

**УКРАЇНА****(19) UA****(11) 123024****(13) C2****(51) МПК****G01B 11/16 (2006.01)**

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(21)** Номер заявки: **а 2019 03200****(22)** Дата подання заявки: **01.04.2019****(24)** Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **04.02.2021****(41)** Публікація відомостей
про заявку: **25.11.2019, Бюл.№ 22****(46)** Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **03.02.2021, Бюл.№ 5****(72)** Винахідник(и):**Левтеров Андрій Іванович (UA),
Костікова Марина Володимирівна (UA),
Симбірський Геннадій Дмитрович (UA),
Кудін Анатолій Іванович (UA),
Шевченко Вікторія Олександрівна (UA),
Фастовець Валентина Іванівна (UA),
Плехова Ганна Анатоліївна (UA)****(73)** Володілець (володільці):**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ,****вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002
(UA),****Левтеров Андрій Іванович,
пр. Перемоги, 54-а, кв. 41, м. Харків, 61202
(UA)****(56)** Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:**FR 2153798 A5, 04.05.1973****RU 2085837 C1, 27.07.1997****US 2004129867 A1, 08.07.2004****RU 2575795 C2, 20.02.2016****SU 1216642 A1, 07.03.1986****US 4422737 A, 27.12.1983****US 4452534 A, 05.06.1984****UA 132878 U, 11.03.2019****SU 1441193 A1, 30.11.1988****(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ МОСТІВ****(57)** Реферат:

Винахід належить до вимірювання просторової деформації елементів конструкцій мостів, наприклад мостів, оптичними методами. Заявлений пристрій для вимірювання просторової деформації елементів конструкцій мостів містить лазер, оптичний коліматор, вузол розгортки, блок комутації, блок обробки і реєстрації, з'єднані між собою, та n фотоприймачів, які представляють 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. При цьому 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. 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. До складу пристрою додатково введені другий лазер, другий

UA 123024 C2

коліматор та дзеркало, що знаходиться під кутом 45° до лазерного променя або призми, встановлені на додатковій опорі напроти i -тої опори, що знаходиться на протилежному боці конструкції на тій же висоті від горизонтальної поверхні конструкції. Додаткова та i -а опори пов'язані між собою дротом, всередині якого встановлений ультразвуковий датчик для виміру деформації всередині (у поперечному розрізі) мостової конструкції. На поверхні ультразвукового датчика закріплюється додатковий фотоприймач для контролю прогину дроту, чутлива поверхня якого повернута у напрямку дзеркала або призми, встановленої на додатковій опорі. Винахід полягає у розробці пристрою для вимірювання просторової деформації елементів конструкцій мостів з підвищеними функціональними можливостями.

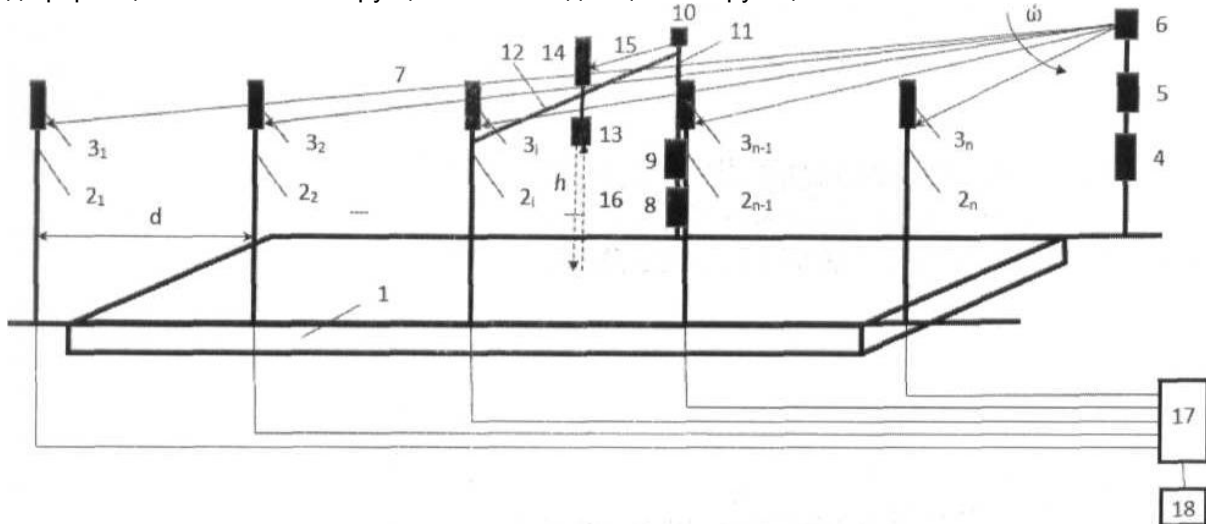


Fig. 1

Винахід належить до вимірювання деформацій елементів конструкцій 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 джерело світла у вигляді вузькоспрямованих світлових імпульсів, фотоприймач, виконаний у вигляді матриці фотоелементів з кількістю строк і стовпців, рівною $2N+1$, де $N=1,2,\dots$, і 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 [1].

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 потрібна певна кількість матричних фотоприймачів та джерел світла у вигляді вузькоспрямованих світлових імпульсів, для чого необхідно використовувати декілька аналогічних пристроїв, що значно ускладнює конструкцію.

Найближчим аналогом є пристрій, який містить лазер, оптичний коліматор, вузол розгортки, блок комутації, блок обробки і реєстрації, з'єднані між собою, та n фотоприймачів, які представляють 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 [2].

Недоліком цього пристрою є те, що вимірювання деформацій здійснюється тільки по боковим поверхням елементів конструкції мосту і не вимірюються деформації поверхні середини (у поперечному розрізі) мосту.

В основу винаходу поставлена задача розробити пристрій для вимірювання просторової деформації елементів конструкцій мостів з підвищеними функціональними можливостями.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомий пристрій, що містить лазер, оптичний коліматор, вузол розгортки, блок комутації, блок обробки і реєстрації, з'єднані між собою, та n фотоприймачів, які представляють 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, згідно з винаходом, до складу пристрою додатково введені другий лазер, другий коліматор та дзеркало, що знаходиться під кутом 45° до лазерного променя, або призма встановлені на додатковій опорі напроти i -тої опори, що знаходиться на протилежному боці конструкції на тій же висоті від горизонтальної поверхні конструкції, причому додаткова та i -а опори, пов'язані між собою дротом, в середині якого встановлений ультразвуковий датчик для виміру деформації всередині (у поперечному розрізі) мостової конструкції, а на поверхні ультразвукового датчика закріплюється додатковий фотоприймач для контролю прогину дроту, чутлива поверхня якого повернута у напрямку дзеркала або призми, встановленої на додатковій опорі.

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

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

На Фігурі 3 представлена конструкція фотоприймача з k елементами.

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

На Фігурі 5 представлений оббіг лазерним променем j -того елемента фотоприймача 3_m після поздовжньої деформації конструкції.

На Фігурі 6 представлені часові діаграми просторової деформації елементів конструкції мосту без деформації дроту.

5 На Фігурі 7 представлений елемент конструкції мосту без просторових деформацій мосту і ультразвуковим датчиком без деформації дроту.

На Фігурі 8 представлений елемент конструкції мосту без поздовжньої, але з поперечною увігнутою деформацією мосту і ультразвуковим датчиком без деформації дроту.

10 На Фігурі 9 представлений елемент конструкції мосту без поздовжньої, але з поперечною опуклою деформацією мосту і ультразвуковим датчиком без деформації дроту.

На Фігурі 10 представлений елемент конструкції мосту з поздовжньою деформацією мосту і ультразвуковим датчиком без деформації дроту.

На Фігурі 11 представлений елемент конструкції мосту з поздовжньою і поперечною увігнутою деформацією мосту та ультразвуковим датчиком без деформації дроту.

15 На Фігурі 12 представлений елемент конструкції мосту з поздовжньою і поперечною опуклою деформацією мосту та ультразвуковим датчиком без деформації дроту.

На Фігурі 13 представлений елемент конструкції мосту без просторових деформацій мосту і ультразвуковим датчиком з деформацією дроту.

20 На Фігурі 14 представлений елемент конструкції мосту без поздовжньої, але з поперечною увігнутою деформацією мосту і ультразвуковим датчиком з деформацією дроту.

На Фігурі 15 представлені часові діаграми просторової деформації елементів конструкції мосту з деформацією дроту.

На Фігурі 16 представлений елемент конструкції мосту без поздовжньої, але з поперечною опуклою деформацією мосту і ультразвуковим датчиком з деформацією дроту.

25 На Фігурі 17 представлений елемент конструкції мосту з поздовжньою деформацією мосту і ультразвуковим датчиком з деформацією дроту.

На Фігурі 18 представлений елемент конструкції мосту з поздовжньою і поперечною увігнутою деформацією мосту та ультразвуковим датчиком з деформацією дроту.

30 На Фігурі 19 представлений елемент конструкції мосту з поздовжньою і поперечною опуклою деформацією мосту та ультразвуковим датчиком з деформацією дроту.

Працює пристрій наступним чином. Для виміру деформації конструкції великих розмірів застосовуються n фотоприймачів $3_1, \dots, 3_n$, що представляють 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 (Фігура 1 та Фігура 2) і на одній висоті від горизонтальної поверхні конструкції (Фігура 1). При цьому фотоприймачі 3_1 і 3_n , винесені за межі конструкції. Крім цього 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 (Фігура 4 та Фігура 5). Всі n послідовно розташованих датчиків деформації і додатковий фотоприймач 14 для контролю прогини дроту виконані у вигляді лінійки елементів певної довжини l (Фігура 3), причому кожний фотоприймач має однакову кількість елементів. Кожний елемент фотоприймача виконаний із певного матеріалу, що без особливих перешкод пропускає лазерний промінь 7 та 15. Всі n фотоприймачів і додатковий фотоприймач 14, 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. Другий лазер 8, другий коліматор 9 та дзеркало, що знаходиться під кутом 45° до лазерного променя, або призма 10 встановлені на додатковій опорі 11 напроти 2_i -тої опори, що знаходиться на протилежному боці конструкції на тій же висоті від горизонтальної поверхні конструкції, причому додаткова 11 та 2_i -а опори, пов'язані між собою дротом 12, всередині якого встановлений ультразвуковий датчик 13 для виміру деформації всередині (у поперечному розрізі) мостової конструкції, а на поверхні ультразвукового датчика закріплюється додатковий фотоприймач 14 для контролю прогину дроту, чутлива поверхня якого повернута у напрямку дзеркала або призми 10, встановленої на додатковій опорі 11. У пристрої застосовуються лазери з безперервним випромінюванням променя певної довжини хвилі. Послідовно з лазерами 4 і 8 розташовуються оптичні коліматори 5 і 9, які складаються з об'єктива, у фокальній площині якого розміщується вихід лазерного променя 7 та 15 (Фігура 1, Фігура 2). Оптичні коліматори 5 та 9 забезпечують паралельність лазерного променя і тому, за рахунок, практично, нульової розбіжності, вся енергія лазерного променя буде зосереджена на чутливій

поверхні кожного багатоелементного фотоприймача. Вузол розгортки 6, наприклад, представляє 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.

5 Оптичний сигнал, що розгортається, з вузла розгортки 6 послідовно пробігає по чутливій поверхні елемента з відповідним однаковим номером і кожного $3_i, \dots, 3_n$ фотоприймача (Фігура 1 та Фігура 4). Це свідчить про те, що конструкція мосту не деформована. Електричний сигнал з фотодіода надходить на підсилювач електричного сигналу фотоприймача, який, після підсилення, надходить на блок комутації 17 (Фігура 1 та Фігура 2).

10 Якщо конструкція буде поздовжньо деформована (пунктирна лінія 19 на Фігурі 2 та Фігурі 5), то фотоприймачі $3_2, \dots, 3_{n-1}$ 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 $3_1, 3_n$ номер елемента не поміняється. Підсилені електричні сигнали з відповідних елементів фотоприймачів $3_1, \dots, 3_n$ надходять через блок 17 комутації до блока 18 обробки і реєстрації. Різниця між номером i елемента фотоприймача 3_1 або 3_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

$$\Delta l_m = (j-i) \cdot l, \quad (1)$$

20 де Δl_m - величина деформації під m-тим фотоприймачем,
i - номер елемента фотоприймача 3_m до деформації (номер елемента фотоприймача 3_1 або 3_n),
j - номер елемента фотоприймача 3_m після деформації,
l - довжина елемента фотоприймача.

25 Номер елемента не поміняється і на додатковому фотоприймачі 14, тому що при поздовжній деформації мосту опора 2_i та додаткова опора 11 одночасно змінять своє положення на величину Δh (Фігура 2 та Фігура 10), причому $\Delta h = \Delta l_m$.

Для вибору точки встановлення ультразвукового датчика на середині дроту та виміру висоти h його встановлення над серединою проїзної частини мосту (Фігура 1) застосовується, наприклад, тахеометр.

30 При відсутності деформації мостової конструкції час t між зондуючим (посланим на проїзну частину мосту) сигналом з ультразвукового датчика і відбитим сигналом з проїзної частини мосту, що надійшов до ультразвукового датчика, буде відповідати висоті h (Фігура 6, а та Фігура 7).

35 При поздовжній деформації мостової конструкції (пунктирна лінія 19 на Фігурі 2 та Фігурі 10) час t між зондуючим (посланим на проїзну частину мосту) сигналом з ультразвукового датчика і відбитим сигналом з проїзної частини мосту, що надійшов до ультразвукового датчика, буде відповідати висоті h (Фігура 6, а та Фігура 10).

40 Якщо просторова деформація буде поперечною увігнутою (Фігура 6 (а, б), пунктирна лінія 20 на Фігурі 8 та Фігурі 11), то

$$\frac{t_1}{t} = \frac{h_1}{h}, \quad (2)$$

$$\text{звідки} \quad \frac{h_1}{h} = \frac{t_1}{t}. \quad (3)$$

45

$$\text{Тоді} \quad h_1 = h \cdot \left(1 - \frac{\Delta t_1}{t}\right), \quad (5)$$

$$\text{звідки} \quad \Delta h_1 = h \cdot \frac{\Delta t_1}{t}, \quad (6)$$

$$\text{де} \quad \Delta t_1 = t_1 - t, \quad \text{відповідно,} \quad \Delta h_1 = h_1 - h \quad (\text{Фігура 6, а, б}).$$

50 Аналогічно, для опуклої поперечної деформації (Фігура 6 (а, в), пунктирна лінія 21 на Фігурі 9 та Фігурі 12, то

$$h_2 = h \cdot \left(1 - \frac{\Delta t_2}{t}\right), \quad (7)$$

$$\text{Звідки} \\ \Delta h_2 = -h \cdot \frac{\Delta t_2}{t}. \quad (8)$$

де $\Delta t_2 = t_2 - t$, відповідно, $\Delta h_2 = h_2 - h$ (Фігура 6, а, в).

5 Знак мінус у виразі (8) вказує на те, що деформація конструкції є опуклою.

За рахунок погодно-кліматичних впливів і втомлених напруг може бути деформований дріт, на якому встановлений ультразвуковий датчик для виміру деформації всередині (у поперечному розрізі) мостової конструкції. Величина деформації дроту без деформації мостової конструкції (Фігура 6 (а, г) та Фігура 13) та з поздовжньою деформацією мостової конструкції

10 (Фігура 17) обчислюється аналогічно виразу (7), тому що величина прогину дроту Δl_d , буде аналогічною поперечної опуклої деформації мостової конструкції без деформації дроту

$$h_3 = h \cdot \left(1 - \frac{\Delta t_3}{t}\right), \quad (9)$$

$$\text{Звідки} \\ \Delta h_3 = -h \cdot \frac{\Delta t_3}{t}. \quad (10)$$

15 У зв'язку з тим, що у разі деформації дроту та просторової деформації мостової конструкції складно встановити величину деформації конструкції, тому що час відбиття імпульсу буде включати і величину деформації дроту, і величину деформації елемента конструкції мосту. Тому у пристрої на поверхні ультразвукового датчика закріплюється додатковий фотоприймач для контролю прогини дроту, чутлива поверхня якого повернута у напрямку дзеркала або

20 призми, встановленої на додатковій опорі. Величина деформації дроту буде обчислена із виразу

$$\Delta l_d = (p - i) \cdot l, \quad (11)$$

де Δl_d - величина деформації дроту 22 (Фігура 13 та Фігура 17),

i - номер елемента фотоприймача 14 до деформації (Фігура 7, Фігура 10 та Фігура 15),

25 p - номер елемента фотоприймача 14 після деформації дроту (Фігура 13, Фігура 15 та Фігура 17).

При цьому слід зазначити, що $\Delta h_3 = \Delta l_d$.

У разі деформації дроту та просторової деформації мостової конструкції величина деформації середини (у поперечному розрізі конструкції) елемента конструкції мосту буде обчислена:

30 - для поперечної увігнутої деформації (Фігура 15 (а, б), пунктирна лінія 20 на Фігурі 14 та Фігурі 18), як

$$\Delta h_o = \Delta h'_1 - \Delta h_d, \quad (12)$$

35 де $\Delta h'_1$ - величина деформації, що включає деформацію дроту та деформацію елемента конструкції мосту;

- для поперечної опуклої деформації (Фігура 15 (а, в), пунктирна лінія 21 на Фігурі 16 та Фігурі 19), як

$$\Delta h_y = \Delta h'_2 - \Delta l_d, \quad (13)$$

40 де $\Delta h'_2$ - величина деформації, що включає деформацію дроту та деформацію елемента конструкції мосту.

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.

45 Джерела інформації:

1. А.с. № 1441193 СРСР МПК G01B 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.

2. Патент на корисну модель № 132878 Україна МПК G01B 11/16 (2006.01). Пристрій для вимірювання деформацій елементів конструкцій великих розмірів // Левтеров А.І. - Заявл. 29.10.18. Опубл. 11.03.19. - Бюл. № 5.

5

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

10

15

20

25

Пристрій для вимірювання просторової деформації елементів конструкцій мостів, що містить лазер, оптичний коліматор, вузол розгортки, блок комутації, блок обробки і реєстрації, з'єднані між собою, та n 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 встановлений для здійснення розгортки лазерного променя у горизонтальній площині по поверхні датчиків деформації, який **відрізняється** тим, що до складу пристрою додатково введені другий лазер, другий коліматор та дзеркало, що знаходиться під кутом 45° до лазерного променя або призми, встановлені на додатковій опорі напроти i -ої опори, що знаходиться на протилежному боці конструкції на тій же висоті від горизонтальної поверхні конструкції, причому додаткова та i -а опори пов'язані між собою дротом, всередині якого встановлений ультразвуковий датчик для виміру деформації всередині (у поперечному розрізі) мостової конструкції, а на поверхні ультразвукового датчика закріплений додатковий фотоприймач для контролю прогину дроту, чутлива поверхня якого повернута у напрямку дзеркала або призми, встановленої на додатковій опорі.

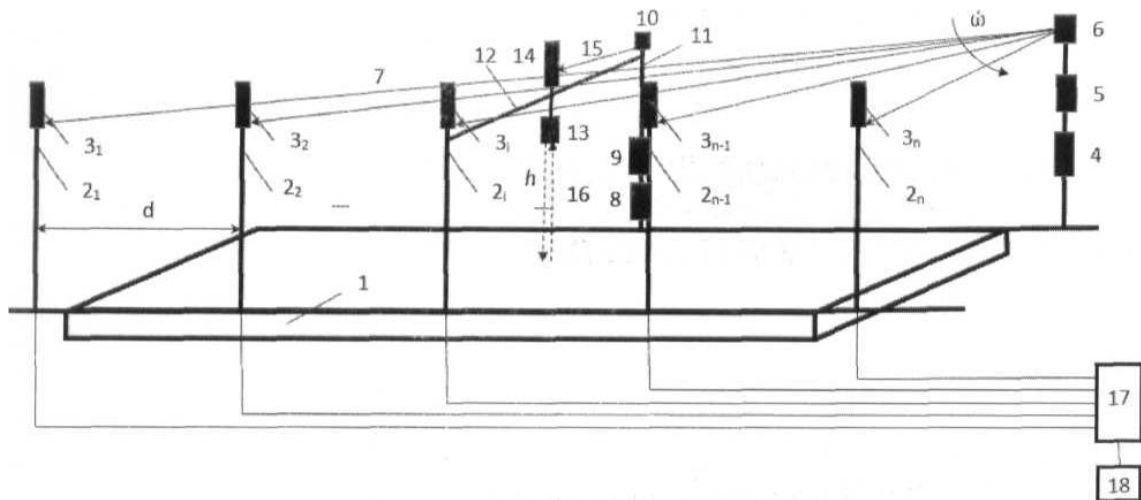


Fig. 1

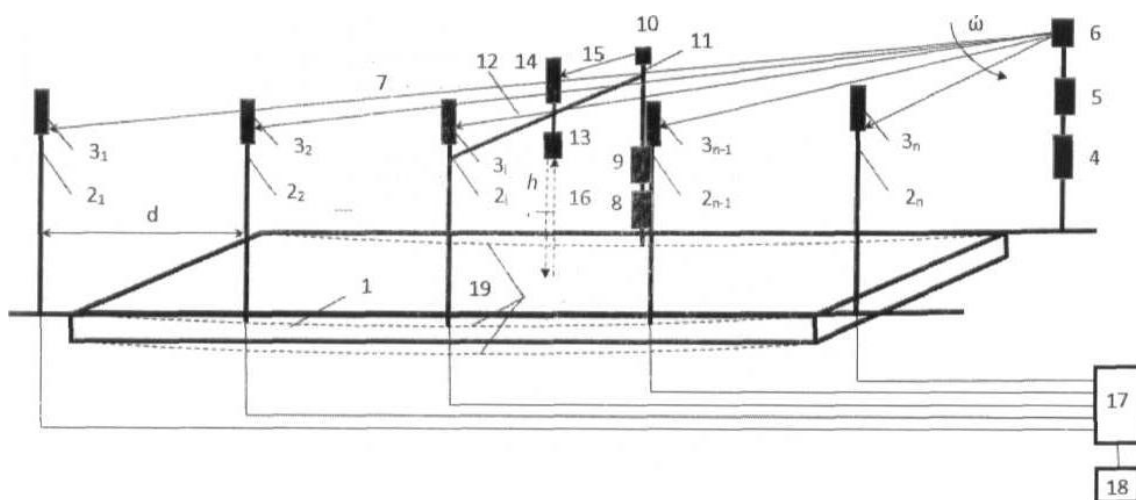


Fig. 2

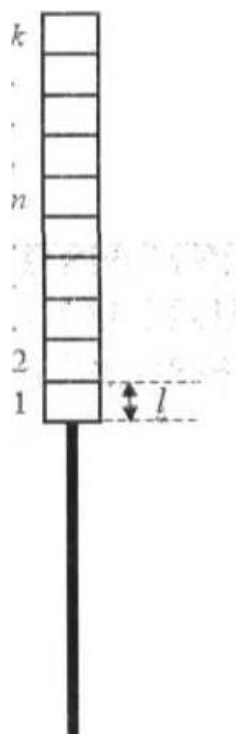


Fig. 3

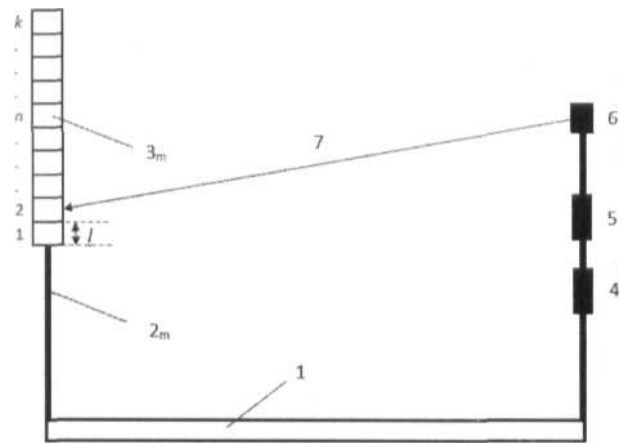


Fig. 4

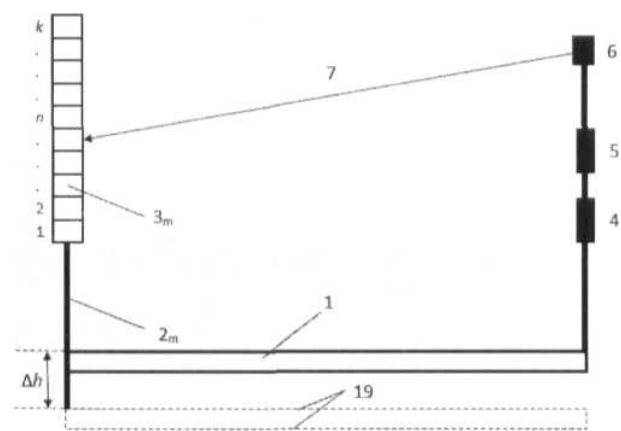
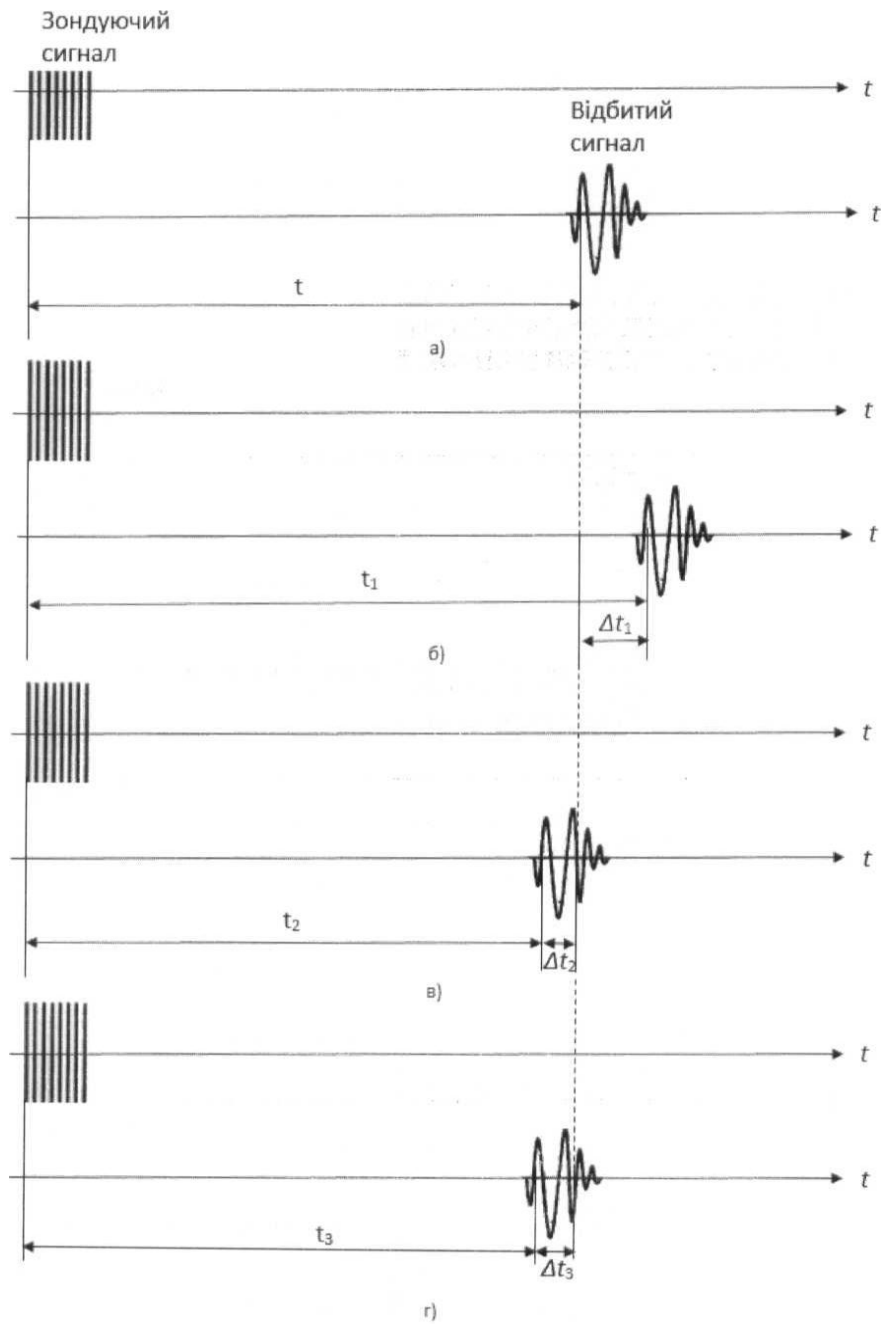
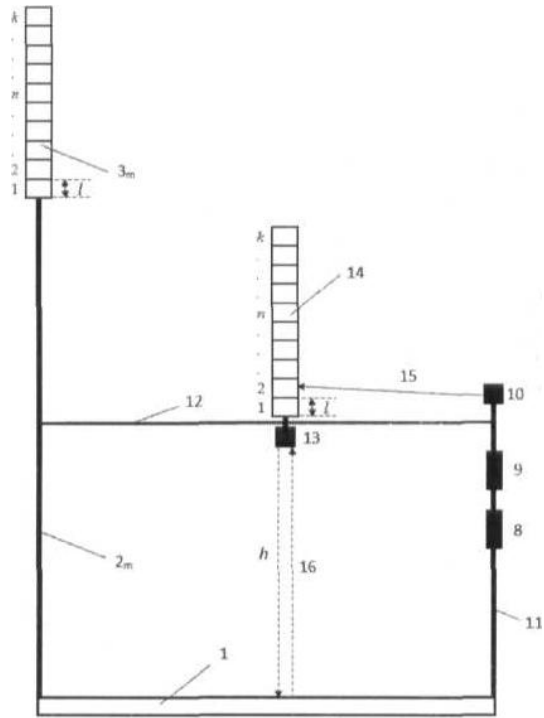
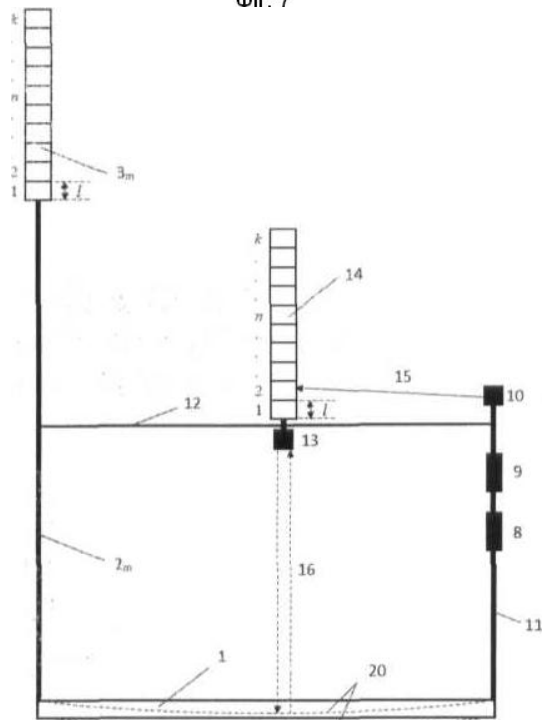


Fig. 5

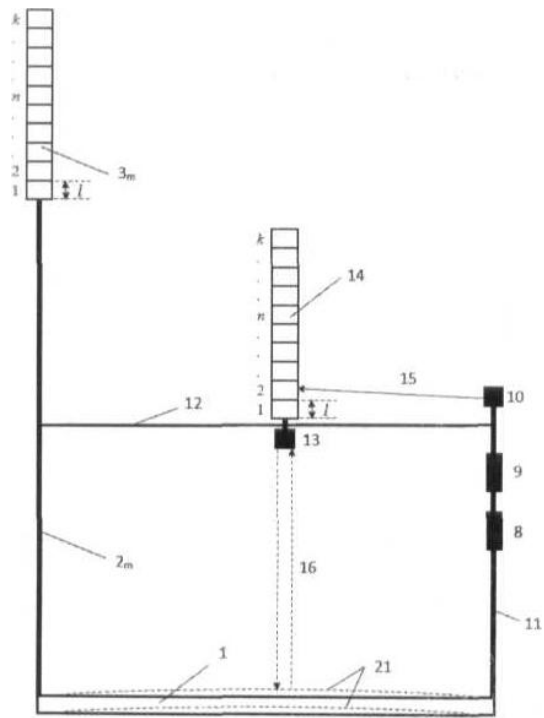




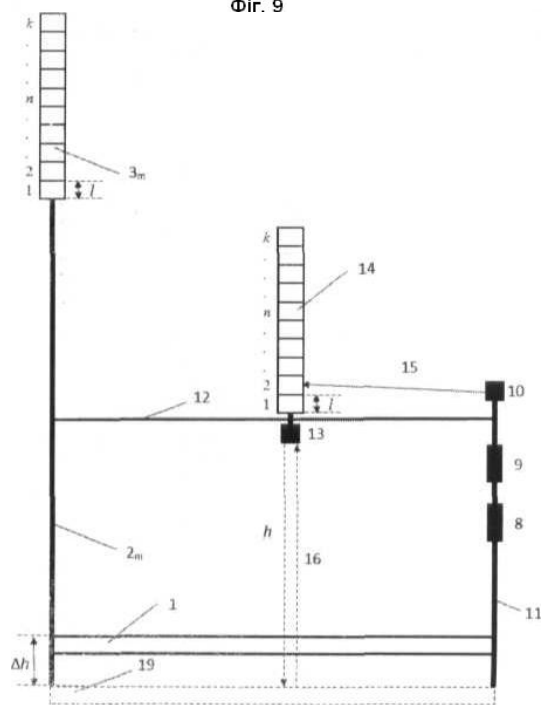
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

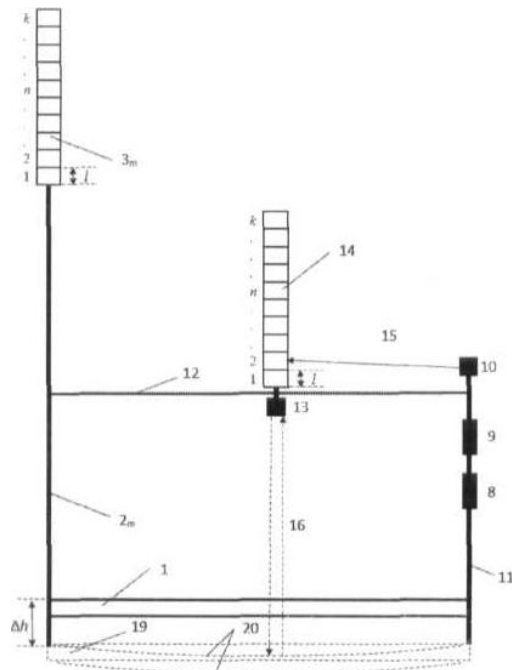


Fig. 11

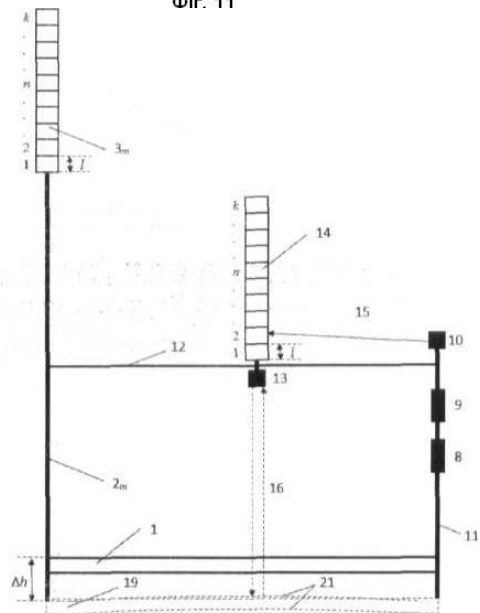


Fig. 12

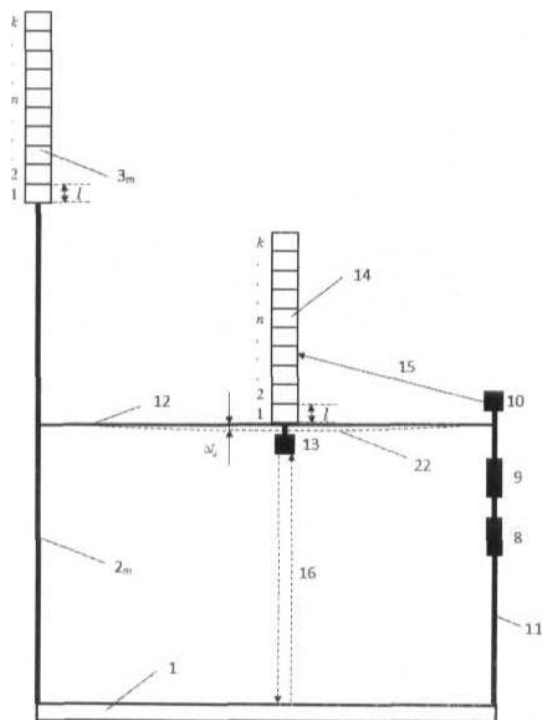


Fig. 13

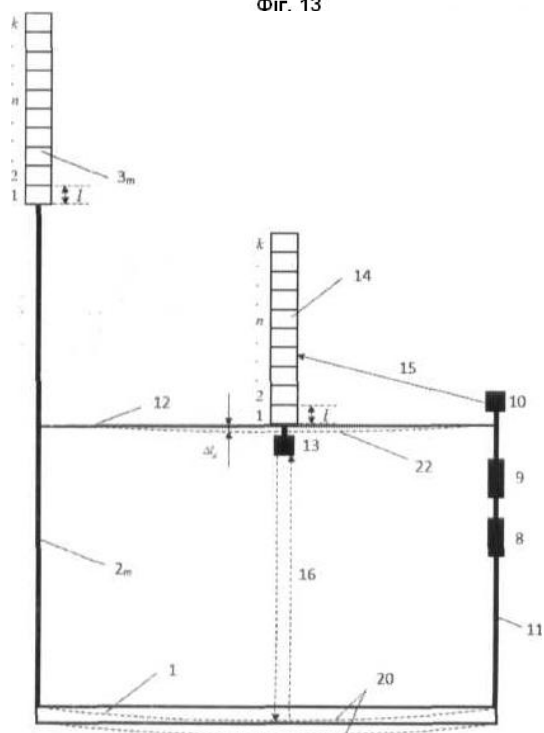
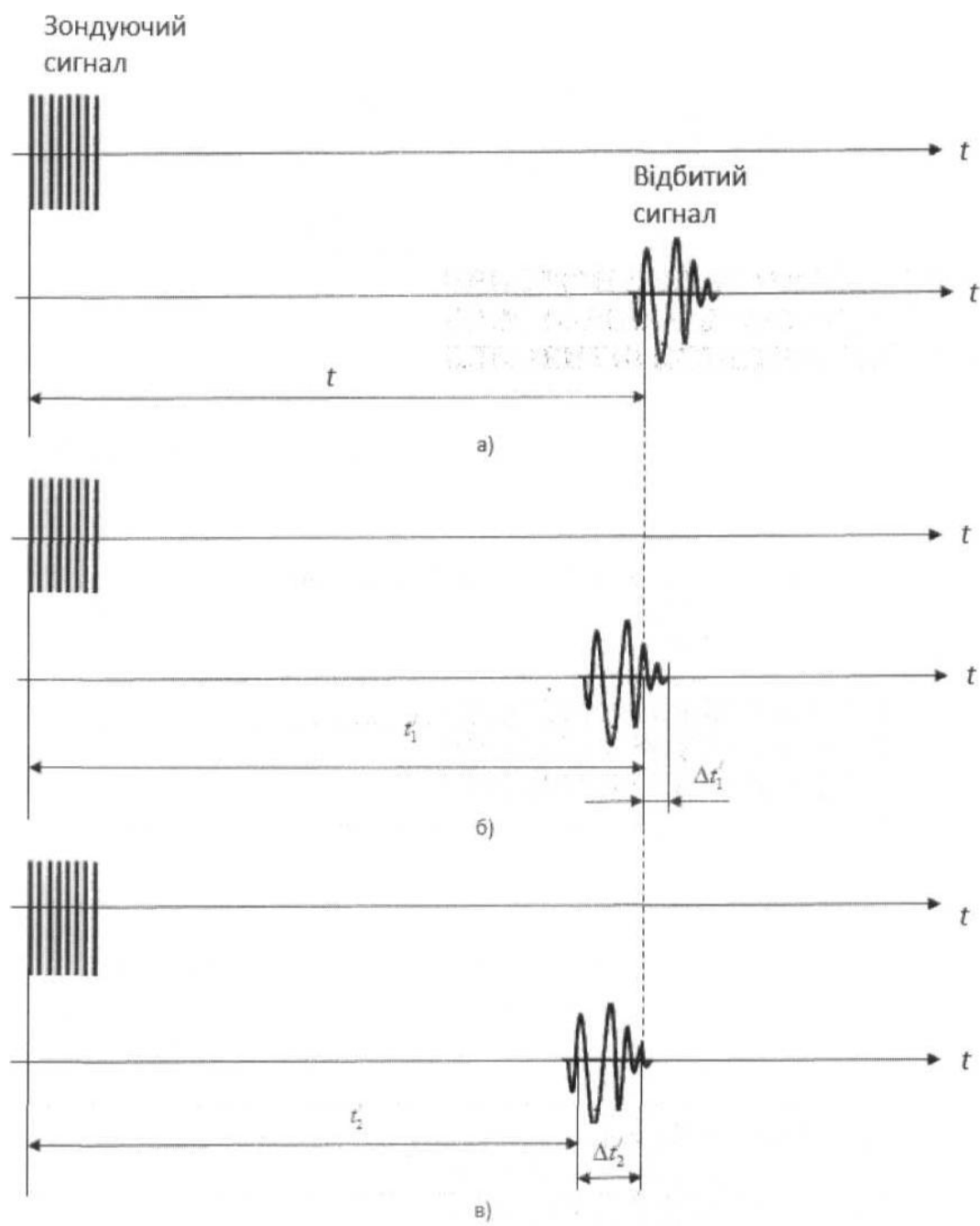


Fig. 14



Фиг. 15

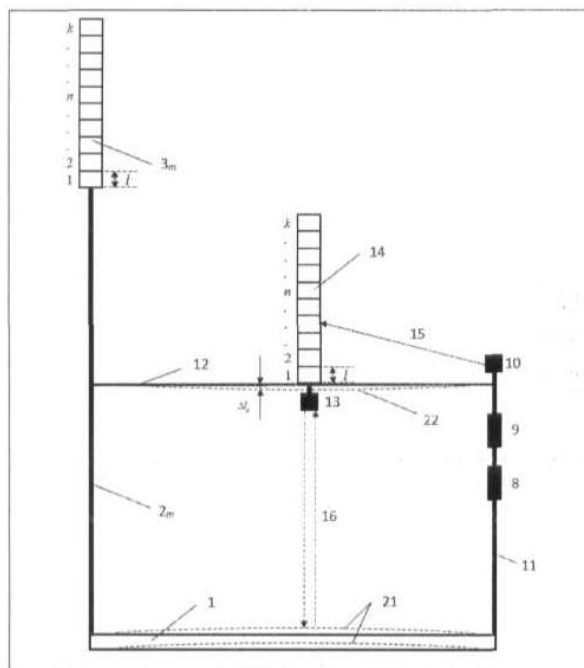


Fig. 16

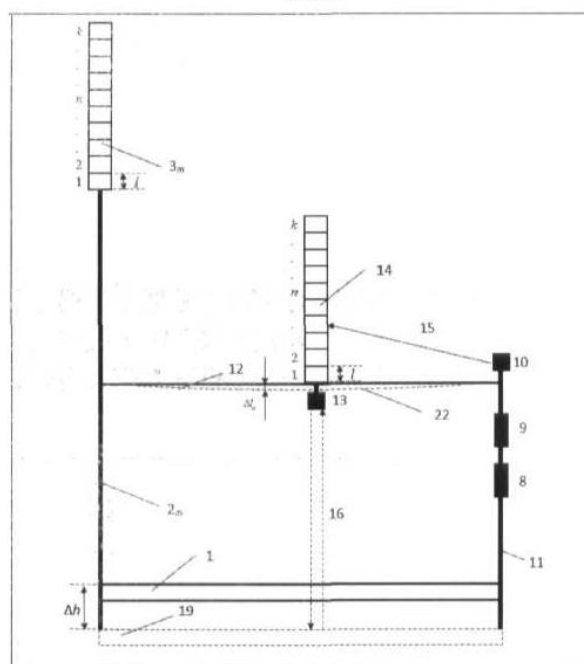
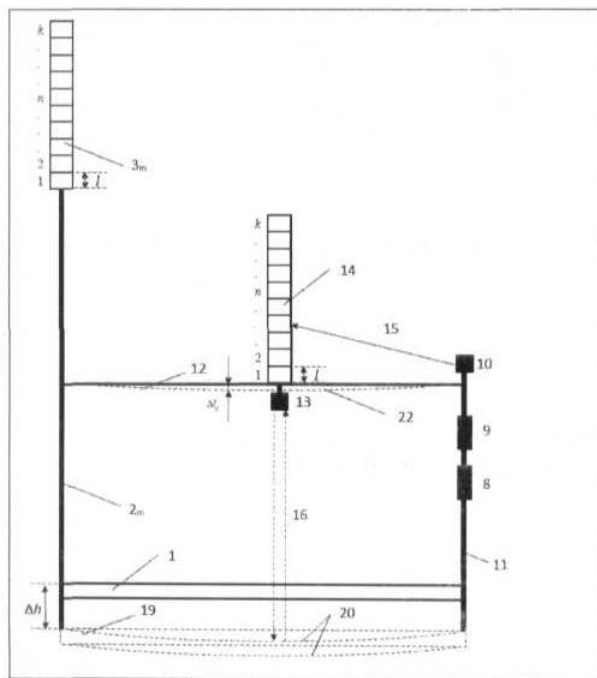
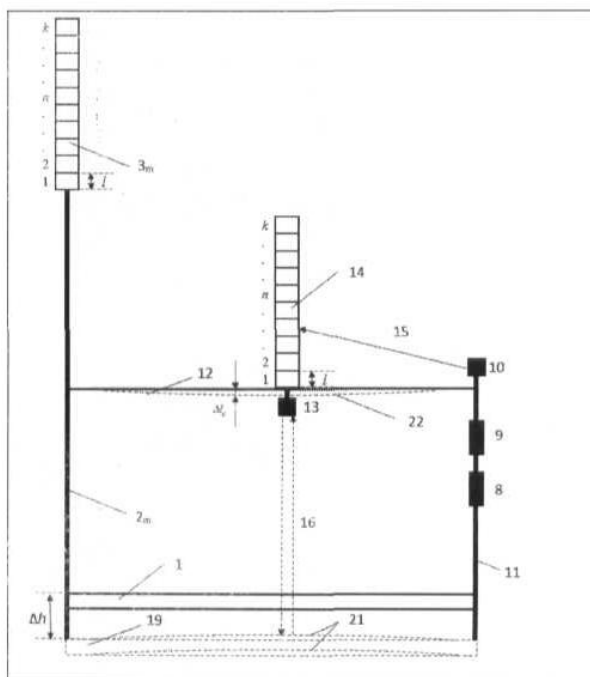


Fig. 17



Фиг. 18



Фиг. 19