



(19) RU (11) 2 150 109 (13) С1
(51) МПК⁷ G 01 N 29/04

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

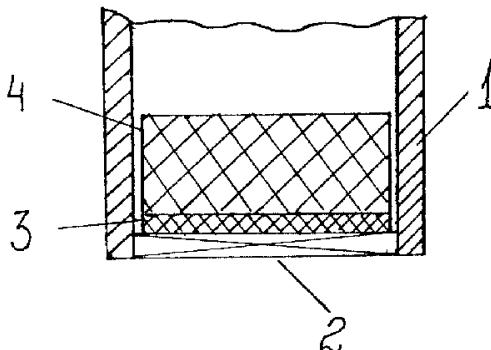
(21), (22) Заявка: 98106196/28, 25.03.1998
(24) Дата начала действия патента: 25.03.1998
(46) Дата публикации: 27.05.2000
(56) Ссылки: 1. Крауткремер Й., Крауткремер Г. Ультразвуковой контроль материалов.-М.: Металлургия, 1991, с.224-230. 2. RU 94005484 A1, 27.09.95. 3. SU 526823 A, 30.08.76. 4. SU 352211 A, 21.09.72. 5. SU 1619165 A1, 07.01.91. 6. GB 1266144 A, 08.03.72. 7. US 4779244 A, 18.10.88.
(98) Адрес для переписки:
197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова 5,
ЛЭТИ, патентный отдел, Директору
В.М.Веревкину

(71) Заявитель:
Общество с ограниченной ответственностью
"РИСОН"
(72) Изобретатель: Каширин В.А.,
Коновалов С.И., Степанов Б.Г.
(73) Патентообладатель:
Общество с ограниченной ответственностью
"РИСОН"

(54) УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

(57) Реферат:
Изобретение относится к области неразрушающих методов контроля и может быть использовано при ультразвуковой дефектоскопии материалов и изделий, в частности в ее иммерсионном варианте. Ультразвуковой преобразователь со сравнительно низкой добротностью, обеспечивающей малую длительность акустического импульса, и стабильными электроакустическими характеристиками содержит корпус с закрепленной на одном из его торцов пьезопластиной с прилегающим к ней демпфером. Демпфер выполнен из двух акустически связанных частей. Часть, прилегающая к пьезопластине, выполнена из эпоксидоподобного материала с наполнителем из порошка тяжелого металла или его окисла, а другая часть демпфера выполнена из резиноподобного материала с наполнителем в виде порошка тяжелого металла или его окисла с соблюдением условия согласования импедансов двух

частей вблизи границы их раздела. Толщина части демпфера, выполненной из эпоксидного материала с наполнителем из порошка тяжелого металла или его окисла, выбрана в пределах $(0,5 - 1)\lambda$, где λ - длина волны в материале указанной части демпфера на частоте полуволнового резонанса пьезопластины. 1 з.п.ф-лы, 1 ил.



R
U
2
1
5
0
1
0
9
C
1

R
U
2
1
5
0
1
0
9
C
1



(19) RU (11) 2 150 109 (13) C1
(51) Int. Cl. 7 G 01 N 29/04

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

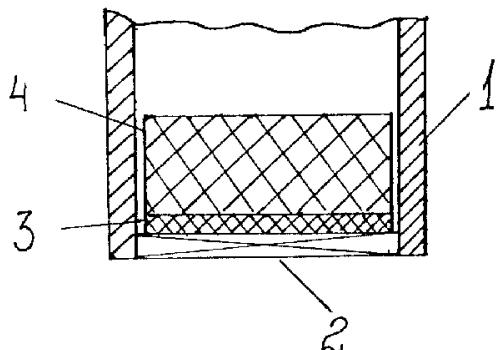
(21), (22) Application: 98106196/28, 25.03.1998
(24) Effective date for property rights: 25.03.1998
(46) Date of publication: 27.05.2000
(98) Mail address:
197376, Sankt-Peterburg, ul. Prof. Popova 5,
LEhTI, patentnyj otdel, Direktoru V.M.Verevkinu

(71) Applicant:
Obshchestvo s ogranicennoj
otvetstvennost'ju "RISON"
(72) Inventor: Kashirin V.A.,
Konovalov S.I., Stepanov B.G.
(73) Proprietor:
Obshchestvo s ogranicennoj
otvetstvennost'ju "RISON"

(54) ULTRASOUND TRANSDUCER

(57) Abstract:
FIELD: non-destructive flaw detection, in particular, immersion ultrasound flaw detection. SUBSTANCE: device has housing, which one end carries piezoelectric plate, which is adjoining to dampener. Dampener is designed as two members, which are connected acoustically. Member, which is adjacent to piezoelectric plate, is made from epoxy-like material with filler of high-density metal powder or its oxide. Another member of dampener is made from resin-like material with filler of high-density metal powder or its oxide so that impedances of two members is matched at border that separates them. Height of dampener member, which is made from epoxy-like material with filler of high-density metal powder or its oxide, is within range of λ , where λ is wavelength for

half-wave resonance frequency of piezoelectric plate in material of respective dampener member. EFFECT: short duration of acoustic pulse, stable electroacoustic characteristics for transducer with low Q-factor. 2 cl, 1 dwg



R
U
2
1
5
0
1
0
9
C
1

R
U
2
1
5
0
1
0
9
C
1

Изобретение относится к области неразрушающих методов контроля и может быть использовано при ультразвуковой дефектоскопии материалов и изделий, в частности в ее иммерсионном варианте.

Известен ряд технических решений ультразвуковых преобразователей (УЗП), общим для которых является размещение в корпусе преобразователя пьезопластины с установленным на ней демпфером.

Известен УЗП [1], в котором демпфер выполнен из того же материала, что и пьезопластина, в виде конуса, основание которого покрыто слоем серебра. Акустический контакт между пьезопластиной и демпфером обеспечивается путем их спайки сплавом Вуда. Недостатком описанного решения является наличие промежуточного слоя (спайки) между пластиной и демпфером, а также невысокое значение коэффициента затухания в материале демпфера.

Известен УЗП [2], в котором демпфер выполнен в виде спрессованного порошка сплава Вуда или Розе, последовательно переходящего от состояния спекшегося порошка к состоянию застывшего расплава, непосредственно контактирующего с пьезопластиной. Недостатком этого решения является сложность выдерживания при изготовлении температурного режима, обеспечивающего идентичность электроакустических параметров УЗП.

Известен УЗП, в котором использован комбинированный демпфер, состоящий из ловушки и звукопоглотителя. Недостатком указанного решения является довольно сложная геометрическая форма демпфера, что усложняет технологию изготовления УЗП.

Наиболее близким по технической сущности является УЗП [4], состоящий из корпуса и закрепленной на одном из его торцов пьезопластины с прилегающим к ней демпфером. В качестве демпфера в нем использован эпоксидный компаунд с наполнителем в виде порошка тяжелого металла или его окисла. Этот УЗП, имея сравнительно низкую добротность, обеспечивает возможность формирования достаточно короткого акустического импульса, но обладает сравнительно небольшим сроком службы, особенно при его эксплуатации в условиях большого перепада температур или постоянного контакта с водой. Указанный недостаток объясняется необходимостью использования сравнительно большой толщины (высоты) демпфера ввиду невысокой его поглощающей способности (так, для частоты 2 МГц высота демпфера составляет в зависимости от концентрации наполнителя 1,5...2 см), а также - недостаточно хорошая повторяемость акустических параметров преобразователей ввиду сравнительно малой жизнестойкости в процессе изготовления эпоксидного компаунда (порядка 30 минут), что оказывается на их мелкосерийном производстве. Кроме того, неравномерность полимеризации толстого слоя эпоксидного компаунда в сравнительно большом объеме вызывает в глубине демпфера остаточные механические напряжения, которые могут способствовать отслоению демпфера от пьезопластины и от корпуса. Это приводит к выходу из строя УЗП, особенно при его работе в условиях резкого перепада

температур и постоянного контакта с иммерсионной средой (водой).

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является создание УЗП со сравнительно низкой добротностью (не хуже, чем в известном), обеспечивающей малую длительность акустического импульса, и стабильными электроакустическими характеристиками при мелкосерийном производстве УЗП, а также меньшим расходом материала демпфера.

Поставленная задача решается следующим образом. Предлагаемый УЗП, как и известный, содержит корпус с закрепленной на одном из его торцов пьезопластиной с прилегающим к ней демпфером. При этом в отличие от известного демпфер выполнен из двух акустически связанных частей (слоев): сравнительно жесткого слоя, непосредственно контактирующего с пьезопластиной, выполненного из эпоксидоподобного материала с наполнителем из порошка тяжелого металла или его окисла, и слоя, сравнительно мягкого, выполненного из резиноподобного материала с наполнителем из тяжелого металла или его окисла, имеющего большую протяженность. Причем плотность этой резиноподобной (с наполнителем) части демпфера увеличивается по мере приближения к его сравнительно жесткой эпоксидоподобной (с наполнителем) части, обеспечивая на границе раздела условие согласования (равенства) удельных импедансов резиноподобной и эпоксидоподобной частей демпфера.

Поставленная задача решается также за счет того, что толщина части демпфера, выполненного из эпоксидоподобного материала с наполнителем из порошка тяжелого металла или его окисла, выбрана в пределах $(0,5\dots 1)\lambda$, где λ - длина волны в материале указанной части демпфера.

Такая конструкция УЗП позволяет добиться сокращения протяженности (высоты) демпфера и экономии требуемых для его изготовления материалов без ухудшения электроакустических характеристик предлагаемого УЗП. Это обусловлено тем, что резиноподобная часть демпфера, обладающая большим коэффициентом затухания, может быть выполнена в 2...3 раза меньшей по высоте, чем его эпоксидоподобный аналог, а сравнительно тонкая "жесткая" эпоксидоподобная часть демпфера определяет акустическую добротность УЗП.

Изобретение поясняется чертежом, схематически показывающим предлагаемый УЗП.

Предлагаемый УЗП содержит корпус 1, закрепленную на одном из его торцов пьезопластину 2, которая имеет соосно с ней установленный и прилегающий к ней демпфер, состоящий из прилегающего к пьезопластине 2 эпоксидоподобного слоя 3 с наполнителем из порошка тяжелого металла или его окисла и резиноподобного слоя 4 с наполнителем из порошка тяжелого металла или его окисла выбрана в пределах $(0,5\dots 1)\lambda$, где λ - длина волны в

материале указанной части демпфера на частоте полуволнового резонанса пьезопластины.

Предлагаемый УЗП работает следующим образом. Под действием возбуждающего электрического импульса пьезопластина 2 совершает продольные колебания в области частоты толщинного полуволнового резонанса, излучая при этом акустические волны в двух направлениях: в прямом - в сторону исследуемого образца (в частности, через иммерсионную среду), и в тыльном - в демпфер. В последнем благодаря сильному затуханию в материале демпфера акустические волны полностью рассеиваются и поглощаются.

Двухслойность структуры демпфера в предлагаемом УЗП позволяет в 2..3 раза уменьшить его высоту и тем самым количество расходуемых материалов, что особенно ощутимо при мелкосерийном производстве УЗП. Слой демпфера, непосредственно контактирующий с пьезопластины, следует выполнять сравнительно жестким с удельным импедансом, максимально приближенным к удельному импедансу пьезопластины (например, используя в качестве наполнителя эпоксидного компаунда порошок вольфрама или его окисла). Толщину h этого слоя демпфера достаточно выбирать в пределах $h \approx (0,5\dots 1) \lambda$, где λ - длина волн в материале композиционного (эпоксидный компаунд с наполнителем) слоя на частоте полуволнового резонанса пьезопластины. Согласно результатам расчетов и многочисленных экспериментальных данных такой толщины этой части демпфера достаточно, чтобы сформировалась колебательная система УЗП с заданной степенью демпфирования пьезопластины, определяющей добротность всего УЗП. Увеличение толщины нижнего слоя ($h > \lambda$) практически не изменяет добротность УЗП и его полосу пропускания и служит лишь для полного поглощения акустической волны, излученной в тыльном направлении, что в итоге приведет к заметному увеличению суммарной толщины (высоты) демпфера и большему расходу требуемых для его изготовления материалов. Выбор же толщины слоя меньше $0,5\lambda$ приводит к недостаточному демпфированию УЗП, приближая его добротность к варианту выполнения демпфера целиком из резиноподобного материала. Экспериментально установлено, что добротности УЗП с демпферами, выполненнымными целиком из резиноподобного Q_p или эпоксидоподобного Q_e материалов с одинаковой степенью концентрации в них наполнителя, соотносятся как $Q_p \approx 2Q_e$. Поскольку композитный материал в виде резиноподобной основы с наполнителем имеет больший коэффициент затухания (более сильное затухание колебаний на сравнительно гибких связях между частями наполнителя), чем эпоксидный компаунд с наполнителем [4,5] или расплав металла [2], то с позиции экономии материалов его использование для этой части (слоя) демпфера более целесообразно. Важно только, чтобы на границе раздела частей (слоев) демпфера обеспечивалось примерное равенство их акустических импедансов. Это условие обеспечивается тем, что

эпоксидоподобный (с наполнителем) слой демпфера выполняется сравнительно тонким ($h < \lambda$), чтобы наполнитель не осаждался и оставался равномерно распределенным по всему объему слоя, а резиноподобный (с наполнителем) слой демпфера формируется с использованием центрифуги, обеспечивающей последовательное нарастание удельного импеданса резиноподобного слоя к границе раздела слоев.

Контроль качества выполнения демпфера и собственно УЗП осуществляется по виду (структуре) акустического импульса или его огибающей. Последняя не должна иметь всплесков (максимумов) на своих склонах. Ширина огибающей или длительность акустического импульса на заданных уровнях определяются рабочей частотой УЗП, степенью его демпфирования и качеством выполнения собственно демпфера.

Поскольку эпоксидоподобная (с наполнителем) часть демпфера предлагаемого УЗП выполняется сравнительно тонкой, то полимеризация эпоксидного компаунда не сопровождается возникновением неоднородных стягивающих механических напряжений. Как правило, время жизни (пригодность к использованию) резиноподобных компаундов больше, чем у эпоксидоподобных.

Кроме того, за счет меньшей вязкости для них лучше и с большей повторяемостью проходит процесс центрифугирования. В связи с этим, итоговые эксплуатационные и акустические характеристики предлагаемых УЗП существенно лучше, чем у принятых за прототип.

Так, например, при мелкосерийном производстве УЗП в количестве 2000 штук с использованием пьезокварцевых пластин с рабочей частотой 2,5 МГц длительность акустического импульса на уровнях -20 дБ и -40 дБ от его максимального значения составила $(1,2 \pm 0,1)$ мкс и $(2,1 \pm 0,2)$ мкс. При этом разброс максимальных амплитуд не превосходил ± 1 дБ. Для нижнего слоя демпфера использовался эпоксидный компаунд УП-592, а для верхнего слоя - полиуретановый компаунд ПУ-ЗК [6]. Наполнителем для обоих слоев служил порошок вольфрама, взятый по отношению к основе как 4:1.

Литература:

1. Королев М. В. Некоторые способы формирования коротких акустических импульсов. Дефектоскопия. - 1973, N 2, с.72-77.
2. SU 1295328 A1, G 01 N 29/04.
3. Крауткремер И., Крауткемер Г., Ультразвуковой контроль материалов. - М.: Металлургия, 1991, с.224-230.
4. Ультразвуковые преобразователи для неразрушающего контроля/ Под общ. ред. И.Н. Ермолова. -М.: Машиностр., 1986, 280 с.
5. Подводные электроакустические преобразователи. Справочник / Под ред. В.В. Богородского. -Л.: Судостр., 1983, 248.

Формула изобретения:

1. Ультразвуковой преобразователь, состоящий из корпуса с закрепленной на одном из его торцов пьезопластиной с прилегающим к ней демпфером, отличающийся тем, что демпфер выполнен из двух частей, причем часть, прилегающая к

R U ? 1 5 0 1 0 9 C 1

R U 2 1 5 0 1 0 9 C 1

пьезопластины, выполнена из эпоксидного материала с наполнителем из порошка тяжелого металла или его окисла, а другая часть демпфера выполнена из резиноподобного материала с наполнителем в виде порошка тяжелого металла или его окисла с соблюдением условия согласования импедансов двух частей вблизи границы их раздела.

5

2. Преобразователь по п.1, отличающийся тем, что толщина части демпфера, выполненной из эпоксидного материала с наполнителем из порошка тяжелого металла или его окисла, выбрана в пределах $(0,5 - 1) \lambda$, где λ - длина волны в материале указанной части демпфера на частоте полуволнового резонанса пьезопластины.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60