


Резонансный ультразвуковой спектроскоп

Авторы патента:

**Гусейнов Керим Басирович (RU)**  
**Пашук Евгений Григорьевич (RU)**  
**Халилов Шамиль Арсланович (RU)**

**G01N29/04 - для обнаружения локальных дефектов в твердых телах (G01N 29/16,G01N 29/18,G01N 29/20 имеют преимущество)**

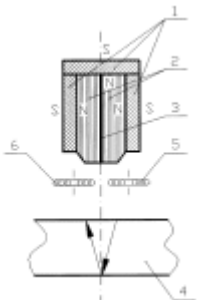
Похожие патенты:



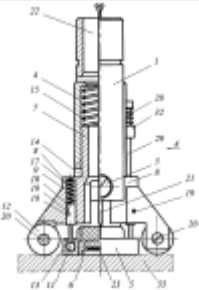
**Ультразвуковой дефектоскоп для контроля сплошности** // 1880



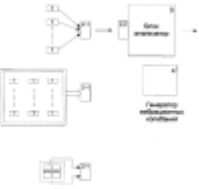
**Носитель датчиков для внутритрубного инспекционного снаряда (варианты)** // 24548



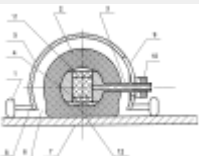
**Электромагнитно-акустический преобразователь** // 31305




**Акустический блок (варианты)** // 51749



**Вибрационный дефектоскоп** // 53781



**Устройство для ультразвукового контроля** // 54199



**Устройство для дефектоскопии железнодорожных рельсов** // 55477

**Акустический блок (варианты)** // 56638

Использование: для неразрушающего контроля материалов и изделий ультразвуковыми методами, предпочтительно методом резонансной ультразвуковой спектроскопии, преимущественно, для изделий небольших размеров. Сущность заключается в том, что передающий и принимающий пьезодатчики содержат активную часть в виде акустически соединенных пьезоэлемента с металлизированными поверхностями, электропроводящей пластины и круглого конуса с высотой примерно равной диаметру основания, изготовленного из материала с большой скоростью распространения ультразвука, служащего демпфером колебаний, и приводимого в акустический контакт с образцом, один из пьезодатчиков установлен на неподвижном основании, а другой на скользящей по трем направляющим подвижной подпружиненной втулке, направляющие закреплены на неподвижной втулке, которая устанавливается в устройство перемещения, в качестве которого может использоваться механическая часть оптического микроскопа. Технический результат - повышение точности, воспроизводимости измерений и облегчение решения обратной задачи ультразвуковой спектроскопии.

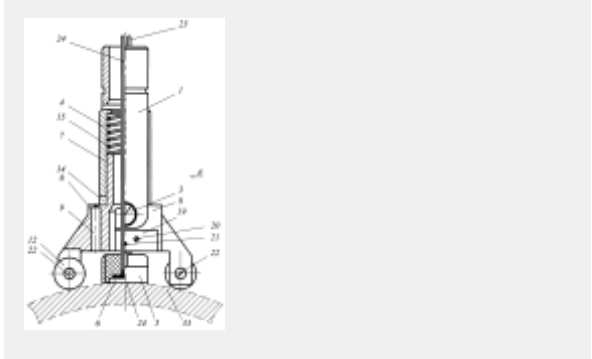
Изобретение относится к области неразрушающего контроля материалов и изделий ультразвуковыми методами, предпочтительно методом резонансной ультразвуковой спектроскопии, преимущественно, для изделий небольших размеров.

«Уровень техники». Известен резонансный ультразвуковой спектроскоп (RUS) [1], ячейка которого состоит из передающего и принимающего пьезодатчиков, между которыми в акустическом контакте закреплен образец, на передающий пьезодатчик подается электрический сигнал, а с принимающего снимается сигнал отклика на это воздействие. Пьезодатчики состоят из пьезопластины с металлизированными поверхностями, одна из которых приведена в акустический контакт с образцом, а к другой приклеен цилиндрический демпфер, изготовленный из материала с большой скоростью распространения ультразвука. Приемный преобразователь закреплен на неподвижном основании, а излучающий на плоской пружине, которая установлена в перемещающем устройстве. Недостатком известного RUS [1] является то, что можно исследовать (получать спектры собственных колебаний) только образцы в форме прямоугольных параллелепипедов (RPR), а колебания можно возбуждать или принимать только в вершинах RPR. Существенность этого недостатка связана с тем, что амплитуда колебаний в вершинах RPR максимальна для большинства мод собственных колебаний, поэтому влияние акустического контакта на измеряемую частоту резонанса также максимально. Кроме того, использованный способ возбуждения и регистрации колебаний не позволяет исследовать распределение амплитуды колебаний собственных мод по поверхности изделия, которое позволяет идентифицировать моды колебаний и улучшить сходимость решения обратной задачи резонансной спектроскопии, как это показано в работе [2]. Другим недостатком RUS [1] является использование плоской пружины для приведения пьезодатчиков в акустический контакт с образцом. Зависимость силы прижима пьезодатчика к образцу от смещения подвижной части перемещающего устройства в этом случае существенно нелинейная [3], что затрудняет измерение зависимости регистрируемой частоты отклика от силы прижима пьезодатчиков к образцу, необходимой для корректного учета ее влияния на измеряемое значение частоты собственных мод колебаний образца.

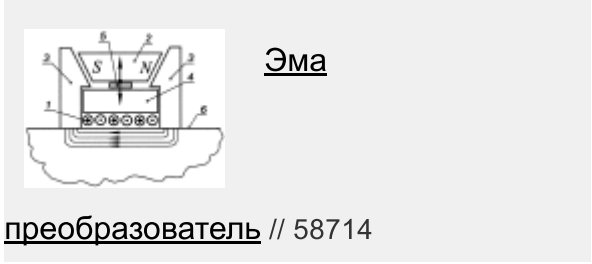
«Раскрытие полезной модели». Предлагаемое устройство свободно от перечисленных недостатков. А именно - позволяет исследовать образцы и изделия любой формы, а не только RPR, изучать распределение амплитуд колебаний по поверхности образцов или изделий, измерять зависимость частоты отклика от силы прижима датчика к поверхности образца или изделия. Для достижения этой цели конструкция пьезодатчиков изменена - дополнительно введен круглый конус, изготовленный из материала с большой скоростью распространения ультразвука и высотой, примерно равной его диаметру, а демпфер исключен, поскольку конус выполняет его функции. Активная часть предлагаемой конструкции пьезодатчиков показана на Фиг.1. Здесь 1 - металлизированная пьезопластина, 2 - электропроводящая пластина, 3 - круглый конус. Верхняя часть конуса закруглена с радиусом примерно 5% от высоты конуса.

Передающий и принимающий пьезодатчики имеют одинаковую конструкцию, как показано на Фиг.2. Здесь 4 - металлизированный тонкостенный цилиндр, 5 - металлизированная диэлектрическая шайба, 6 - звукоизолирующая прокладка, 7 - микропровод, 8 - места электрического контакта микропроводов с проводящими поверхностями, 9 - токопроводящие склейки. Остальные обозначения соответствуют Фиг.1.

Конструкция предлагаемой ячейки показана на Фиг.3. В отличие от прототипа [1] прижим круглого конуса пьезодатчика к образцу или изделию для обеспечения акустического контакта осуществляется с помощью витой пружины, сила упругости которой линейно зависит от деформации, что позволяет измерять зависимость частоты отклика от силы прижима датчика к поверхности образца или изделия. Ячейка содержит подвижную часть, состоящую из узла крепления подвижной части ячейки 10, узла передающего пьезодатчика 11 и неподвижного узла принимающего пьезодатчика 12, установленного на неподвижном основании. Узел крепления подвижной части ячейки 10 состоит из втулки 13, трех направляющих 14 и витой пружины 15. Узел передающего пьезодатчика 11 состоит из подвижной втулки 16 с экранирующим ферромагнитным покрытием 17 и передающего пьезодатчика 18. Неподвижный узел принимающего пьезодатчика 12, состоит из принимающего пьезодатчика 20 и предусилителя 21, установленных на диэлектрической шайбе 22, экрана 23 и ферромагнитной шайбы 24. Образец или изделие 19 находится в акустическом контакте с излучающим 18 и принимающим 20 пьезодатчиками за счет их прижима к его поверхности, возникающего при сжатии пружины 15 при перемещении подвижной части ячейки 11. Три направляющие 14 закреплены в глухих сверлениях втулки 13 узла крепления 10, расположенных под углом 120° в плоскости его торца. Подвижная втулка 16 скользит по направляющим, обеспечивая



Устройство для  
ультразвукового  
контроля рельса // 56639



преобразователь // 58714

соосность перемещения передающего пьезодатчика 18 относительно неподвижно закрепленного принимающего пьезодатчика 20. Вариант ячейки для исследования зависимости частот отклика образцов или изделий от внешних воздействий (температура, давление, влажность и др.) отличается от показанного на Фиг.3 тем, что нижние концы направляющих 14 закреплены и на втулке 13 и на узле принимающего пьезодатчика 12, как показано на Фиг.4. Узел крепления подвижной части ячейки 10 становится неподвижным, перемещается только узел передающего пьезодатчика 11. Ячейка помещается в термостат или баростат. Сила прижима датчика к образцу при этом постоянна.

«Осуществление полезной модели». Для подачи и приема электрических сигналов заданной частоты и измерения амплитудночастотных (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик отклика ячейки с образцом используется электронная часть полезной модели, структурная схема которой показана на Фиг.5. Ее основой является аналогоцифровой-цифроаналоговый преобразователь (АЦП-ЦАП) 25, установленный в персональный компьютер 26. Использовался АЦП-ЦАП 14/2 производства ЗЭТ ВНИИФТРИ. Сформированный АЦП-ЦАП гармонический сигнал через аттенуатор 27 поступает в усилитель мощности 28 и далее на излучающий пьезодатчик 18. Сигнал отклика образца или изделия 19 преобразуется принимающим пьезодатчиком 20 в электрический сигнал, который усиливается маломощным предусилителем 29 и поступает на вход АЦП-ЦАП 25. Измерение амплитудночастотных (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик осуществляется компьютерной программой. Программное обеспечение позволяет подробно визуально исследовать АЧХ и ФЧХ на экране компьютера, записывать их в виде файла данных, которые подаются в программный комплекс [4], позволяющий вычислить модули упругости и коэффициент поглощения ультразвука в образце или изделии. Эти данные могут быть использованы для неразрушающего контроля материалов и изделий по известным методикам [5-6]. Возможно получение спектра отклика изделия путем спектрального анализа сигнала принимающего пьезодатчика при воздействии коротким импульсом. Предусилитель принимающего пьезодатчика, маломощный усилитель и усилитель мощности собраны по типовым схемам на операционных усилителях ADA 4898-1 и AD 811.

Для обеспечения контролируемого прижима пьезодатчиков с целью создания стабильного акустического контакта с образцом или изделием, узел принимающего пьезодатчика 12 с помощью постоянных магнитов устанавливается на предметном столике микроскопа или держателе осветительной линзы. Узел крепления подвижной части ячейки 10 ввинчивается на место одного из объективов микроскопа. Образец или изделие 19 помещается между излучающим и приемным пьезодатчиками и приводится в акустический контакт путем перемещения подвижной части ячейки с помощью фокусирующей системы микроскопа. При этом вершины конусов 3 (Фиг.1) прижимаются к поверхности образца или изделия, что обеспечивает акустический контакт пьезодатчиков 18 и 20 с образцом или изделием 19. После этого с помощью электронной части полезной модели измеряется АЧХ и ФЧХ. Перемещение по вертикали осуществляется и измеряется фокусировочной системой микроскопа, а в горизонтальной плоскости координатным предметным столиком. Поскольку сила упругости достаточно длинной пружины зависит от перемещения почти линейно, по шкале перемещения фокусировочной системы можно точно определить и в дальнейшем воспроизводить силу прижима пьезодатчика к поверхности образца или изделия. Таким образом, ячейка позволяет получить зависимость частоты отклика изделия от силы прижима пьезодатчика, воспроизводить условия измерений при смене изделия и исследовать распределение амплитуды собственной моды колебаний по поверхности изделия.

Для исследования зависимости упругих и неупругих свойств образцов от внешних воздействий (температура, давление, влажность и др.) они предварительно исследуются при «комнатных» условиях с помощью ячейки, показанной на Фиг.3. Затем образец устанавливается в ячейку, показанную на Фиг.4, и она с образцом помещается в термостат, баростат, климатостат и др. Измеряются АЧХ и ФЧХ образцов при различных параметрах внешней среды. По этим данным с помощью программного комплекса [4] получаем искомую зависимость.

Литература.

1. US patent 4,976,148 / Migliori Albert, Visscher William M., Fisk Zachary // Resonant ultrasound spectrometer. G01N 29/12, December 11, 1990.
2. Алгоритм решения обратной задачи резонансной ультразвуковой спектроскопии для образцов в форме дисков. // Е.Г. Пашук, Ш.А. Халилов / в сб. Перспективы развития телекоммуникационных систем и информационные технологии. - СПб, 2008. с.237-242.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М./Теоретическая физика. Т.7. Теория упругости. М., Наука, 1987, 248 с.
4. Программный комплекс для резонансного ультразвукового спектрографа. / Пашук Е.Г., Халилов Ш.А. // в сб. Тезисы докл. Всерос. Конф "Телематика 2009" (Санкт-Петербург, 22-25 июня 2009 г.), с.404-405.
5. ASTM E2001-98 (2003)/Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-Metallic Parts/01/1998. - 7с.
6. Способ контроля материалов методом резонансной ультразвуковой спектроскопии: пат. № 2477854 Рос. Федерация: МПК7 G01N 29/04 / Гусейнов К.Б., Пашук Е.Г., Халилов Ш.А.; заявитель и патентообладатель ООО "Газпром трансгаз Махачкала". № 2011125764/28; заявл. 22.06.2011; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8. - 4 с.

Резонансный ультразвуковой спектроскоп, ячейка которого состоит из передающего и принимающего пьезодатчиков, между которыми в акустическом контакте закреплен образец, на передающий пьезодатчик подается сигнал, а с приемного снимается сигнал отклика на это воздействие, отличающийся тем, что приемные и излучающие пьезодатчики состоят из акустически соединенных пьезоэлемента с металлизированными поверхностями, электропроводящей пластины и круглого конуса с высотой, примерно равной диаметру основания, изготовленного из материала с большой скоростью распространения ультразвука, служащего демпфером колебаний, приводимого в акустический контакт с образцом и обеспечивающего точечные возбуждение и прием колебаний, один из пьезодатчиков установлен на неподвижном основании, а другой - на скользящей по трем направляющим подвижной

подпружиненной втулке, направляющие закреплены на втулке, которая устанавливается в устройство перемещения, в качестве которого может использоваться механическая часть оптического микроскопа.

