



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 80929

(13) U

(51) МПК

G01N 29/04 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 00647**

(22) Дата подання заявки: **18.01.2013**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.06.2013**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.06.2013, Бюл.№ 11**

(72) Винахідник(и):

**Дроздов Олександр Володимирович  
(UA),  
Крилов Едуард Самійлович (UA)**

(73) Власник(и):

**Дроздов Олександр Володимирович,  
вул. Кібальчича, 3-а, кв. 102, м. Київ, 02183  
(UA),  
Крилов Едуард Самійлович,  
бул. Л. Українки, 2, кв. 66, Київ-23, 01001  
(UA)**

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДЖЕРЕЛ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

(57) Реферат:

Спосіб визначення координат джерел акустичної емісії (АЕ) включає приймання сигналу акустичної емісії групою каналів. Вимірюють амплітуди сигналів у кожному каналі і різниці часів надходження сигналів на приймальні перетворювачі каналів і по них визначають координати джерел. Попередньо на контрольований об'єкт установлюють імітатор сигналів АЕ з випромінюючим перетворювачем. Випромінюють акустичні імпульси. Потім змінюють амплітуду сигналу в одному з каналів і визначають залежність помилки виміру різниці часу надходження сигналів АЕ до перетворювачів від амплітуди. Коригують відповідно до їхньої амплітуди і отриманої залежності, а зі скоригованих різниць часів надходження віднімають найменшу з них.

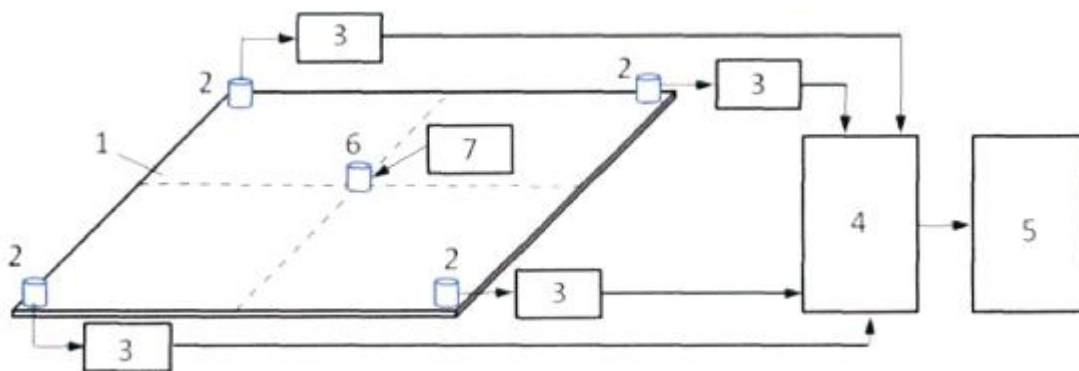


Fig. 3

UA 80929 U



Корисна модель, належить до неруйнівного контролю об'єктів акустико-емісійним методом і може бути використана в машинобудівній, паливній, металообробній і інших галузях промисловості.

Відомий спосіб визначення координат джерел акустичної емісії, що полягає в тім, що групою приймальних перетворювачів приймають сигнали акустичної емісії, обробляють їх і вимірюють різниці часів надходження цих сигналів на кожний з перетворювачів, по яких судять про місцезнаходження джерела акустичної емісії (А.с. № 684440. М. М. Шпінер, В.Б. Пастернак і Б. А. Буденков. Спосіб визначення координат джерела сигналів акустичної емісії. Бюл. № 33, 1979р. [1]).

Недоліком зазначеного способу є те, що при визначенні координат для кожної події АЕ вимірюють частоту сигналу, який надійшов першим на один з перетворювачів, роблять зміну робочої частоти й зменшення ширини смуги пропускання каналів, потім визначають різниці часів надходження сигналів по каналах і після цього підсилюють сигнали в цих каналах пропорційно визначеним різницям надходження. Таким чином, реальні зміни параметрів акустико-емісійної апаратури відбуваються після закінчення події АЕ, що в результаті не дозволяє підвищити точність визначення координат джерел акустичної емісії.

Найбільш близьким до об'єкта, що заявляється, є спосіб визначення координат джерел акустичної емісії, який полягає в тім, що приймають сигнали АЕ групою каналів, вимірюють різниці часів надходження сигналів на датчики каналів при заданому рівні дискримінації й по них визначають координати джерел (А.с. №1392496. А. Г. Стороженко. Спосіб визначення координат джерел акустичної емісії. Бюл. № 16, 1988р. [2]).

Причинами, які перешкоджають підвищенню точності визначення координат джерел АЕ цим способом є те, що в кожному каналі протягом заданого інтервалу часу визначають середні для кожного з каналів величини параметрів (число імпульсів, сумарну максимальну амплітуду або сумарну тривалість імпульсів), аналізують їх і після цього змінюють коефіцієнти підсилення по каналах і в такий спосіб вирівнюють параметри апаратури для наступних сигналів АЕ; при цьому величина їх, наприклад амплітуда, заздалегідь невідома. В цьому випадку, при реєстрації сигналів АЕ, які мають невелику амплітуду, для виключення можливих пропусків, установлюють досить велике підсилення по каналах, а рівень дискримінації вибирають таким чином, щоб він був трохи вище рівня власного шуму апаратури. В результаті з'являється необхідність регулювання коефіцієнтів підсилення по каналах, що фактично приводить до зниження підсилення в порівнянні з максимально можливим і, як наслідок, до втрати чутливості апаратури й пропуску окремих сигналів АЕ. Таким чином, вищеописані недоліки не дозволяють істотно підвищити точність визначення координат джерел акустичної емісії.

Реальні сигнали АЕ, які реєструються у вимірювальних каналах, завдяки резонансним властивостям приймальних перетворювачів і акустичним параметрам контрольованого об'єкта, являють собою високочастотні коливання з наростаючою й загасаючою ділянками. Внаслідок цього процес загасання акустичних хвиль при їхньому поширенні в матеріалі об'єкта, а, відповідно, і амплітуди імпульсів АЕ прийнятих приймальними перетворювачами залежать від відстані між перетворювачем і джерелом АЕ. Час надходження імпульсу до кожного з перетворювачів визначається в момент перевищення сигналом АЕ фіксованого рівня дискримінації (порога). У результаті цього, зі зменшенням амплітуди імпульсів АЕ момент перевищення граничного рівня настає пізніше, що викликає помилки при визначенні різниці часів надходження імпульсів АЕ до приймальних перетворювачів і це, відповідно, приводить, до низької точності визначення координат джерел АЕ.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлена задача - розробити спосіб визначення координат джерел АЕ, що дозволяє підвищити його точність шляхом використання імітатора імпульсів АЕ з випромінюючим перетворювачем.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі визначення координат джерел АЕ, що полягає в тім, що приймають сигнали АЕ групою каналів, вимірюють різниці часів надходження сигналів на датчики каналів при заданому рівні дискримінації й по них визначають координати джерел; відповідно до корисної моделі, що заявляється, попередньо на контрольованому об'єкті, на рівному видаленні від двох приймальних перетворювачів, установлюють імітатор сигналів АЕ з випромінюючим перетворювачем, випромінюють акустичні імпульси й визначають залежність помилки визначення різниці часів надходження сигналів АЕ до цих двох приймальних перетворювачів від амплітуди сигналу в одному з каналів, а в процесі контролю об'єкта визначені різниці часів надходження сигналів АЕ коригують відповідно до отриманої залежності, а зі скоригованих різниць часів надходження віднімають найменшу з них.

На Фіг 1. наведено схему формування помилки визначення різниці часу надходження сигналів АЕ ( $\Delta\tau$ ) по двох каналах через нерівні амплітуди (А). У випадку, якщо відстані від

випромінюючого перетворювача до приймальних перетворювачів рівні, різниця часів надходження до них імпульсів дорівнює нулю. У випадку, якщо зменшилися амплітуди сигналів АЕ (наприклад внаслідок погіршення акустичного контакту між перетворювачем і об'єктом) то визначена різниця часів надходження сигналу, при фіксованому рівні дискримінації, вже не буде дорівнювати нулю, а збільшиться на величину ( $\Delta\tau$ ), тобто приведе до помилки визначення координати. При контролі об'єкта, якщо джерело АЕ розташоване близько до приймального перетворювача, то амплітуда сигналу в цьому каналі буде порівняно великою і помилка фіксації моменту надходження імпульсу АЕ буде незначною. При більш віддаленому розташуванні джерела АЕ, амплітуда сигналу буде істотно нижче й, відповідно, помилка фіксації моменту надходження імпульсу АЕ значно зростає. Тому, для підвищення точності визначення координат джерел АЕ, необхідно одержати залежність помилки визначення різниці часу надходження сигналів до одного з приймальних перетворювачів ( $\Delta\tau$ ) від амплітуди сигналів АЕ ( $A$ ), що дозволить при контролі об'єкта по визначених амплітудах сигналів АЕ вводити поправку в різницю часів надходження імпульсів АЕ до приймальних перетворювачів. Змінюючи коефіцієнт підсилення одного з каналів, і виконуючи при цьому виміри як амплітуди сигналів АЕ в цьому каналі, так і різниці часів надходження, одержують функціональну залежність зміни різниці часів надходження ( $\Delta\tau$ ), (у цьому випадку помилки фіксації різниці часів надходження), від амплітуди  $A$  сигналів АЕ (фіг. 2). При цьому зазначена залежність помилки виміру різниці часу надходження сигналів зберігається для подальшого розрахунку. З наведеної залежності видно, що помилка виміру зменшується і зникає зі збільшенням амплітуди сигналу АЕ. Важливо, що при використанні імітатора імпульсів АЕ з випромінюючим перетворювачем каналами пристрою приймаються реальні імпульси АЕ, форма й параметри яких визначаються характеристиками використовуваних приймальних перетворювачів і акустичних властивостей контрольованого об'єкта.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє підвищити точність визначення координат сигналів АЕ за рахунок обліку залежності між їхньою амплітудою й зміною обмірюваної різниці часів надходження до приймальних перетворювачів.

Технічним результатом, що досягається при використанні запропонованого способу визначення координат джерел акустичної емісії є підвищення точності визначення в об'єкті місця розташування дефектів, які розвиваються в процесі його навантаження.

Корисна модель реалізується в такий спосіб (фіг. 3). На контрольований об'єкт 1 установлюється група приймальних перетворювачів 2 (не менш трьох), а в центрі контрольованого об'єкта 1 розташовують випромінюючий перетворювач 6 з імітатором імпульсів АЕ 7. Сигнали від приймальних перетворювачів 2 підсилюються попередніми підсилювачами 3 і далі надходять на блок обробки 4, де піддаються фільтрації й подальшому підсиленню. Блок обробки 4 вимірює амплітуду сигналів акустичної емісії й формує імпульси по кожному з каналів при перевищенні встановленого рівня дискримінації (порога). Значення амплітуд сигналів АЕ й сформовані імпульси по всіх каналах подаються на персональний комп'ютер 5 для виміру різниці часів надходження для кожної пари приймальних перетворювачів (каналів) і наступного розрахунку координат джерел АЕ.

Спосіб визначення координат джерел акустичної емісії здійснюється в такий спосіб. Попередньо до проведення контролю об'єкта 1, на ньому, на рівному видаленні від двох приймальних перетворювачів, установлюють імітатор 7 імпульсів АЕ з випромінюючим перетворювачем 6, за допомогою якого домагаються досить великої амплітуди генерованих імпульсів, потім змінюють коефіцієнт підсилення в одному з каналів і вимірюють у цьому каналі амплітуду сигналів АЕ й різницю часів надходження їх до двох приймальних перетворювачів імпульсів АЕ. В результаті одержують залежність помилки виміру різниці часу надходження імпульсів АЕ від їхньої амплітуди.

При контролі об'єкта приймальними перетворювачами 2 приймаються сигнали АЕ, вимірюються в кожному каналі їхньої амплітуди  $A_1, A_2, A_3, A_4$  і різниці часів надходження сигналів на приймальні перетворювачі каналів  $\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3, \Delta T_4$ . По визначеним у чотирьох каналах амплітудах  $A_1, A_2, A_3, A_4$ , з врахуванням отриманої раніше залежності, визначають помилки виміру різниці часів надходження сигналів  $\Delta\tau_1, \Delta\tau_2, \Delta\tau_3, \Delta\tau_4$  (фіг. 2) і вносять відповідні поправки в визначені різниці часів надходження сигналів  $\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3,$

$\Delta T_4$ , в результаті чого одержують скориговані значення  $\Delta T_1^c, \Delta T_2^c, \Delta T_3^c, \Delta T_4^c$  по формулі (1).

Далі мінімальне із цих значень  $\Delta T_{\min}$  віднімають зі скоригованих значень різниць часів

надходження сигналів і визначають приведені різниці часів надходження  $\Delta T_1^n$ ,  $\Delta T_2^n$ ,  $\Delta T_3^n$ ,  $\Delta T_4^n$  по формулі (2), які й використовують для розрахунку координат джерел АЕ.

Таким чином, спосіб дозволяє підвищити точність визначення координат сигналів АЕ за рахунок врахування залежності між їхньою амплітудою й зміною обмірюваної різниці часів надходження до приймальних перетворювачів.

$$\Delta T_1^c = \Delta T_1 + \Delta \tau_1$$

$$\Delta T_2^c = \Delta T_2 + \Delta \tau_2 \quad (1)$$

$$\Delta T_3^c = \Delta T_3 + \Delta \tau_3$$

$$\Delta T_4^c = \Delta T_4 + \Delta \tau_4$$

$$\begin{cases} \Delta T_1^n = \Delta T_1^c + \Delta T_{\min} \\ \Delta T_2^n = \Delta T_2^c + \Delta T_{\min} \\ \Delta T_3^n = \Delta T_3^c + \Delta T_{\min} \\ \Delta T_4^n = \Delta T_4^c + \Delta T_{\min} \end{cases} \quad (2)$$

Технічна суть запропонованої корисної моделі пояснюється фігурами:

Фіг. 1 - Схема формування помилки визначення різниці часу надходження сигналів АЕ ( $\Delta \tau$ )

по двох каналах через їх нерівні амплітуди (А).

Фіг. 2 - Залежність похибки виміру різниці часу надходження сигналів АЕ ( $\Delta \tau$ ) від амплітуди (А).

Фіг. 3 - Блок-схема комплексу для визначення координат джерел АЕ із застосуванням імітатора сигналів АЕ.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб визначення координат джерел акустичної емісії (АЕ), який полягає в тому, що приймають сигнали акустичної емісії групою каналів, вимірюють амплітуди сигналів у кожному каналі й різниці часів надходження сигналів на приймальні перетворювачі каналів і по них визначають координати джерел, який **відрізняється** тим, що для підвищення точності визначення координат джерел АЕ, попередньо на контрольований об'єкт, на рівній відстані від двох приймальних перетворювачів установлюють імітатор сигналів АЕ з випромінюючим перетворювачем, випромінюють акустичні імпульси, змінюють амплітуду сигналу в одному з каналів і визначають залежність помилки виміру різниці часу надходження сигналів АЕ до перетворювачів від амплітуди, а в процесі контролю об'єкта обмірювані різниці часів надходження сигналів АЕ коригують відповідно до їхньої амплітуди й отриманої залежності, а зі скоригованих різниць часів надходження віднімають найменшу з них.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для побудови залежності помилки виміру різниці часу надходження сигналів АЕ від їх амплітуди змінюють підсилення в одному з двох каналів.

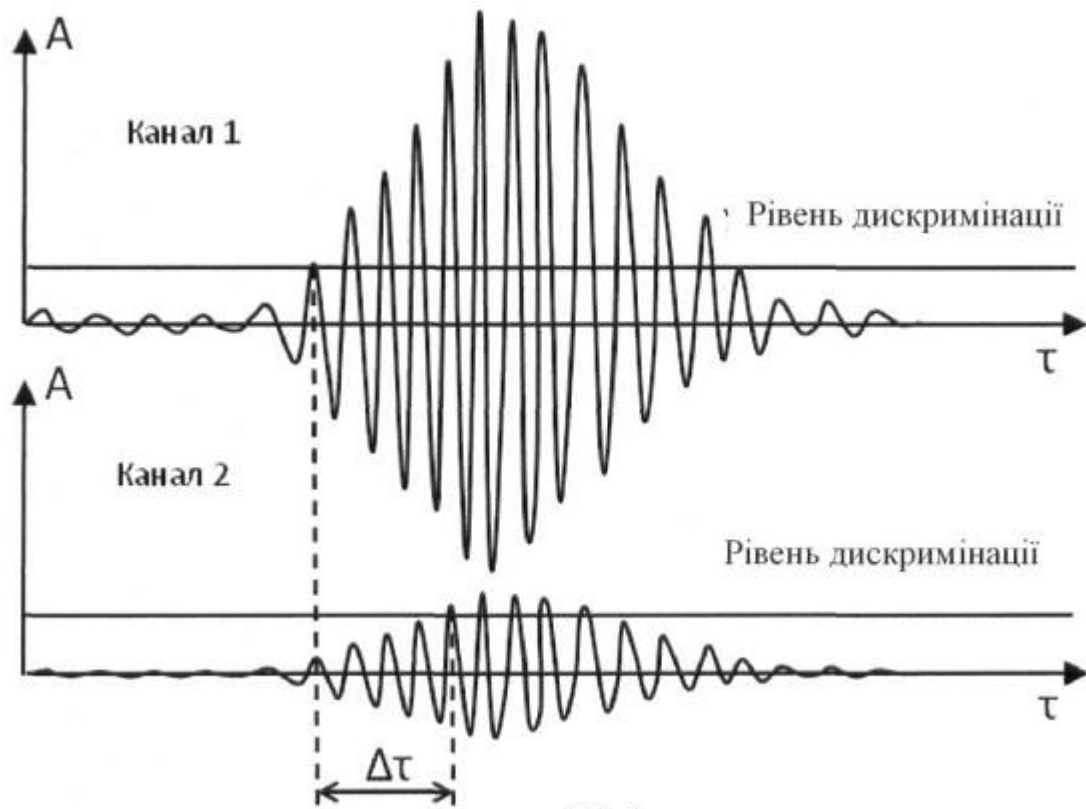


Fig. 1

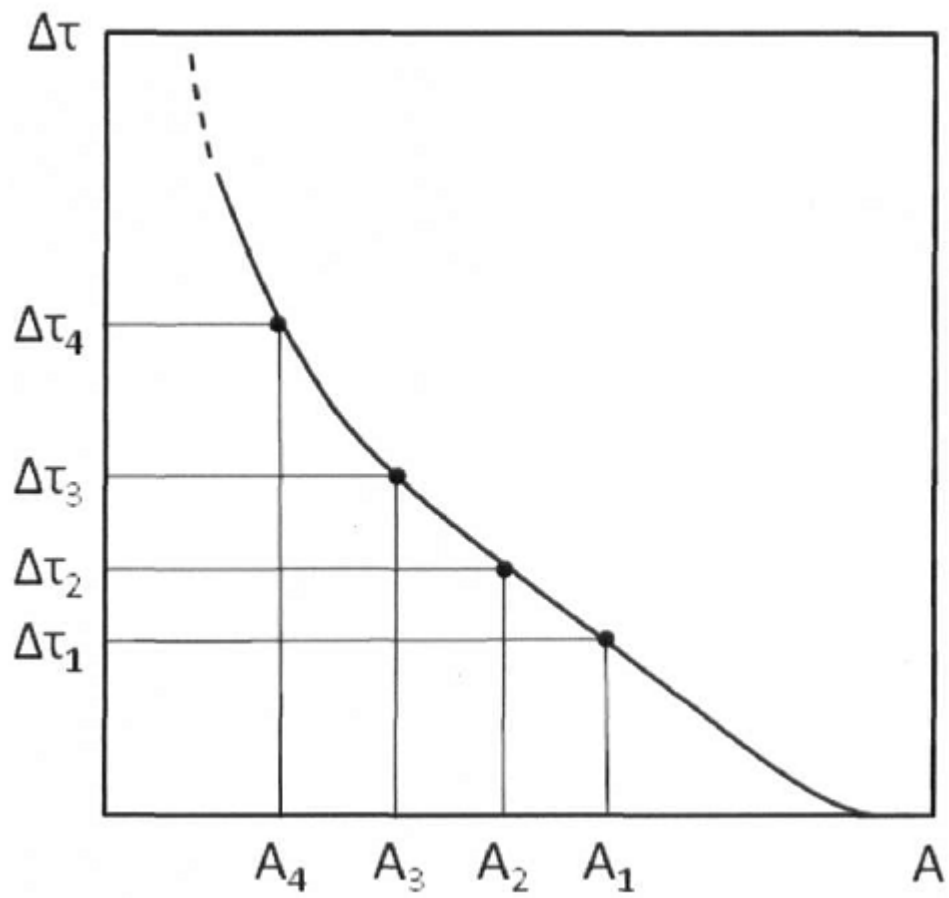


Fig. 2

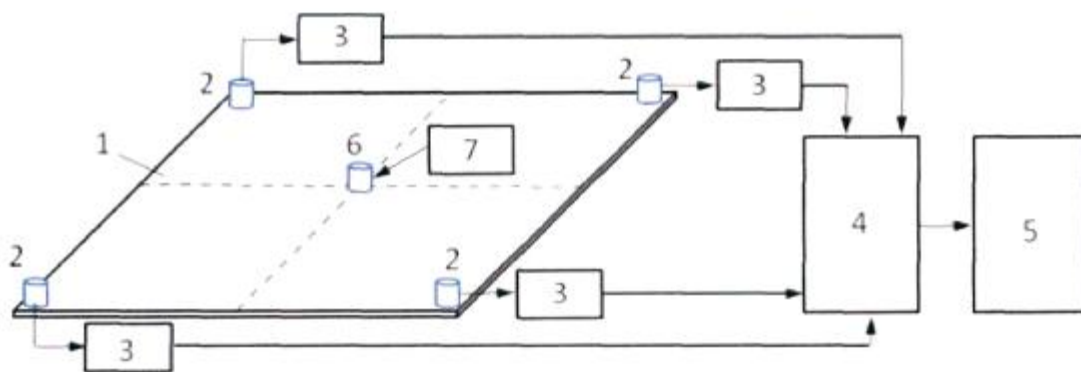


Fig. 3

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

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