

**УКРАЇНА****(19) UA****(11) 108008****(13) C2****(51) МПК****G01B 11/08** (2006.01)**G01B 11/14** (2006.01)

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД****(21)** Номер заявки: **а 2013 08479****(22)** Дата подання заявки: **05.07.2013****(24)** Дата, з якої є чинними права на винахід: **10.03.2015****(41)** Публікація відомостей про заяву: **25.06.2014, Бюл.№ 12****(46)** Публікація відомостей про видачу патенту: **10.03.2015, Бюл.№ 5****(72)** Винахідник(и):**Гапонюк Ярослав Васильович (UA),  
Воробель Роман Антонович (UA)****(73)** Власник(и):**ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В.  
КАРПЕНКА НАНУ,  
вул. Наукова, 5, м. Львів, 79601 (UA)****(56)** Перелік документів, взятих до уваги експертизою:

RU 2052763 C1, 20.01.1996

SU 150686 A1, 12.11.1960

GB 2257512 A, 13.01.1993

US 4880991 A, 14.11.1989

US 5129010 A, 07.07.1992

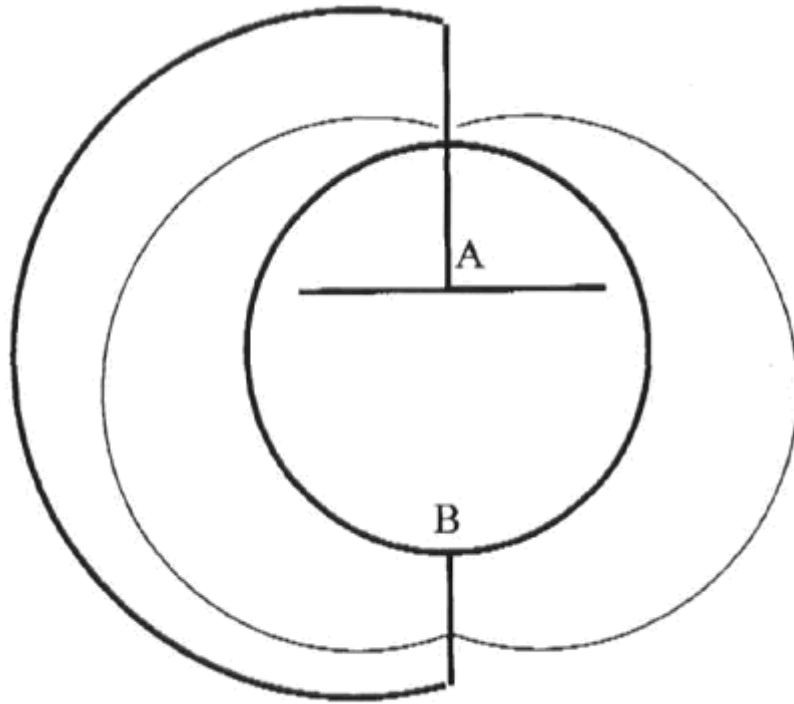
US 6724947 B1, 20.04.2004

US 5175595 A, 29.11.1992

**(54) СПОСІБ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДІАМЕТРА ПАРОПРОВОДУ****(57)** Реферат:

Запропоновано спосіб та відповідний йому пристрій для вимірювання діаметра паропроводу містить перший провід, прокладений вздовж околу паропроводу, відрізок другого проводу, металеве кільце, отвір в термоізолюючому кожуху, оптичний пристрій з фотосенсором та процесором, один або більше пружних елементів. При цьому перший кінець першого проводу приєднаний до металевого кільця перпендикулярно до його околу. Другий кінець першого проводу приєднаний до відрізка другого проводу, розташованого перпендикулярно до першого проводу. Відрізок другого проводу накладений та знаходиться в межах площі, оточеної металевим кільцем. Перший провід лежить в площині перерізу, перпендикулярній паропроводу, його кінці з'єднані додатково за допомогою пружних елементів. Фотосенсор оптичного пристрою з процесором розташований на деякій віддалі від поверхні кожуха та перпендикулярно до осі циліндричного отвору, причому ця вісь проходить через центр фотосенсора або його окіл.

**UA 108008 C2**



Винахід належить до вимірювальної техніки і може бути використаний для вимірювання діаметру паропроводів в їх робочому стані в умовах високого тиску та температури водяного пару.

Відомий тіньовий спосіб для вимірювання зовнішніх розмірів виробів, зокрема труб, який полягає в тому, що промінь лазера сканує виріб, оптичний пристрій визначає розмір виробу пропорційно до часу, протягом якого промінь лазера перекривається вказаним виробом [1].

Недоліками способу полягає в тому, що відповідні йому пристрої є складними у виготовленні та налагоджуванні, а також в обмежених функціональних можливостях за рахунок вимірювання тільки тіньового розміру виробу.

Близьким по до заявленого, є спосіб для визначення діаметра отвору в контактних площадках мікросхем, який полягає в тому, що оптико-електронний формувач зображення фіксує зображення кола, процесор обробляє вказане зображення та перетворює його в набір точок, вибирає з вказаного набору групу з трьох точок та підставляє їх координати в рівняння кола і визначає радіус кола після розв'язку даного рівняння [2].

Недоліком даного способу є його обмежені функціональні можливості, які не дозволяють йому визначати діаметр тривимірних об'єктів, таких як труби.

Аналогом є також спосіб для вимірювання кривизни поверхні виробів за допомогою структурованого освітлення, в якому параметри просторової кривої визначаються за допомогою обробки зображення світлової кривої, отриманої за допомогою застосування телекамери та лінійного структурованого освітлення. Для обчислення параметрів кривої в способі запропоновано використовувати наближення поліномом за допомогою методу найменших квадратів точок кривої, координати яких фіксуються телекамерою та обчислюються на основі триангуляційного методу [3].

Застосування даного способу обчислення параметрів кривої стосовно параметрів труб має ряд недоліків. Апаратна реалізація обчислювального блока для розв'язку системи трьох рівнянь є складною при конструюванні та громіздкою і енергоємною при експлуатації. Крім того, запропонований спосіб не дає можливості вимірювати діаметр паропроводу при наявності кожуха.

Найближчим до запропонованого є спосіб вимірювання діаметра паропроводу, який застосовується на виробництві, при якому на паропроводі намотують провід, причому діаметр паропроводу визначають як величину, пропорційну до довжини проводу за формулою

$$D = \frac{P}{\pi} = \frac{L}{\pi n},$$

де  $D$  - діаметр паропроводу,  $P$  - довжина околу паропроводу,  $L$  - довжина проводу, намотаного навколо трубопроводу,  $n$  - кількість витків проводу.

Такий спосіб не надає можливості вимірювати діаметр паропроводу в робочому стані при високих температурах та наявності ізолюючого кожуха.

Задачею винаходу є розробка способу вимірювання діаметра паропроводу.

Для вирішення цієї задачі запропоновано спосіб вимірювання діаметра паропроводу, який полягає в тому, що окіл паропроводу оточують першим проводом,

- до першого кінця першого проводу приєднують металеве кільце перпендикулярно до його околу, до другого кінця першого проводу приєднують прямий відрізок другого проводу під прямим кутом до першого проводу таким чином, щоб другий провід був накладений на металеве кільце та знаходився в межах площі, оточеної металевим кільцем,

- перший кінець першого проводу з'єднують додатково з другим кінцем першого проводу за допомогою одного або більше пружних елементів, наприклад пружин,

- описану вище конструкцію та її з'єднання, які є сенсором зміни діаметра паропроводу, змонтованого на поверхні паропроводу, накривають термоізолюючим кожухом,

- в місці розташування металевого кільця просвердлюють в кожуху циліндричний отвір, діаметр якого є більшим за діаметр металевого кільця, вісь отвору є перпендикулярною до поверхні паропроводу та проходить через центр металевого кільця,

- нагрівають паропровід та змонтований на ньому сенсор до робочої температури,

- розташовують фотосенсор оптичного пристрою таким чином, щоб його площа була перпендикулярною до осі циліндричного отвору, яка повинна проходити через центр фотосенсора або в його околі,

- отримують на фотосенсорі зображення металевого кільця та відрізка другого проводу,

- за допомогою процесора обчислюють одним із відомих методів координати центра кільця по зображенню його околу, а також параметри лінії, яка відповідає зображенню другого відрізка проводу,

5 - за допомогою процесора періодично вимірюють віддаль між центром металевго кільця та відрізком другого проводу по лінії умовного з'єднання першого та другого кінця першого проводу та перетворюють цю віддаль в діаметр паропроводу.

Додані до відомого способу визначення діаметра паропроводу дії використовуються в інформаційно-вимірювальних системах, але окремо вони не мають властивості, які б забезпечили вирішення поставленої задачі. Такі властивості має лише їх запропонована сукупність, тобто, вступаючи у взаємодію, сукупність ознак надає заявленій системі нову якість, яка відповідає критерію "суттєві відмінності".

Пояснення суті запропонованого способу буде проведено нижче, при розгляді пристрою, який його реалізує.

Відомий пристрій для вимірювання діаметра виробів складається з трьох джерел колімованих променів світла, трьох фотодетекторів, вимірювального пристрою та процесорного пристрою [4].

Недоліками даного пристрою є невисокий робочий діапазон, складність у виготовленні та налагоджуванні, невисока точність вимірювань внаслідок необхідності обробки аналогових сигналів.

20 Пристрій, призначений для вимірювання діаметра дерев'яних колод за допомогою випромінювача та приймача світлової площини, які розташовані на протилежних сторонах дерев'яної колоди, обчислює діаметр колоди за рахунок вимірювання величини затінення, яке створюється колодою та фіксується приймачем світлової площини [5].

Недоліками даного пристрою є ті ж недоліки, що і в попередньому пристрої. Додатковим 25 недоліком пристрою є ускладнення конструкції транспортера колод.

Найближчим аналогом є відомий в практичному використанні пристрій вимірювання діаметра паропроводу, який складається з проводу, намотаного на паропровід вздовж його околу один або більше разів, причому діаметр паропроводу визначають як величину, пропорційну до довжини проводу за формулою, описаною у відповідному способі. Недоліком 30 запропонованого пристрою є неможливість вимірювання діаметра паропроводу в робочому режимі.

Задачею винаходу є розробка пристрою для вимірювання діаметра паропроводу в робочому стані.

Для вирішення цієї задачі запропоновано пристрій для вимірювання діаметра паропроводу, який містить перший провід, прокладений вздовж околу паропроводу, відрізок другого проводу, металеве кільце, термоізолюючий кожух з отвором, оптичний пристрій з фотосенсором та процесором, один або більше пружних елементів, причому перший кінець першого проводу приєднаний до металевго кільця перпендикулярно до його околу, другий кінець першого проводу приєднаний до відрізка другого проводу, розташованого перпендикулярно до першого 40 проводу, відрізок другого проводу проходить через центр або його окіл металевго кільця, перший провід лежать в площині перерізу, перпендикулярній паропроводу, його кінці з'єднані за допомогою пружних елементів, фотосенсор оптичного пристрою з процесором розташований на деякій віддалі від поверхні кожуха та перпендикулярно до осі циліндричного отвору, причому ця вісь проходить через центр фотосенсора або його окіл.

45 Додані до відомого пристрою вимірювання діаметра паропроводу елементи та зв'язки використовуються в інформаційно-вимірювальних системах, але окремо вони не мають властивості, які б забезпечили вирішення поставленої задачі. Такі властивості має лише їх запропонована сукупність, тобто, вступаючи в взаємодію, сукупність ознак надає заявленій системі нову якість, яка відповідає критерію "суттєві відмінності".

50 Для кращого розуміння суті винаходу додається креслення, де зображена схема сенсора запропонованого пристрою для вимірювання діаметра паропроводу.

Відповідно до креслення на фігурі сенсор пристрою для вимірювання діаметра паропроводу складається з металевго кільця, першого проводу, зображеного лінією від точки А до точки В, відрізка другого проводу, двох пружних елементів. Оптичний пристрій з фотосенсором та процесором є загальновідомим елементом, окремим конструктивним елементом та на 55 кресленні не відображений.

Принцип роботи пристрою полягає в тому, що при нагріванні паропроводу його окіл збільшується і віддаль між центром металевго кільця та відрізком другого проводу збільшується. Пружні елементи забезпечують прилягання першого проводу до околу паропроводу. Через циліндричний отвір фотосенсор фіксує зображення кільця, відрізка другого 60 паропроводу.

- проводу та частину першого проводу, яка потрапляє в поле зору оптичного пристрою з фотосенсором. Це зображення перетворюється в електричний сигнал та передається для обробки в процесор, який обчислює координати центру кільця, параметри лінії, яка проходить через відрізок другого проводу та обчислює віддаль між ними. Зміна цієї віддалі відносно
- 5 віддалі, виміряній на холодному паропроводі, пропорційна різниці діаметрів холодного та нагрітого паропроводів та визначається за формулою:

$$\delta_D = D_H - D_C = \frac{\pi(D_H - D_C)}{\pi} = \frac{L_H - L_C}{\pi} = \frac{(L_H - L_W) - (L_C - L_W)}{\pi} = \frac{\delta_{LH} - \delta_{LC}}{\pi},$$

- 10 А діаметр гарячого паропроводу знаходиться за формулою:

$$D_H = D_C + \delta_D,$$

- де  $\delta_D$  - різниця діаметрів гарячого та холодного паропроводів,  $D_H$ ,  $D_C$  - діаметр гарячого та
- 15 холодного паропроводів,  $L_H$ ,  $L_C$  - довжина околу гарячого та холодного паропроводу,  $L_W$  - довжина першого проводу плюс радіус металевого кільця,  $\delta_{LH}$ ,  $\delta_{LC}$  - віддаль між центром металевого кільця та відрізком другого проводу для гарячого та холодного паропроводу відповідно.

- Коефіцієнт теплового розширення першого проводу не обов'язково повинен бути таким
- 20 самим, як і матеріалу з якого виготовлений паропровід. Різниця у коефіцієнтах призведе до похибки вимірювання, яка може бути врахованою в кінцевому результаті, якщо відомі значення даних коефіцієнтів.

- Технічний результат, отриманий за допомогою запропонованого винаходу, полягає в тому, що запропонований спосіб та пристрій дозволяють вимірювати діаметр гарячого паропроводу
- 25 та величину його зміни відносно холодного паропроводу в робочому режимі при високій температурі та тискові при наявності термоізолюючого кожуха. Це дозволяє уникнути аварій, спричинених руйнуванням паропроводу внаслідок надмірного збільшення діаметра гарячого паропроводу та втратою його нормативної міцності. Жоден із пристроїв-аналогів не має даної функціональності.

- 30 До опису додається креслення. На кресленні наведено сенсор для вимірювання діаметра паропроводу, який складається з металевого кільця, першого проводу між точками А та В, відрізка другого проводу, двох пружних елементів.

Список використаної літератури.

- 35 1. Non-contact measuring device // International Class: G01B 11/08 / Патент США № 5175595 від 29.12.1992 р.
2. Method and system for measuring characteristics of curved features // International Class: G06K 009/36 / Патент США № 6724947 від 20.04.2004 р.
- 40 3. System for measuring shapes and dimensions of gaps and flushnesses on three dimensional surfaces of objects // International Class: G06K 009/00 / Патент США № 5129010 від 07.07.1992 р.
4. Non-contact dimensional gage for turned parts // International Class: G01J 03/45 / Патент США № 4880991 від 14.11.1989 р.
5. Apparatus for measuring elongate objects // International Class: G01B 11/10/Патент Великобританії № GB2257512 від 13.01.1993 р.

45

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб вимірювання діаметра паропроводу, який полягає в тому, що окіл паропроводу оточують першим проводом, який **відрізняється** тим, що
- 50 до першого кінця першого проводу приєднують металеве кільце перпендикулярно до його околу, до другого кінця першого проводу приєднують прямий відрізок другого проводу під прямим кутом до першого проводу таким чином, щоб другий провід був накладений на металеве кільце та знаходився в межах площі, оточеної металевим кільцем,
- 55 перший кінець першого проводу з'єднують додатково з другим кінцем першого проводу за допомогою одного або більше пружних елементів, наприклад пружин,
- описану вище конструкцію та її з'єднання, які є сенсором зміни діаметра паропроводу, змонтованого на поверхні паропроводу, накривають термоізолюючим кожухом,

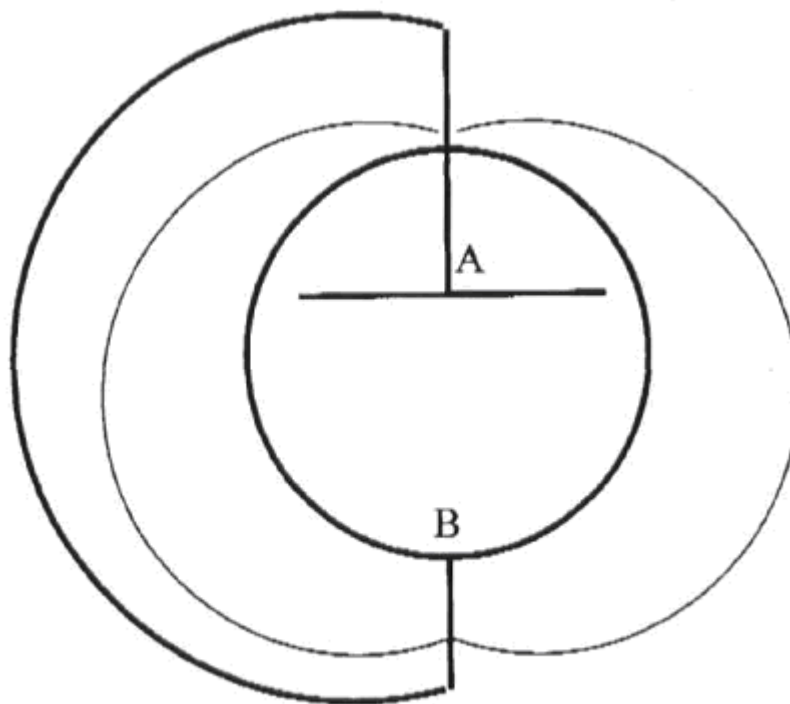
в місці розташування металевого кільця просвердлюють в кожуху циліндричний отвір, діаметр якого є більшим за діаметр металевого кільця, вісь отвору є перпендикулярною до поверхні паропроводу та проходить через центр металевого кільця, нагрівають паропровід та змонтований на ньому сенсор до робочої температури,

5 розташовують фотосенсор оптичного пристрою таким чином, щоб його площина була перпендикулярною до осі циліндричного отвору, яка повинна проходити через центр фотосенсора або в його околі,

отримують на фотосенсорі зображення металевого кільця та відрізка другого проводу,

10 за допомогою процесора періодично вимірюють віддаль між центром металевого кільця та відрізком другого проводу по лінії умовного з'єднання першого та другого кінця першого проводу та перетворюють цю віддаль в діаметр паропроводу.

2. Пристрій для вимірювання діаметра паропроводу, який містить перший провід, прокладений вздовж околу паропроводу, який **відрізняється** тим, що містить відрізок другого проводу, металеве кільце, отвір в термоізолюючому кожуху, оптичний пристрій з фотосенсором та процесором, один або більше пружних елементів, причому перший кінець першого проводу приєднаний до металевого кільця перпендикулярно до його околу, другий кінець першого проводу приєднаний до відрізка другого проводу, розташованого перпендикулярно до першого проводу, відрізок другого проводу накладений на кільце та знаходиться в межах площі, оточеної металевим кільцем, перший провід лежить в площині перерізу, перпендикулярній паропроводу, його кінці з'єднані додатково за допомогою пружних елементів, фотосенсор оптичного пристрою з процесором розташований на деякій віддалі від поверхні кожуха та перпендикулярно до осі циліндричного отвору, причому ця вісь проходить через центр фотосенсора або його окіл.




---

Комп'ютерна верстка М. Мацело

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

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