

УДК 620.179.16: 620.179.17

Сергій Плєснецов, к.т.н.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

БЕЗКОНТАКТНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТРУБЧАТИХ НЕФЕРОМАГНІТНИХ МЕТАЛОВИРОБІВ

Розроблено електромагнітно-акустичний перетворювач для збудження ультразвукових недиспергуючих крутильних коливань в трубчатих металовиробах з неферомагнітного матеріалу. Перетворювач дозволяє підвищити достовірність діагностики.

Ключові слова: ультразвуковий перетворювач; недиспергуючий; електромагнітно-акустичний; металовиріб; неферомагнітний

Sergey Plesnetsov

NON-CONTACT ULTRASONIC TRANSDUCER FOR TUBULAR NONFERROMAGNETIC METAL PRODUCT TESTING

An electromagnetic - acoustic transducer for ultrasonic excitation of new nondispersive torsional vibrations in hardware with tubular nonferromagnetic material is developed. The converter allows to increase the diagnosis reliability.

Keywords: ultrasonic transducer; nondispersive; electromagnetic-acoustic; metal product; nonferromagnetic

Сталеві трубки малого діаметра широко застосовуються в різних галузях промисловості і підлягають обов'язковому ультразвуковому неруйнівному контролю. Застосування для такого контролю традиційних контактних методів складно і дорого. Для виявлення в стінках трубок дефектів типу тріщин, розшарувань, пор, областей з аномаліями фізико-механічних характеристик та ін., ефективно застосування недиспергуючих крутильних хвиль [1], які можливо ефективно збуджувати тільки за допомогою безконтактного електромагнітно-акустичного (ЕМА) способу збудження і прийому ультразвукових імпульсів [2]. Такі хвилі мають високу чутливість до дефектів і значну стійкість до впливу перешкод різного виду при ультразвуковому контролі феромагнітних трубок малого діаметра [3]. Тому необхідно розробляти нові пристрої для збудження та прийому недиспергуючих крутильних хвиль ЕМА перетворювачами (ЕМАП), наприклад в виробах, які виготовлені з нержавіючих сталей аустенітного класу.

За результатами виконаного математичного моделювання запропоновано конструкцію ЕМАП (рис. 1), для контролю трубчатих неферомагнітних металовиробів з перетином у вигляді кола. На рисунку позначені: 1 – корпус; 2 – джерело постійного

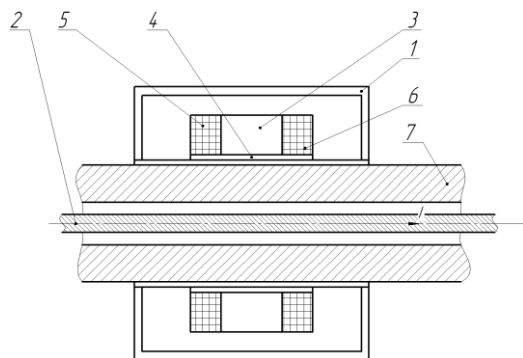


Рис. 1. Спрощена конструкція ЕМАП

магнітного поля у вигляді окремого провідника; 3 – прохідна високочастотна котушки індуктивності; 4 – протектор; 5 – перша секція прохідної високочастотної котушки індуктивності; 6 – друга секція прохідної високочастотної котушки індуктивності; 7 – ОК; I – постійний електричний струм.

В ЕМА перетворювачі, що має корпус, джерело постійного магнітного поля, прохідну високочастотну котушку індуктивності та протектор, прохідна

високочастотна котушка індуктивності виконана з двох секцій, які електрично включені по відношенню одна до одної зустрічно по магнітному полю, а джерело постійного магнітного поля виконано в вигляді окремого провідника, який встановлено у внутрішньому об'ємі трубчатого виробу так, що його вісь співпадає з віссю трубчатого виробу. ЕМАП працює наступним чином. У порожнині стрижня 7, співвісно з ним, розташований провідник 2, по якому протікає постійний електричний струм I . Струм $I_в$ провіднику 2 є в тілі ОК 7 джерелом постійного поляризованого магнітного поля, вектор напруженості якого в циліндричній системі координат має один круговий компонент. Прохідна високочастотна котушки 3 індуктивності закріплена в корпусі 1 і живиться високочастотним струмом. Високочастотний струм в секції 5 і в секції 6 високочастотної котушки індуктивності 3 протилежні за напрямком відносно один одного. За рахунок взаємодії магнітного поляризованого поля кругової форми, що формується струмом I в ОК 7, і високочастотного електромагнітного поля, що формується секціями 5 і 6 високочастотної котушки індуктивності 3, та дії сили Лоренца, в тілі ОК 7 збуджуються зсувні деформації. В результаті в ОК 7 розповсюджуються крутильні бездисперсійні ультразвукові коливання. При наявності в ОК 7 дефектів, ультразвукові коливання відбиваються від них і фіксуються за рахунок ефекту електромагнітної індукції. Протектор 4 захищає високочастотну котушки індуктивності 3 від пошкодження при скануванні ОК.

Перевірку працездатності розробленого ЕМАП проведено за допомогою спеціального стенда. В ньому для живлення перетворювача використано потужний генератор [4] зондуючих імпульсів, який формував пакетний сигнал з 3–6 періодів частоти збудження в діапазоні 0,5...2,5 МГц. Пікова величина високочастотного струму живлення досягала 200А. Для формування поляризованого магнітного поля використано імпульсне живлення струмом 200 А з часовою тривалістю 1 мс. Інші блоки стенду ідентичні тим, що були використані в роботі [5]. В якості ОК використано тонкостінні трубки діаметром 16, 20, 26 та 32 мм з аустенітних марок сталей.

В результаті проведення досліджень встановлено, що розроблений електромагнітно-акустичний перетворювач дозволяє збуджувати високочастотні ультразвукові недиспергуючі імпульси з відношенням амплітуд корисного сигналу до завад більше 10...15 разів. Очевидно, що дослідження, направлені на розробку засобів для ультразвукового контролю трубок невеликого діаметру, є надзвичайно перспективними і важливими для промисловості.

Література

1. Буденков Г.А., Недзвецкая О.В., Злобин Д.В., Лебедева Т.Н. Эффективность использования стержневых и крутильных волн для контроля пруткового проката. - Дефектоскопия, 2004, №3, с. 3–9.
2. Сучков Г.М., Петрищев О.Н., Плеснецов С.Ю. Разработка основ электромагнитно-акустического возбуждения крутильных волн в трубчатых металлоизделиях // Тези XXII Міжн. н.-пр. конф. «Фізичні та комп'ютерні технології», 7-9 грудня 2016 р. Харків. – С.469–473.
3. Муравьев О.В., Леньков С.В., Мурашов С.А. Крутильные волны, возбуждаемые электромагнитно-акустическими преобразователями, при акустическом волноводном контроле трубопроводов. – Акустический журнал, 2016, т. 62, №1, с. 117-124.
4. Suchkov G.M., Petrishchev O.N., Cherednichenko I.V., Fedorov V.V., Desyatnichenko A.V., Khashchina S.V., Maslova M.S. A Generator of Probing Pulses for EMA Flaw Detectors // Russian Journal of Nondestructive Testing, 2012, Vol.48, No.9, pp. 537–540.
5. Мигущенко Р.П. и др. Теория и практика электромагнитно-акустического контроля. Часть 5. Особенности конструирования и практического применения ЭМА устройств ультразвукового контроля изделий. - Харьков: ТОВ «Планета-принт», 2016. – 230 с.