



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40002 (13) U  
(51) МПК (2009)  
G01N 29/04МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПОВІТРЯНО-АКУСТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

1

2

(21) u200811117

(22) 15.09.2008

(24) 25.03.2009

(46) 25.03.2009, Бюл.№ 6, 2009 р.

(72) КАРПАШ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ, UA, РИБИЦЬКИЙ ІГОР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, КАРПАШ МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ, UA

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, UA

(57) 1. Ультразвуковий перетворювач для безконтактного вимірювання товщини матеріалів при використанні повітряно-акустичного зв'язку, що складається з корпусу, з'єднувача та демпфера, п'єзоелектричного елемента, багатошарового узгоджувача шару, який **відрізняється** тим, що використано п'єзоелектричний елемент з резонан-сною частотою 1 МГц, багатошаровий узгоджувачий шар, виготовлений з, скріплених між собою, трьох дископодібних пластин, товщини яких рівні чверті довжини хвилі акустичних коливань у відповідних матеріалах, значення акустичних опорів матеріалів утворюють спадну геометричну прогресію зі знаменником, рівним  $2^{-0,5}$ , та першим членом, рівним акустичному опору матеріалу п'єзоелектричного елемента.2. Ультразвуковий перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що демпфер, п'єзоелектричний елемент та багатошаровий узгоджувачий шар скріплені між собою та розміщені в корпусі резонатора, який кріпиться до корпусу перетворювача за допомогою фіксуючого кільця.

Корисна модель відноситься до неруйнівного контролю різного роду матеріалів, зокрема до контролю товщини безконтактним акустичним способом при використанні повітряно-акустичного зв'язку.

Відома конструкція ультразвукового перетворювача [1], який складається з конусоподібного корпусу, закритого діафрагмою, чутливого елемента, закріпленого в корпусі, узгоджувача шару, призначеного для передавання та приймання ультразвукових коливань та розміщеного між діафрагмою та чутливим елементом, термопластичного шару, виготовленого на основі епоксидної гуми та призначеного для вирівнювання тиску, що повністю захищає чутливий елемент від впливу зовнішнього середовища та прилягає до узгоджувача шару, фіксуючого кільця, яке призначене для фіксування узгоджувача шару а також з демпфера, який заповнює порожнини в корпусі перетворювача. Ультразвуковий перетворювач володіє високою захищеністю від впливу хімічно активних середовищ, має малі геометричні розміри, може використовуватись при широкому діапазоні змін температур та призначений для акустичного контролю матеріалів, зокрема товщини.

До недоліків даної конструкції слід віднести низький частотний діапазон від 15кГц до 60кГц, що спричиняє виникнення великих значень похибок при вимірюваннях товщини, необхідність використання контактних речовин для створення акустичного контакту перетворювача з контрольованим матеріалом, а також неможливість застосування даного перетворювача для контролю товщини матеріалів безконтактним методом при використанні повітря в якості середовища для створення акустичного зв'язку перетворювача з контрольованим матеріалом.

Також відома конструкція перетворювача, який складається з корпусу, демпфера, п'єзоелектричного елемента та двохшарового узгоджувача шару, призначеного для узгодження акустичних опорів п'єзоелемента та повітря, що зменшує втрати енергії акустичних коливань на границі розділу п'єзоелемента повітря [2]. Даний перетворювач призначений для вимірювання щільності паперу, виявлення дефектів в багатошарових композитних матеріалах, а також для вимірювання їх фізичних властивостей. Вимірювання проводиться прохідним акустичним методом шляхом розміщення досліджуваного матеріалу між двома ідентичними перетворювачами.

(19) UA (11) 40002 (13) U

Проте даний перетворювач призначений тільки для вимірювання фізичних характеристик та товщини не металічних матеріалів. До недоліків даного перетворювача також слід віднести малий діапазон контрольованих товщин матеріалів та низьке значення робочої частоти перетворювача, яке не перевищує 100кГц, що спричиняє виникнення високих значень похибок при вимірюванні товщини матеріалів.

Найбільш близьким по суті до запропонованої є конструкція перетворювача, призначеного для контролю товщини виробів, виготовлених з сталі, заліза, алюмінію, пластику, однорідних об'єктів у вигляді листів чи пластин [3] і складається з корпусу, з'єднувача, демпфера, п'єзоелемента та трьохшарового узгоджувача шару. Для контролю товщини матеріалів використовується прохідний акустичний метод. В якості середовища для акустичного зв'язку ультразвукового перетворювача з досліджуваним матеріалом використовується повітря. Для зменшення втрат енергії акустичних коливань, які виникають на границі розділу п'єзоелемент-повітря використовується трьохшаровий узгоджувач шару, який представляє собою скріплені одна з одною три тонких пластини. Перша пластина узгоджувача шару, яка безпосередньо кріпиться до п'єзоелемента, виготовлена з органічного скла, товщиною 0,533мм. Друга пластина виготовлена з алюмінію товщиною 1,067мм. Остання пластина - виготовлена з коркового дерева, товщиною 1,27мм.

Недоліком даної конструкції є низький робочий частотний діапазон перетворювача - до 250кГц, що спричиняє виникнення великих значень похибок при вимірюваннях товщини, а також малий діапазон контрольованих товщин - до 3мм.

Задача даної корисної моделі полягає в удосконаленні конструкції ультразвукового перетворювача шляхом використання п'єзоелемента, резонансна частота якого складає 1МГц та пластин алюмінію, поліетилену та целюлози вторинної переробки для виготовлення багатшарового узгоджувача шару, що дозволить вимірювати товщину різного роду матеріалів безконтактним акустичним способом при використанні повітря в якості середовища для створення акустичного контакту між перетворювачем та досліджуваним матеріалом та зменшити похибку вимірювань.

Для вирішення поставленої задачі у корисній моделі ультразвукового перетворювача, що складається з корпусу, з'єднувача та демпфера, п'єзоелектричного елемента, багатшарового узгоджувача шару який відрізняється тим, що використано п'єзоелектричний елемент з резонансною частотою 1 МГц, багатшаровий узгоджувач шару, який виготовлений з скріплених між собою трьох дископодібних пластин, товщини яких рівні чверті довжини хвилі акустичних коливань у відповідних матеріалах, значення акустичних опорів матеріалів яких утворюють спадаючу геометричну прогресію зі знаменником рівним  $2^{-0,5}$  та першим членом, рівним акустичному опору матеріалу п'єзоелектричного елемента та додатково використано корпус резонатора, в якому розміщуються та скріплюються між собою демпфер, п'єзоелектричний елемент та багатшаровий узго-

джувач шар, який кріпиться до корпусу перетворювача за допомогою фіксуємого кільця.

Корисна модель ілюструється кресленнями, де на Фіг.1 зображена конструкція ультразвукового перетворювача для безконтактного вимірювання товщини матеріалів при використанні повітряно-акустичного зв'язку, на Фіг.2 зображена схема вимірювання товщини матеріалів (ОК - об'єкт контролю - досліджуваний матеріал).

Конструктивно ультразвуковий перетворювач складається з корпусу 1, з'єднувача 2, корпусу резонатора 3, демпфера 4, п'єзоелектричного елемента 5, виготовленого, наприклад, з титанату барію ТБК-3 діаметром 20мм, резонансна частота якого складає 1МГц, багатшарового узгоджувача шару, який складається з трьох пластин дископодібної форми, виготовлених з алюмінію 6, товщиною 0,78мм, поліетилену 7, товщиною 0,65мм, паперу вторинної переробки 8, товщиною 0,085мм, діаметр, яких рівний діаметру п'єзоелектричного елемента та фіксуємого кільця 9. Електричне з'єднання п'єзоелемента з відповідними контактами закріпленого на корпусі з'єднувача, виконане за допомогою тонких провідників 10 (Фіг.1). Демпфер, п'єзоелемент та багатшаровий узгоджувач шар склеюються між собою за допомогою епоксидної смоли і утворюють резонатор, який розміщується в корпусі резонатора. Резонатор кріпиться в корпусі перетворювача за допомогою фіксуємого кільця.

Встановлено, що така конструкція ультразвукового перетворювача забезпечує зменшення втрат енергії акустичних коливань на границі розділу п'єзоелемент-повітря на 32дБ, що дозволяє проводити вимірювання товщини досліджуваних матеріалів товщиною до 10мм [4, 5].

Визначення товщини ОК прохідним методом здійснюється наступним чином. Безконтактні ультразвукові перетворювачі, випромінюючий та приймаючий, розміщуються один навпроти іншого на фіксованій відстані  $L=20\text{мм}$ , так щоб їхні акустичні осі співпадали. Випромінюючий перетворювач за допомогою з'єднувача приєднується до роз'єму «вихід» а приймаючий - до роз'єму «вхід» серійного ультразвукового дефектоскопа (наприклад УД2-70). Вмикається ультразвуковий дефектоскоп та відбувається вимірювання часу проходження ультразвукових коливань  $T_1$  від випромінюючого до приймаючого перетворювача - за допомогою дефектоскопа цей час визначається за різницею часів появи пройшовшого від випромінюючого до приймаючого перетворювача ехо-імпульсу та зондуємого ехо-імпульсу (Фіг.2,а).

Після цього між перетворювачами розміщується досліджуваний матеріал у вигляді пластини, так щоб його поверхні були перпендикулярні до акустичних осей перетворювачів та проводиться вимірювання часу проходження ультразвукових коливань (УЗК)  $T_2$ , який буде рівний сумі часу проходження УЗК від випромінюючого перетворювача до ОК- $t_1$ , часу проходження УЗК в ОК- $t_2$  та часу поширення ультразвукових коливань від об'єкта контролю до приймаючого перетворювача -  $t_3$  (Фіг.2,б):

$$T_2 = t_1 + t_2 + t_3.$$

За допомогою дефектоскопа цей час визначається за різницею часів появи пройшовшого через

ОК ехо-імпульсу та зонduючого ехо-імпульсу (Фіг.2,б).

Визначення товщини ОК  $h$  проводиться за формулою:

$$h = (T_1 - T_2) \cdot \left( \frac{c_{OK} \cdot c_{П}}{c_{OK} - c_{П}} \right)$$

де  $c_{OK}$ ,  $c_{П}$  - швидкість поширення УЗК в матеріалі ОК та повітрі відповідно.

Перелік посилань

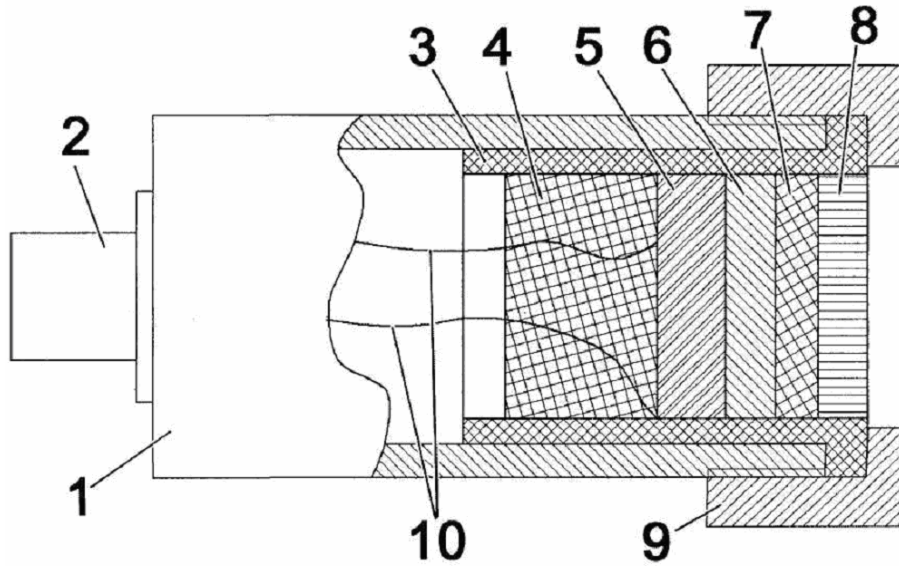
1. Патент Сполучених Штатів Америки №5664456 G01F23/28.

2. Патент Сполучених Штатів Америки №4976150 G01N29/00.

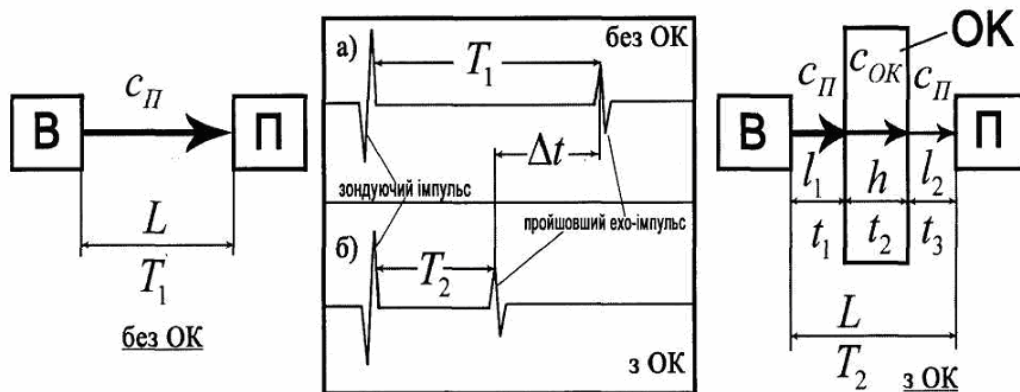
3. Патент Сполучених Штатів Америки №4594897 G01N29/04.

4. О.М. Карпаш, І.В. Рибіцький, М.О. Карпаш. Безконтактний ультразвуковий перетворювач для вимірювання глибини корозійного пошкодження та товщини// Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції «Міцність та надійність магістральних трубопроводів «МТ-2008», Київ, Україна, 5-7 червня 2008р. - С.49-51.

5. О.М. Карпаш, І.В. Рибіцький, М.О. Карпаш. Експериментальна установка для вимірювання товщини металоконструкцій безконтактним акустичним методом// Методи та прилади контролю якості. - 2008. - №20. - С.7-12.б.



Фіг. 1



Фіг. 2