РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 789 244**(13) **C1**

(51) МПК
G01N 29/04 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 29/04 (2022.08)

(21)(22) Заявка: **2022120039, 21.07.2022**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.07.2022

Дата регистрации:
31.01.2023

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **21.07.2022**

(45) Опубликовано: **31.01.2023** Бюл. № **4**

Адрес для переписки:
249031, г. Обнинск, Калужской обл., Киевское ш., 15, АО"ОНПП "Технология", Рахленко Владимир Евгеньевич

(72) Автор(ы):
Минин Сергей Иванович (RU),
Русин Михаил Юрьевич (RU),
Терехин Александр Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Акционерное общество "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология" им. А.Г.Ромашина" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 1606925 A1, 15.11.1990. RU 2137120 C1, 10.09.1999. US 4020446 A, 26.04.1977. RU 2585304 C1, 27.05.2016. RU 196378 U1, 26.02.2020. https://www.omgtu.ru/general_information/faculties/radio_engineering_department/department_quot_radio_devices_and_diagnostic_systems_quot/educational-materials/Acoustic_control/Laboratory_work_on_UD2-12.pdf.** (см. прод.)

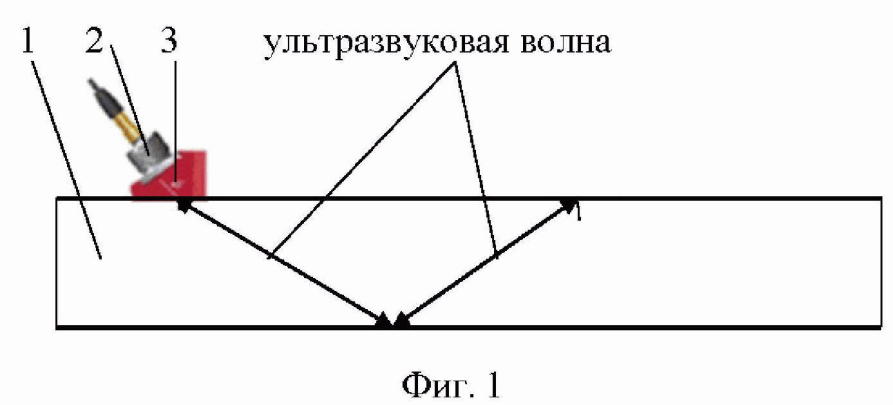
(54) Способ ультразвукового контроля поверхности кварцевых керамических изделий на наличие царапин

(57) Реферат:

Использование: для ультразвукового контроля поверхности кварцевых керамических изделий на наличие царапин. Сущность изобретения заключается в том, что в контролируемом изделии излучают и принимают ультразвуковые волны. По предложенному способу контроль выполняют одним ультразвуковым преобразователем частотой 5-10 МГц поперечными ультразвуковыми волнами, трансформированными от излучаемых продольных ультразвуковых волн, при этом излучают и принимают волны через наклонную призму из оргстекла, установленную под углом 35-45 градусов к поверхности изделия, и контролируют амплитуду однократно отраженных от шероховатостей поверхности эхо-сигналов в установленном временном интервале, а единичное увеличение амплитуды эхо-сигнала указывает на наличие царапины, причем размеры царапины определяют продольно-поперечным перемещением ультразвукового преобразователя по поверхности изделия. При продольно-поперечном перемещении преобразователя шаг сканирования устанавливают не более половины размера пьезоэлемента ультразвукового преобразователя. Технический результат: повышение качества контроля кварцевых керамических изделий, предназначенных для изготовления элементов конструкций летательных аппаратов. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2789244 C1

RU 2789244 C1



Фиг. 1

(56) (продолжение):
https://www.kropus.com/catalog/ultrazvukovoy-i-akusticheskiy-kontrol/ultrazvukovye_preobrazovateli/pryamye-ultrazvukovye-preobrazovateli/preobrazovatel_sp5020_/.

RU 2789244 C1

RU 2789244 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 789 244**(13) **C1**

(51) Int. Cl.
G01N 29/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
G01N 29/04 (2022.08)

(21)(22) Application: **2022120039, 21.07.2022**

(24) Effective date for property rights:
21.07.2022

Registration date:
31.01.2023

Priority:
(22) Date of filing: **21.07.2022**

(45) Date of publication: **31.01.2023** Bull. № **4**

Mail address:
249031, g. Obninsk, Kaluzhskoj obl., Kievskoe sh., 15, AO"ONPP "Tekhnologiya", Rakhlenko Vladimir Evgenevich

(72) Inventor(s):
Minin Sergei Ivanovich (RU),
Rusin Mikhail Iurevich (RU),
Terekhin Aleksandr Vasilevich (RU)

(73) Proprietor(s):
Aktsionernoe obshchestvo «Obninskoe nauchno-proizvodstvennoe predpriiatie «Tekhnologiia» im. A.G.Romashina» (RU)

(54) METHOD FOR ULTRASONIC CONTROL OF THE SURFACE OF QUARTZ CERAMIC PRODUCTS FOR THE PRESENCE OF SCRATCHES

(57) Abstract:

FIELD: quartz ceramic products.

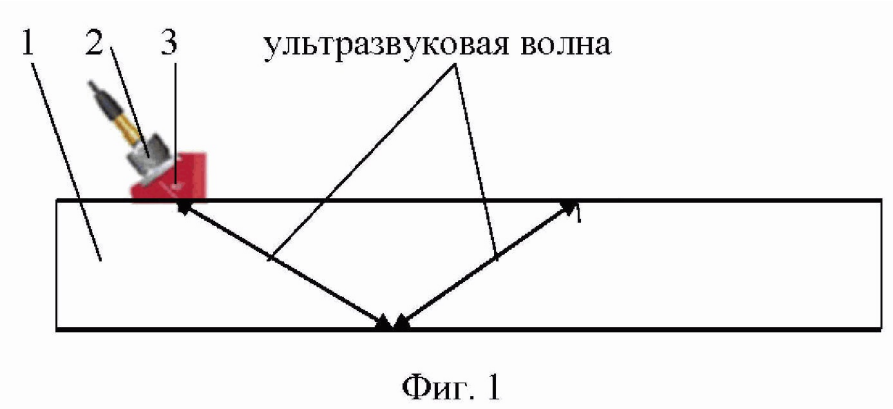
SUBSTANCE: for ultrasonic inspection of the surface of quartz ceramic products for scratches. The essence of the invention lies in the fact that ultrasonic waves are emitted and received in a controlled product. According to the proposed method, control is performed by one ultrasonic transducer with a frequency of 5-10 MHz by transverse ultrasonic waves transformed from radiated longitudinal ultrasonic waves, while emitting and receiving waves through an inclined plexiglass prism installed at an angle of 35-45 degrees to the surface of the product, and control the amplitude echo signals reflected once from the surface roughness in a specified time interval, and a single increase in the amplitude of the echo signal indicates the presence of a scratch, and the dimensions of the scratch are determined by the longitudinal-transverse movement of the ultrasonic transducer over the surface of the product. With longitudinal-transverse movement of the transducer, the scanning step is set to no more than half the size of the piezoelectric element of the ultrasonic transducer.

EFFECT: improving the quality of control of quartz ceramic products intended for the manufacture of structural elements of aircraft.

2 cl, 4 dwg

RU 2789244 C1

RU 2789244 C1



Фиг. 1

RU 2789244 C1

RU 2789244 C1

Изобретение относится к области неразрушающего контроля кварцевых керамических изделий, предназначенных для изготовления элементов конструкций летательных аппаратов, и служит для обнаружения наличия царапин на поверхности данных изделий.

Царапины на поверхности кварцевых керамических изделий могут приводить при эксплуатационных нагрузках к образованию трещин и разрушению данных изделий.

Образовавшиеся трещины могут увеличиваться при вибрациях и эксплуатационных нагрузках, что в свою очередь сказывается на надежности изделий из кварцевой керамики.

Известен способ ультразвукового контроля с целью обнаружения поверхностных трещин в гранитных блоках с использованием двух преобразователей: излучающего и принимающего поверхностные волны. Способ основан на оценке ослабления амплитуды поверхностных волн на различных частотах в зависимости от глубины измеряемой трещины (Данилов В.Н., Ермолин А.А. Дефектоскопия поверхности каменных блоков с использованием рэлеевских волн // Дефектоскопия. 1993. № 10. С. 44-51). Недостатком изобретения является невозможность обнаружения наличия царапин на поверхности кварцевых керамических изделий и определения их размеров по данному способу.

Известен также способ измерения глубины трещин в металлах, основанный на излучении в металл объемных волн (продольных и поперечных) и приеме дифрагированных на трещине волн. Способ реализуется с использованием пары преобразователей, расположенных по разные стороны от трещины, и является вариантом дифракционно-временного метода применительно к измерению поверхностных трещин (Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 3: И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. Ультразвуковой контроль. 2-е изд., испр. М.: Машиностроение, 2006. С. 252-256, С. 531-532). Недостатком изобретения является невозможность обнаружения наличия царапин на поверхности кварцевых керамических изделий и определения их размеров по данному способу.

Наиболее близким по технической сущности (прототипом) является способ определения поверхностных трещин, заключающийся в излучении в изделие импульсов рэлеевской волны, обегающей поверхностную трещину, и измерении времени пробега поверхностной волны от излучателя к приемнику (RU 2451931 C1, G01N29/04, 24.02.2011). Момент зарождения трещины определяют по возникновению трансформированной на трещине поперечной волны, нормально падающей и отраженной от донной поверхности изделия, распространяющейся и вновь трансформирующейся на трещине в поверхностную волну и фиксирующейся приемным преобразователем. Предлагаемый способ позволяет двумя преобразователями (излучатель и приемник), жестко связанными между собой, при сканировании по поверхности контролируемого изделия, обнаружить поверхностную трещину и провести измерение ее глубины. Наличие трещины подтверждается возникновением на экране ультразвукового дефектоскопа сигнала трансформированной на трещине поперечной волны.

Недостатком данного изобретения, взятого в качестве прототипа, является невозможность обнаружения царапин на поверхности кварцевых керамических изделий и определения их глубины по данному способу.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение качества контроля кварцевых керамических изделий, предназначенных для изготовления элементов конструкций летательных аппаратов, за счет обеспечения ультразвукового контроля кварцевых керамических изделий на наличие царапин и определение их размеров на поверхности данных изделий.

Указанный технический результат достигается тем, что предложен:

1. Способ ультразвукового контроля поверхности кварцевых керамических изделий на наличие царапин, заключающийся в том, что в контролируемом изделии излучают и принимают ультразвуковые волны, отличающийся тем, что контроль выполняют одним ультразвуковым преобразователем частотой 5-10 МГц поперечными ультразвуковыми волнами, трансформированными от излучаемых продольных ультразвуковых волн, при этом излучают и принимают волны через наклонную призму из оргстекла, установленную под углом 35-45 градусов к поверхности изделия, и контролируют амплитуду однократно отраженных от шероховатостей поверхности эхо-сигналов в установленном временном интервале, а единичное увеличение амплитуды эхо-сигнала указывает на наличие царапины, причем размеры царапины определяют продольно-поперечным перемещением ультразвукового преобразователя по поверхности изделия.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при продольно-поперечном перемещении преобразователя шаг сканирования устанавливают не более половины размера пьезоэлемента ультразвукового преобразователя.

По представленному способу один ультразвуковой преобразователь работает в эхо-режиме: электрический импульс от ультразвукового генератора поступает на пьезоэлемент ультразвукового преобразователя, и в соответствии с обратным пьезоэффектом он начинает колебаться с частотой, пропорциональной его толщине. Колебания пьезоэлемента передаются в призму ультразвукового преобразователя, изготовленную из оргстекла, и распространяются до границы раздела сред оргстекло – кварцевая керамика. Поскольку колебания проходят вдоль распространения волны тип излучаемой волны – продольная ультразвуковая волна. На границе сред оргстекло – кварцевая керамика продольная ультразвуковая волна, падающая под углом 35-45 градусов к нормали поверхности кварцевого керамического изделия преломляется и переходит в поперечную ультразвуковую волну, которая распространяется под углом к нормали 40-60 градусов. Поперечная ультразвуковая волна отражается от противоположной стенки кварцевого керамического изделия и под углом 40-60 градусов попадает на контролируемую поверхность. Затем часть поперечной ультразвуковой волны отражается от шероховатостей контролируемой поверхности (и царапины при ее наличии) и под углом 40-60 градусов распространяется к излучившему ее ультразвуковому преобразователю. Далее, поперечная ультразвуковая волна преломляется на границе сред кварцевая керамика - оргстекло, переходит в оргстекло, трансформируется в продольную ультразвуковую волну и попадает на излучивший ее пьезоэлемент. В соответствии с прямым пьезоэффектом пьезопластина начинает колебаться и вырабатывает электрический ток, который поступает на приемник ультразвукового дефектоскопа. Таким образом, осуществляется процесс контроля наличия царапин на поверхности кварцевых керамических изделий при помощи одного ультразвукового преобразователя.

Угол призмы 35-45 градусов определяется необходимостью получения максимальной амплитуды поперечной ультразвуковой волны, отраженной от царапины, т.е. чувствительностью контроля. Максимальная амплитуда поперечной ультразвуковой волны, отраженной от царапины, получается при ее перпендикулярном падении на отражающую плоскость царапины, которая может изменяться в диапазоне от 40 до 60 градусов. В качестве материала призмы используется оргстекло, в котором ультразвуковая продольная волна частотой 5-10 МГц затухает и рассеивается незначительно. Применение для ультразвукового контроля рабочей частоты

преобразователя 5-10 МГц обусловлено особенностями материала контролируемого изделия – кварцевой керамики и соответствующей шероховатости поверхности.

С целью регистрации эхо-сигналов при отражении поперечных ультразвуковых волн от шероховатостей поверхности керамического изделия на бездефектном участке изделия определяют на дефектоскопе временной интервал (строб), зависящий от толщины стенки контролируемого кварцевого изделия и скорости распространения в нем ультразвуковой волны, а также призмы ультразвукового преобразователя. На дефектоскопе устанавливается величина строба контроля, которая должна превышать уровень эхо-сигналов от шероховатости поверхности. Начало временного интервала контроля определяется по удвоенному времени распространения ультразвуковой волны в призме ультразвукового преобразователя и в кварцевой керамике. Величина временного интервала определяется максимальной величиной предполагаемой царапины и не превышает 5 микросекунд.

Границы участка (реперные линии) сканирования и тип сканирования – продольно-поперечное - определяются удобством проведения ручного контроля для дефектоскописта. При проведении контроля шаг сканирования должен быть не более половины размера пьезоэлемента пьезоэлектрического преобразователя для перекрытия диаграммы направленности и исключения пропуска царапин.

На фиг. 1 представлена реализация заявленного способа, где ультразвуковой пьезоэлектрический преобразователь 2 через призму из оргстекла 3 излучает продольные ультразвуковые волны, трансформирующиеся на поверхности изделия 1 в поперечные волны, которые падают на противоположную поверхность кварцевого керамического изделия, отражаются от нее и от шероховатостей данной поверхности.

На фиг. 2 показан внешний вид экрана дефектоскопа при контроле уровня эхо-сигналов в стробе контроля (временном интервале) при: а) отсутствии царапины при контроле на частоте 5 МГц; б) при наличии царапины при контроле на частоте 5 МГц; в) при отсутствии царапины при контроле на частоте 10 МГц; г) при наличии царапины при контроле на частоте 10 МГц.

На фиг. 3 показано перемещение преобразователя 2 при сканировании участка изделия вдоль и поперек царапины 4, когда выявлен повышенный эхо-сигнал в установленный временной интервал.

На фиг. 4 показано продольно-поперечное сканирование, где представлено: а) продольное перемещение ультразвукового преобразователя 2 для определения протяженности царапины; б) поперечное перемещение ультразвукового преобразователя 2 для определения глубины царапины. При продольном перемещении ультразвукового преобразователя 2 вдоль царапины определяются координаты ультразвукового преобразователя 2 в момент возникновения эхо-сигнала от царапины и до момента его исчезновения. Протяженность царапины определяется по расстоянию между координатами начального и конечного положения ультразвукового преобразователя. При поперечном перемещении ультразвукового преобразователя поперек царапины определяются координаты ультразвукового преобразователя в момент возникновения эхо-сигнала от верхней части царапины и до момента возникновения эхо-сигнала от нижней части царапины. Глубина царапины определяется при помощи геометрического расчета, учитывающего координаты начального и конечного положения ультразвукового преобразователя.

Осуществление заявленного способа подтверждается следующими примерами.

Пример 1. Ультразвуковой пьезоэлектрический преобразователь V543 фирмы Olimpys частотой 5 МГц, устанавливают на призме из оргстекла с углом ввода продольной

ультразвуковой волны 35 градусов как показано на фиг. 1. Преобразователь подключают к ультразвуковому дефектоскопу OmniScan MX. Далее включают дефектоскоп и загружают из его памяти конфигурацию (настройку) для указанного преобразователя. Затем наносят кистью тонкий слой контактной жидкости (водный спиртовой раствор) на бездефектный участок контролируемого изделия из кварцевой керамики, избегая образование пузырей и потеков жидкости. Далее на этом бездефектном участке изделия определяют временной интервал (строб), составляющий 20 мкс. На дефектоскопе устанавливают соответствующую величину строба контроля, как показано на фиг. 2, а. Затем перемещая ультразвуковой преобразователь по поверхности контролируемого изделия, сканируют смоченный контактной жидкостью участок изделия, при этом на экране дефектоскопа следят за отраженными эхо-сигналами, превышающими установленный строб контроля. Как показано на фиг. 2, б, при появлении эхо-сигнала превышающего по амплитуде на 6 дБ уровень строба контроля, фиксируют наличие царапины на поверхности контролируемого изделия. Далее на участке изделия, на котором выявили превышение амплитуды эхо-сигнала на 6 дБ относительно установленного уровня строба, проводят сканирование, перемещая преобразователь вдоль и поперек царапины, причем шаг перемещения не превышает половину размера пьезоэлемента преобразователя, как показано на фиг. 3. Длину царапины определяют по пути перемещения ультразвукового преобразователя вдоль царапины, как показано на фиг. 4, а. Глубину царапины определяют, перемещая преобразователь поперек царапины, как показано на фиг. 4, б.

Пример 2. Способ ультразвукового контроля выполняют аналогичным образом, приведенном в примере 1. При этом ультразвуковой пьезоэлектрический преобразователь настраивают на рабочую частоту 10 МГц и устанавливают на призму с углом ввода 45 градусов. На бездефектном участке изделия определяют временной интервал (строб), составляющий 24 мкс. На дефектоскопе устанавливают соответствующую величину строба контроля, как показано на фиг. 2, в. При появлении эхо-сигнала превышающего по амплитуде на 5 дБ уровень строба контроля, фиксируют наличие царапины на поверхности контролируемого изделия, как показано на фиг. 2, г.

Таким образом, применение предлагаемого способа позволит повысить точность обнаружения царапин на поверхности кварцевых керамических изделий.

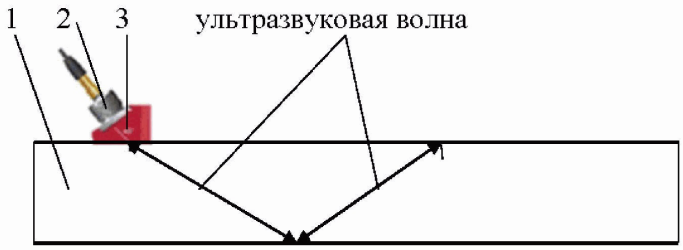
(57) Формула изобретения

1. Способ ультразвукового контроля поверхности кварцевых керамических изделий на наличие царапин, заключающийся в том, что в контролируемом изделии излучают и принимают ультразвуковые волны, отличающийся тем, что контроль выполняют одним ультразвуковым преобразователем частотой 5-10 МГц поперечными ультразвуковыми волнами, трансформированными от излучаемых продольных ультразвуковых волн, при этом излучают и принимают волны через наклонную призму из оргстекла, установленную под углом 35-45 градусов к поверхности изделия, и контролируют амплитуду однократно отраженных от шероховатостей поверхности эхо-сигналов в установленном временном интервале, а единичное увеличение амплитуды эхо-сигнала указывает на наличие царапины, причем размеры царапины определяют продольно-поперечным перемещением ультразвукового преобразователя по поверхности изделия.

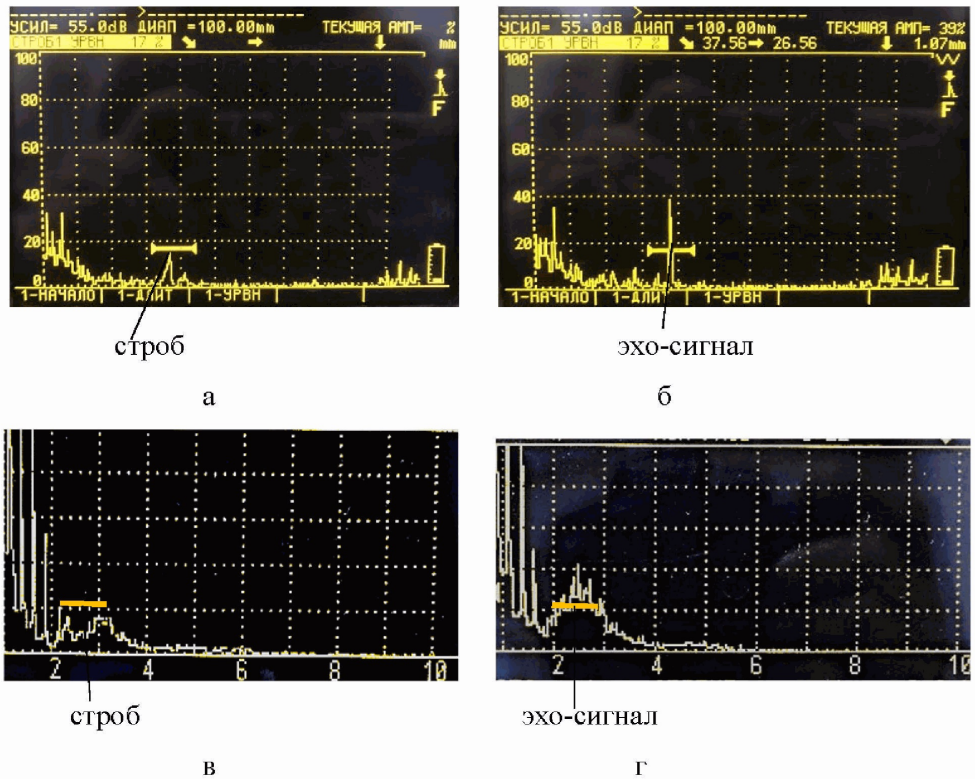
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при продольно-поперечном перемещении преобразователя шаг сканирования устанавливают не более половины размера

пьезоэлемента ультразвукового преобразователя.

1

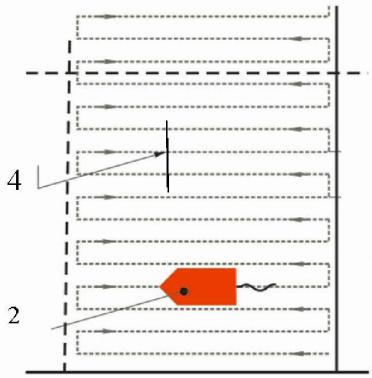

1
2
3
ультразвуковая волна

Фиг. 1

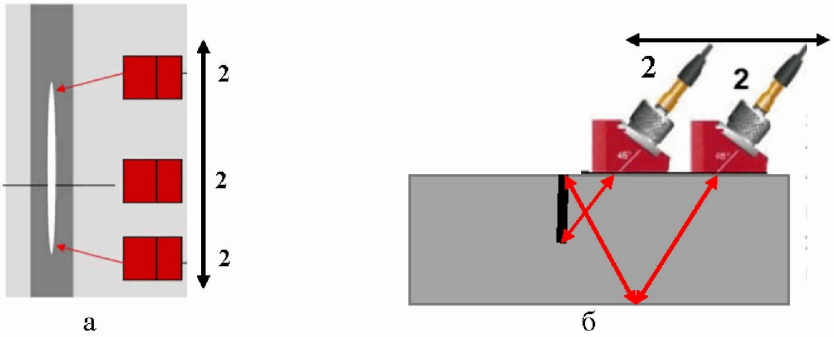

УСИЛ= 55.0dB ДИАП =100.00mm
ТЕКУЩАЯ АМП=
1-НАЧАЛО
1-ДЛИТ
1-УРВН
строб
а
УСИЛ= 55.0dB ДИАП =100.00mm
ТЕКУЩАЯ АМП= 39%
37.56 26.56
1.07mm
1-НАЧАЛО
1-ДЛИ
1-УРВН
эхо-сигнал
б
строб
в
эхо-сигнал
г

Фиг. 2

2



Фиг. 3



Фиг. 4