встановлюється на ґрунті в одній

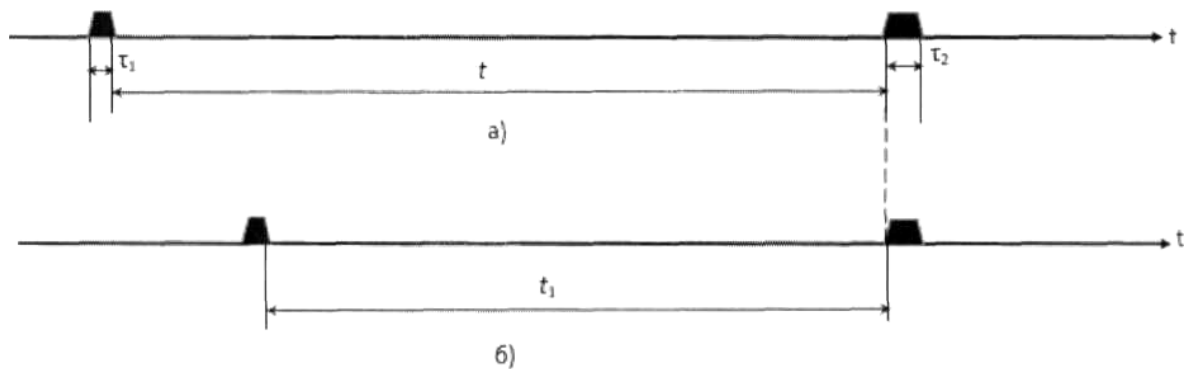
30 вертикальній площині з першим фотоприймачем, встановлений на опорі на певній відстані від мосту, які з'єднані відповідно з першим та другим входом блока комутації, вихід якого з'єднаний з блоком обробки і реєстрації, який являє собою блок обчислень деформацій мостової конструкції та підмостового габариту, вихід якого з'єднаний з блоком реєстрації.



Фиг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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